



PT. RADJA INTERCONTINENTAL
PUBLISHING

**PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN
INOVATIF BERBASIS
PROYEK TERINTEGRASI
STEM**

Vera Roni Setiawan, S.Pd., M.T.

Prof. Dr. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D.

Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.



PT. RADJA INTERCONTINENTAL
PUBLISHING

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN INOVATIF BERBASIS PROYEK TERINTEGRASI STEM

Vera Roni Setiawan, S.Pd., M.T.
Prof. Dr. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

1. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
2. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan Karya Ilmiah ilmu pengetahuan;
3. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
4. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN INOVATIF BERBASIS PROYEK TERINTEGRASI STEM

Penulis

Vera Roni Setiawan, S.Pd., M.T.
Prof. Dr. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.

Penerbit

PT. Radja Intercontinental Publishing



**PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN INOVATIF
BERBASIS PROYEK TERINTEGRASI STEM**

Diterbitkan oleh:

PT. Radja Intercontinental Publishing

**PENERBIT PT. RADJA INTERCONTINENTAL
PUBLISHING**

(Grup Publikasi RADJA PUBLIKA)

SERTIFIKAT IKAPI



No.032/DIA/2023

Alamat Redaksi:

Jl. Cempaka Putih, Sp. Tiga Blang Rayeuk, Dsn. Angsana,
Kota Lhokseumawe
Telp. 081269223511

Email:

pt.radja.intercontinental.publis@gmail.com

Isi diluar tanggung jawab percetakan
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang Dilarang
memperbanyak karya tulis dalam bentuk dan dengan
cara apapun, tanpa ijin tertulis dari penerbit

**PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN INOVATIF
BERBASIS PROYEK TERINTEGRASI STEM**

ISBN :
978-623-89445-1-4

Penulis :
Vera Roni Setiawan, S.Pd., M.T.
Prof. Dr. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.

Editor :
Rahmat Idhami, S.Tr.t

Penyunting :
Muhammad Multazam, S.E., M.S.M., CPRM

Desain sampul dan tata letak:
Rahmat Idhami, S.Tr.t
(Sumber Gambar: Freepik.com)

Tanggal Terbit:
Oktober 2024

Jumlah Halaman :
144

Penerbit:



PT. Radja Intercontinental Publishing

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah buku refleksi ormawa ini dapat diselesaikan, terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga dapat terbitnya buku refleksi ormawa ini. Buku ini adalah Investasi merupakan suatu penanaman modal secara langsung atau tidak langsung, serta jangka pendek maupun jangka panjang dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan yang diharapkan atau bentuk manfaat lainnya dari hasil penanaman modal itu sendiri. Dari investasi tersebut ada suatu keuntungan (return) yang diinginkan. Salah satu bagian terpenting dalam mempelajari investasi adalah bagaimana mengukur risiko dan return.

Dalam isi buku ini menjelaskan tentang, Investasi merupakan suatu penanaman modal secara langsung atau tidak langsung, serta jangka pendek maupun jangka panjang dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan yang diharapkan atau bentuk manfaat lainnya dari hasil penanaman modal itu sendiri. Dari investasi tersebut ada suatu keuntungan (return) yang diinginkan. Salah satu bagian terpenting dalam mempelajari investasi adalah bagaimana mengukur risiko dan return.

Dikarenakan regulasi pasar asett digital Crypto atau lebih dikenal cryptocurrency di Indonesia masih sangat minim, kendatipun demikian investasi cryptocurrency tetap mengalami peningkatan. Hal ini ditandai dengan munculnya berbagai exchange atau perusahaan yang menjadi perantara dalam jual beli asset kripto.

Lhokseumawe, October 2024

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| Halaman Judul..... | i |
| Peraturan Hak Cipta | ii |
| Halaman Sampul..... | iii |
| Halaman Penerbit..... | iv |
| Balik Halaman Judul..... | v |
| Alamat Redaksi..... | vi |
| Kata Pengantar | vii |
| Daftar Isi | ix |
| Bab I Reaksi Oksidasi Dan Reduksi (Redoks) | 1 |
| Bab II Sel Volta..... | 32 |
| Bab III Elektrolisis Dan Hukum Faraday | 68 |
| Bab IV Korosi Dan Pencegahannya | 115 |
| Daftar Pustaka | 142 |
| Profil Penulis..... | 144 |

BAB I REAKSI OKSIDASI DAN REDUKSI (REDOKS)



A. PETA KONSEP



B. DESKRIPSI MATERI

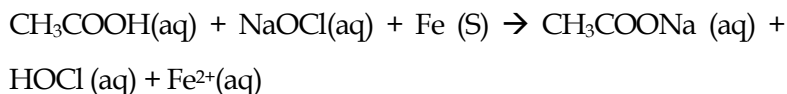
Reaksi redoks dalam bahan ajar ini dimulai dari penentuan biloks, pengertian reaksi redoks berdasarkan tiga konsep, dan penyetaraan reaksi berdasarkan metode setengah reaksi dan metode bilangan oksidasi. Kemampuan prasyarat yang harus dimiliki peserta didik sebelum memulai pembelajaran ini yaitu : mengetahui aturan biloks, memahami cara penentuan biloks unsur dalam suatu senyawa serta semangat untuk belajar. Pada pembelajaran ini akan dirangsang kemampuan berfikir tingkat tinggi peserta didik melalui video pembelajaran. Silahkan ikuti secara seksama dan link video pembelajaran dapat diakses dimana saja. KD. 3.3 menyetarakan persamaan reaksi redoks dan KD. 3.4

menentukan urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi berdasarkan data percobaan. Peserta didik dapat menyelesaikan persamaan reaksi redoks dengan dua metode yaitu metode setengah reaksi dan metode bilangan oksidasi. Pada KD keterampilan peserta didik mampu merancang prosedur percobaan untuk menentukan daya desak logam berdasarkan hasil percobaan menggunakan bahan sekitar.

Pada pertemuan pertama disajikan video dua percobaan yaitu: 1) Betadin dan vitamin C, 2) Pembersih pakaian, cuka dan paku. Kedua reaksi ini merupakan contoh penerapan reaksi redoks yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Pada percobaan 1 campuran Antara vitamin C + betadin menghasilkan perubahan warna larutan dari kuning keemasan menjadi bening kembali melalui reaksi :



Dari persamaan diatas kalian dapat menentukan unsur mana yang mengalami reaksi oksidasi dan unsur apa yang mengalami reaksi reduksi. Begitu juga pada percobaan kedua yaitu campuran cuka dan bayclin yang menghasilkan aroma yang menyengat dicelupkan paku menghasilkan perubahan paku dari paku baru menjadi berkarat(warna paku kecoklatan). Persamaan reaksinya:



Dari reaksi tersebut silahkan tentukan yang mana zat yang mengalami oksidasi dan yang mana zat yang mengalami reduksi. Untuk materi lengkap silahkan baca teori yang terdapat pada bagian LKPD yang dibagikan guru atau sumber lain yang relevan.

Untuk pengembangan keterampilan, disediakan Video pembelajaran mengamati daya desak logam menggunakan bahan sekitar. Adapun bahan yang digunakan yaitu air aki yang mengandung asam kuat H_2SO_4 sebagai pelarut dan tiga zat lain yang akan dilarutkan yaitu: aluminium foil yang mengandung logam Al, lempeng seng yang mengandung logam Zn serta kabel listrik ukuran kecil yang diambil tengahnya yang mengandung logam tembaga. Ketiga logam ini dicelupkan dalam larutan air aki lalu dihitung waktu yang diperlukan ketiga logam tersebut melarut. Dari percobaan ini dapat ditarik kesimpulan mengenai daya desak logam atau kereaktifan logam. Dimana logam-logam tersebut disusun berdasarkan deret kereaktifannya dimulai dari logam teraktif (letaknya paling kiri) atau teraktif hingga logam paling tidak reaktif (diletakkan paling kanan) atau dikenal dengan deret kereaktifan logam atau deret volta. Untuk materi lengkapnya

disajikan dalam LKPD atau literasi sumber lainnya yang relevan.

Pengembangan model pembelajaran proyek terintegrasi STEM disesuaikan dengan kebutuhan dilapangan. Dimana pembelajaran berfokus pada peserta didik dengan mengaktifkan sumber belajar sesuai dengan perkembangan zaman. Dengan pengembangan model ini peserta didik diharapkan mampu mengembangkan keterampilan berfikir tingkat tinggi dengan bantuan dan support dari guru, sehingga mampu bertahan menyongsong kehidupan dimasa yang akan datang.

C. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pembelajaran proyek terintegrasi STEM yang dikembangkan dalam KD. 3.3 dan 3.4 terdiri atas tiga kali pertemuan tatap muka, dijabarkan sebagai berikut :

KEGIATAN PEMBELAJARAN UNTUK KD. 3.3 DAN 3.4

- a) Kompetensi Dasar (KD) dan indikator pencapaian kompetensi

Tabel 1.1 KD dan Indikator 3.3 dan 3.4

| Kompetensi Dasar | Indikator |
|---|---|
| 3.3 Menyetarakan persamaan reaksi redoks | A. Mengidentifikasi benda-benda yang menggunakan baterai sebagai sumber energi. B. Menjelaskan cara menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks. C. Menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks dengan menggunakan metode setengah reaksi dan metode perubahan bilangan oksidasi. |
| 4.3 Menentukan urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi berdasarkan data hasil percobaan | D. Menganalisis (daya desak logam) urutan kekuatan pengoksidasi dan pereduksi berdasarkan bahan sekitar |

b) Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Mengidentifikasi benda-benda yang menggunakan baterai sebagai sumber energi.
- Menjelaskan cara menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks.
- Menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks dengan menggunakan metode setengah reaksi dan metode perubahan bilangan oksidasi.
- Menganalisis (daya desak logam) kekuatan pengoksidasi dan pereduksi berdasarkan bahan sekitar

Pertemuan Pertama (2 JP x 45 Menit)

Pembelajaran proyek terintegrasi STEM sudah dilengkapi dengan Video pembelajaran dengan link pembelajaran pada pertemuan pertama mengenai contoh reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari pada link berikut:

<https://youtu.be/6oDX7Y7yWQE?feature=shared>

Berikut adalah langkah kegiatan pembelajaran yang akan diikuti selama proses belajar mengajar dikelas.

Tabel 1.2 Rincian kegiatan peserta didik Pembelajaran pertemuan 1

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|--------------------------------|--|----------------|
| Awal | Fase 1 : <i>Reflection</i> | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menjawab salam dan berdoa serta bersiap-siap untuk mengikuti pembelajaran• Peserta didik menyimak tujuan pembelajaran• Peserta didik memperhatikan dengan seksama reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari• Peserta didik memperhatikan video pembelajaran | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 2 : <i>Research</i> | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik duduk dalam kelompok dan mengamati video pembelajaran• Peserta didik menelaah video pembelajaran dan berdiskusi dalam kelompok dengan bimbingan guru | 60 Menit |
| | Fase 3 : <i>Discovery</i> | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menuliskan reaksi redoks yang terjadi dalam video pembelajaran | |
| | Fase 4 : <i>Application</i> | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mampu mengidentifikasi reaksi redoks lainnya di dalam sekitar | |

| | | | |
|--|----------------------------------|---|----------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengingat kembali aturan biloks dan belajar bersama menyetarakan reaksi redoks • Peserta didik berlatih menyelesaikan reaksi redoks dalam LKPD yang dibagikan guru | |
| | Fase 5 : <i>Communication</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya • Peserta didik menerima masukan dari guru | |
| | Penutup | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik merangkum materi pembelajaran • Peserta didik melaksanakan tugas baca tentang urutan kekuatan logam | 15 Menit |

Pertemuan Kedua (2 JP x 45 Menit)

Pada pembelajaran kedua disajikan video pembelajaran tentang praktikum daya desak logam. Untuk pertemuan kedua kalian dapat mengakses video pembelajaran melalui link berikut:

<https://youtu.be/OwrWIVewZ4Y?feature=shared>

Silahkan ikuti langkah pembelajaran seperti pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1.3 Kegiatan peserta didik pada pembelajaran pertemuan 2

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|----------------------------------|--|----------------|
| Awal | Fase 1 : <i>Reflection</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam dan memberi laporan kehadiran (sudah duduk dalam kelompok) • Peserta didik mengetahui tujuan pembelajaran • Peserta didik berusaha menjawab pertanyaan yang diajukan guru mengenai pemilihan logam untuk perpipaian yang berhubungan dengan materi daya desak logam • Peserta didik memperhatikan video pembelajaran | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 2 : <i>Research</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menelaah video pembelajaran tentang daya desak logam • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok untuk memulai proyek penyelidikan daya desak logam serta mengerjakan LKPD | 60 Menit |
| | Fase 3 : <i>Discovery</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengisi data pengamatan di LKPD dan memulai rancangan proyek daya desak | |
| | Fase 4 : <i>Application</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok untuk mengurutkan daya logam dari reduktor lemah ke reduktor kuat • Peserta didik mampu mengurutkan daya desak logam | |
| | Fase 5 : <i>Communication</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya • Peserta didik menerima masukan dari guru | |
| Penutup | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik merangkum materi pembelajaran tentang daya desak logam • Peserta didik mengerjakan laporan proyek | 15 Menit |

D. TUGAS KELOMPOK DAN TUGAS MANDIRI

Tugas kelompok berupa LKPD diselesaikan bersama dengan teman dalam kelompok dibawah bimbingan guru, baik di sekolah atau di rumah. LKPD ini memudahkan kalian dalam memahami penyetaraan reaksi redoks serta merancang proyek pembelajaran yang ditugaskan guru dalam mencapai tujuan pembelajaran. Untuk menambah pemahaman konsep peserta didik juga dapat mengerjakan soal latihan dalam bentuk pilihan ganda pada akhir sub bab materi yang dipelajari.

a) LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) - 01

PENYETARAAN REAKSI REDOKS DAN APLIKASINYA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI (LKPD-01)

Kompetensi Dasar dan Indikator Kompetensi

Tabel 1.4 KD 3.3 dan Indikator pada LKPD-01

| KD | Kompetensi Dasar | Indikator Pencapaian Kompetensi |
|------|--|---|
| 3.3. | Pengertian: Menyetarakan persamaan reaksi redoks | 3.3.1. Menyetarakan reaksi redoks dengan dua metode yaitu metode setengah reaksi dan metode perubahan biloks dalam suasana asam dan basa. |

Tujuan : 1. Menganalisis penerapan reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari
2. Dapat Menyetarakan reaksi redoks dengan dua metode yaitu metode setengah reaksi dan metode perubahan biloks dalam suasana asam dan basa

DASAR TEORI

Pengetahuan dasar yang harus diperoleh peserta didik sebelum belajar tentang penyetaraan reaksi redoks adalah mengetahui aturan biloks dan menentukan biloks unsur dalam senyawa. Aturan Biloks ini sudah dipelajari di kelas X materi reaksi oksidasi dan reduksi.

Aturan Biloks

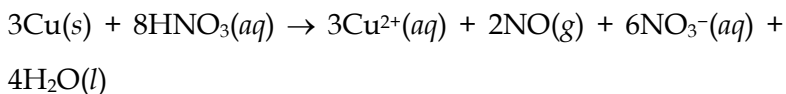
1. Spesi yang berbiloks nol:
 - Unsur Bebas, seperti: Na, Mg, Ca, Al, Fe dan seterusnya
 - Molekul Unsur, seperti: F₂, Cl₂, O₂, O₃, P₄ dan seterusnya
 - Molekul Netral, seperti: NaCl, NaOH, KBr dan seterusnya
2. Biloks H = +1, kecuali pada senyawa Hidrida (H = -1) atau senyawa dengan atom H yang berikatan langsung dengan logam.
Contoh: HCl dan NaH Biloks +1 -1
+1 -1
3. Biloks O = -2, kecuali pada:
 - Peroksida (O = -1) yakni H₂O₂, Na₂O₂
1 -1 +1 -1
 - Superoksida (O = $-\frac{1}{2}$) yakni KO₂, RbO₂, CsO₂
+1 -1/2
 - Oksiflorida (O = +2) yakni OF₂
+2 -1
4. Biloks Ion logam utama = golongan (IA – IIIA),
contoh: Na⁺ → Gol. IA, maka biloks ion = +1
Mg²⁺ → Gol. IIA, maka biloks ion = +2
Al³⁺ → Gol. IIIA, maka biloks ion = +3

5. Biloks ion = muatan, misalnya
 ; Fe^{2+} , maka biloks Fe = +2
 Cl^- , maka biloks Cl = -1
 SO_4^{2-} , maka biloks SO_4 = -2
6. Perhitungan Biloks (untuk unsur yang memiliki biloks bervariasi). Misalnya :
 a. MnO_4^- , maka pada ion ini biloks yang harus dihitung adalah biloks Mn karena tidak termasuk dalam 4 syarat pertama.
- Metode 1:
 $(1 \times \text{biloks Mn}) + (4 \times \text{biloks O}) = \text{muatan ion}$
 $(1 \times \text{biloks Mn}) + (4 \times \text{biloks O}) = -1$
 $\text{Biloks Mn} + (4 \times (-2)) = -1$
 $\text{Biloks Mn} + (-8) = -1$
 $\text{Biloks Mn} = -1 + 8$
 $\text{Biloks Mn} = +7$
- Metode 2: $\frac{+7 - 8}{-2}$
 MnO_4^-
 -2

Sumber: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN (2020)

Konsep reaksi redoks adalah untuk menyetarakan persamaan reaksi kimia yang rumit. Persamaan reaksi yang sudah memenuhi kedua persyaratan itu disebut dengan *persamaan reaksi setara*, dan untuk membuat suatu reaksi yang belum setara menjadi setara disebut dengan *penyetaraan persamaan reaksi*.

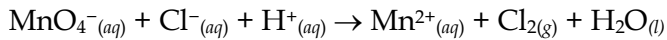
Contoh persamaan reaksi setara:



Penyetaraan persamaan reaksi dapat dilakukan dengan menggunakan konsep reaksi redoks, yaitu *cara bilangan oksidasi* dan *cara ion elektron*.

Penyetaraan persamaan reaksi dengan cara bilangan oksidasi memerlukan keterampilan menghitung bilangan oksidasi secara tepat dan cepat. Cara ini mempunyai tahapan yang lebih sederhana, tetapi ada langkah yang harus dilakukan secara berurutan.

Contoh:



➤ **penyetaraan persamaan reaksi redoks dengan cara Ion Elektron atau Setengah Reaksi**

Pada penyetaraan dengan cara ion elektron, persamaan reaksi dipecah menjadi dua persamaan reaksi yang masing-masing disebut *setengah reaksi reduksi* dan *setengah reaksi oksidasi*. Setelah itu, kedua persamaan reaksi dijumlahkan dengan memperhatikan jumlah elektron yang diikat dan dilepas.

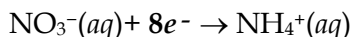
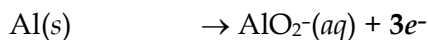
Contoh :

Reaksi dalam lingkungan basa:



Langkah persamaan reaksinya adalah :

1. Persamaan reaksi dipecah menjadi dua buah setengah reaksi dan tentukan jumlah elektron yang diikat atau dilepas.

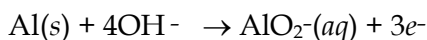


Catatan:

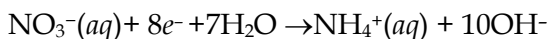
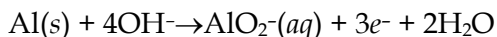
Untuk mempermudah perhitungan jumlah elektron, digunakan pedoman sebagai berikut.

- Jumlah kenaikan bilangan oksidasi sama dengan jumlah elektron yang dilepas.
- Jumlah penurunan bilangan oksidasi sama dengan jumlah elektron yang diikat.

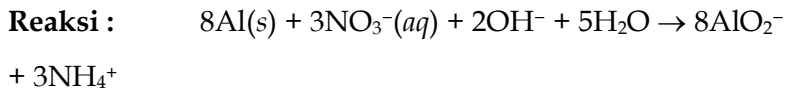
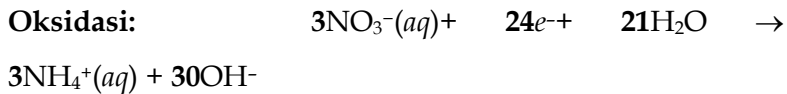
2. Setarakan muatan dengan menambahkan H^+ (suasana asam) atau OH^- (suasana basa). Pada contoh ini suasananya basa sehingga:



3. Menyetarakan jumlah atom H dengan menambahkan H_2O pada ruas yang kekurangan atom H.

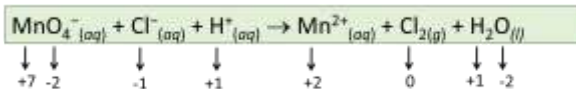


4. Menyetarakan jumlah elektron yang diikat dan dilepas, kemudian dijumlahkan.

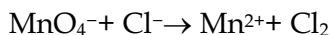


➤ **Penyetaraan reaksi redoks melalui cara Bilangan Oksidasi**

1. Tentukan bilangan oksidasi atom-atom yang terlibat dalam reaksi, kemudian tuliskan rumus kimia dari zat yang di dalamnya terdapat atom yang berubah bilangan oksidasinya.



Atom yang berubah bilangan oksidasinya adalah Mn dan Cl, maka yang dituliskan adalah MnO_4^- , Cl^- , Mn^{2+} , dan Cl_2 .

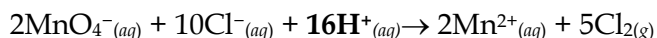


2. Setarakan jumlah yang berubah bilangan oksidasinya dengan mengubah koefisiennya, kemudian tentukan berapa jumlah bilangan oksidasi dari atom-atom tersebut.

Jumlah muatan ruas kiri = -12

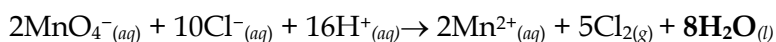
Jumlah muatan ruas kanan = +4

Oleh karena lingkungan reaksinya asam, maka agar setara ditambahkan ion H^+ di ruas kiri sebanyak 16.



6. Setarakan jumlah atom hidrogen (H) dengan menambahkan H_2O pada ruas yang kekurangan atom H.

Pada contoh di atas, ruas kanan kekurangan 16 buah atom H sehingga di ruas kanan ditambahkan 8 buah molekul H_2O (mengandung 16 buah atom H).



Sumber: Unggul Sudarmo, 2016

Langkah Kerja

1. Reflection

Pernahkan kalian memperhatikan reaksi yang terjadi di sekitar kita? Misal besi berkarat, potongan apel dan potongan terong yang dibiarkan di ruang terbuka. Perhatikan video pembelajaran yang diputar guru di dalam kelas atau boleh dilihat pada link berikut:

<https://youtu.be/6oDX7Y7yWQE?feature=shared>.

Reaksi apa yang terjadi? Bagaimana reaksi terjadi?

2. Research

Berdasarkan video tersebut, lengkapi isian di bawah ini :

Alat :

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

Bahan :

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

Adakah alat atau bahan lain dari bahan sekitar kita yang bisa membuktikan adanya reaksi redoks?

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

3. Discovery

Bagaimana langkah kerja percobaan dalam video yang kamu amati?

Cara Kerja :

a) Vitamin C dan betadin.

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

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

b) Pemutih pakaian, cuka dan paku

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

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya untuk membuktikan reaksi redoks?

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

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, reaksi apa yang terjadi

Tabel 1.5 Data pengamatan LKPD-01

| Jenis bahan | Kandungan bahan kimia | Reaksi kimia yang terjadi | Reduksi | Oksidasi |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|---------|----------|
| Vitamin C | | | | |
| Betadin | | | | |
| Vitamin C + Betadin | | | | |
| Pemutih Pakaian | | | | |
| Cuka | | | | |
| Paku | | | | |
| Pemutih Pakaian+Cuka+paku | | | | |

4. Application

Berdasarkan sumber bacaan buku kimia, searching internet dan bahan lainnya yang relevan tentang bagaimana tata cara persamaan reaksi redoks. Diskusikan dalam kelompok cara menyetarakan reaksi redoks antara vitamin

- e) Setarakan reaksi berikut dalam suasana basa menggunakan metode setengah reaksi



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

5. Communication

Berdasarkan hasil diskusi kelompok, komunikasikan kesimpulan yang diperoleh!

Kesimpulan :

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

3. SOAL LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat serta lampirkan alasan dari pemilihan jawaban tersebut!

Tabel 1.7 Soal tes evaluasi

| No | Pertanyaan Soal | Skor |
|----|---|------|
| 1 | <p>Berapakah koefisien tiap spesi abcdef dari persamaan reaksi redoks berikut jika berada dalam suasana basa:</p> $a\text{MnO} + b\text{PbO} + c\text{H}^+ \rightarrow d\text{MnO}_4^- + e\text{Pb}^{2+} + f\text{H}_2\text{O}$ <p>A. 5,8,2,5,4,2 B. 8,2,5,4,2,5 C. 2,5,8,2,5,4 D. 2,5,4,2,5,8 E. 4,2,5,8,2,5</p> | 20 |
| 2 | <p>Perhatikan reaksi redoks berikut :</p> $a\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + b\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow c\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + d\text{CO}_2(\text{aq})$ <p>Berapakah koefisien a,d,c, dan d dari reaksi diatas jika direaksikan dalam suasana asam...</p> <p>A. 0,1,2,3 B. 0,3,2,4 C. 0,3,2,6 D. 1,2,3,5 E. 1,3,2,6</p> | 20 |
| 3 | <p>Jika memperhatikan lingkungan sekitar, begitu banyak penerapan reaksi redoks kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari mulai dari proses korosi, fotosintesis dan lainnya. Reaksi redoks terjadi dalam dua keadaan yaitu asam dan basa. Berdasarkan reaksi dibawah ini, berapa banyak elektron yang dihasilkan dalam keadaan asam:</p> $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + \text{S}^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + \text{S} (\text{aq})$ <p>A. 10 B. 8 C. 6 D. 5 E. 2</p> | 20 |

| | | |
|---|---|----|
| 4 | <p>Reaksi redoks berikut :</p> $\text{Zn(aq)} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{ZnO}_2^{2-} + \text{NH}_3$ <p>jika direaksikan dalam suasana basa berapakah koefisien ion hidroksida yang harus ditambahkan</p> <p>A. 3 B. 4 C. 5 D. 6 E. 7</p> | 20 |
| 5 | <p>Aluminium merupakan salah satu bahan kimia yang berlimpah di alam. Ada banyak kegunaan aluminium yang sering kita jumpai seperti alat rumah tangga panci, botol minuman, aluminium foil, bahkan badan pesawat terbang yang digunakan oleh industri penerbangan dan banyak lainnya. Unsur aluminium banyak juga terjadi dalam reaksi redoks, berapakah koefisien aluminium dalam reaksi redoks berikut ...</p> $\text{Al (s)} + \text{NO}_3^- (\text{aq}) \rightarrow \text{AlO}_2^- (\text{aq}) + \text{NH}_4^+ (\text{aq})$ <p>A. 2 B. 3 C. 5 D. 7 E. 8</p> | 20 |

E. KRITERIA PENILAIAN

Penilaian yang dilakukan dalam pembelajaran proyek terintegrasi STEM yaitu: penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan. Kriteria masing-masing penilaian sebagai berikut:

Tabel 1.9 Aspek penilaian KD 3.3 dan 4.3

| Aspek Penilaian | Teknik | Bentuk instrument | Waktu Penilaian |
|-----------------|---|--|------------------|
| 1. Sikap | Observasi kegiatan diskusi dan Penilaian diri | Lembar observasi, Format penilaian | Pertemuan I & 2 |
| 2. Pengetahuan | Latihan soal pada LKPD | Soal uraian | Pertemuan 1 & 2 |
| | Latihan soal tes (Lampiran 2) | Soal pilihan ganda | Pertemuan akhir |
| 3. Keterampilan | Penilaian praktik Penilaian proyek Penilaian portopolio | Lembar pengamatan Rubrik penilaian tugas proyek | Setiap pertemuan |

Instrumen penilaian

1) Penilaian Sikap

a. Penilaian diri

Silahkan isi penilaian diri dibawah ini secara jujur berdasarkan hasil belajar yang kalian capai pada akhir pembelajaran. Penilaian diri dilakukan setelah pembelajaran redoks dan dan melaksanakan tugas proyek daya desak logam.

Penilaian Diri

Topik : Nama :

Kelas :

Setelah mempelajari materi redoks dan proyek daya desak logam, peserta didik akan melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan.

| No | Pernyataan | Ya | Tidak |
|----|--|----|-------|
| 1 | Memahami konsep redoks | | |
| 2 | Memahami penyetaraan reaksi redoks dalam suasana asam dan basa | | |
| 3 | Memahami konsep daya desak logam | | |
| 4 | Mampu merancang percobaan daya desak logam | | |
| 5 | Mampu mengurutkan oksidator lemah dan reduktor kuat dan sebaliknya | | |
| 6 | Mampu mengaitkan konsep kimia dengan pembelajaran STEM | | |
| 7 | Bekerja sama dalam kelompok dalam menyelesaikan tugas proyek | | |
| 8 | Saya melakukan tugas proyek sesuai perancangan dan jadwal yang telah disepakati bersama | | |
| 9 | Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai fakta | | |
| 10 | Sebelum melakukan tugas terlebih dahulu membaca literasi yang mendukung tugas pembelajaran | | |

| | | |
|------------------|----------------|-------|
| Rubrik penilaian | Kriteria nilai | Nilai |
|------------------|----------------|-------|

b. Penilaian sikap

Kriteria penilaian sikap meliputi: Disiplin, Tanggung jawab, teliti, kreatif melalui skala berikut:

4= Sangat Baik (SB)

3 = Baik (B)

2 = Cukup (C)

1 = Kurang (K)

2) Penilaian Kinerja

Aspek penilaian kinerja meliputi:

Penilaian kinerja setiap proyek yang kerjakan sebagai berikut:

a. Kegiatan pembelajaran berbasis proyek

Tabel 1.10 Kriteria rubrik HOTS untuk KD. 3.3 dan 4.3

| Kriteria HOTS | Rubrik penilaian | Tagihan | Skor | skor /kriteria |
|---------------------|--|----------------------|--------|----------------|
| Analytical thinking | benar menuliskan alat dan bahan, cara kerja berdasarkan video | LKPD dan Proposal | 1-12 | 25 |
| | benar dalam menyetarakan redoks dan dapat menyimpulkan pereduksi kuat dan lemah | LKPD dan Laporan | 13-25 | |
| Evaluated thinking | dapat menyelesaikan persamaan reaksi redoks dengan metode biloks dan setengah reaksi | LKPD | 26-55 | 50 |
| | dapat memprediksi urutan kekuatan daya desak logam dalam deret volta | LKPD dan Laporan | 56-85 | |
| Created Thinking | adanya ide baru dalam membuat percobaan daya desak logam | Proposal dan Laporan | 86-100 | 25 |

Keterangan: Nilai proposal: gabungan nilai penyelesaian LKPD dan perancangan di karton serta nilai presentasi
Nilai laporan akhir: gabungan nilai laporan akhir dan upload youtube kegiatan proyek yang dilakukan bersama

b. Penilaian proposal penelitian

Tabel 1.12 Format penilaian proposal penelitian

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|--|--|----------|
| 1. | Judul | Judu ditulis jelas dan mudah dipahami | 10 point |
| 2. | Tujuan | Tujuan ditulis jelas sesuai intruksi | 10 point |
| 3. | Alat dan bahan | Alat dan bahan mencerminkan set penelitian yang dirancang | 20 point |
| 4. | Cara kerja | Cara kerja singkat, padat dan jelas | 20 point |
| 5. | Gambar disain set rancangan penelitian | Desain set rancangan penelitian jelas dan dipahami dengan baik | 40 point |

c. Laporan akhir Proyek

Tabel 1.12 Format penilaian laporan akhir proyek

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|----------------------------|--|-----------------|
| 1. | Cover | jika lengkap berisi judul, nama kelompok, nama anggota kelompok, logo sekolah, asal sekolah, kabupaten tempat sekolah dan tahun. | 5 <u>point</u> |
| 2. | Bab 1 Pendahuluan | jika lengkap berisi latar belakang masalah dan tujuan percobaan | 15 point |
| 3. | Bab 2 Landasan teori | jika lengkap berisi minimal 3 teori yang mendukung percobaan yang dilakukan | 20 point |
| 4. | Bab 3 Metodologi | jika lengkap berisi alat bahan dan prosedur kerja secara rinci | 20 point |
| 5. | Bab 4 Hasil dan pembahasan | jika dilengkapi gambar, tabel atau data hasil percobaan dan pembahasan dengan teori yang mendukung | 25 point |
| 6. | Bab 5 Kesimpulan | jika dilengkapi dengan uraian kesimpulan hasil percobaan | 5 <u>point</u> |
| 7. | Daftar pustaka | jika menuliskan daftar pustaka yang dikutip dalam laporan serta link youtube yang telah diupload . | 10 <u>point</u> |

d. Presentasi

Rubrik penilaian presentasi:

Tabel 1.13 Rubrik penilaian presentasi

| No | Indikator penilaian | Kriteria penilaian | | | |
|----|---|---|--|--|---|
| | | Kurang | Cukup | Baik | Sangat baik |
| 1 | Sistematika presentasi | Materi presentasi disajikan tidak runtut dan tidak sistematis | Materi presentasi disajikan secara kurang runtut dan tidak sistematis | Materi presentasi disajikan secara runtut tetapi kurang sistematis | Materi presentasi disajikan secara runtut dan sistematis |
| 2 | Penggunaan Bahasa dan kejelasan penyampaian | Menggunakan Bahasa yang baik dan tidak baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan kurang baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa kurang jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa jelas dan tidak bertele-tele |
| 3 | Kebenaran konsep | Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar |

Sumber: (Modifikasi Devi, Popi Keumala., dkk, 2018)

e. DOMAIN STEM YANG DIHARAPKAN DALAM PEMBELAJARAN

Penutup dari kegiatan pembelajaran menggunakan model proyek terintegrasi STEM adalah peserta didik memahami konsep STEM dalam pembelajaran yang bahwa topik ini saling keterkaitan antar sains, teknologi, teknik dan matematika. Domain STEM yang diharapkan dalam pembelajaran proyek pada materi ini dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1.14 Aktivitas proyek dan Domain STEM dalam pembelajaran KD 3.3 dan 4.3

| Aktivitas proyek | Objek pembelajaran | Science | Technology | Engineering | Math |
|---|---|--|--|--|---|
| Daya desak logam 'menganalisis pengoksidasi dan pereduksi menggunakan bahan sekitar' | <ul style="list-style-type: none"> - Memahami reaksi redoks - Menyetarakan reaksi redoks dalam suasana asam dan basa - Menganalisis daya desak logam berdasarkan reaksi redoks menggunakan bahan sekitar | <ul style="list-style-type: none"> -Faktual: daya desak dapat dianalisis melalui data maupun hasil percobaan -Konseptual: daya desak logam -Prosedural: membuktikan daya desak logam berdasarkan percobaan menggunakan bahan sekitar. | <ul style="list-style-type: none"> Rangkaian alat menggunakan bahan sekitar dan Pemulihan pelarut yang sesuai serta penggunaan logam dari bahan sekitar pada proyek yang dikerjakan | <ul style="list-style-type: none"> Merangkai set percobaan dan prosedur kerja dalam proyek daya desak logam dengan sistematis menggunakan bahan sekitar | <ul style="list-style-type: none"> Menentukan pereduksi dan pengoksidasi berdasarkan data hasil percobaan maupun berdasarkan potensial sel |

BAB II SEL VOLTA



A. PETA KONSEP



B. DESKRIPSI MATERI

Pembelajaran menggunakan model pembelajaran proyek terintegrasi STEM untuk KD 3.4 dan 4.4 materi sel volta, sebagai prasyarat peserta didik telah memiliki pengetahuan tentang daya desak logam pada pembelajaran sebelumnya dan mengetahui reaksi oksidasi dan reaksi reduksi. Reaksi redoks spontan menghasilkan arus listrik yang dapat digunakan sebagai sumber listrik dalam elektrokimia atau lebih dikenal dengan sel volta. Alat yang dapat mengubah reaksi kimia menjadi energi listrik disebut sel Volta atau sel Galvani. Sel volta terdiri dari elektroda (katoda dan anoda) dan elektrolit. Elektron mengalir dari anoda menuju katoda. Potensial sel volta dapat ditentukan melalui eksperimen atau dihitung berdasarkan data potensial elektroda standar.

Contoh sel volta dalam kehidupan sehari-hari seperti: baterai yang digunakan pada jam, senter, remot tv,

remote AC dan lain sebagainya yang menggunakan pasta elektrolit didalamnya. Sifat elektrolit ini juga dimiliki oleh buah-buahan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energy listrik melalui proses elektrokimia. Baterai alternative dapat dibuat menggunakan buah-buahan yang mengandung larutan elektrolit. Pada sub materi sel volta ini peserta didik akan belajar mengenai prinsip kerja sel volta yang mengalami reaksi redoks pada bagian kutub-kutubnya, dimana reaksi redoks ini akan menghasilkan arus listrik. Buah dan sayur merupakan bahan alam yang mudah didapat di sekitar kita. Buah dan sayur merupakan konduktor ionik yang menghasilkan ion yang bermuatan positif dan negative dimana tegangan listrik akan muncul jika ion yang berlainan muatan bersinggungan.

Sel volta adalah sel elektrokimia dimana energy kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energy listrik. Bagaimana suatu bahan alam seperti buah-buahan menghasilkan arus listrik, prinsip kerja yang digunakan dan reaksi yang berlangsung. Pemahaman peserta didik akan sel volta dapat dijawab melalui pembelajaran proyek terintegrasi STEM, dimana peserta didik belajar langsung dengan praktik menggunakan bahan sekitar yang mudah diperoleh. Pembelajaran ini dilengkapi dengan video pembelajaran yang merangsang peserta didik untuk berfikir tingkat tinggi dalam memecahkan masalah. Materi lengkap tentang sel volta juga sudah terangkum jelas pada LKPD dibawah ini.

C. KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN KD 3.4 DAN 4.4

Kompetensi Dasar dan indikator pencapaian kompetensi

Tabel 2.1 KD dan Indikator 3.4 dan 4.4

| Kompetensi Dasar | Indikator |
|--|---|
| 3.4 Menganalisis proses yang terjadi dalam sel Volta dan menjelaskan kegunaannya | <ul style="list-style-type: none">➤ Menjelaskan notasi sel Volta dan kespontanan reaksi.➤ Menjelaskan cara menghitung potensial sel Volta➤ Merancang dan melakukan percobaan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar, misalnya agar-agar sebagai jembatan garam serta menyajikan hasilnya.➤ Membahas penerapan sel Volta dalam kehidupan.. |
| 4.4 Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar | <ul style="list-style-type: none">➤ Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar➤ Menyajikan rancangan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar |

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Menjelaskan notasi sel Volta dan kespontanan reaksi.
- Menjelaskan cara menghitung potensial sel Volta

- Merancang dan melakukan percobaan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar, misalnya agar-agar sebagai jembatan garam serta menyajikan hasilnya.
- Membahas penerapan sel Volta dalam kehidupan.
- Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar
- Menyajikan rancangan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar

Pertemuan Ketiga (2 JP x 45 Menit)

Pada pertemuan ketiga disajikan video percobaan sel volta menggunakan bahan sekitar, peserta didik juga dapat mengakses video pembelajaran melalui link :

https://youtu.be/M_beCyYHJbM?feature=shared

Tabel 2.2 Kegiatan pembelajaran pertemuan ketiga

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|---------------------------|---|----------------|
| Awal | Fase 1: Reflection | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik bersemangat untuk memulai pelajaran • Peserta didik mengingat kembali materi redoks • Peserta didik berfikir apa saja bahan sekitar yang dapat menghasilkan arus listrik • Peserta didik membangunketerampilan berfikir dengan menjawab pertanyaan guru • Peserta didik menonton video pembelajaran | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 2: Research | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengkaji literasi sel volta dalam menjawab LKPD • Peserta didik berdiskusi sesama teman mempelajari konsep sel volta meliputi: reaksi sel. • Peserta didik menuliskan reaksi yang terjadi pada sel volta | 60 Menit |
| | Fase 3: Discovery | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab bahan sekitar yang dapat menghasilkan arus listrik berdasarkan video pembelajaran • Peserta didik mencari informasi tentang proses sel volta dan reaksi redoks yang terjadi | |
| | Penutup | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyimpulkan hasil pembelajaran • Peserta didik mengerjakan tugas yang diberikan guru | 15 Menit |

Pertemuan Keempat (2 JP x 45 Menit)

Tabel 2.3 Kegiatan Pembelajaran pertemuan keempat

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|--------------------------------|---|----------------|
| Pendahuluan | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor hasil perkembangan tugas • Peserta didik bertanya tentang sel volta yang belum diketahui | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 4 : <i>Application</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mendemonstrasikan hasil rancangan • Peserta didik berkreasi menyelesaikan proyek yang ditugaskan • Peserta didik menemukan metode yang tepat dan efisien dalam merangkai sel volta • Peserta didik mempresentasikan hasil rancangan • Peserta didik menampilkan kinerja terbaik untuk dinilai oleh guru | 60 Menit |
| Penutup | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mereview hasil kerjanya • Peserta didik menyiapkan alat bahan untuk memulai percobaan sel volta | 15 Menit |

Pertemuan Kelima (2 JP x 45 Menit)

Tabel 2.4 Kegiatan Pembelajaran pertemuan kelima

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|--------------------------------|---|----------------|
| Pendahuluan | | ➤ Peserta didik sudah menyiapkan alat bahan berdasarkan hasil rancangan proyek yang dilakukan dan bersiap untuk melakukan percobaan | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 5 : <i>Application</i> | ➤ Peserta didik menciptakan dan membangun ide untuk memecahkan | 60 Menit |

| | | | |
|---------|-----------------------------------|--|----------|
| | | <p>masalah yang teridentifikasi dalam percobaan sel volta.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peserta didik mendapat bimbingan dari guru dalam percobaan sel volta dan menyiapkan laporan | |
| | <i>Fase 5 : Communication</i> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peserta didik mempresentasikan hasil kerja | |
| Penutup | | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peserta didik menganalisis hasil kerja dan mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari melalui diskusi kelas. ➤ Peserta didik membuat laporan secara sistematis dan benar | 15 Menit |

D. TUGAS MANDIRI DAN TUGAS KELOMPOK

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD-03)

Peserta didik wajib menyelesaikan LKPD sebelum memulai proyek yang ditugaskan oleh guru. Video pembelajaran disajikan untuk menambah wawasan peserta didik dalam memulai proyek pembelajaran. Berikut LKPD pada sub materi sel volta :

PENERAPAN SEL VOLTA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI MENGGUNAKAN BAHAN SEKITAR (LKPD-03)

a) Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Tabel 2.5 KD 3.4 dan Indikator pada LKPD-03

| KD | Kompetensi Dasar | Indikator Pencapaian Kompetensi |
|-----|--|---|
| 3.4 | Menganalisis proses yang terjadi dalam sel Volta dan menjelaskan kegunaannya | 3.4.1 Menjelaskan prinsip sel volta 3.4.2 Menganalisis rangkaian sel volta dengan jembatan garam 3.4.3 Menentukan notasi sel Volta 3.4.4 Menghitung potensial sel volta 3.4.5 Menjelaskan penerapan sel volta dalam kehidupan |

b) Tujuan : Menganalisis penerapan sel volta dalam kehidupan sehari-hari menggunakan bahan sekitar kita. Serta menganalisis rangkaian sel volta, menentukan notasi sel dan menghitung potensial sel.

c) DASAR TEORI

Sel Volta

Sel volta adalah sel elektrokimia dimana energi kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energi listrik. Sel Volta terdiri dari: Anode, katode, elektrolit, rangkaian dalam, jembatan garam. Pemisahan reaksi redoks menjadi 2 bagian, yaitu setengah reaksi oksidasi di anode dan setengah reaksi reduksi di katode. Anode dan katode diletakkan dalam suatu elektrolit dihubungkan oleh rangkaian luar berupa kawat. Maka elektron akan mengalir dari anode ke katode, Aliran ini adalah arus listrik.

Arus listrik ini disebabkan adanya beda potensial antara anode dan katode, yang dapat diketahui dari pengukuran menggunakan voltmeter. Sel Volta pada Anode terjadi reaksi oksidasi dan bermuatan negative (-) sedangkan Pada Katode terjadi reaksi reduksi dan bermuatan positif (+). Atau disingkat dengan istilah KAREPO dan ANONE

Notasi Sel

Notasi sel digunakan untuk menuliskan reaksi redoks yang terjadi secara singkat dan ringkas. Tata cara penulisan reaksi redoks dengan urutan sebagai berikut :

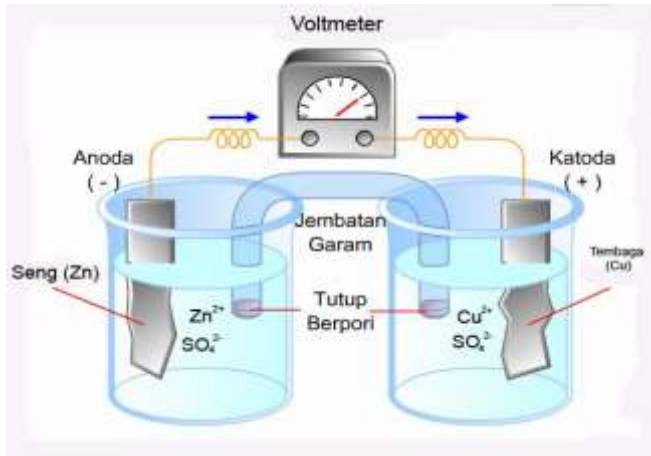
ABC (Anoda - Bridge - Catoda)

Susunan suatu sel volta dinyatakan dengan suatu notasi singkat yang disebut **diagram sel**.

Contoh : $\text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu}$

- Anode biasanya digambarkan di sebelah kiri, sedangkan katode di sebelah kanan, pada anode terjadi oksidasi Zn menjadi Zn^{2+} .
- Di katode terjadi reduksi ion Cu^{2+} menjadi Cu.
- Dua garis sejajar (||) yang memisahkan anode dan katode menyatakan jembatan garam, sedangkan garis tunggal menyatakan batas antar fase.

Susunan sel volta



Gambar 2.1 susunan sel volta

Jembatan garam berisi larutan garam (NaCl atau NaNO_3) berfungsi menetralkan muatan ion di kedua gelas reaksi

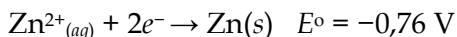
Pengukuran Potensial Elektrode Standar (E°)

Elektroda, yaitu zat yang menghantarkan listrik antara sel dan lingkungan dan dicelupkan dalam elektrolit (campuran ion) yang terlibat dalam reaksi atau yang membawa muatan.

Pengukuran nilai potensial suatu elektrode dilakukan dengan menyusun elektrode tersebut menjadi suatu sel elektrokimia dengan elektrode standar (hidrogen-platina), dan besarnya potensial dapat terbaca pada voltmeter yang dipasang pada rangkaian luar. Potensial elektrode yang diukur dengan menggunakan elektrode standar disebut dengan *potensial elektrode standar (E°)*.

Besarnya beda potensial yang terbaca pada voltmeter adalah 0,76 volt. Berdasarkan perjanjian, potensial elektrode hidrogen adalah nol, dan fakta pengukuran menunjukkan bahwa potensial hidrogen lebih tinggi (karena arus listrik mengalir dari elektrode hidrogen ke elektrode seng), sehingga besarnya potensial elektrode seng adalah -0,76 volt.

Penulisan persamaan reaksinya adalah:



atau notasi setengah sel elektrode seng adalah:



Nilai standar (E°) dari beberapa elektrode potensial elektrode dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

Tabel 2.6 Data potensial reduksi standar

| Reaksi reduksi | E°_{red} |
|---|--------------------------|
| $\text{Li}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Li}(\text{s})$ | -3.04 |
| $\text{Na}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Na}(\text{s})$ | -2.71 |
| $\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{s})$ | -2.38 |
| $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$ | -1.66 |
| $2\text{H}_2\text{O}(\ell) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$ | -0.83 |
| $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$ | -0.76 |
| $\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{s})$ | -0.74 |
| $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$ | -0.41 |
| $\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{s})$ | -0.40 |
| $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{s})$ | -0.23 |
| $\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$ | -0.14 |
| $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{s})$ | -0.13 |
| $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$ | -0.04 |
| $2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$ | 0.00 |
| $\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ | 0.15 |
| $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cu}^{+}(\text{aq})$ | 0.16 |
| $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$ | 0.34 |
| $\text{Cu}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$ | 0.52 |
| $\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{I}^{-}(\text{aq})$ | 0.54 |
| $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ | 0.77 |
| $\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$ | 0.80 |
| $\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Hg}(\ell)$ | 0.85 |
| $2\text{Hg}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Hg}_2(\text{aq})$ | 0.90 |
| $\text{Br}_2(\ell) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{Br}^{-}(\text{aq})$ | 1.07 |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^{+}(\text{aq}) + 4\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$ | 1.23 |
| $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^{-}(\text{aq})$ | 1.36 |
| $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$ | 1.78 |
| $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ | 2.01 |
| $\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{F}^{-}(\text{aq})$ | 2.87 |

Potensial elektrode standar (E°) Menyatakan kecenderungan teroksidasi atau tereduksi.

Pengukuran Potensial Elektrode Standar (E°)

Potensial sel (E°_{sel}) merupakan selisih antara nilai potensial electrode dari anode dan katode suatu sel elektrokimia. Fakta bahwa arus listrik bergerak dari katode ke anode menunjukkan bahwa katode mempunyai potensial lebih tinggi dari pada anode (listrik mengalir dari kutub dengan potensial tinggi ke rendah). Oleh karena itu, nilai potensial sel merupakan selisih nilai potensial katode dikurangi anode, atau:

$$E^\circ_{\text{sel}} = E^\circ_{\text{katode}} - E^\circ_{\text{anode}}$$

atau

$$E^\circ_{\text{sel}} = E^\circ_{\text{reduksi}} - E^\circ_{\text{oksidasi}}$$

| E°_{sel} | Reaksi redoks |
|--|---------------|
| $E^\circ_{\text{sel}} > 0$ (E°_{sel} = positif) | Spontan |
| $E^\circ_{\text{sel}} < 0$ (E°_{sel} = negatif) | Tidak spontan |

Salah satu contoh penggunaan sel elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari adalah baterai (sumber arus searah).

Sumber arus searah

- Sel Primer: Sel yang reaksinya tidak dapat balik (irreversible), sehingga jika sudah habis, tidak dapat isi ulang. Contoh: Sel kering, Sel alkaline, Sel perak oksida
- Sel sekunder: Sel yang reaksinya dapat balik, sehingga dapat diisi kembali (reversible). contoh : Aki, Baterai Ni - Cd, Baterai litium

d) Langkah Kerja

1. Reflection

Perhatikan lingkungan sekitar kita? Tahukah kamu jika buah-buahan dan beberapa tanaman menghasilkan arus listrik? Mengapa bahan tersebut menghasilkan arus listrik? Bagaimana Proses yang terjadi agar menghasilkan arus listrik? Analisis video pembelajaran yang diputarkan guru di dalam kelas.

2. Research

Berdasarkan video tersebut, alat bahan apa yang digunakan dalam menganalisis sel volta? :

Alat :

.....

.....

.....

.....

Bahan :

.....

.....

.....

.....

.....

Kira-kira menurut kalian, buah apalagi yang dapat menghantarkan arus listrik? Selain tomat yang ada dalam video tersebut? Kandungan apakah yang terdapat didalamnya?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, berapa volt yang dihasilkan untuk masing-masing percobaan?

Tabel 2.8 Data pengamatan LKPD-03

| Jumlah buah | Kandungan bahan kimia | Jumlah volt yang dihasilkan | Katoda | Anoda |
|-------------|-----------------------|-----------------------------|--------|-------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|-------|-------|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Elektroda apa yang digunakan dalam percobaan tersebut? Sebutkan elektroda lainnya yang dapat digunakan dalam percobaan sel volta menggunakan bahan sekitar kita?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Apa yang terjadi dengan penambahan tomat yang digunakan dalam percobaan?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

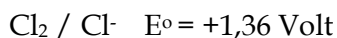
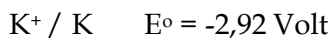
Bagaimana menulis notasi sel dari percobaan dalam video yang kamu amati?

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

Dari data potensial sel berdasarkan elektroda yang digunakan, hitunglah berapa E^0 Sel yang dihasilkan dari percobaan yang diamati!

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

Bagaimana reaksi potensial sel yang terjadi antara Kalium dan clor berdasarkan potensial reduksi standar dari data berikut :



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

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

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan sumber bacaan lainnya, kesimpulan apa yang dapat diambil pada pembelajaran ini?

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

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

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD- 04)

Untuk LKPD-04 merupakan lanjutan dari LKPD sebelumnya, disini peserta didik merancang sendiri percobaan yang akan dilakukan dengan bekerja dalam kelompok untuk berfikir rancangan terbaik yang akan dibuat.

a) Kompetensi Dasar
Tabel 2.9 KD dan indicator pada LKPD-04

| KD | Kompetensi Dasar | Indikator Pencapaian Kompetensi |
|-----|---|---|
| 4.4 | Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar | 4.4.1 Merancang dan melakukan percobaan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar, misalnya agar-agar sebagai jembatan garam serta menyajikan hasilnya. |

b) Tujuan : Merancang penerapan sel volta dalam kehidupan sehari-hari menggunakan bahan sekitar kita.

d) DASAR TEORI

Prinsip Kerja Sel Volta

Prinsip elektrokimia yaitu sel volta bekerja pada baterai yang ada di sekitar kita. Baterai mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Elektroda pada baterai terdiri dari kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda). Kebanyakan baterai yang kita gunakan sekarang bersifat portable. Baterai biasa terdiri dari satu atau lebih sel volta yang di susun secara seri (katoda yang satu ditempelkan langsung pada anoda yang lainnya). Baterai digolongkan dalam dua jenis yaitu: sel primer dan sel sekunder. Sel primer adalah baterai yang tidak dapat diisi ulang saat tegangan/voltasenya menjadi nol. Sedangkan sel sekunder adalah baterai yang dapat diisi ulang dengan dari sumber lain.

Alternative penggunaan sel volta pada buah-buahan didasarkan pada jenis buah yang digunakan mengandung larutan elektrolit dan elektroda yang akan digunakan di anoda dan di katoda. Silahkan modifikasi rancangan set pembangkit listrik yang dibuat dalam tugas proyek kelompok sehingga menghasilkan arus listrik.

a) Langkah Kerja

4. Application

1. Diskusikan dalam kelompok mengenai video percobaan sel volta pada minggu lalu, kemudian utarakan pemikiran kalian dalam pertanyaan berikut :

- a. Bagaimana konsep yang dapat digunakan dalam membuat model alat sel volta menggunakan alternatif buah-buahan?
 - b. Jenis elektroda apa yang dapat digunakan untuk menghasilkan potensial sel yang besar? jelaskan!
2. Perhatikan alat dan bahan yang tersedia untuk membuat model rangkaian sel volta menggunakan bahan sekitar kita. Apa yang terfikir oleh kalian pada pertanyaan berikut :
- a. Buah apa saja yang digunakan untuk menghasilkan arus listrik?
 - b. Elektroda apa saja yang digunakan untuk dapat menghantarkan arus listrik?
 - c. Berapa volt arus listrik yang dihasilkan?

Rancanglah prosedur sel volta dengan judul Rancangan sel volta dengan menggunakan bahan sekitar dengan menggunakan elektroda yang bervariasi.

Buat rancangan di Karton lalu berdasarkan urutan pertanyaan dibawah ini.

1. Bagaimana mendesain rangkaian awal proposal percobaan sel volta menggunakan bahan sekitar berdasarkan hasil diskusi kelompok dibawah ini :

-
- a. Diskusikan rancangan yang telah kamu buat kemudian presentasikan!
 - b. Segera perbaiki rancangan jika ada masukan dari guru dan temanmu untuk memperbaiki rancangan yang telah dibuat!

Aplication dan Comunication

1. setelah anda membuat rancangan proposal awal, lakukanlah percobaan sel volta dengan menggunakan bahan sekitar
2. catat data-data hasil percobaan laporkan hasil
3. rancang ulang kembali desain yang telah dibuat jika ada yang perlu disempurnakan
4. Buat laporan percobaan sel volta dari bahan sekitar sesuai dengan format yang tersedia dan presentasikan
5. Selamat mencoba mudah-mudahan bahan yang kamu gunakan dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Semangat.
6. Setelah melakukan ujicoba, silahkan berdiskusi tentang biaya produksi! Bila anda ingin mengecas HP

menggunakan arus listrik dari bahan sekitar, perkirakan berapa biaya produksi yang harus disiapkan?

Hubungkan materi pembelajaran yang di peroleh dengan konsep STEM di bawah ini :

Sains :

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

Teknologi :

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

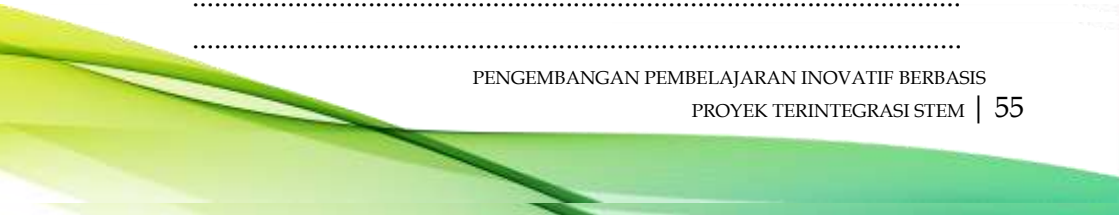
.....
.....
.....

Engineering :

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

Matematika :

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



.....

Tabel 2.10 soal tes evaluasi

| No | Pertanyaan Soal | Skor |
|----|--|------|
| 1 | <p>Baterai Litium atau disebut Li-ion merupakan baterai yang banyak digunakan dalam peralatan elektronik, seperti pada HP, laptop, tablet dan perangkat elektronik lainnya. Untuk penggunaan pada perangkat elektronik, Litium akan digabungkan dengan Mangan dimana akan terbentuk reaksi redoks. Berikut diketahui harga potensial reduksi standar sel elektrode :</p> <p>$\text{Li}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Li} \quad E = -3,04 \text{ Volt}$</p> <p>$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad E = +1,51 \text{ Volt}$</p> <p>Berapakah harga potensial sel yang tersusun dari data diatas ...</p> <p>A. + 5,55 B. - 4,55 C. + 4,55 D. - 1,53 E. + 1,53</p> | 20 |
| 2 | <p>Jika diketahui :</p> <p>$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$</p> <p>$E^\circ = +1,10 \text{ Volt}$</p> <p>$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}$</p> <p>$E^\circ = - 0,14 \text{ Volt}$</p> | 20 |

| | | |
|---|--|----|
| | $\text{Cu}^{2+} + 2e \longrightarrow \text{Cu}$ $E^\circ = + 0,34 \text{ Volt}$ <p>Maka potensial standar bagi reaksi</p> $\text{Zn} + \text{Sn}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Sn} \text{ adalah.....}$ <p>A. +1,44 Volt B. +1,24 Volt C. +0,96 Volt D. +0,76 Volt E. +0,62 Volt</p> | |
| 3 | <p>Pupuk sangat bermanfaat bagi tumbuhan. Salah satu jenis pupuk yang bisa digunakan adalah Kalium Clor. Penggunaan pupuk kalium clorida digunakan saat tanamann memasuki masa berbunga, hal ini dikarenakan pupuk tersebut mampu meningkatkan aktivitas pembentukan biji atau buah pada tanaman sehingga bisa menghasilkan biji atau buah yang sempurna. Bagaimana reaksi potensial sel yang terjadi antara Kalium dan Clor pada pupuk tersebut berdasarkan potensial reduksi standar dari data berikut :</p> $\text{K}^+ / \text{K} \quad E^\circ = -2,92 \text{ Volt}$ $\text{Cl}_2 / \text{Cl}^- \quad E^\circ = +1,36 \text{ Volt}$ <p>A. $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{K}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq}) + 2\text{K}^+(\text{aq}) \quad E^\circ = -4,28 \text{ V}$ B. $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{K}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq}) + 2\text{K}^+(\text{aq}) \quad E^\circ = +4,28 \text{ V}$ C. $2\text{Cl}^-(\text{aq}) + 2\text{K}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{K}(\text{s}) \quad E^\circ = -4,28 \text{ V}$ D. $2\text{Cl}^-(\text{aq}) + 2\text{K}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{K}(\text{s}) \quad E^\circ = +4,28 \text{ V}$</p> | 20 |

| | | |
|---|---|----|
| | E. $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{K}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq}) + 2\text{K}^+(\text{aq})$ $E^\circ = +1,56$ V | |
| 4 | <p>Jika diketahui harga potensial reduksi standart:</p> <p>$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ $E^\circ = +0,34$ V</p> <p>$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$ $E^\circ = -2,34$ V</p> <p>$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$ $E^\circ = -0,76$ V</p> <p>$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$ $E^\circ = -1,66$ V</p> <p>$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ $E^\circ = -0,44$ V</p> <p>Notasi sel dengan harga potensial sel terbesar terdapat pada ...</p> <p>A. $\text{Al} / \text{Al}^{3+} // \text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$</p> <p>B. $\text{Cu} / \text{Cu}^{2+} // \text{Al}^{3+} / \text{Al}$</p> <p>C. $\text{Fe} / \text{Fe}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$</p> <p>D. $\text{Mg} / \text{Mg}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$</p> <p>E. $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} // \text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$</p> | 20 |
| 5 | <p>Pada reaksi :</p> <p>$\text{Ni}(\text{aq}) + 2\text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Ni}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{aq})$</p> <p>Menurut reaksi diatas bagan sel volta dapat dituliskan dengan:</p> <p>A. $\text{Ni} \text{Ni}^{2+} \text{Ag}^+ \text{Ag}$</p> <p>B. $\text{Ag} \text{Ag}^+ \text{Ni}^{2+} \text{Ni}$</p> <p>C. $\text{Ni} \text{Ag}^+ \text{Ni}^{2+} \text{Ag}$</p> <p>D. $\text{Ag} \text{Ni}^{2+} \text{Ag}^+ \text{Ni}$</p> <p>E. $\text{Ni}^{2+} \text{Ni} \text{Ag} \text{Ag}^+$</p> | 20 |

E. KRITERIA PENILAIAN

Penilaian yang dilakukan dalam pembelajaran proyek terintegrasi STEM yaitu: penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan.

Tabel 2.11 Aspek penilaian KD 3.4 dan 3.5

| Aspek Penilaian | Teknik | Bentuk instrument | Waktu Penilaian |
|-----------------|---|--|-------------------|
| Sikap | Observasi kegiatan diskusi dan Penilaian diri | Lembar observasi, Format penilaian | Pertemuan 3,4 & 5 |
| Pengetahuan | Latihan soal pada LKPD | Soal uraian | Pertemuan 3,4 & 5 |
| | Latihan soal tes (Lampiran 2) | Soal pilihan ganda | Pertemuan 5 |
| Keterampilan | Penilaian praktik Penilaian proyek Penilaian portopolio | Lembar pengamatan Rubrik penilaian tugas proyek | Pertemuan 3,4 & 5 |

a) Instrumen penilaian

1. Penilaian Sikap

a. Penilaian diri

Penilaian diri setelah melakukan pembelajaran sel volta dan melaksanakan tugas proyek sel volta menggunakan bahan sekitar.

| <u>Penilaian Diri</u> | | | |
|--|--|--|-------|
| Topik : | | Nama | |
| | | Kelas : | |
| Setelah mempelajari materi sel volta dan proyek sel volta menggunakan bahan sekitar, peserta didik/i akan melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan. | | | |
| No | Pernyataan | Ya | Tidak |
| 1 | Memahami konsep sel volta | | |
| 2 | Memahami notasi sel | | |
| 3 | Memahami potensial sel | | |
| 4 | Mampu merancang percobaan sel volta menggunakan bahan sekitar | | |
| 5 | Mampu menghitung E0 sel dan menulis notasi sel dengan benar | | |
| 6 | Mampu mengaitkan konsep kimia sel volta dengan pembelajaran STEM | | |
| 7 | Bekerja sama dalam kelompok dalam menyelesaikan tugas proyek | | |
| 8 | Saya melakukan tugas proyek sesuai perancangan dan jadwal yang telah disepakati bersama | | |
| 9 | Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai fakta | | |
| 10 | Sebelum melakukan tugas terlebih dahulu membaca literasi yang mendukung tugas pembelajaran | | |
| Rubrik penilaian | | Kriteria nilai | Nilai |
| Jika menjawab ya, skor=2 | | $\text{nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{2 \times \text{jumlah pernyataan}} \times 4$ | |
| Jika menjawab tidak, skor=1 | | | |

b) Penilaian Sikap

Kriteria penilaian sikap meliputi: Disiplin, Tanggung jawab, teliti, kreatif melalui skala berikut:

4= Sangat Baik (SB)

3 = Baik (B)

2 = Cukup (C)

1 = Kurang (K)

2. Penilaian Kinerja

Aspek penilaian kinerja meliputi:

1) Kegiatan pembelajaran berbasis proyek

Tabel 2.12 penialain HOTS peserta didik

| No | Nama | Penilaian proses belajar HOTS | | | proposal | Laporan akhir |
|----|------|-------------------------------|-----------|---------|----------|---------------|
| | | analitical | evaluated | Created | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| | Dst | | | | | |

Tabel 2.13 Kriteria rubrik HOTS untuk KD. 3.4 dan 4.4

| Kriteria HOTS | Rubrik penilaian | Tagihan | Skor | skor /kriteria |
|---------------------|---|-----------------|--------|----------------|
| Analytical thinking | benar menuliskan alat bahan dan cara kerja dari video yang ditampilkan | LKPD | 1-5 | 20 |
| | benar membuat perancangan proyek sel volta di karton | Proposal | 6-10 | |
| | benar membuat cara kerja perancangan proyek | Laporan | 11-15 | |
| | benar menyimpulkan proyek yang dikerjakan | Laporan & video | 15-20 | |
| Evaluative thinking | alat dan bahan yang dipilih tepat dan sesuai teori | LKPD | 21-30 | 50 |
| | dapat menentukan kutub positif dan negatif dalam menelaah video | LKPD | 31-40 | |
| | dapat menentukan kutub positif dan negatif pada perancangan | Proposal | 41-50 | |
| | dapat menghitung E0 Sel dan menulis notasi sel berdasarkan telaah video | Laporan | 51-60 | |
| Creative Thinking | dapat menghitung E0 sel dan menulis notasi sel berdasarkan bahan sekitar yang digunakan dalam percobaan | Laporan & video | 61-70 | 30 |
| | adanya ide baru dalam membuat percobaan sel volta | Proposal | 71-85 | |
| | Menginovasi percobaan sel volta dengan cara baru yang sesuai teori | Laporan & video | 86-100 | |

Keterangan: Nilai proposal : gabungan nilai penyelesaian LKPD dan perancangan di karton

Nilai laporan akhir : gabungan nilai laporan akhir dan upload youtube kegiatan proyek yang dilakukan bersama

2) Penilaian proposal proyek

Tabel 2.14 Format penilaian proposal proyek

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|--------|--|----------|
| 1. | Judul | Judul ditulis jelas dan mudah dipahami | 10 point |
| 2. | Tujuan | Tujuan ditulis jelas sesuai intruksi | 10 point |

| | | | |
|----|--|--|----------|
| 3. | Alat dan bahan | Alat dan bahan mencerminkan set penelitian yang dirancang | 20 point |
| 4. | Cara kerja | Cara kerja singkat, padat dan jelas | 20 point |
| 5. | Gambar disain set rancangan penelitian | Desain set rancangan penelitian jelas dan dipahami dengan baik | 40 point |

3) Laporan akhir Proyek

Tabel 2.15 Format penilaian laporan akhir proyek

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|-------------------------|--|----------|
| 1. | Cover | jika lengkap berisi judul, nama kelompok, nama anggota kelompok, logo sekolah, asal sekolah, kabupaten tempat sekolah dan tahun. | 5 point |
| 2. | Bab 1 Pendahuluan | jika lengkap berisi latar belakang masalah dan tujuan percobaan | 15 point |
| 3. | Bab 2 Landasan teori | jika lengkap berisi minimal 3 teori yang mendukung percobaan yang dilakukan | 20 point |

| | | | |
|----|----------------------------|--|----------|
| 4. | Bab 3 Metodelogi | jika lengkap berisi alat bahan dan prosedur kerja secara rinci | 20 point |
| 5. | Bab 4 Hasil dan pembahasan | jika dilengkapi gambar, tabel atau data hasil percobaan dan pembahasan dengan teori yang mendukung | 25 point |
| 6. | Bab 5 Kesimpulan | jika dilengkapi dengan uraian kesimpulan hasil percobaan | 5 point |
| 7. | Daftar pustaka | jika menuliskan daftar pustaka yang dikutip dalam laporan serta link youtube yang telah diupload . | 10 point |

4) Presentasi

Rubrik penilaian presentasi dilihat pada Tabel 2.17

Tabel 2.16 Rubrik penilaian presentasi

| No | Indikator penilaian | Kriteria penilaian | | | |
|----|---|---|--|--|---|
| | | Kurang | Cukup | Baik | Sangat baik |
| 1 | Sistematika presentasi | Materi presentasi disajikan tidak runut dan tidak sistematis | Materi presentasi disajikan secara kurang runut dan tidak sistematis | Materi presentasi disajikan secara runut tetapi kurang sistematis | Materi presentasi disajikan secara runut dan sistematis |
| 2 | Penggunaan Bahasa dan kejelasan penyampaian | Menggunakan Bahasa yang baik dan tidak baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan kurang baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa kurang jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa jelas dan tidak bertele-tele |
| 3 | Kebe naran konsep | Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar |

Tabel 2.17 rubrik penilaian video yang diupload ke youtube

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|-----------------------|--|-------|
| 1 | Tampilan/Disain video | Video jelas, angle gambar bagus | 20 |
| 2 | Keruntutan materi | Ada perkenalan,tujuan, alat bahan, cara kerja, hasil dan pembahasan dan kesimpulan | 25 |

| | | | |
|---|-------------------------|---|----|
| 3 | Durasi waktu | Kurang dari 5 menit | 15 |
| 4 | Bahasa | Kalimat yang digunakan baku dan mudah dipahami | 20 |
| 5 | Keterkaitan konsep STEM | 4 Mengaitkan konsep sains, teknologi, engineering, dan matematika | 20 |

F. DOMAIN STEM YANG DIHARAPKAN

Pembelajaran proyek terintegrasi STEM yang dirancang diharapkan peserta didik mampu menghubungkan konsep pembelajaran dengan materi yang diajarkan dan keterkaitan antar konsep sains, teknologi, teknik dan matematika dalam proyek sel volta yang dikerjakan. Adapun yang menjadi domain STEM dalam pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu menghubungkan keterkaitan antar konsep seperti pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2.21 Aktivitas proyek dan Domain STEM dalam pembelajaran KD 3.4 dan 4.4

| Aktivitas proyek | Objek pembelajaran | Science | Technology | Engineering | Math |
|--|---|---|--|--|---|
| Sel volta 'pembangkit listrik dengan bahan sekitar (PLBS)' | <ul style="list-style-type: none"> - Mampu menulis notasi sel - Memahami kutub positif dan negative serta katoda dan anoda dalam sel volta - Memahami potensial sel - Menghitung E^0 sel - Menganalisis sel volta menggunakan bahan sekitar | <ul style="list-style-type: none"> -Faktual : Bahan sekitar dapat menghasilkan arus listrik -Konseptual : Sel volta -Prosedural : Melakukan percobaan sel volta dengan menggunakan bahan sekitar | <ul style="list-style-type: none"> -Menggunakan rangkaian alat (berbagai bahan sekitar) -Menggunakan sumber arus dari bahan sekitar -Menggunakan lampu LED -Menggunakan komputer untuk analisis data | <ul style="list-style-type: none"> Merancang prosedur percobaan sel volta dengan berbagai bahan sekitar dan Merancang set alat PLBS | <ul style="list-style-type: none"> Menghitung potensial sel serta Mengkalkulasi biaya PLBS |

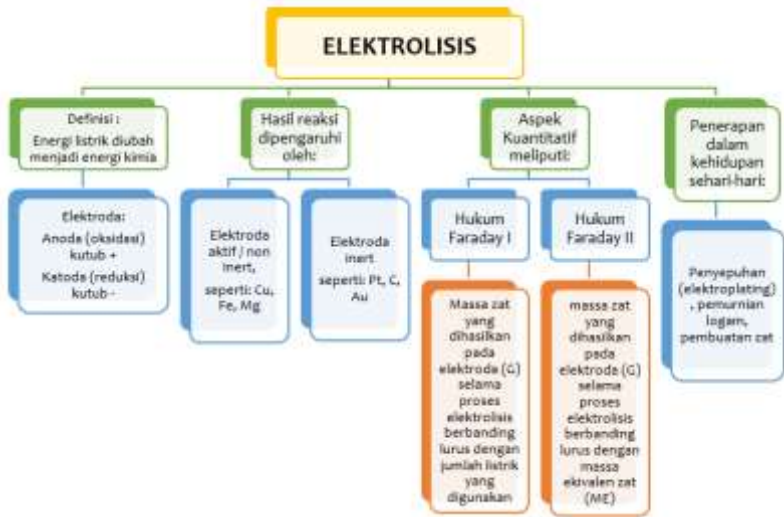


BAB III

ELEKTROLISIS DAN

HUKUM FARADAY

A. PETA KONSEP



B. DISKRIPSI MATERI

Elektrolisis merupakan bagian dari materi Elektrokimia, dimana kemampuan prasyarat yang harus dimiliki meliputi konsep reaksi redoks dan reaksi tidak spontan. Reaksi elektrolisis merupakan reaksi redoks yang melibatkan energy listrik dari luar sel karena sel elektrolisis adalah proses idak spontan. Reaksi elektrolisis terjadi di dalam sel elektrolisi. Sel elektrolisis terdiri dari dua elektroda yaitu anode dan katode yang dicelupkan dalam lelehan garam atau larutan garam, menggunakan sumber energy berupa baterai. Detai tentang materi elektrolisis dapat dilihat pada LKPD bagian dasar teori.

Pada materi KD 3.6 dan KD 4.6, peserta didik akan mempelajari reaksi elektrolisis dan penerapannya dalam

kehidupan sehari-hari. Penyepuhan merupakan salah satu penerapan elektrolisis melalui proses electroplating. Aneka barang hasil sepuhan sangat banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti pada perhiasan, peralatan rumah tangga, aksesoris mobil dan lain sebagainya. Elektroplating merupakan proses pelapisan logam menggunakan logam pelapis, peserta didik dilatih untuk berfikir tingkat tinggi bagaimana proses penyepuhan bisa terjadi? Bahan alam apa saja yang dapat digunakan dalam proses electroplating? kemudian, jika ingin melapisi dengan ketebalan tertentu apa yang harus dilakukan? Proses ini diperlukan model pembelajaran yang merangsang keterampilan berfikir tingkat tinggi peserta didik. Pembelajaran dengan proyek dalam pengembangan model STEM dapat merangsang kegiatan berfikir peserta didik, karena peserta didik berlatih membuat larutan elektrolit, menentukan kutub, jenis elektroda, hingga melapisi logam yang ingin dilapisi dengan logam lainnya. Pada proyek yang dilakukan oleh peserta didik terdapat konektivitas antar ilmu pengetahuan yaitu sains, teknologi, teknik dan matematika.

C. KEGIATAN PEMBELAJARAN

1. Kegiatan Pembelajaran KD 3.6 dan 4.6

- a) Kompetensi Dasar dan indikator pencapaian kompetensi

Tabel 3.1 KD dan Indikator 3.6 dan 4.6

| Kompetensi Dasar | Indikator |
|--|--|
| 3.6 Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis | <p>A. Menjelaskan konsep Sel Elektrolisis dan Hukum Faraday</p> <p>B. Menggunakan hukum Faraday untuk menentukan hubungan antara muatan listrik yang digunakan dengan banyaknya hasil reaksi.</p> |
| 4.6 Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu | <p>A. Membuat rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu</p> <p>B. Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu</p> |

b) Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Menjelaskan konsep Sel Elektrolisis dan Hukum Faraday
- Menggunakan hukum Faraday untuk menentukan hubungan antara muatan listrik yang digunakan dengan banyaknya hasil reaksi.

- Membuat rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu
- Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu

Pertemuan keenam (2 JP x 45 Menit)

Untuk pertemuan keenam, guru menayangkan video pembelajaran tentang elektrolisis menggunakan elektroda inert melalui link berikut:

<https://youtu.be/xOy4VDiFDhs?feature=shared>

Tabel 3.2 Kegiatan pembelajaran pertemuan keenam

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|------------------------------|--|----------------|
| Awal | Fase 1. <i>Reflection</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam dan bersiap untuk memulai pelajaran • Peserta didik menyimak tujuan pembelajaran • Peserta didik memperhatikan video pembelajaran tentang elektrolisis menggunakan bahan sekitar • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok untuk mengidentifikasi alat bahan, cara kerja dan reaksi yang terjadi pada video pembelajaran | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 2. <i>Research</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi materi elektrolisis dalam kelompok masing-masing • Peserta didik memperhatikan reaksi elektrolisis yang terjadi menggunakan elektroda inert dari video pembelajaran dan mengajukan contoh lain dari elektrolisis (jika ada) • Peserta didik mencari informasi dan tentang jenis elektroda baik inert maupun non inert yang mempengaruhi hasil reaksi redoks pada proses elektrolisis • Peserta didik menyelesaikan LKPD yang telah dibagikan | 60 Menit |
| Penutup | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyimpulkan hasil pembelajaran • Peserta didik mengerjakan tugas yang diberikan guru | 15 Menit |

Pertemuan Ketujuh (2 JP x 45 Menit)

Pada pertemuan ketujuh video pembelajaran contoh proses electroplating menggunakan bahan sekitar dapat diakses melalui link video berikut:

<https://youtu.be/ce8iNn9H1OA?feature=shared>

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|-----------------------------|--|----------------|
| | | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menjawab salam dan melapor kehadiran• Peserta didik ingin menambah rasa ingin tahu bagaimana proses penyepuhan terjadi | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 3: <i>Discovery</i> | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mengamati video pembelajaran dan berdiskusi dalam kelompok tentang tentang alat bahan yang dapat digunakan pada penerapan elektrolisis pada proses electroplating• Peserta didik berdiskusi dalam kelompok bagaimana menghubungkan variable penelitian seperti kuat arus terhadap massa endapan yang dihasilkan• Peserta didik mendiskusikan LKPD dan menanyakan hal yang belum dipahami | 60 Menit |
| | Penutup | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menyepakati rancangan yang akan diuji coba• Peserta didik menyusun jadwal aktivitas penyelesaian proyek dibimbing guru meliputi: jadwal disain Perencanaan proyek, Pelaksanaan tugas proyek, Pelaporan hasil tugas proyek. | 15 Menit |

Pertemuan Kedelapan (2 JP x 45 Menit)

Tabel 3.4 Kegiatan pembelajaran pertemuan kedelapan

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|-------------------------------|---|----------------|
| Pendahuluan | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor hasil rancangan alat elektroplating • Peserta didik bertanya tentang elektroplating | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 4: <i>Application</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik merumuskan rancangan proposal proposal proyek electroplating ditulis di karton lengkap dengan gambar set alat yang akan dirancang • Peserta didik berkreasi menyelesaikan proyek yang ditugaskan • Peserta didik menemukan metode yang tepat dan efisien dalam merangkai elektroplating • Peserta didik mempresentasikan hasil rancangan | 60 Menit |
| Penutup | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mereview hasil kerjanya • Peserta didik merefeksi hasil rancangan | 15 Menit |

Pertemuan Kesembilan (2 JP x 45 Menit)

Tabel 3.5 Kegiatan pembelajaran pertemuan kesembilan

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|-------------------------------|---|----------------|
| | | Peserta didik | |
| Pendahuluan | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor tugas proyek elektroplating • Peserta didik bertanya tentang elektroplating yang belum dipahami | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 4: <i>Application</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menguji hasil rancangan • Peserta didik berkreasi menyelesaikan proyek yang ditugaskan • Peserta didik menemukan metode yang tepat dan efisien dalam merangkai elektroplating • Peserta didik melakukan percobaan dan mencatat hasil pengamatan serta menghubungkan dengan hukum Faraday | 60 Menit |
| Penutup | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mereview hasil kerjanya • Peserta didik merefeksi hasil rancangan • Peserta didik menyelesaikan tugas untuk mengkalkulasi biaya produksi pada penyepuhan | 15 Menit |

Pertemuan Kesepuluh (2 JP x 45 Menit)

Tabel 3.6 Kegiatan pertemuan kesepuluh

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|---------------------------------|--|----------------|
| | Pendahuluan | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor hasil percobaan elektroplating• Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 5: <i>Communication</i> | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mempresentasikan hasil rancangan• Peserta didik menampilkan kinerja terbaik untuk dinilai oleh guru• Peserta didik memperhatikan video praktikum yang telah dibuat | 60 Menit |
| | Penutup | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mereview hasil kerjanya• Peserta didik merefeksi hasil rancangan• Peserta didik menyelesaikan tugas untuk mengkalkulasi biaya produksi pada penyepuhan | 15 Menit |

D. TUGAS MANDIRI DAN TUGAS KELOMPOK

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD-05)

Peserta didik dipandu untuk mengasah keterampilan berfikir tingkat tinggi dengan menggunakan model pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM dengan memberikan LKPD pada masing-masing kelompok. Diharapkan dengan LKPD ini menjadi acuan peserta didik dalam mempelajari dan memudahkan peserta didik memahami konsep elektrolisis. Silahkan berdiskusi dalam kelompok dalam memecahkan masalah yang terdapat di LKPD ini. Berikut adalah LKPD-05 yang akan menuntun peserta didik untuk belajar berkolaborasi sesama teman.

**KONSEP ELEKTROLISIS DAN REAKSI SEL YANG TERJADI
DENGAN BERBAGAI ELEKTRODE
(LKPD-05)**

a) Kompetensi Dasar

Tabel 3.7 KD 3.6 dan indicator pada LKPD-05

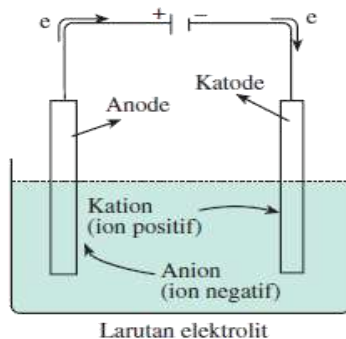
| KD | Kompetensi Dasar | Indikator Pencapaian Kompetensi |
|-----|--|---|
| 3.6 | Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis | 3.6.1 Menjelaskan prinsip sel elektrolisis 3.6.2 Menjelaskan proses reaksi pada sel elektrolisis |

b) Tujuan : Menganalisis proses redoks pada larutan sel elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari menggunakan bahan sekitar kita.

c) DASAR TEORI

ELEKTROLISIS

Sel elektrolisis adalah sel elektrokimia dimana energi listrik digunakan untuk menghasilkan reaksi redoks tidak spontan.



Gambar 3.1 aliran sel elektrolisis

Pada elektrolisis terjadi : pada katoda terjadi reaksi reduksi dengan kutub negative sedangkan di anoda terjadi reaksi oksidasi dengan kutub positif. Untuk lebih mudah mengingat berikut diberikan singkatan yaitu:

KARENE = Katode Reduksi Negatif

ANOPO = Anode Oksidasi Positif

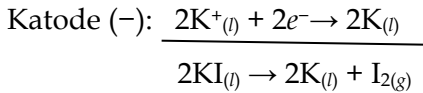
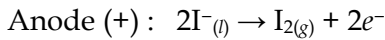
Diagram alir arus listrik dan kutub dalam elektrolisis dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 diagram arus listrik dan kutub pada proses elektrolisis

Pada anode, ion-ion disekitar anode yang memiliki E° lebih negatif yang akan mengalami oksidasi. Pada katode, ion-ion di sekitar katode yang memiliki E° lebih positif yang akan mengalami reduksi.

Elektrolisis leburan KI dengan elektrode grafit.



Hasil elektrolisis leburan KI dengan elektrode grafit adalah gas I_2 di anode dan logam kalium cair di katode.

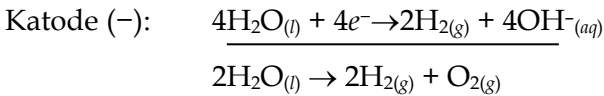
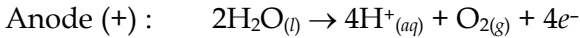
Jika di sekitar elektrode tidak aktif (inert) hanya terdapat satu jenis zat atau ion, maka zat atau ion tersebut yang akan mengalami oksidasi atau reduksi.

Dalam elektrolisis jenis bahan pada Elektrode mempengaruhi reaksi redoks yang terjadi. Berikut pengaruh jenis bhan elektroda terhadap reaksi redoks yang terjadi:

- Jika bahan elektrode terbuat dari grafit (C) atau logam inert (misalnya Pt atau Au), elektrode tidak mengalami oksidasi atau reduksi. Jadi, yang mengalami oksidasi atau reduksi adalah spesi-spesi yang ada di sekitar elektrode.
- Jika elektrodenya (terutama anode) dari logam aktif maka anode tersebut yang akan mengalami oksidasi.

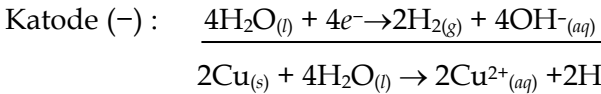
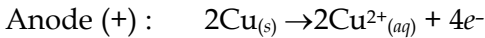
Contoh:

1. Reaksi elektrolisis larutan Na_2SO_4 encer dengan elektrode grafit



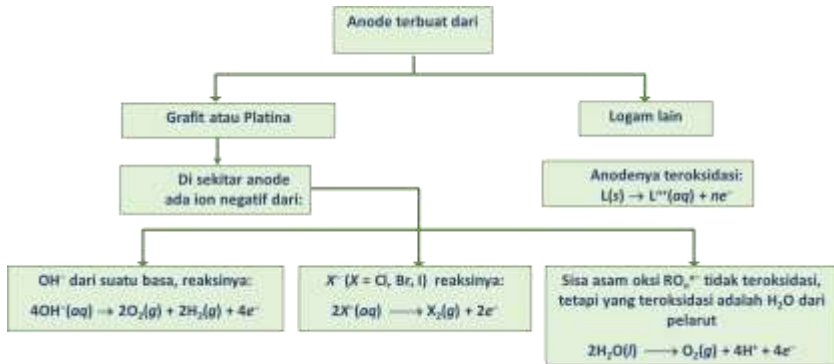
Hasil elektrolisisnya adalah gas oksigen di anode dan gas hidrogen di katode.

2. Reaksi elektrolisis larutan Na_2SO_4 encer dengan elektrode tembaga



Oleh karena anodenya dari Cu (anode aktif), maka anode Cu tersebut mengalami oksidasi dan hasilnya adalah ion Cu^{2+} di anode dan gas hidrogen di katode.

Reaksi di Anode (berdasarkan bahan elektroda)



Gambar 3.3 jenis reaksi yang terjadi di anoda dengan berbagai jenis elektroda

Reaksi di Katode (berdasarkan bahan elektroda)



Gambar 3.4 jenis reaksi yang terjadi di Katoda dengan berbagai jenis elektroda

D. Langkah Kerja

1. Reflection

Coba perhatikan video pembelajaran yang di tayangkan oleh guru dalam kelas. Larutan apa yang digunakan dalam percobaan tersebut? Tahukah kamu mengapa terjadi gelembung di kedua runcingan pensil tersebut? Apakah fungsi baterai yang digunakan pada percobaan dalam video tersebut ? bagaimana reaksi redoks yang terjadi dalam percobaan yang kamu tonton pada video tersebut?.

2. Research

Berdasarkan video tersebut, alat bahan apa yang digunakan dalam menganalisis sel elektrolisis? :

Alat :

.....

.....

.....

.....

Bahan :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya?

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

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, lengkapi tabel berikut:

Tabel 3.8 Data pengamatan pada LKPD-05

| Larutan yang digunakan | Sumber arus | Elektroda yang digunakan | Reaksi di Katoda | Reaksi di Anoda |
|------------------------|-------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| | | | | |

Elektroda apa yang digunakan dalam percobaan tersebut? Sebutkan elektroda lainnya yang dapat digunakan dalam percobaan sel elektrolisis menggunakan bahan sekitar kita?

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

Garam yang digunakan pada percobaan tersebut merupakan larutan atau lelehan?

.....
.....

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

Bagaimana reaksi yang terjadi di katoda dan di anoda dari percobaan sel elektrolisis tersebut?

Katoda:

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

Anoda:

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

Reaksi yang terjadi di anoda dan di katode pada sel elektrolisis tergantung dari jenis elektroda dan bahan yang digunakan. Maka tuliskan reaksi yang terjadi antara:

1. Elektrolisis leburan NaCl dengan elektroda grafit

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

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

2. Elektrolisis larutan NaCl dengan elektroda grafit

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

3. Elektrolisis larutan NaCl dengan elektroda tembaga(Cu)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Elektrolisis larutan CuSO₄ dengan elektroda Fe

Katoda :

.....

.....

Anoda :

.....

.....

Reaksi Total :

.....

.....

penerapan hukum Faraday dalam proses elektrolisis, silahkan berkolaborasi dengan teman dibawah bimbingan guru untuk menyelesaikan permasalahan pada LKPD ini. Berikut LKPD-06:

**ELEKTROLISIS DALAM PROSES ELEKTROPLATING
MENGUNAKAN BAHAN SEKITAR DALAM KEHIDUPAN SEHARI-
HARI SERTA PENERAPAN HUKUM FARADAY DALAM
PERHITUNGAANNYA
(LKPD-06)**

a) Kompetensi Dasar

Tabel 3.9 KD 3.6 dan indicator pada LKPD-06

| KD | Kompetensi Dasar | Indikator Pencapaian Kompetensi |
|-----|--|---|
| 3.6 | Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis | 3.6.3 Menghitung jumlah zat hasil reaksi pada proses elektrolisis menggunakan hukum Faraday I 3.6.4 Menghitung arus yang digunakan i pada proses elektrolisis menggunakan hukum Faraday I 3.6.5 Menghubungkan antara arus dengan jumlah zat hasil reaksi dalam proses elektrolisis 3.6.5 Menentukan massa zat yang diendapkan dalam sel elektrolisis berdasarkan hukum Faraday II 3.6.6 Menjelaskan penerapan elektrolisis dalam industri |

b) Tujuan: 1) Menganalisis penerapan hukum Faraday (menghitung jumlah zat hasil reaksi, kuat arus yang digunakan serta waktu yang diperlukan) pada sel elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari menggunakan bahan sekitar kita.

a) DASAR TEORI

Hukum Faraday

Hukum Faraday membahas hubungan berbanding lurus antara jumlah listrik yang melalui sel terhadap jumlah zat yang mengalami reaksi, baik reduksi maupun oksidasi

selama proses elektrolisis. Elektron yang terlibat dalam reaksi elektrolisis dapat berperan sebagai “reagen” atau “produk” sehingga konsep mol berlaku pada perhitungan dalam hukum Faraday.

Hukum Faraday I

Menghitung massa zat yang dihasilkan pada proses elektrolisis:

dengan:

$$m = \frac{A_r}{n} \frac{(i \times t)}{96.500} \text{ gram}$$

m = massa zat yang dihasilkan (gram)

i = kuat arus (ampere)

A_r = massa atom relatif

n = jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi (muatan ion)

t = waktu (detik)

Hukum Faraday II

Jika kedalam beberapa larutan yang berisi ion logam dialirkan muatan listrik yang sama jumlahnya, massa logam yang mengendap berbanding lurus dengan massa ekuivalennya. Massa ekuivalen suatu ion logam merupakan perbandingan massa atom relatif dengan muatan ionnya (A_r/n). Jadi, jika kedalam larutan Ag^+ , Cu^{2+} , dan Cr^{3+} dialirkan muatan listrik dengan jumlah yang sama, massa yang diendapkan adalah:

$$m_{Ag} : m_{Cu} : m_{Cr} = \frac{A_r Ag}{1} : \frac{A_r Cu}{2} : \frac{A_r Cr}{3}$$

d) Langkah Kerja

1. Reflection

Apakah kamu pernah melihat perhiasan atau benda lainnya yang merupakan hasil elektroplating atau dilapisi logam lain?

Coba tuliskan pada kolom berikut:

Tabel 3.10 Data pengamatan LKPD-06

| Nama Benda | Logam | Logam Pelapis |
|------------|-------|---------------|
| | | |
| | | |
| | | |

Coba perhatikan video pembelajaran yang di tayangkan oleh guru dalam kelas. Mengapa suatu logam bisa melapisi logam yang lain? Bagaimana cara melapisinya? Untuk apa tujuan logam dilapisi? bagaimana reaksi redoks yang terjadi dalam percobaan yang kamu tonton pada video tersebut?

2. Research

Berdasarkan video tersebut, alat bahan apa yang digunakan dalam proses elektroplating?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

Kira-kira menurut kalian, bahan lain apalagi yang dapat di gunakan dalam proses elektroplating? rancanglah alat bahan dalam kelompok kamu yang akan kamu elektroplating!

Alat:.....
.....
.....
.....
.....
.....

Bahan:.....
.....
.....
.....
.....

3. Discovery

Bagaimana langkah kerja percobaan dalam video yang kamu amati?

Cara Kerja :

1. Pembuatan Larutan Elektrolit

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

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

2. Proses Elektroplating

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

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya?

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

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, lengkapi tabel berikut:

Tabel 3.10 Data pengamatan LKPD-06

| Larutan yang digunakan | Penyepuh | Benda yang disepuh | Massa sebelum penyepuhan | Massa setelah penyepuhan |
|------------------------|----------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | | |

Buatlah reaksi lengkap yang terjadi pada proses elektroplating dalam video tersebut?

- Anoda (+) :
- Katoda (-) :
- Reaksi Total :

Produk apa yang terdapat di katoda dan anoda dari reaksi pada video tersebut?

- Anoda :
- Katoda :

Mengapa hasil penyepuhan ada yang terlapisi dengan tebal dan ada yang tipis?

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

Apakah pemberian arus listrik menyebabkan perbedaan pada hasil penyepuhan?

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

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

Apa tujuan melakukan elektroplating?

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

Jika kamu ingin melapisi peniti/paku dengan massa awal 7 gram, setelah dilapisi oleh tembaga massa paku menjadi 8 gram. Berapa lama waktu yang diperlukan dalam proses elektroplating yang terjadi dalam larutan Tembaga (II) Sulfat (CuSO_4) pada pelapisan paku oleh tembaga, jika arus yang dialirkan 4 Ampere ($\text{Ar Cu}=65; F=96.500 \text{ C}$)?

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

.....
.....

Kesimpulan

Berdasarkan video dan pembelajaran hari ini, kesimpulan apa yang dapat kamu ambil?

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

3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD-07)

Peserta didik di tuntut untuk merancang secara berkelompok proses electroplating menggunakan bahan sekitar setelah melihat video pada pertemuan sebelumnya. Dalam merancang sel electroplating peserta didik diberikan kesempatan mengeksplorasi kemampuan berfikir tingkat tinggi yang dimiliki dengan berbagai cara seperti merangkat set electroplating menggunakan alat bahan yang dikembangkan sendiri tidak berpaku pada contoh yang telah diberikan oleh Guru. Berikut LKPD-07 yang akan membimbing peserta didik dalam merancang set elektroplating yang sesuai standar.

**PENERAPAN ELEKTROLISIS MELALUI PROSES
ELEKTROPLATING DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI
MENGUNAKAN BAHAN SEKITAR
LKPD – 07**

a) Kompetensi Dasar

Tabel 3.11 KD 4.6 dan indicator pada LKPD-07

| KD | Kompetensi Dasar | Indikator Pencapaian Kompetensi |
|-----|--|---|
| 4.6 | Merancang dan melakukan penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu | 4.6.1 Merancang dan melakukan percobaan reaksi redoks pada sel elektrolisis 4.6.2 merancang dan melakukan percobaan penyepuhan logam |

b) Tujuan : 1) Merancang dan melakukan percobaan elektroplating.

c) DASAR TEORI

Eletropating merupakan salah satu aplikasi elektrolisis yang digunakan untuk mencegah korosi, memberikan penampilan yang menarik pada perhiasan sehingga meningkatkan nilai ekonomis. Karena elektrolisis memberikan hasil lapisan tipis yang terdeposit pada logam yang akan di lapisi.

Elektroplating : merupakan Penerapan konsep elektrolisis, dengan Konsep penyepuhan benda dari logam. Kriteria pemilihan anoda dan katoda sebagai berikut:

Anoda : logam penyepuh murni, pilihlah logam yang E°_{red} lebih besar dari logam yang disepuh

Katoda : Logam yang disepuh

Larutan elektrolit : harus sama kationnya dengan logam anodenya.

Contoh :

Elektroplating logam Ni pada kepingan baja

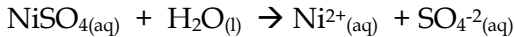
Anoda : logam nikel murni yang akan melapisi lempeng baja

Katoda : baja yang akan dilapisi

Larutan elektrolit : Larutan NiSO_4

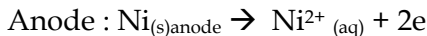
Prinsip kerja yang terjadi: Anoda yang dicelupkan dalam larutan NiSO_4 saat tegangan listrik dijalankan, maka atom-atom logam Ni sebagai anode mengalami oksidasi menghasilkan ion Ni^{2+} . Ion ini akan tereduksi dan membentuk lapisan tipis yang menempel pada katode yaitu kepingan baja.

Reaksi redoks:



Anode (kutub positif):

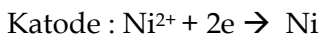
- Spesi yang pergi ke anode: Anode Ni, H₂O, SO₄²⁻
- Spesi yang menang: Ni (spesi yang mengalami reaksi oksidasi)
- Reaksi yang terjadi:



- Produk : deposit Ni yang menempel pada katode sementara anodenya menipis.

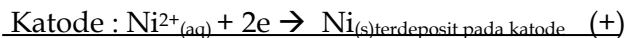
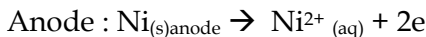
Katode (kutub negatif):

- Spesi yang pergi ke Katode: Katode: H₂O, Ni²⁺
- Spesi yang menang: Ni²⁺ (spesi yang mengalami reaksi reduksi)
- Reaksi yang terjadi:



- Produk : dikatode terdapat endapan logam Ni

Reaksi Total :

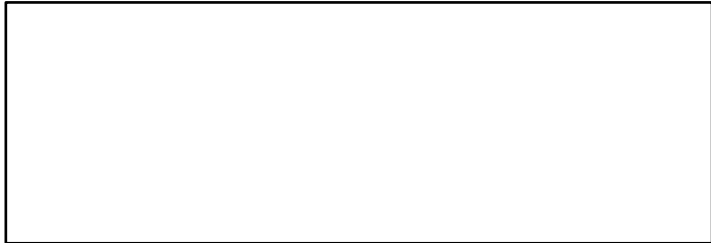


d) Langkah Kerja

4. Application

- ✓ Melalui diskusi kelompok, konsep apa saja yang diperlukan untuk merancang penyepuhan logam?

- ✓ Amati alat dan bahan yang kamu sepuh, untuk membuat model alat penyepuhan logam. Pikirkan pertanyaan berikut:
 - a. Logam apa saja yang akan digunakan untuk menyepuh peniti/kunci/paku?
 - b) Elektrolit apa saja yang akan digunakan dalam menyepuh kunci?
 - c) Berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyepuh logam?
- ✓ Rancanglah prosedur elektroplating dengan judul *Penyepuhan logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu*
- ✓ Buat desain rancangan alat berdasarkan hasil diskusi kelompok di bawah ini.



- a) Diskusikan rancangan yang kamu buat lalu presentasikan?
- b) Catat masukan-masukan dari guru dan temanmu untuk perbaikan rancangan dan perbaiki!

5. Application dan Communication

- ✓ Setelah Anda membuat rancangan, lakukanlah percobaan penyepuhan benda yang ingin disepuh!

.....
.....

Hubungkan materi pembelajaran yang di peroleh dengan konsep STEM di bawah ini :

Sains :

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

Teknologi :

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



4. Soal Latihan

Untuk mendalami konsep elektrokimia lebih lanjut, silahkan di isi pertanyaan dibawah ini dengan pilihan alasan yang tepat!

Tabel 3.12 Soal tes evaluasi

| No | Pertanyaan Soal | Skor |
|----|---|------|
| 1 | <p>Grafrit merupakan salah satu unsur kimia yang terdapat pada pensil. Dalam proses elektrolisis larutan garam dengan batang pensil akan mengalami reaksi redoks. Reaksi yang terjadi pada anoda adalah</p> <p>A. $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4 OH^-(aq)$ B. $H_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + 2e^-$ C. $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ D. $2Na(s) \rightarrow 2Na^+(aq) + 2e^-$ E. $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$</p> | 20 |
| 2 | <p>Dalam proses elektrolisis, larutan Tembaga sulfat dapat dibuat dari air aki dan lempengan tembaga dihubungkan dengan arus listrik menghasilkan larutan berwarna biru. Larutan tembaga sulfat tersebut direaksikan dengan paku besi yang merupakan elektroda non inert. Maka reaksi kimia yang terjadi pada Anoda dalam proses tersebut adalah...</p> <p>A. $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ B. $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ C. $H_2O(l) \rightarrow 4H^+(aq) + O_2(g)$ D. $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ E. $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4 OH^-(aq)$</p> | 20 |
| 3 | <p>Elektroplating/penyepuhan merupakan salah satu aplikasi dari sel elektrolisis. Penyepuhan biasanya dilakukan pada perhiasan, alat rumah tangga dan lainnya untuk menambah nilai estetika dari bahan tersebut, selain itu juga dipencegahan korosi. Jika kamu ingin melapisi peniti/paku dengan massa awal 7 gram, setelah dilapisi oleh tembaga massa paku menjadi 8 gram. Berapa lama waktu yang diperlukan dalam proses elektroplating yang terjadi dalam larutan Tembaga (II) Sulfat ($CuSO_4$) pada pelapisan paku oleh tembaga, jika arus yang dialirkan 4 Ampere ($Ar\ Cu=65; F=96.500\ C$)?</p> | 20 |

| | | |
|---|--|----|
| | <p>A. 11.134 detik B. 5.938 detik C. 5196 detik D. 2.960 detik E. 742 detik</p> | |
| 4 | <p>Pada proses praktikum elektrolisis menggunakan bahan sekitar yaitu elektroda grafit (ujung pensil) dan larutan garam (NaCl), jika pada percobaan tersebut dialirkan arus listrik sebesar 2 Ampere ke dalam larutan garam selama satu jam, berapa jumlah volume gas hidrogen yang terbentuk di katoda?</p> <p>A. 0,00835 liter B. 0,08355 liter C. 0,83552 liter D. 8,3552 liter E. 83,525 liter</p> | 20 |
| 5 | <p>Dalam suatu sel elektrolisis, ion perak akan direduksi menjadi perak pada katode dan tembaga dioksidasi menjadi ion tembaga(II) pada anode. Bila arus sebesar 13,5 ampere dilewatkan pada sel ini selama 60 menit, maka berat tembaga ($A_r \text{ Cu}=63,3$) yang melarut adalah ...</p> <p>A. 0,01 gram B. 0,5 gram C. 16,0 gram D. 32,0 gram E. 63,5 gram</p> | 20 |

E. KRITERIA PENILAIAN

Penilaian yang dilakukan dalam pembelajaran proyek terintegrasi STEM yaitu: penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan, dilaksanakan ketika proses pembelajaran seperti pada Tabe dibawah ini.

Tabel 3.113 Aspek penilaian KD 3.6 dan 4.6

| Aspek Penilaian | Teknik | Bentuk instrumen | Waktu Penilaian |
|-----------------|---|---|------------------|
| 1. Sikap | Observasi kegiatan diskusi dan Penilaian diri | Lembar observasi, Format penilaian | Pertemuan 6 - 10 |
| 2. Pengetahuan | Latihan soal pada LKPD | Soal uraian | 6,7,8 |
| | Latihan soal tes (Lampiran 2) | Soal pilihan ganda | 10 |
| 3. Keterampilan | Penilaian praktik Penilaian proyek Penilaian portopolio | Lembar pengamatan Rubrik penilaian tugas proyek | 6-10 |

Instrumen penilaian

a. Penilaian Sikap

1) Penilaian diri

Penilaian diri setelah melakukan pembelajaran elektrolisis dan melaksanakan tugas proyek elektroplating

Penilaian Diri

Topik:

Nama:

Kelas:

Setelah mempelajari materi elektrolisis dan proyek elektroplating, peserta didik/i akan melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan.

| No | Pernyataan | Ya | Tidak |
|----|---|----|-------|
| 1 | Memahami konsep elektrolisis | | |
| 2 | Mampu menulis reaksi redoks elektrolisis lelehan, larutan menggunakan elektroda inert dan non inert | | |
| 3 | Memahami konsep hukum faraday | | |
| 4 | Mampu merancang percobaan daya elektroplating | | |
| 5 | Mampu menerapkan perhitungan/stoikiometri hukum faraday dalam electroplating | | |
| 6 | Mampu mengaitkan konsep kimia dengan pembelajaran STEM | | |
| 7 | Bekerja sama dalam kelompok dalam menyelesaikan tugas proyek | | |
| 8 | Saya melakukan tugas proyek sesuai perancangan dan jadwal yang telah disepakati bersama | | |
| 9 | Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai fakta | | |
| 10 | Sebelum melakukan tugas terlebih dahulu membaca literasi yang mendukung tugas pembelajaran | | |

| Rubrik penilaian | Kriteria nilai | Nilai |
|---|--|-------|
| Jika menjawab ya, skor=2 Jika menjawab tidak, skor=1 | $\text{nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{2 \times \text{jumlah pernyataan}} \times 4$ | |

4= Sangat Baik (SB)

3 = Baik (B)

2 = Cukup (C)

1 = Kurang (K)

b. Penilaian Kinerja

Aspek penilaian kinerja meliputi:

1) Kegiatan pembelajaran berbasis proyek

Tabel 3.14 Rangkuman penilaian HOTS peserta didik

| No | Nama | Penilaian proses belajar HOTS | | | proposal | Laporan akhir |
|----|------|-------------------------------|-----------|---------|----------|---------------|
| | | Analytical | Evaluated | Created | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| | Dst | | | | | |

Tabel 3.15 Kriteria rubrik HOTS untuk KD. 3.6 dan 4.6

| Kriteria HOTS | Rubrik penilaian | Tagihan | Skor | skor /kriteria |
|---------------------|--|-----------------|-------|----------------|
| Analytical thinking | benar menuliskan alat bahan dan cara kerja dari video yang ditampilkan | LKPD | 1-5 | 20 |
| | benar membuat perancangan proyek elektroplating di karton | Proposal | 6-10 | |
| | benar membuat cara kerja perancangan proyek | Laporan | 11-15 | |
| | benar menyimpulkan proyek yang dikerjakan | Laporan & video | 15-20 | |
| Evaluative thinking | alat dan bahan yang dipilih tepat dan sesuai teori | Proposal | 21-30 | 50 |
| | dapat menentukan kutub positif dan negatif dalam menelaah video dan soal lainnya | LKPD | 31-40 | |
| | dapat menentukan kutub positif dan | Proposal | 41-50 | |

| | | | | |
|-------------------|--|-----------------|--------|----|
| | negatif pada perancangan | | | |
| | Laporan ditulis sesuai teori dan format penulisan hingga kesimpulan | Laporan | 51-60 | |
| | dapat menerapkan hukum faraday pada perhitungan dalam percobaan dan menghubungkan dengan pembelajaran STEM | Laporan & video | 61-70 | |
| Creative Thinking | adanya ide baru dalam membuat percobaan elektroplating sebagai penerapan sel elektrolisis | Proposal | 71-85 | 30 |
| | Menginovasi percobaan elektroplating dengan cara baru yang sesuai dengan teori | Laporan & video | 86-100 | |

Keterangan: Nilai proposal : gabungan nilai penyelesaian LKPD dan perancangan di karton

Nilai laporan akhir : gabungan nilai laporan akhir dan upload youtube kegiatan proyek yang dilakukan bersama

1) Penilaian proposal penelitian

Tabel 3.16 Format penilaian proposal penelitian

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|--|--|----------|
| 1. | Judul | Judul ditulis jelas dan mudah dipahami | 10 point |
| 2. | Tujuan | Tujuan ditulis jelas sesuai intruksi | 10 point |
| 3. | Alat dan bahan | Alat dan bahan mencerminkan set penelitian yang dirancang | 20 point |
| 4. | Cara kerja | Cara kerja singkat, padat dan jelas | 20 point |
| 5. | Gambar disain set rancangan penelitian | Desain set rancangan penelitian jelas dan dipahami dengan baik | 40 point |

2) Laporan akhir Proyek

Tabel 3.17 Format penilaian laporan akhir proyek

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|-------|--|---------|
| 1. | Cover | jika lengkap berisi judul, nama kelompok, nama | 5 point |

| | | | |
|----|----------------------------|--|----------|
| | | anggota kelompok, logo sekolah, asal sekolah, kabupaten tempat sekolah dan tahun. | |
| 2. | Bab 1 Pendahuluan | jika lengkap berisi latar belakang masalah dan tujuan percobaan | 15 point |
| 3. | Bab 2 Landasan teori | jika lengkap berisi minimal 3 teori yang mendukung percobaan yang dilakukan | 20 point |
| 4. | Bab 3 Metodelogi | jika lengkap berisi alat bahan dan prosedur kerja secara rinci | 20 point |
| 5. | Bab 4 Hasil dan pembahasan | jika dilengkapi gambar, tabel atau data hasil percobaan dan pembahasan dengan teori yang mendukung | 25 point |
| 6. | Bab 5 Kesimpulan | jika dilengkapi dengan uraian kesimpulan hasil percobaan | 5 point |
| 7. | Daftar pustaka | jika menuliskan daftar pustaka yang dikutip dalam laporan serta link youtube yang telah diupload . | 10 point |

4) Presentasi

Penilaian presentasi meliputi:

Tabel 3.18 Rubrik penilaian presentasi

| No | Indikator penilaian | Kriteria penilaian | | | |
|----|---|---|--|--|---|
| | | Kurang | Cukup | Baik | Sangat baik |
| 1 | Sistematika presentasi | Materi presentasi disajikan tidak runut dan tidak sistematis | Materi presentasi disajikan secara kurang runut dan tidak sistematis | Materi presentasi disajikan secara runut tetapi kurang sistematis | Materi presentasi disajikan secara runut dan sistematis |
| 2 | Penggunaan Bahasa dan kejelasan penyampaian | Menggunakan Bahasa yang baik dan tidak baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan kurang baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa kurang jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa jelas dan tidak bertele-tele |
| 3 | Kebenaran konsep | Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar |

Tabel 3.19 rubrik penilaian video yang diupload ke youtube

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|-------------------------|--|-------|
| 1 | Tampilan/Disain video | Video jelas, angle gambar bagus | 20 |
| 2 | Kerunutan materi | Ada perkenalan,tujuan, alat bahan, cara kerja, hasil dan pembahasan dan kesimpulan | 25 |
| 3 | Durasi waktu | Kurang dari 5 menit | 15 |
| 4 | Bahasa | Kalimat yang digunakan baku dan mudah dipahami | 20 |
| 5 | Keterkaitan konsep STEM | 4 Mengaitkan konsep sains, teknologi, engineering, dan matematika | 20 |

F. DOMAIN STEM YANG DIHARAPKAN

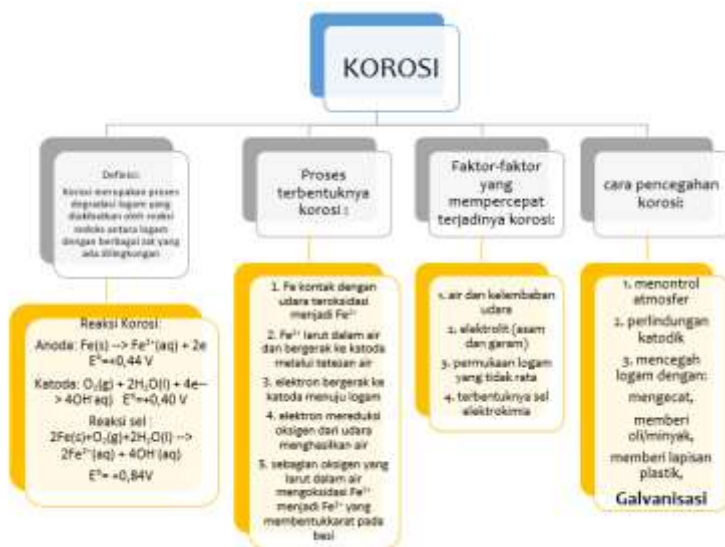
Tabel 3.20 Aktivitas proyek dan kompetensi STEM pada KD 3.6 dan 4.6.

| Aktivitas proyek | Objek pembelajaran | Science | Technology | Engineering | Math |
|---|---|---|---|---|--|
| Elektrolisis 'proses penyepuhan logam/Elektroplating' | <ul style="list-style-type: none"> - Memahami konsep Sel Elektrolisis dan Hukum Faraday - Merancang prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu | <ul style="list-style-type: none"> - Faktual: suatu logam dapat melapisi logam lain dengan cara elektrolisis - Konseptual: Elektrolisis, Elektroplating, Hukum Faraday - Prosedural: prosedur memecahkan masalah perhitungan elektroplating, prosedur melakukan Elektroplating | <ul style="list-style-type: none"> Menggunakan rangkaian alat (berbagai larutan dan logam /elektrode dalam proses pelapisan logam) Menggunakan sumber arus (power supply/batere dalam proses pelapisan logam Dan Menggunakan komputer untuk analisis data | <ul style="list-style-type: none"> Merancang prosedur pelapisan logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu Merancang set alat pelapisan logam dengan berbagai model | <ul style="list-style-type: none"> Menghitung massa logam yang diperlukan pada pelapisan logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu Menghitung arus listrik yang digunakan untuk melapisi logam dengan ketebalan lapisan dan luas Mengkalkulasi biaya pelapisan logam |

A hand is shown from the right side, with the index finger pointing towards a bright, glowing node in a network of white lines and nodes on a dark blue background. The network is composed of interconnected points and lines, resembling a molecular or digital structure. The background is dark blue with a subtle pattern of glowing nodes and lines.

BAB VI KOROSI DAN PENCEGAHANNYA

A. PETA KONSEP



A. DESKRIPSI MATERI

Pada sub materi korosi dan pencegahannya yang merupakan KD 3.5 dan 4.5 yang menjadi prasyarat dalam mempelajari materi ini adalah telah memahami reaksi redoks, serta mekanisme reaksi redoks.

Korosi merupakan reaksi kimia spontan yang terjadi dialam dan sangat mudah untuk diamati. Korosi dapat dilihat disekitar kita misalnya pintu pagar yang berkarat, peralatan mekanik, peralatan masak dan lainnya. Ada banyak factor yang mempengaruhi korosi dan ada berbagai macam cara pencegahannya. Setelah peserta didik memahami proses korosi, faktor-faktor yang mempengaruhi korosi dan cara pencegahannya, materi lebih lanjut tersedia di LKPD pada dasar teori. Pada bagian

KD 4.5 yang merupakan KD keterampilan peserta didik diberikan proyek untuk membuat percobaan tentang galvanisasi yang merupakan salah satu cara pencegahan korosi. Melalui amatan video pembelajaran peserta didik memulai proyek pencegahan korosi melalui proses galvanisasi menggunakan bahan sekitar yang mudah diperoleh. Dengan proyek yang dikerjakan diharapkan akan mengasah keterampilan berfikir tingkat tinggi peserta didik melalui proyek yang dikerjakan tersebut. Peserta didik juga mengetahui keterikatan konsep sains, teknologi, teknik dan matematika dalam satu topic pembelajaran yang dipelajari. Berikut adalah keterikatan konsep sains, teknologi, teknik dan matematika pada kegiatan pembelajaran materi korosi dan pencegahannya.

B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

1. Kegiatan Pembelajaran KD 3.5 dan 4.5.

- a) Kompetensi Dasar dan indikator pencapaian kompetensi

Tabel 4.1 KD dan indicator 3.5 dan 4.5

| Kompetensi Dasar | Indikator |
|--|--|
| 3.5 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dan cara mengatasinya | E. Menjelaskan proses korosi yang melibatkan reaksi redoks dan faktor-faktor penyebab terjadinya korosi. F. Menjelaskan upaya pencegahan dan mengatasi terjadinya korosi. |
| 4.5 Mengajukan gagasan untuk mencegah dan | G. Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi |

| | |
|-----------------------------|--|
| mengatasi terjadinya korosi | H. Merancang percobaan galvanisasi sebagai upaya pencegahan korosi |
|-----------------------------|--|

b) Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Menjelaskan proses korosi yang melibatkan reaksi redoks dan faktor-faktor penyebab terjadinya korosi.
- Menjelaskan upaya pencegahan dan mengatasi terjadinya korosi.
- Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi
- Merancang percobaan galvanisasi dalam upaya pencegahan korosi

Pertemuan Kesebelas (2 JP x 45 Menit)

Pada pertemuan kesebelas peserta didik dapat mengakses video pembelajaran tentang proses galvanisasi yang merupakan salah satu cara untuk mencegah korosi dengan link video sebagai berikut:

<https://youtu.be/UI3jiymhx3o?feature=shared>

Tabel 4.2 kegiatan pembelajaran pertemuan kesebelas

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|-------------------------------|--|----------------|
| Awal | Fase 1 : <i>Reflection</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam • Peserta didik menyimak tujuan pembelajaran • Peserta didik memperhatikan dengan seksama fenomena alam tentang terjadinya korosi • Peserta didik memperhatikan video pembelajaran | 15 Merut |
| Kegiatan Inti | Fase 2 : <i>Research</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok menyelesaikan LKPD • Peserta didik memulai identifikasi factor-faktor yang menyebabkan terjadinya korosi dan pencegahannya. | 60 Merut |
| | Fase 3 : <i>Discovery</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menelaah video pembelajaran dan kemudian membuat rancangan proposal proyek galvanisi • Peserta didik merancang proyek set alat galvanisasi di karton | |
| Penutup | | <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan set perancangan galvanisasi • Peserta didik menerima feedback dari guru • Peserta didik mencatat tugas dari guru | 15 Merut |

Pertemuan Keduabelas (2 JP x 45 Menit)

Tabel 4.3 Kegiatan pembelajaran pertemuan keduabelas

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|-------------------------------|---|----------------|
| Pendahuluan | | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menjawab salam; dilanjutkan melapor hasil rancangan alat Galvanisasi | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 4: <i>Application</i> | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik merumuskan rancangan proposal proyek Galvanisasi• Peserta didik berkreasi menyelesaikan proyek yang ditugaskan• Peserta didik berdiskusi dalam kelompok• Peserta didik mencatat hasil pengamatan | 60 Menit |
| Penutup | | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mereview hasil kerjanya• Peserta didik merefeksi hasil rancangan | 15 Menit |

Pertemuan Ketigabelas (2 JP x 45 Menit)

Tabel 4.4 Kegiatan pembelajaran pertemuan ketigabelas

| Kegiatan Pembelajaran | Sintak Model Pembelajaran | Deskripsi Kegiatan | Estimasi Waktu |
|-----------------------|---------------------------------|---|----------------|
| Pendahuluan | | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor hasil percobaan Galvanisasi• Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan | 15 Menit |
| Kegiatan Inti | Fase 5: <i>Communication</i> | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mempresentasikan hasil rancangan• Peserta didik menampilkan kinerja terbaik untuk dinilai oleh guru• Peserta didik memperlihatkan video praktikum yang telah dibuat | 60 Menit |
| Penutup | | <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mereview hasil kerjanya | 15 Menit |

D. TUGAS KELOMPOK DAN TUGAS MANDIRI

Tugas kelompok berupa LKPD yang dikerjakan secara bersama-sama dengan teman, sedangkan untuk latihan soal dikerjakan sendiri untuk mengecek pemahaman tentang materi yang telah dipelajari.

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD-08)

Untuk melatih peserta didik berfikir tinggi melalui pengerjaan LKPD secara kelompok. Selain pengetahuan tentang korosi, peserta didik juga diharapkan mampu mencegah korosi melalui proses galvanisasi menggunakan bahan-bahan sederhana yang mudah diperoleh disekitar kita. Berikut LKPD-08:

GALVANISASI PENCEGAH KOROSI LKPD-08

a) Kompetensi Dasar

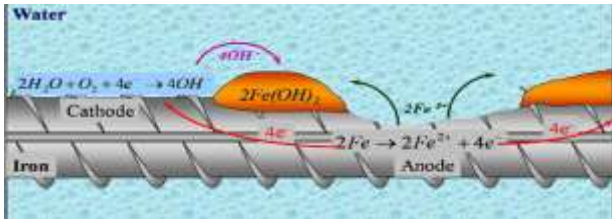
Tabel 4.5 KD dan indicator 3.5 serta 4.5

| KD | Kompetensi Dasar | Indikator Pencapaian Kompetensi |
|-----|--|---|
| 3.5 | Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dan cara mengatasinya | 3.5.1 Menganalisis gejala terjadinya korosi 3.5.2. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi |
| 4.5 | Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi | 3.5.2 Menganalisis cara pencegahan korosi 4.5.1 Merancang dan melakukan percobaan, faktor-faktor yang mempengaruhi korosi 4.5.2 mengumpulkan data hasil percobaan |

b) Tujuan : Menganalisis gejala korosi dan merancang percobaan galvanisasi untuk pencegahan korosi.

c) DASAR TEORI

Korosi adalah rusaknya benda-benda logam akibat pengaruh lingkungan. Proses korosi dapat dijelaskan secara elektrokimia, misalnya pada proses perkaratan besi yang membentuk oksida besi: $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$. Ditinjau secara elektrokimia, proses perkaratan besi adalah peristiwa teroksidasinya logam besi oleh oksigen yang berasal dari udara.

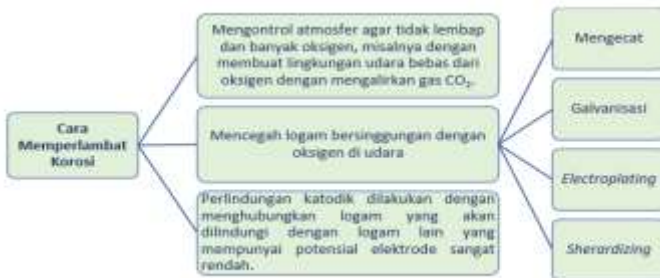


Gambar 4.1 Mekanisme terjadinya korosi
Sumber: Unggul Sudarmo 2018

Faktor-faktor yang Mempercepat Korosi

1. Air dan kelembaban udara
2. Elektrolit
3. Permukaan logam yang tidak rata
4. Terbentuknya sel elektrokimia

Cara Memperlambat korosi



Gambar 4.2 Diagram cara memperlambat proses korosi

Perlindungan katoda atau proteksi katodik, dimana besi mengadakan kontak dengan logam yang lebih aktif misalnya seng (Zn) besi menjadi katode dan Zn sebagai Anode sehingga Zn kehilangan elektron melapisi baja dengan lapisan Zn yang “dikorbankan” adalah konsep galvanisasi. Tujuannya adalah untuk menghalangi katode kontak fisik udara, air dan gas oksigen. Dalam hal ini logam Zn dioksidasi terlebih dahulu ketimbang besi. Dalam reaksinya dengan oksigen, logam Zn membentuk lapisan yaitu campuran karbonat oksida. Zn lebih reaktif daripada besi dapat dibuktikan melalui data potensial oksida standar yaitu : $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e$ $E^{\circ}_{\text{oks}} 0,44 \text{ V}$ dan $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e$ $E^{\circ}_{\text{oks}} 0,76 \text{ V}$ Proses Galvanisasi merupakan salah satu konsep reaksi elektrolisis yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia.

d) Langkah Kerja

1. Reflection

Coba perhatikan disekeliling kamu, ada pagar berkarat, jendela besi yang berkarat dan banyak lainnya. Kira-kira faktor apa saja yang menyebabkan perkaratan tersebut? bagaimana reaksi perkaratan besi? Bagaimana cara pencegahannya? Kemudian saksikanlah video pembelajaran yang di tayangkan oleh guru dalam kelas. proses apakah yang ada dalam video tersebut? Bagaimana reaksi redoks yang terjadi dalam percobaan tersebut?.

2. Research

Berdasarkan video tersebut, alat bahan apa yang digunakan dalam menganalisis proses galvanisasi? :

Alat :

.....

.....

.....

.....

Bahan :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kira-kira menurut kalian, bahan lain apalagi yang dapat di gunakan untuk pencegahan korosi dengan proses galvanisasi?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Discovery

Bagaimana langkah kerja percobaan dalam video yang kamu amati?

Cara Kerja :

1. Pembuatan larutan elektrolit

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

2. Proses galvanisasi

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

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, lengkapi tabel berikut:

Tabel 4.6 Data Pengamatan LKPD-08

| Larutan yang digunakan | Bahan pelapis | Benda yang dilapisi | massa zat sebelum dilapisi | Massa zat setelah dilapisi |
|------------------------|---------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | | |

Buatlah reaksi lengkap yang terjadi pada proses galvanisasi dalam video tersebut?

Anoda (+) :

Katoda (-) :

Reaksi Total :

Produk apa yang terdapat di katoda dan anoda dari reaksi pada video tersebut?

Anoda :

Katoda :

Logam yang akan dilapisi ditempatkan sebagai kutub?

.....

Sedangkan logam pelapis ditempatkan sebagai kutub?

.....

Apakah tujuan dari proses galvanisasi?

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

Tuliskan reaksi perkaratan besi

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

4. Application

- ✓ Melalui diskusi kelompok, konsep apa saja yang diperlukan untuk merancang proses galvanisasi?
- ✓ Amati alat dan bahan yang kamu lapisi, untuk membuat model alat penyepuhan logam. Pikirkan pertanyaan berikut:
 - a) Logam apa saja yang akan digunakan untuk melapisi paku berkarat?
 - b) Elektrolit apa saja yang akan digunakan dalam proses galvanisasi?
 - c) Berapa lama waktu yang diperlukan untuk melapisi paku tersebut?
- ✓ Rancanglah prosedur elektroplating dengan judul ***Galvanisasi anti korosi***
- ✓ Buat desain rangkaian alat berdasarkan hasil diskusi kelompok di bawah ini.



- a) Diskusikan rancangan yang kamu buat lalu presentasikan?
- b) Catat masukan-masukan dari guru dan temanmu untuk perbaikan rancangan dan perbaiki!

5. Application dan Comunication

- ✓ Setelah Anda membuat rancangan, lakukanlah percobaan Galvanisasi benda yang ingin dilapisi!
- ✓ Catat data-data hasil percobaan laporkan hasil
- ✓ Rancang ulang kembali desain yang telah dibuat jika ada yang perlu disempurnakan
- ✓ Bersihkan dan simpan benda yang telah lapisi
- ✓ Buat laporan percobaan Galvanisasi dengan format yang tersedia dan presentasikan
- ✓ Selamat mencoba, mudah-mudahan benda yang kamu lapisi berhasil dengan baik. Semangat
- ✓ Setelah melakukan uji coba, silahkan berdiskusi tentang biaya produksi bila anda ingin mencegah korosi paku berkarat dengan ukuran 2x3 cm dengan logam seng (Zn) 1 mm, berapa biaya bahan yang harus disiapkan?

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, kesimpulan apa yang dapat diambil pada pembelajaran ini?

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

Hubungkan materi pembelajaran yang di peroleh dengan konsep STEM di bawah ini :

Sains :

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

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

Teknologi :

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

Engineering :

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



.....
.....

Matematika :

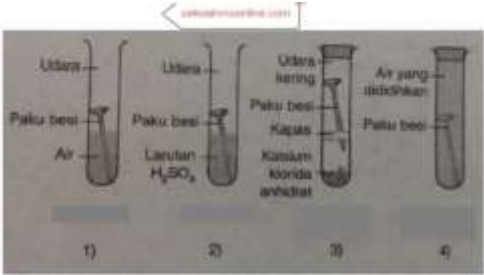
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Soal Latihan

Untuk melatih pemahaman kalian tentang korosi dan pencegahannya, silahkan kerjakan soal latihan berikut dengan pilihan alasan yang tepat.

Tabel 4.7 soal tes evaluasi

| No | Pertanyaan Soal | Skor |
|----|---|------|
| 1 | Korosi akan mengakibatkan kerusakan benda-benda logam sekitar kita seperti pada pagar rumah, atap, galangan kapal dan lainnya. Secara elektrokimia, proses perkaratan besi adalah peristiwa teroksidasinya logam besi oleh oksigen yang berasal dari udara. Bagaimanakah reaksi | |

| | | |
|---|--|----|
| | <p>yang terjadi di anoda pada proses perkaratan besi tersebut...</p> <p>A. $\text{Fe(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ B. $2\text{Fe(s)} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{e}^-$ C. $2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{Fe(s)}$ D. $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$ E. $2\text{H}_2\text{O(l)} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$</p> | 20 |
| 2 | <p>Dibawah ini merupakan contoh percobaan tentang perkaratan Besi :</p>  <p>Dengan catatan : 1) air mendidih mengandung lebih sedikit gas oksigen terlarut, 2) senyawa anhidrat mempunyai sifat mudah menyerap air. Berdasarkan data gambar dan catatan diatas urutan terjadinya korosi dari yang paling lambat ke yang paling cepat adalah.....</p> <p>A. 3,4,2,1 B. 3,4,1,2 C. 4,2,1,3 D. 2,1,4,3 E. 3,1,2,4</p> | 20 |
| 3 | <p>Jika diketahui data potensial elektroda standar sebagai berikut :</p> <p>$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag(s)} \quad E^\circ = +0,80 \text{ volt}$ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu(s)} \quad E^\circ = +0,34 \text{ volt}$ $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe(s)} \quad E^\circ = -0,44 \text{ volt}$ $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn(s)} \quad E^\circ = -0,76 \text{ volt}$</p> | 20 |

| | | |
|---|---|----|
| | $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e} \rightarrow \text{Al}(\text{s}) \quad E^\circ = -1,66 \text{ volt}$ Dari data diatas pasangan logam manakah yang dapat mencegah terjadinya korosi pada besi... A. Al dan Cu B. Zn dan Cu C. Zn dan Al D. Zn dan Ag E. Cu dan Ag | |
| 4 | Salah satu cara yang dilakukan untuk menghambat terjadinya korosi yaitu dengan menghubungkan pipa besi yang dipendam dalam tanah dengan dihubungkan pada logam yang lebih reaktif seperti magnesium. Mengapa hal tersebut bias terjadi? Bagaimana mekanisme reaksi yang terjadi dalam system tersebut... A. Electron mengalir dari besi ke magnesium B. Besi berfungsi sebagai anode C. Besi melepaskan electron D. Magnesium berfungsi sebagai katode E. Magnesium mengalami oksidasi | 20 |
| 5 | Penggunaan pipa bawah tanah yang digunakan untuk penyaluran air PDAM maupun distribusi BBM oleh Pertamina yang cenderung terkorosi oleh lingkungan yang bersifat korosif. Reaksi korosi secara keseluruhan melibatkan ... A. Oksidasi besi menjadi ion Fe^{2+} B. Reduksi besi C. Oksidasi oksigen menjadi ion OH^- D. Oksidasi besi dengan asam dari gas CO_2 terlarut E. Reduksi oksigen menjadi uap air | 20 |

C. KRITERIA PENILAIAN

Penilaian yang dilakukan dalam pembelajaran proyek terintegrasi STEM yaitu: penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan.

Tabel 4.8 Aspek penilaian KD 3.5 dan 4.5

| Aspek Penilaian | Teknik | Bentuk instrumen | Waktu Penilaian |
|-----------------|---|--|--------------------|
| 1. Sikap | Observasi kegiatan diskusi dan Penilaian diri | Lembar observasi, Format penilaian | Pertemuan 11,12,13 |
| 2. Pengetahuan | Latihan soal pada LKPD | Soal uraian | Pertemuan 11,12 |
| | Latihan soal tes (Lampiran 2) | Soal pilihan ganda | Pertemuan 13 |
| 3. Keterampilan | Penilaian praktik Penilaian proyek Penilaian portopolio | Lembar pengamatan Rubrik penilaian tugas proyek | Pertemuan 11,12,13 |

Instrumen penilaian

a. Penilaian Sikap

1) Penilaian diri

Penilaian diri setelah melakukan pembelajaran korosi dan melaksanakan tugas proyek galvanisasi.

| Penilaian Diri | | | |
|---|---|--|-------|
| Topik : | | Nama : | |
| | | Kelas : | |
| Setelah mempelajari materi korosi dan proyek galvanisasi untuk pencegahan korosi, peserta didik/i akan melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan. | | | |
| No | Pernyataan | Ya | Tidak |
| 1 | Memahami konsep korosi | | |
| 2 | Memahami factor-faktor yang mempengaruhi korosi | | |
| 3 | Memahami cara pencegahan korosi | | |
| 4 | Mampu merancang percobaan galvanisasi | | |
| 5 | Mampu menuliskan reaksi perkaratan dalam proses korosi | | |
| 6 | Mampu mengaitkan konsep kimia dengan pembelajaran STEM | | |
| 7 | Bekerja sama dalam kelompok dalam menyelesaikan tugas proyek | | |
| 8 | Saya melakukan tugas proyek sesuai perancangan dan jadwal yang telah disepakati bersama | | |
| 9 | Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai fakta | | |
| 10 | Sebelum melakuakn tugas terlebih dahulu membaca literasi yang menukung tugas pembelajaran | | |
| Rubrik penilaian | | Kriteria nilai | Nilai |
| Jika menjawab ya, skor=2 Jika menjawab tidak, skor=1 | | $\text{nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{2 \times \text{jumlah pernyataan}} \times 4$ | |

2) Penilaian Sikap

Kriteria penilaian sikap meliputi aspek disiplin, tanggungjawab, teliti, dan kreatif dengan skala sebagai berikut:

4= Sangat Baik (SB)

3 = Baik (B)

2 = Cukup (C)

1 = Kurang (K)

b. Penilaian Kinerja

Aspek penilaian kinerja meliputi:

1) Kegiatan pembelajaran berbasis proyek

Tabel 4.9 Rangkuman penilaian HOTS peserta didik

| No | Nama | Penilaian proses belajar HOTS | | | Proposal | Laporan akhir |
|----|------|-------------------------------|-----------|---------|----------|---------------|
| | | analitical | evaluated | Created | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| | Dst | | | | | |

4.10 Kriteria rubrik HOTS untuk KD. 3.5 dan 4.5

| Kriteria HOTS | Rubrik penilaian | Tagihan | Skor | skor /kriteria |
|---------------------|---|-----------------|--------|----------------|
| Analytical thinking | benar menuliskan alat bahan dan cara kerja dari video yang ditampilkan | LKPD | 1-5 | 20 |
| | benar membuat perancangan proyek galvanisasi di karton | Proposal | 6-10 | |
| | benar membuat cara kerja perancangan proyek | Laporan | 11-15 | |
| | benar menyimpulkan proyek yang dikerjakan | Laporan & video | 15-20 | |
| Evaluative thinking | alat dan bahan yang dipilih tepat dan sesuai teori dapat menentukan kutub positif dan negatif dalam menelaah video dan soal lainnya | Proposal | 21-30 | 50 |
| | dapat menentukan kutub positif dan negatif pada perancangan | LKPD | 31-40 | |
| | Laporan ditulis sesuai teori dan format penulisan hingga kesimpulan | Proposal | 41-50 | |
| | dapat menerapkan hukum faraday pada perhitungan dalam percobaan dan menghubungkan dengan pembelajaran STEM | Laporan | 51-60 | |
| Creative Thinking | danya ide baru dalam membuat percobaan galvanisasi untuk pencegahan korosi | Laporan & video | 61-70 | 30 |
| | Menginovasi percobaan galvanisasi dengan cara baru yang sesuai dengan teori | Proposal | 71-85 | |
| | | Laporan & video | 86-100 | |

Keterangan: Nilai proposal : gabungan nilai penyelesaian LKPD dan perancangan di karton

Nilai laporan akhir : gabungan nilai laporan akhir dan upload youtube kegiatan proyek yang dilakukan bersama

2) Penilaian proposal penelitian

Tabel 4.11 Format penilaian proposal penelitian

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|--|--|----------|
| 1. | Judul | Judul ditulis jelas dan mudah dipahami | 10 point |
| 2. | Tujuan | Tujuan ditulis jelas sesuai intruksi | 10 point |
| 3. | Alat dan bahan | Alat dan bahan mencerminkan set penelitian yang dirancang | 20 point |
| 4. | Cara kerja | Cara kerja singkat, padat dan jelas | 20 point |
| 5. | Gambar disain set rancangan penelitian | Desain set rancangan penelitian jelas dan dipahami dengan baik | 40 point |

3) Laporan akhir Proyek

Tabel 4.12 Format penilaian laporan akhir proyek

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|----------------------------|--|----------|
| 1. | Cover | jika lengkap berisi judul, nama kelompok, nama anggota kelompok, logo sekolah, asal sekolah, kabupaten tempat sekolah dan tahun. | 5 point |
| 2. | Bab 1 Pendahuluan | jika lengkap berisi latar belakang masalah dan tujuan percobaan | 15 point |
| 3. | Bab 2 Landasan teori | jika lengkap berisi minimal 3 teori yang mendukung percobaan yang dilakukan | 20 point |
| 4. | Bab 3 Metodologi | jika lengkap berisi alat bahan dan prosedur kerja secara rinci | 20 point |
| 5. | Bab 4 Hasil dan pembahasan | jika dilengkapi gambar, tabel atau data hasil percobaan dan pembahasan dengan teori yang mendukung | 25 point |
| 6. | Bab 5 Kesimpulan | jika dilengkapi dengan uraian kesimpulan hasil percobaan | 5 point |
| 7. | Daftar pustaka | jika menuliskan daftar pustaka yang dikutip dalam laporan serta link youtube yang telah diupload . | 10 point |

4) Presentasi

Rubrik penilaian presentasi:

Tabel 4.13 Tabel rubric penilaian presentasi

| No | Indikator penilaian | Kriteria penilaian | | | |
|----|---|---|--|--|---|
| | | Kurang | Cukup | Baik | Sangat baik |
| 1 | Sistematika presentasi | Materi presentasi disajikan tidak runut dan tidak sistematis | Materi presentasi disajikan secara kurang runut dan tidak sistematis | Materi presentasi disajikan secara runut tetapi kurang sistematis | Materi presentasi disajikan secara runut dan sistematis |
| 2 | Penggunaan Bahasa dan kejelasan penyampaian | Menggunakan Bahasa yang baik dan tidak baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan kurang baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa kurang jelas dan bertele-tele | Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa jelas dan tidak bertele-tele |
| 3 | Kebenaran konsep | Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar | Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar |

Tabel 4.14 rubrik penilaian video yang diupload ke
youtube

| No | Aspek | Kriteria | Nilai |
|----|---------------------------|--|-------|
| 1 | Tampilan/Disain video | Video jelas, angle gambar bagus | 20 |
| 2 | Kerunutan materi | Ada perkenalan,tujuan, alat bahan, cara kerja, hasil dan pembahasan dan kesimpulan | 25 |
| 3 | Durasi waktu | Kurang dari 5 menit | 15 |
| 4 | Bahasa | Kalimat yang digunakan baku dan mudah dipahami | 20 |
| 5 | Keterkaitan 4 konsep STEM | Mengaitkan konsep sains, teknologi, engineering, dan matematika | 20 |

E. DOMAIN STEM YANG DIHARAPKAN

Setelah mempelajari materi korosi melalui model pembelajaran proyek terintegrasi STEM yang dirancang diharapkan peserta didik mampu menghubungkan konsep pembelajaran dengan materi yang diajarkan dan keterkaitan antar konsep sains, teknologi, teknik dan matematika dalam proyek galvanisasi yang dikerjakan. Adapun yang menjadi domain STEM yang diharapkan dalam pembelajaran ini dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 4.15 Aktivitas proyek dan Domain STEM dalam pembelajaran KD 3.5 dan 4.5

| Aktivitas proyek | Objek pembelajaran | Science | Technology | Engineering | Math |
|--|--|--|---|---|---|
| Korosi 'pencegahan korosi dengan Galvanisasi | <ul style="list-style-type: none"> - Memahami proses korosi yang melibatkan reaksi redoks dan faktor-faktor penyebabnya - Mengajukan gagasan untuk pencegahan korosi - Merancang percobaan Galvanisasi sebagai upaya pecegahan korosi | <ul style="list-style-type: none"> -Faktual : adanya bahan sekitar yang dapat dimanfaatkan untuk mencegah terjadinya korosi melalui proses Galvanisasi -Konseptual: Galvanisasi dan hukum Faraday -Prosedural : merancang set Galvanisasi dalam upaya pencegahan korosi | <ul style="list-style-type: none"> Merangkai set galvanisasi menggunakan bahan sekitar (larutan maupun logam/ variasi elektroda yang dipakai) menggunakan arus listrik dalam tugas proyek | <ul style="list-style-type: none"> Merakit alat percobaan Galvanisasi dengan variasi luas permukaan logam pelapis dengan model yang efektif dan sistematis | <ul style="list-style-type: none"> Menerapkan hukum Faraday dalam menghitung pengaruh luas permukaan logam pelapis dan yang akan dilapisi. Menghitung arus listrik yang diperlukan untuk melapisi logam sesuai proyek yang ditugaskan |

DAFTAR PUSTAKA

- Caprora. Mary Margaret. 2013. STEM Project-Based Learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach. Second Edition. Texas. SENSE PUBLISHER
- Devi, Poppy, K., Karyana, S., Nulhakim, L. 2018. Unit Pembelajaran STEM Mata Pelajaran Kimia SMA Kelas XII Materi Elektroplating. SEAMEO Regional Center For QITEP in Science.
- Setiana. 2020. Sel Volta dan Aplikasinya dalam Kehidupan Kimia Kelas XII MIA. @2020, Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN
- Situmorang, M., Purba, J., & Silaban, R. .2020. Implementation of an innovative learning resource with project to facilitate active learning to improve students' performance on chemistry. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, 54(4), 905-914. <https://doi.org/10.5530/ijper.54.4.184>
- Situmorang, M., Sinaga, M., Purba, J., Daulay, S. I., Simorangkir, M., Sitorus, M., & Sudrajat, A. 2018. Implementation of innovative chemistry learning material with guided tasks to improve students' competence. Journal of Baltic Science Education, 17(4), 535-550. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.535>
- Situmorang, M., Sinaga, M., Sitorus, M., & Sudrajat, A. 2022. Implementation of Project-based Learning Innovation to Develop Students ' Critical Thinking Skills as a Strategy to Achieve Analytical Chemistry

Competencies. 56(1), 41-51.

<https://doi.org/10.5530/ijper.56.1s.41>

Vinsiah, Rananda. 2020. Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Kimia Kelas XII. @2020, Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN

Wiyati, Arni. 2020. Korosi Pada logam. @2020, Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN

Wiyati, Arni. 2020. Sel Elektrolisis. @2020, Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN

Unggul, Sudarmo. 2013. Kimia Untuk SMA/MA Kelas XII. Jakarta; Erlangga.

PROFIL PENULIS I



Vera Roni Setiawan, lahir di Pasar Kota Bahagia, 11 September 1987. Merupakan anak ke-4 dari empat bersaudara dari pasangan Ayah bernama Cutni dan dan Ibu bernama Mawarni. Memulai pendidikan di Sekolah Madrasah Ibtidaiyah Negeri (MIN) Lama Inong lulus Tahun 1998, melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SLTPN 1 Kuala Batee, lulus Tahun 2001. Selepas lulus dari SLTP penulis melanjutkan ke Sekolah Madrasah Aliyah Ruhul Islam Anak Bangsa (RIAB) mengambil Jurusan IPA dan lulus tahun 2004. Untuk jenjang kuliah penulis mengambil dua jurusan sekaligus yakni D3 Teknik Kimia Univertas Syiah Kuala (USK) lulus tahun 2008 dan S1 FKIP Jurusan Kimia Universitas Syiah Kuala Lulus Tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Strata Dua (S-2) di Universitas yang sama yaitu Universitas Syiah Kuala Lulus Tahun 2013. Pada Tahun 2014 Penulis lulus sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) di Lingkungan Pemerintahan Kabupaten Nagan Raya di tempatkan sebagai Guru Kimia di SMA Negeri 5 Darul Makmur dari Tahun 2014-2018. Pada Tahun 2018 penulis pindah Tugas ke SMA Negeri 4 Aceh Barat Daya hingga pada Tahun 2021. Selanjutnya, penulis lulus sebagai penerima Beasiswa Tugas Belajar program Strata-3 (S-3) dari Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia (BPSDM) Aceh pada Tahun 2021 dan diterima sebagai Mahasiswa program Doktor Pendidikan Kimia Universitas Negeri Medan (UNIMED).

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN INOVATIF BERBASIS PROYEK TERINTEGRASI STEM

Buku Model Peserta Didik menggambarkan tentang pengembangan pembelajaran inovatif berbasis proyek terintegrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan berfikir tingkat tinggi peserta didik sekolah menengah atas. Buku ini disusun sebagai salah satu upaya untuk membangun keterampilan berfikir tingkat tinggi peserta didik menyongsong abad 21. Buku Model peserta didik disusun sebagai pedoman bagi peserta didik dalam mengembangkan keterampilan berfikir tingkat tinggi dengan pembelajaran proyek terintegrasi STEM di kelas khususnya pada materi elektrokimia. Materi elektrokimia terdiri dari empat sub pokok bahasan yaitu: penyetaraan reaksi redoks, sel volta, korosi dan pencegahannya serta elektrokimia dan hukum Faraday. Buku ini dilengkapi dengan video pembelajaran yang dirancang untuk merangsang kemampuan berfikir tingkat tinggi peserta didik dengan link video pembelajaran dapat diakses dimana saja, materi ajar, soal tes dan kriteria penilaian proses pembelajaran dan tujuan instruksional yang jelas. Buku ini juga memuat pembelajaran proyek terintegrasi STEM, dimana peserta didik belajar langsung dengan praktik menggunakan bahan sekitar yang mudah diperoleh. Peserta didik juga mengetahui keterikatan konsep sains, teknologi, teknik dan matematika dalam satu topic pembelajaran yang dipelajari. Buku ini menjadi salah satu penunjang bagi peserta didik untuk semangat belajar dengan menghubungkan ilmu pengetahuan dalam dunia nyata.

197580



YAYASAN
PENELITI PRIMA
INDONESIA



DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
JEMBATAN SUDIRTA & TANJUNGPURA



Penerbit
PT. Radja Intercontinental Publishing
Jl. Cempaka Putih, Sp. Tiga Blang Rayeuk,
Dsn. Angsana, Kota Lhokseumawe

www.radjapublika.org
<https://radjapustaka.com>

ISBN 978-623-89445-1-4 (PDF)



9 786238 944514