



MODUL
TEMA 13

Cukup Besi yang Berkarat Bukan Hatimu

KIMIA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020



MODUL
TEMA 13

Cukup Besi yang Berkarat Bukan Hatimu

KIMIA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020

Kimia Paket C Setara SMA/MA Kelas XII
Modul Tema 13 : Cukup Besi yang Berkarat, Bukan Hatimu

- **Penulis:** Musyarofah
- **Editor:** Dr. Samto; Dr. Subi Sudarto
Dra. Maria Listiyanti; Dra. Suci Paresti, M.Pd.; Apriyanti Wulandari, M.Pd.
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus–Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah–Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

iv+ 40 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, 1 Juli 2020
Plt. Direktur Jenderal



Hamid Muhammad

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Pengantar Modul	1
Petunjuk Penggunaan Modul	2
Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul	2
Peta Konsep	3
UNIT 1 AWAS TETANUS	4
A. Faktor Penyebab dan Mempercepat Korosi	5
B. Cara Mencegah Terjadinya Korosi	6
Penugasan 1	9
Penugasan 2	12
Latihan	13
UNIT 2 TEMBAGA BERKILAU EMAS	16
A. Sel Elektrolisis	16
B. Reaksi-reaksi Elektrolisis	17
C. Hukum Faraday	20
D. Penggunaan Elektrolisis dalam Kehidupan	22
Latihan	25
Rangkuman	29
Uji Kompetensi	30
Kunci Jawaban dan Penilaian	35
Kriteria Pindah Modul	38
Saran Referensi	39
Daftar Pustaka	39
Daftar Istilah	39
Profil Penulis	40

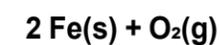


CUKUP BESI YANG BERKARAT, BUKAN HATIMU

Pengantar Modul

Dalam kehidupan sehari-hari kita menyaksikan pagar rumah, paku, dan perabot rumah tangga yang terbuat dari besi pada awalnya mengkilat. Namun setelah sekian lama dipakai besi menjadi pudar dan berubah warna menjadi coklat kemerahan. Proses rusaknya permukaan logam karena reaksi kimia disebut korosi atau perkaratan. Korosi dijumpai pada bangunan, peralatan transportasi, dan peralatan elektronik yang terbuat dari logam seperti seng, tembaga, atau besi. Korosi merugikan, misalnya seng yang digunakan untuk atap bangunan dapat bocor akibat korosi.

Pada umumnya korosi paling banyak ditemukan pada besi yang dikenal perkaratan besi. Logam besi yang berikatan dengan gas oksigen akan membentuk karat besi (Fe_2O_3). Persamaan kimia reaksi perkaratan besi adalah sebagai berikut:



Proses perkaratan pada besi dan logam lainnya merupakan proses elektrokimia. Logam berinteraksi dengan zat kimia yang ada di lingkungan, seperti oksigen dan air sehingga terjadi reaksi reduksi dan oksidasi.

Selain itu dalam kehidupan sehari-hari kita juga menemukan perhiasan imitasi yang terbuat dari emas imitasi yang dipakai wanita untuk tampil cantik. Emas imitasi ini dibuat dengan menerapkan prinsip elektrolisis. Pada modul 13 ini Anda akan belajar faktor-faktor penyebab dan mempercepat korosi atau perkaratan dan cara mencegah terjadinya korosi serta elektrolisis.

Petunjuk Penggunaan Modul

1. Bacalah tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini agar Anda fokus dalam mempelajari materi modul.
2. Bacalah pengantar modul dengan cermat agar Anda memahami isi modul ini secara keseluruhan
3. Pelajarilah materi kimia di modul ini secara berurutan dan bersungguh-sungguh serta tanyakan kepada tutor apabila ada materi yang belum dipahami.
4. Kerjakan setiap penugasan dan latihan soal pada modul ini. Jika Anda mengalami kesulitan diskusikan dengan teman atau tanyakan kepada tutor. Selanjutnya cocokkan jawaban Anda dengan rubrik atau kunci jawaban di bagian belakang modul ini. Untuk mengetahui ketuntasan belajar Anda, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

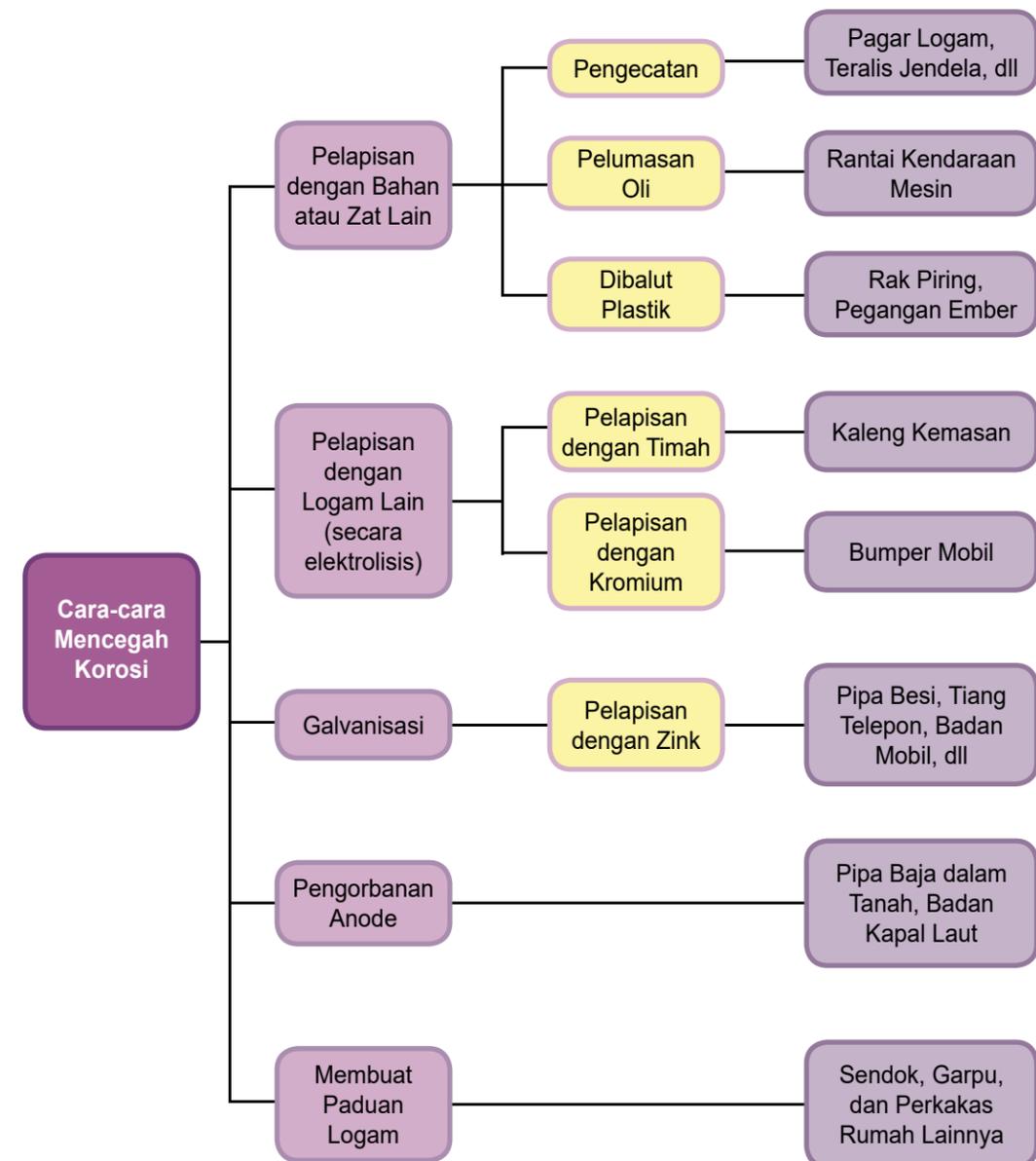
$$\frac{\text{Jumlah soal yang dijawab benar}}{\text{Total jumlah soal}} \times 100\%$$

5. Batas ketuntasan minimal adalah 75%. Jika nilai yang Anda peroleh minimal 75% berarti Anda dianggap sudah tuntas dan menguasai materi modul ini maka Anda diperkenankan untuk lanjut mempelajari materi berikutnya. Sebaliknya, jika perolehan nilai Anda belum mencapai 75% maka Anda perlu mempelajari lagi materi modul dan ulangi mengerjakan tugas-tugas dan latihan hingga Anda paham.

Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul

Setelah mempelajari Modul 13 Cukup Besi Yang Berkarat, Bukan Hatimu, Anda diharapkan mampu:

1. Memahami faktor-faktor penyebab dan mempercepat terjadinya korosi pada besi,
2. Memahami beberapa cara mencegah terjadinya korosi besi dalam kehidupan sehari-hari,
3. Terampil mencegah terjadinya korosi besi dalam kehidupan sehari-hari terutama di rumah secara kreatif dan bertanggung jawab,
4. Menjelaskan kegunaan elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari, dan
5. Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang berkaitan dengan sel elektrolisis.

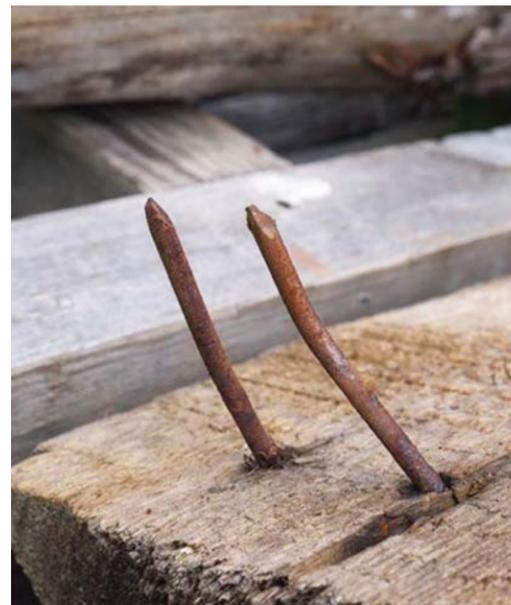


Keterangan:

- Contoh benda yang dicegah dari korosi
- Cara mencegah korosi

Dalam kehidupan sehari-hari korosi dikenal sebagai perkaratan, umumnya terjadi pada logam seperti besi. Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi antara logam besi dengan zat-zat disekitarnya, seperti oksigen dan air menghasilkan $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ padat dan berwarna coklat kemerahan yang bersifat rapuh dan berpori.

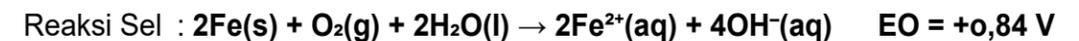
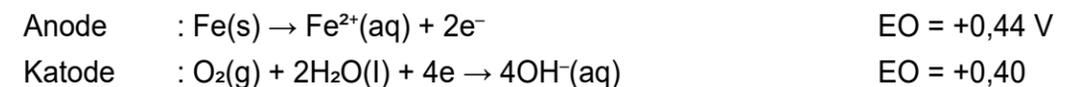
Besi berkarat seperti gambar 1 dapat berbahaya bila terkena kulit yang luka. Karat besi dapat menyebabkan penyakit tetanus yang mematikan. Munculnya tetanus disebabkan oleh komplikasi dari kecelakaan dimana timbul luka terbuka seperti luka bakar, luka lecet, terkena karat besi, dan sebagainya yang memudahkan bakteri tetanus masuk ke dalam tubuh. Kuman atau bakteri tetanus masuk ke dalam tubuh melalui luka pada kulit akan mengeluarkan racun dan menyerang saraf. Bakteri ini hinggap di tanah, debu, pupuk, dan kotoran hewan. Saat bakteri sudah masuk ke dalam tubuh akan berinkubasi dengan cepat dan menghasilkan racun bernama tetanospasmin.



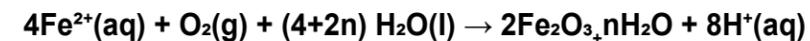
sumber: pxhere.com/winnetnews.com

Gambar 1. Besi berkarat

Proses korosi dapat dijelaskan secara elektrokimia, misalnya pada proses perkaratan besi yang membentuk oksida besi. Secara elektrokimia, proses perkaratan besi adalah peristiwa teroksidasinya logam besi oleh oksigen yang berasal dari udara. Korosi pada besi terjadi karena kontak dengan air. Pada besi tersebut ada yang menjadi anode dan ada pula yang menjadi katode.



Ion Fe^{2+} tersebut kemudian mengalami oksidasi lebih lanjut dengan reaksi:



Berdasarkan nilai potensial reaksinya, besi merupakan logam yang mudah mengalami korosi. Logam-logam lain yang mempunyai nilai potensial elektrode lebih besar dari 0,4 V akan sulit mengalami korosi, sebab dengan potensial tersebut akan menghasilkan E_0 reaksi < 0 (negatif) ketika kontak dengan oksigen di udara. Logam-logam perak, platina, dan emas mempunyai potensial elektrode lebih besar dari 0,4 V sehingga sulit mengalami korosi. Berikut ini dibahas faktor penyebab dan mempercepat terjadinya korosi dan cara mencegahnya.



A. Faktor Penyebab dan Mempercepat Korosi

Berikut ini dibahas faktor-faktor penyebab yang mempercepat terjadinya korosi.

1. Air dan Kelembaban Udara

Dilihat dari reaksi yang terjadi pada korosi, air merupakan salah satu faktor penting terjadinya korosi dan mempercepat proses korosi. Udara yang lembab banyak mengandung uap air akan mempercepat terjadinya proses korosi

2. Elektrolit

Elektrolit baik berupa asam maupun garam merupakan media yang baik untuk terjadinya transfer muatan. Hal itu menyebabkan elektron lebih mudah diikat oksigen di udara. Air hujan banyak mengandung asam dan air laut banyak mengandung garam sehingga air hujan dan air laut merupakan penyebab utama terjadinya korosi.

3. Permukaan Logam yang Tidak Rata

Permukaan logam yang tidak rata memudahkan terjadinya kutub-kutub muatan, yang akan berperan sebagai anoda dan katoda. Permukaan logam yang licin dan bersih menyebabkan korosi sukar terjadi, sebab sukar terjadinya kutub-kutub yang akan bertindak sebagai anoda dan katoda.

4. Terbentuknya Sel Elektrokimia

Jika dua logam yang berbeda potensial bersinggungan pada lingkungan berair atau lembab, dapat terbentuk sel elektrokimia secara langsung. Logam yang potensialnya lebih rendah akan segera melepaskan elektron ketika bersentuhan dengan logam yang potensialnya lebih tinggi, serta akan mengalami oksidasi oleh oksigen dari udara. Hal tersebut mengakibatkan

korosi lebih cepat terjadi pada logam yang potensialnya rendah, sedangkan logam yang potensialnya tinggi justru lebih awet. Sebagai contoh, paku keling yang terbuat dari tembaga untuk menyambung besi akan menyebabkan besi di sekitar paku keling tersebut berkarat lebih cepat.

B. Cara Mencegah Terjadinya Korosi

Korosi terjadi secara alami, tidak dapat dicegah sama sekali namun dapat dihambat atau diperlambat dengan cara tertentu. Korosi atau perkaratan dapat menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur bahan bangunan yang terbuat besi atau baja. Karena besi atau baja menjadi cepat keropos apabila bereaksi dengan oksigen dan air. Proses terjadinya korosi didasarkan pada 2 hal, yaitu: 1) korosi pada logam besi membutuhkan oksigen dan air sehingga logam harus dihindarkan kontak langsung dengan air dan oksigen, dan 2) berbagai jenis logam dapat melindungi logam lain yang tahan terhadap korosi. Berdasarkan kedua hal tersebut, berikut ini dibahas beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya korosi, yaitu:

1. Pengecatan pada Logam Besi

Pengecatan pada logam besi dapat mencegah terjadinya korosi atau perkaratan. Besi yang dicat akan terlindung dari kontak dengan air dan gas oksigen dari udara. Cat yang mengandung timbel dan zink (seng) akan lebih baik, karena keduanya melindungi besi terhadap korosi. Sebagai contoh pengecatan pagar rumah.



sumber: www.dekoruma.com

Gambar 2. Pagar dicat untuk mencegah korosi

2. Melumuri dengan Oli atau Vaseline

Pelumuran oli atau vaselin dapat mencegah terjadinya korosi. Cara ini diterapkan untuk berbagai perkakas dan mesin. Rantai sepeda yang dilumuri oli atau vaselin dapat mencegah kontak besi dengan air, sehingga rantai tidak mudah berkarat.



sumber: ballycycling.com

Gambar 3. Rantai sepeda dilumuri oli

3. Dibalut dengan plastik

Pembalutan dengan plastik dapat mencegah terjadinya perkaratan atau korosi. Berbagai macam barang, misalnya rak piring dan keranjang sepeda dibalut dengan plastik.



Gambar 4. Rak piring dan keranjang sepeda dibalut plastik



sumber: www.ruparupa.com/www.aliexpress.com

4. Tin Plating (pelapisan dengan timah)

Pelapisan ini dilakukan secara elektrolisis, yang disebut elektroplating. Timah tergolong logam yang tahan karat. Besi yang dilapisi timah tidak mengalami korosi karena tidak ada kontak dengan oksigen (udara) dan air. Pelapisan ini hanya melindungi besi selama lapisan timah utuh. Contohnya kaleng-kaleng kemasan terbuat dari besi yang dilapisi timah.



sumber: indiamart.com

Gambar 5. Kaleng kemasan dari besi dilapisi timah

5. Chromium Plating (pelapisan dengan kromium)

Pelapisan besi dengan kromium dapat mencegah terjadinya korosi. Besi memiliki pori-pori yang lebih besar dibandingkan dengan kromium. Rongga-rongga pada besi akan tertutup oleh kromium sehingga air dan oksigen sulit untuk masuk ke dalam rongga besi. Kromium sebagai lapisan pelindung yang mengkilap, contohnya untuk bumper mobil.



sumber: mobilmo.com/www.lawheel.com

Gambar 6. Pelapisan chromiun pada benda yang terbuat dari besi bisa mencegah karat

6. Galvanisasi (pelapisan dengan zink)

Galvanisasi merupakan pelapisan logam dengan zink (seng). Zink dapat melindungi besi dari korosi sekalipun lapisannya tidak utuh. Hal ini karena suatu mekanisme yang disebut perlindungan katoda. Sebagai contoh pelapisan zink pada pipa besi, tiang telepon, dan badan mobil. Pada tiang telepon yang terbuat dari logam besi perlu adanya perlindungan agar besi tetap utuh dan tidak mengalami korosi atau berkarat. Apabila tiang telepon tersebut berkarat semakin lama makin keropos dan bisa rubuh, tentu akan membahayakan.



sumber: medcom.id

Gambar 7. Tiang telepon terbuat besi dilapisi seng

7. Sacrificial protection (pengorbanan anoda)

Besi yang dihubungkan dengan logam lain yang lebih aktif (mempunyai potensial elektroda lebih negatif atau lebih mudah berkarat) membentuk sel elektrokimia dengan besi sebagai katoda. Dengan demikian yang akan teroksidasi adalah logam lain (anoda) sedangkan besi hanya berfungsi sebagai tempat terjadinya reduksi oksigen. Jadi, besi terlindungi karena dijadikan katoda, sedangkan logam pelindungnya (anoda) dikorbankan. Perlindungan katoda digunakan untuk melindungi pipa bawah tanah. Pada tempat-tempat tertentu pipa itu dihubungkan dengan logam magnesium. Magnesium akan teroksidasi sehingga perlu diganti secara berkala. Cara ini digunakan untuk melindungi pipa baja yang ditanam dalam tanah atau badan kapal laut.

Pada cara pengorbanan anoda, logam magnesium mengalami oksidasi $\text{Mg}_{(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$. Sedangkan yang mengalami reduksi adalah oksigen $\text{O}_{2(g)} + 4\text{H}^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

Urutan unsur-unsur logam pada table potensial elektroda standar disebut deret elektrokimia (deret volta), yaitu deret keaktifan logam.

Li – K – Ba – Ca – Na – Mg – Al – Mn – Zn – Cr – Fe – Cd – Co – Ni – Sn – Pb – (H) – Cu – Ag – Hg – Pt – Au



sumber: republik.co.id

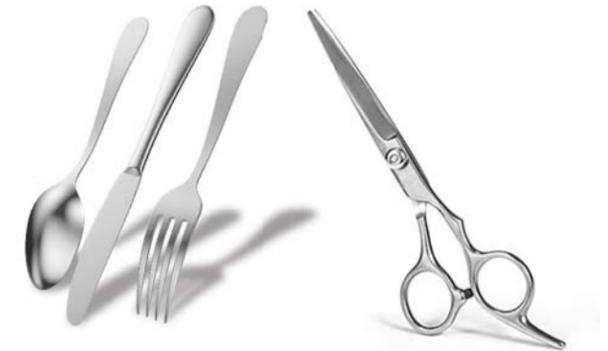
Gambar 8. Pipa baja bawah tanah

Deret ini memberikan informasi reaktifitas unsur logam dalam suatu reaksi redoks sebagai berikut.

- Reaktivitas unsur logam semakin berkurang dari kiri ke kanan
- Sifat reduktor (daya reduksi) logam semakin berkurang dari kiri ke kanan
- Kecenderungan logam untuk teroksidasi semakin berkurang dari kiri ke kanan
- Sifat oksidator (daya oksidasi) logam semakin bertambah dari kiri ke kanan
- Kecenderungan ion logam untuk tereduksi semakin bertambah dari kiri ke kanan

8. Membuat paduan logam

Paduan logam yang sering dipakai adalah stainless steel, yang merupakan campuran dari 74% besi, 18% nikel dan 8% krom. Contohnya pada alat-alat perkakas rumah tangga seperti sendok dan garpu serta gunting.



sumber: pinterest.com

Gambar 9. Perabot rumah tangga terbuat dari stainless steel

PENUGASAN 1

Perkaratan Besi

Korosi diartikan sebagai rusaknya benda-benda logam seperti besi yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Korosi merupakan reaksi elektrokimia yang bersifat alamiah dan berlangsung dengan sendirinya. Oleh karena itu korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan sama sekali. Korosi hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses rusaknya besi. Pada proses perkaratan besi terbentuk oksida besi. Secara elektrokimia, proses perkaratan besi adalah peristiwa teroksidasinya logam besi oleh oksigen dari udara dan adanya air. Korosi besi dapat dihambat dengan cara tertentu. Untuk meningkatkan pemahaman Anda tentang faktor-faktor yang mempengaruhi korosi, lakukan tugas berikut.

1. Tujuan

Peserta didik memahami faktor yang mempengaruhi dan penyebab perkaratan besi.

2. Media

- a. Rak tabung reaksi
- b. Tabung reaksi
- c. Ampelas

- d. Plastik
- e. Karet
- f. Paku berukuran sedang
- g. Air
- h. Minyak goreng
- i. Larutan NaCl
- j. HCl 0,001 M

3. Langkah-langkah

- a. Paku sebanyak 10 buah yang telah diampelas dimasukkan ke dalam 10 tabung reaksi yang sudah diberi tanda huruf A sampai J masing-masing satu buah.
- b. Masing-masing tabung reaksi diisi dengan ketentuan sebagai berikut.
 Tabung reaksi A berisi paku (tidak ditutup).
 Tabung reaksi B berisi paku (ditutup rapat)
 Tabung reaksi C berisi paku dan minyak goreng (tidak ditutup).
 Tabung reaksi D berisi paku dan minyak goreng (ditutup rapat).
 Tabung reaksi E berisi paku dan air secukupnya (tidak ditutup)
 Tabung reaksi F berisi paku dan air secukupnya (ditutup)
 Tabung reaksi G berisi paku dan larutan NaCl secukupnya (tidak ditutup)
 Tabung reaksi H berisi paku dan larutan NaCl secukupnya (ditutup)
 Tabung reaksi I berisi paku dan larutan HCl 0,001 M (tidak ditutup)
 Tabung reaksi J berisi paku dan larutan HCl 0,001 M (ditutup)
- c. Tabung reaksi tersebut disimpan selama 7 hari kemudian diamati.
- d. Tuliskan hasil pengamatan pada saat paku dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi larutan. Hasil pengamatan dituliskan pada tabel 1 di bawah ini!

Tabel 1. Hasil Pengamatan Saat Paku Dimasukkan Ke dalam Tabung

Tabung Reaksi	Catatan Hasil Pengamatan
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
I	
J	

- e. Buatlah perkiraan tabung mana yang lebih cepat berkarat dan apa penyebabnya?

.....

.....

.....

.....

.....

- f. Tuliskan hasil pengamatan setelah 7 hari pada tabel 2

Tabel 1. Hasil Pengamatan Saat Paku Dimasukkan Ke dalam Tabung

Tabung Reaksi	Catatan Hasil Pengamatan Setelah 7 Hari
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
I	
J	

- g. Tuliskan kesimpulan dari praktikum yang telah Anda lakukan!

.....

.....

.....

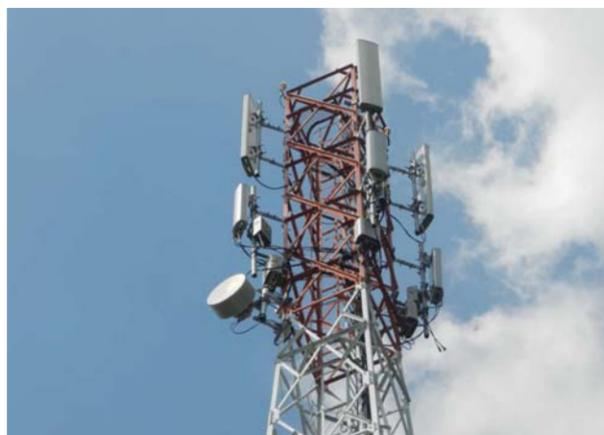
.....

.....

PENUGASAN 2

Menara Pemancar

Korosi atau perkaratan besi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur bahan bangunan yang terbuat besi atau baja. Karena besi atau baja menjadi cepat keropos apabila bereaksi dengan oksigen dan air. Proses perkaratan besi terjadi secara alami dan tidak dapat dihentikan sama sekali, namun dapat dihambat dengan berbagai cara. Tugas berikut ini untuk meningkatkan pemahaman Anda tentang cara menghambat perkaratan besi.



sumber: batangkab.go.id

Gambar 10. Menara pemancar

1. Tujuan

Peserta didik memahami cara mencegah dan menghambat proses terjadinya korosi dalam kehidupan sehari-hari.

2. Media

- Menara pemancar yang berada di lingkungan sekitar
- Pagar rumah atau perabot rumah tangga

3. Langkah-langkah

- Peserta didik membentuk kelompok, tiap kelompok terdiri dari 4 orang.
- Peserta didik mengamati menara pemancar yang ada di lingkungan sekitar, pagar rumah atau perabot rumah tangga .
- Peserta didik mengerjakan soal-soal yang diberikan oleh tutor secara berkelompok. Diskusikan dan jawablah pertanyaan berikut ini singkat dan jelas!
 - Amati menara pemancar, pagar rumah atau perabot rumah tangga. Mengapa dicat warna warni?
 - Jelaskan akibatnya apabila menara pemancar dan pagar tidak dicat!
 - Selain dicat, Logam pada menara pemancar juga dilindungi dengan cara perlindungan katodik/perlindungan elektrokimia dengan menghubungkan bagian bawah menara dengan lempengan logam. Logam apakah yang digunakan dalam perlindungan katodik?
 - Diskusikan dan carilah contoh-contoh pencegahan korosi yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yang berada disekitarmu!

LATIHAN

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E.

- Seorang siswa melakukan percobaan sebagai berikut.
 - Paku dimasukkan ke dalam larutan garam
 - Paku dililiti logam magnesium kemudian dimasukkan ke dalam air
 - Paku diletakkan sebagai anoda dan tembaga sebagai katoda dimasukkan ke dalam larutan tembaga sulfat kemudian dialiri arus listrik
 - Paku dililiti logam tembaga kemudian dimasukkan ke dalam air
 - Paku dimasukkan ke dalam minyak pelumas

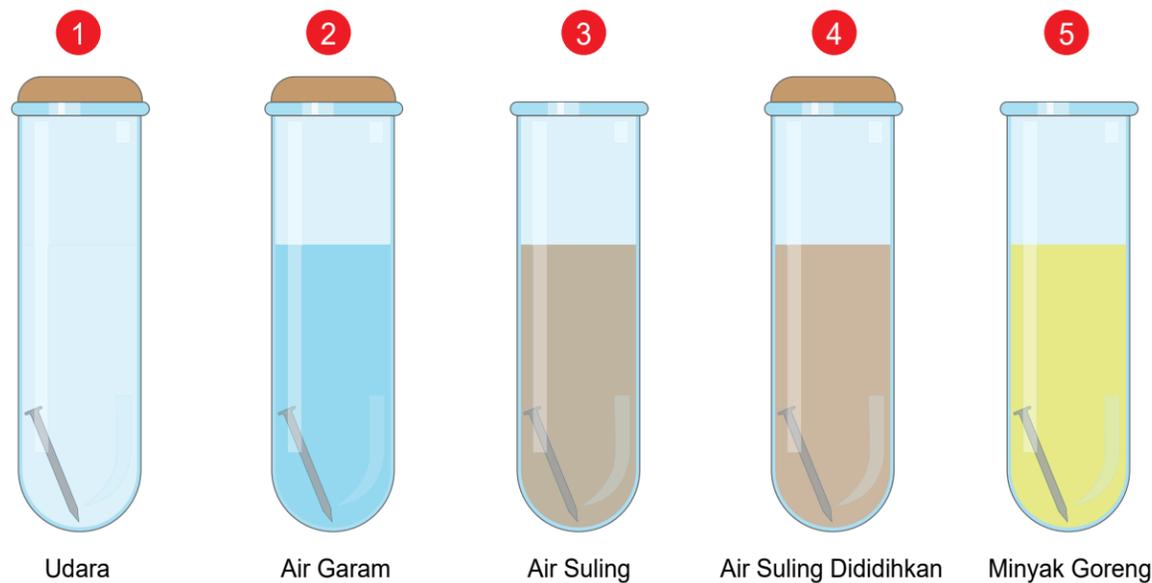
Dari 5 percobaan yang dilakukan, paku akan terlindungi dari perkaratan yaitu pada percobaan ...

- (1) dan (2)
 - (1) dan (3)
 - (2) dan (4)
 - (2) dan (5)
 - (3) dan (5)
- Logam yang dapat mencegah terjadinya korosi pada besi dengan cara proteksi katodik adalah ...
 - Co
 - Pb
 - Sn
 - Mg
 - Ag
 - Perhiasan dari perak ditempel di dinding dengan paku besi. Pernyataan di bawah ini yang benar adalah ...
 - Perhiasan lebih cepat timbul karat
 - Besi tidak akan berkarat
 - Perhiasan terlindungi dari karat oleh besi
 - Besi lebih cepat berkarat daripada perhiasan
 - Perhiasan tidak akan berkarat

4. Pencegahan korosi terhadap rantai dan mesin kendaraan dilakukan dengan cara ...

- A. Membuat paduan logam
- B. Melapisi dengan krom
- C. Melumuri dengan oli
- D. Membalut dengan plastik
- E. Anodeising

5. Perhatikan gambar percobaan korosi berikut.



Paku yang mengalami korosi lebih cepat terjadi pada gambar nomor ...

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

6. Cara yang paling tepat dilakukan untuk melindungi hiasan rumah yang terbuat dari besi dari peristiwa-peristiwa korosi adalah ... (Ujian Nasional 2014)

- A. Dilapisi dengan perak
- B. Dilapisi dengan aluminium
- C. Proteksi katodik
- D. Dilumuri dengan oli
- E. Dilapisi dengan seng

7. Pada perlindungan katodik besi dengan logam lain, pernyataan yang benar di bawah ini adalah ...

- A. Besi dan logam pelindung sama-sama bertindak sebagai anode
- B. Besi dan logam pelindung sama-sama bertindak sebagai katode.
- C. Besi bertindak sebagai anode dan logam pelindung bertindak sebagai katode.
- D. Besi bertindak sebagai katode dan logam pelindung sebagai anode.
- E. Besi sebagai pelindung dan logam lain yang dilindungi.

8. Untuk mencegah korosi, logam besi dilapisi dengan logam tembaga atau perak, kelebihan cara pelapisan ini adalah ...

- A. Warnanya menjadi lebih menarik
- B. Besi tidak akan lebih cepat keropos
- C. Logam perak lebih mahal daripada logam besi
- D. Kurang tahan lama karena mudah mengelupas
- E. Logam besi tidak akan tampak dari luar

9. Faktor-faktor yang berasal dari lingkungan berikut ini dapat mempengaruhi korosi kecuali ...

- A. Suhu
- B. Udara
- C. Struktur bahan
- D. Kelembapan
- E. Keasaman

10. Salah satu cara mencegah terjadinya reaksi korosi pada menara adalah ...

- A. Dilapisi timah
- B. Direndam dengan air
- C. Dibakar lalu ditempa
- D. Dichelupkan pada larutan asam
- E. Dihubungkan dengan lempeng magnesium

Dalam kehidupan sehari-hari kita menjumpai perhiasan imitasi berupa kalung, gelang, cincin dan anting yang dibuat bukan dari emas asli tetapi warna dan kilauanya menyerupai emas asli. Perhiasan emas imitasi digemari banyak wanita yang ingin tampil cantik karena harganya murah, terjangkau, dan modelnya bagus sangat menarik. Namun ada juga wanita memilih memakai perhiasan imitasi dengan alasan keamanan. Jika Anda penggemar perhiasan imitasi perlu hati-hati dan mengenal efeknya bagi kesehatan karena perhiasan imitasi dapat menimbulkan alergi pada kulit seperti gatal dan ruam. Meskipun tidak semua orang alergi memakai perhiasan imitasi.



sumber: amazon.com
Gambar 11. Perhiasan emas imitasi

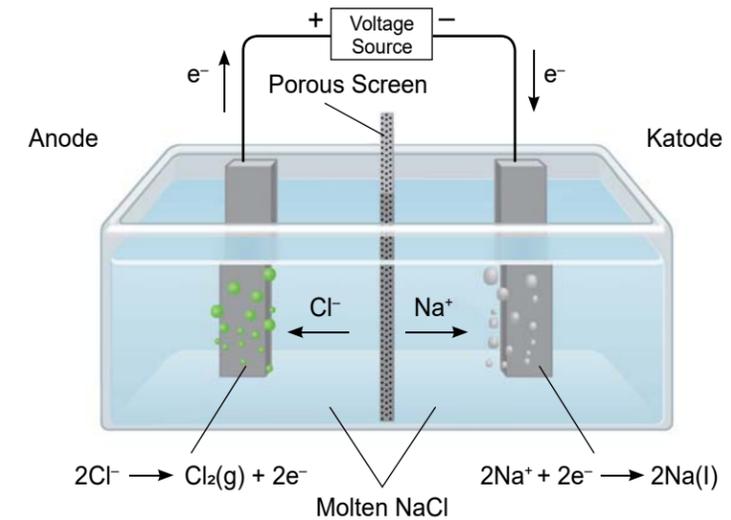
Bagaimana cara membuat perhiasan imitasi yang warna dan kilauanya seperti emas asli? Mungkin Anda pernah mendengar istilah penyepuhan logam (*electroplating*), yaitu salah satu teknik untuk melapisi logam dengan logam lain melalui proses elektrolisis dengan tujuan untuk menghasilkan logam yang memiliki kualitas lebih baik. Contohnya tembaga sering dilapisi dengan emas atau perak agar tampak lebih berharga. Demikian juga logam besi yang mudah berkarat maka dilapisi dengan logam lain yang tahan karat, misalnya dengan nikel atau krom.

Emas imitasi dibuat dengan teknologi penyepuhan logam yang merupakan penerapan prinsip elektrolisis. Pada Unit 2 ini Anda akan belajar tentang sel elektrolisis, reaksi-reaksi elektrolisis, hukum Faraday, dan kegunaan elektrolisis dalam kehidupan.

A. Sel Elektrolisis

Elektrolisis adalah penguraian suatu elektrolit oleh arus listrik sehingga reaksi kimia tidak spontan dapat terjadi. Elektrolisis menyebabkan munculnya banyak benda dalam kehidupan sehari-hari seperti perhiasan berlapis emas atau perak dan bumper mobil berlapis krom.

Sel elektrolisis adalah alat yang dipakai untuk melakukan reaksi elektrolisis. Sel elektrolisis merupakan sel elektrokimia yang menggunakan energi listrik untuk menjalankan reaksi redoks tidak spontan. Reaksi elektrolisis dapat didefinisikan sebagai reaksi peruraian zat dengan menggunakan arus listrik. Prinsip kerja sel elektrolisis adalah menghubungkan kutub negatif dari sumber arus searah ke katode dan kutub positif ke anode sehingga terjadi overpotensial yang menyebabkan reaksi reduksi dan oksidasi tidak spontan dapat berlangsung. Elektron akan mengalir dari katode ke anode. Ion-ion positif akan cenderung tertarik ke katode dan tereduksi, sedangkan ion-ion negatif akan cenderung tertarik ke anode dan teroksidasi. Secara umum, sel elektrolisis tersusun sebagai berikut.



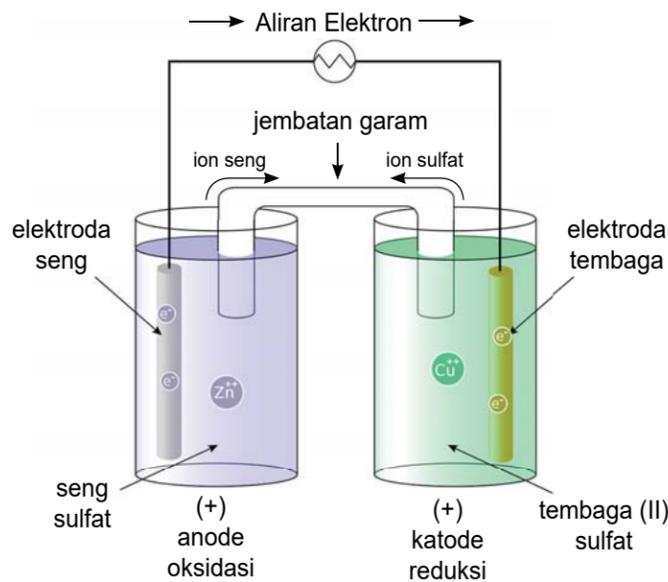
Gambar 12. Susunan sel elektrolisis

- Anode, yaitu elektrode tempat terjadinya reaksi oksidasi.
- Katode, yaitu elektrode tempat terjadinya reaksi reduksi.
- Elektrolit, yaitu zat yang dapat menghantarkan listrik.
- Sumber listrik yang menyuplai arus searah (dc), misalnya baterai.

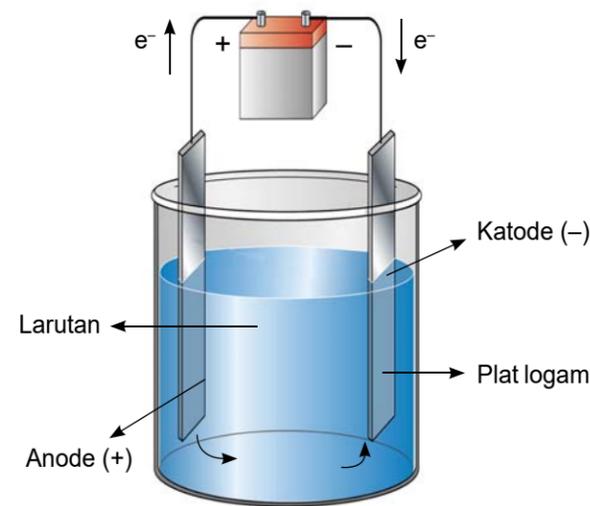
B. Reaksi-reaksi Elektrolisis

Pada sel elektrolisis, reaksi kimia akan terjadi jika arus listrik dialirkan melalui larutan elektrolit maka energi listrik (arus listrik) diubah menjadi energi kimia (reaksi redoks). Pada sel elektrolisis, ion positif (kation) dari larutan elektrolit akan tertarik ke katode, selanjutnya mengalami reduksi sehingga menjadi atom netral. Ion negatif (anion) akan tertarik ke anode, selanjutnya teroksidasi sehingga menjadi atom netral. Dengan kata lain, pada sel elektrolisis reaksi oksidasi terjadi pada anode dan reduksi terjadi pada katode yang berarti sama seperti sel volta. Tetapi kutub

anode dan katode pada sel volta dan sel elektrolisis berlawanan jenis. Perhatikan gambar 13 dan gambar 14 berikut.



Gambar 13. Sel Volta

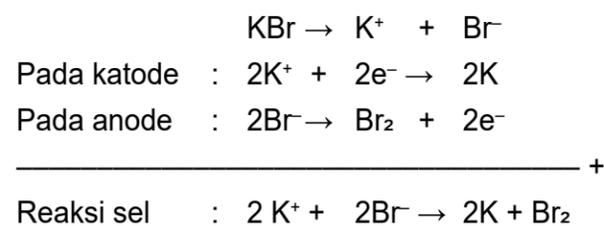


Gambar 14. Sel elektrolisis

Reaksi Sel Volta dan Sel Elektrolisis

Sel Volta	Sel Elektrolisis
• Di katode terjadi reaksi reduksi, merupakan kutub (+)	• Di katode terjadi reaksi reduksi, merupakan kutub (-)
• Di anode terjadi reaksi oksidasi, merupakan kutub (-)	• Di anode terjadi reaksi oksidasi, merupakan kutub (+)
Agar Anda mudah ingat disingkat: (KPAN = katode positif anode negatif)	Agar Anda mudah ingat disingkat: (KNAP = katode negatif anode positif)

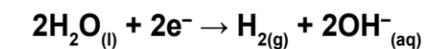
Sebagai contoh amati elektrolisis dari lelehan KBr. Lelehan KBr dialiri arus listrik akan terionisasi menjadi ion K⁺ dan ion Br⁻. Ion K⁺ akan tertarik ke katode, selanjutnya mengalami reduksi untuk menjadi atom K yang mengendap (melapisi) katode tersebut. Ion Br⁻ akan tertarik ke anode. Selanjutnya mengalami oksidasi untuk menjadi atom Br₂. Reaksi elektrolisis lelehan KBr ini dapat dituliskan sebagai berikut.



Pada sel elektrolisis tidak selalu ion negatif akan teroksidasi atau ion positif akan tereduksi pada masing-masing anode dan katode. Hal itu berkaitan dengan kemampuan dari ion positif untuk mengalami reduksi dan kemampuan ion negatif untuk mengalami oksidasi. Untuk memahami hal tersebut, berikut ini diuraikan reaksi pada katode dan anode dari sel elektrolisis.

1. Reaksi Reduksi pada Katode

Ion positif akan mengalami reduksi pada katode, kecuali kation yang berasal dari logam IA, IIA, Al, dan Mn dalam bentuk larutan air tidak akan mengalami reduksi. H₂O mengalami reduksi menjadi H₂ dan OH⁻. Penyebabnya adalah potensial reduksi H₂O lebih besar dibandingkan dengan potensial reduksi dari logam-logam tersebut. Ion logam IA, IIA, Al, dan Mn akan mengalami reduksi apabila dalam bentuk lelehan (leburan). Reaksi reduksi H₂O tersebut adalah sebagai berikut.



Contoh soal:

Tentukan reaksi reduksi pada katode untuk elektrolisis larutan Na₂SO₄ !

Langkah penyelesaian:

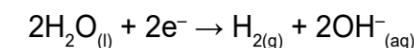
1. Menuliskan reaksi ionisasi dari Na₂SO₄



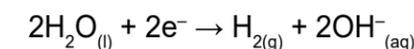
2. Menentukan ion yang bermuatan positif (Katode)

Na⁺, karena Na termasuk golongan IA dan Na₂SO₄ dalam bentuk larutan, maka yang mengalami reduksi adalah H₂O

3. Menuliskan reaksi reduksi H₂O



4. Jadi reaksi reduksi pada katode untuk elektrolisis larutan Na₂SO₄ adalah :



2. Reaksi Oksidasi pada Anode

Tidak selamanya ion negatif akan mengalami oksidasi pada anode. Jika elektrode anode terbuat dari logam aktif (selain logam Pt, Au, dan C), yang mengalami oksidasi adalah elektrode tersebut. Jika bahan elektrode terbuat dari grafit (C) atau logam inert (misalnya Pt atau Au) maka elektrode tidak mengalami oksidasi atau reduksi. Jadi yang mengalami oksidasi atau reduksi spesi-spesi yang ada disekitar elektrode. Akan tetapi, jika ion negatif tersebut mengandung atom O, seperti SO₄²⁻, NO₃⁻, dan PO₄³⁻, yang mengalami oksidasi adalah air (H₂O).

Reaksi oksidasi pada air adalah : $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 4\text{H}^+_{(aq)} + \text{O}_{2(g)} + 4\text{e}^-$

Contoh soal:

Tentukanlah reaksi oksidasi di anode untuk elektrolisis larutan NaCl dengan elektrode C!

Langkah penyelesaian:

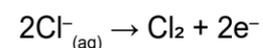
1. Menuliskan reaksi ionisasi dari NaCl



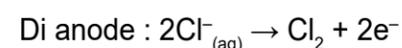
2. Menentukan anode (ion negatif) dari NaCl



3. Menuliskan reaksi oksidasi dari Cl^- karena menggunakan elektrode C



4. Menuliskan reaksi di anode untuk elektrolisis dari larutan $\text{NaCl}_{(aq)}$ dengan elektrode C



C. Hukum Faraday

Bagaimanakah hubungan antara jumlah listrik yang digunakan dengan massa zat yang dihasilkan, baik di katode maupun anode pada proses elektrolisis? Hubungan itu ditemukan oleh Michael Faraday (1791–1867) yang berkebangsaan Inggris sehingga dinamakan Hukum Faraday. Hukum Faraday tersebut akan diuraikan berikut ini.

Hukum Faraday I

Massa zat yang dihasilkan sebanding dengan jumlah muatan listrik (Q) yang melewati sel elektrolisis tersebut.

$$m \approx Q \rightarrow Q = i \cdot t \text{ atau } m \approx i \cdot t$$

Keterangan: m = massa zat (gram)

i = arus listrik (ampere)

t = waktu (detik)

Hukum Faraday II

Massa zat yang dihasilkan sebanding dengan massa ekuivalensi (w) zat tersebut pada sel elektrolisis.

$$M \approx w \rightarrow w = \frac{Ar}{e} \text{ atau } m \approx \frac{Ar}{e}$$

Keterangan: Ar = massa atom relatif suatu zat

e = ekuivalensi suatu zat

Hukum Faraday I : $m \approx Q$ atau $m \approx F$

Hukum Faraday II : $m \approx$

Dari kedua hukum Faraday tersebut, hubungannya adalah sebagai berikut:

$$m \approx \frac{Ar}{e} \times F \text{ atau } m = \frac{Ar}{e} \times \frac{i \times t}{96.500}$$

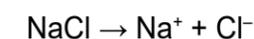
$$1 F = 96.500 \text{ coulomb}$$

Contoh soal:

Tentukanlah massa Na yang mengendap pada katode jika leburan NaCl dielektrolisis dengan arus 2 ampere selama 1 menit! (Ar Na = 23)

Langkah penyelesaian:

1. Menuliskan reaksi ionisasi NaCl



2. Menentukan katode yang terlibat dalam reaksi



3. Menentukan jumlah elektron yang terlibat dalam Na^+



4. Menentukan massa Na

$$m = \frac{Ar}{e} \times \frac{i \times t}{96.500} = \frac{23}{1} \times \frac{2 \times 60}{96.500} \text{ gram (1 menit = 60 detik)} = 0,029 \text{ gram}$$

Sesuai dengan hukum Faraday II, Jika jumlah listrik yang sama dialirkan melalui dua atau lebih sel elektrolisis, perbandingan massa zat yang dihasilkan sama dengan perbandingan massa ekuivalensinya. Secara umum perbandingan massa zat A dan zat B dari hasil elektrolisis dengan jumlah listrik yang sama sebagai berikut.

$$m_A : m_B = \frac{Ar_A}{e_A} : \frac{Ar_B}{e_B}$$

D. Penggunaan Elektrolisis dalam Kehidupan

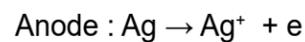
Proses elektrolisis sangat penting penggunaannya dalam kehidupan dan industri, diantaranya penyepuhan logam, pemurnian logam (pengolahan logam), dan produksi zat dalam industri bahan kimia.

1. Penyepuhan Logam (*electroplating*)

Penyepuhan atau *electroplating* merupakan salah satu teknik untuk melapisi suatu logam dengan logam lain melalui proses elektrolisis dengan tujuan untuk menghasilkan logam yang memiliki kualitas lebih baik. Sebagai contoh tembaga dilapisi dengan emas atau perak agar berkilau seperti emas atau perak sehingga lebih berharga.

Penyepuhan logam juga bertujuan melapisi logam dengan logam lain agar tidak mudah berkarat. Contoh besi yang mudah berkarat maka dilapisi dengan logam lain yang tahan karat, misalnya dengan nikel atau krom. Contoh lainnya penyepuhan perak yang biasa dilakukan pada peralatan rumah tangga, seperti sendok, garpu, dan pisau. Logam yang akan disepuh dijadikan katode, logam penyepuh sebagai anode. Sebagai larutan elektrolit digunakan larutan yang mengandung logam penyepuh. Gambar 15 penyepuhan sendok besi oleh logam perak (Ag). Sendok besi dipasang sebagai katode dan logam perak bertindak sebagai anode. Larutan elektrolitnya adalah larutan AgNO_3 .

Logam Ag di anode (sebagai elektrode aktif) akan teroksidasi



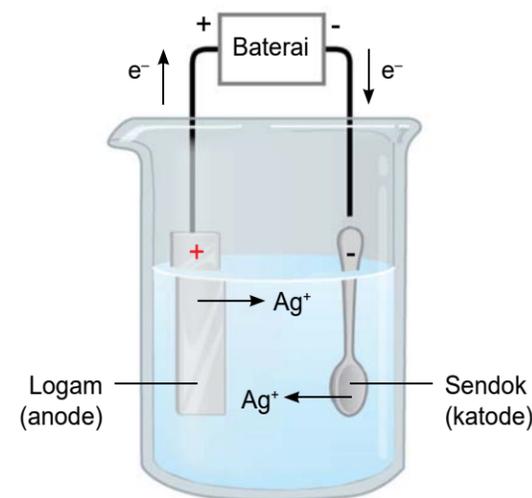
Ion Ag^+ pada larutan akan menuju katode (kutub negatif) dan tereduksi



Logam Ag yang terbentuk akan menempel di sendok besi.

Proses pelapisan logam menggunakan bantuan arus listrik dan senyawa elektrolit tertentu untuk memindahkan partikel logam pelapis ke material yang akan dilapisi.

Industri kerajinan dari logam, misalnya perhiasan dan alat-alat rumah tangga, banyak yang memanfaatkan proses elektrolisis, yaitu dengan penyepuhan, vernikel, dan verkrom. Kursi lipat yang terbuat dari logam besi disepuh dengan logam kromium melalui elektrolisis $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, dengan anode dari logam kromium dan katode logam yang dilapisi kromium. Cara ini lebih dikenal dengan verkrom.



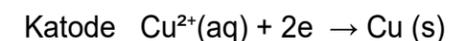
Gambar 15. Penyepuhan perak pada sendok besi

Pembuatan perhiasan yang berlapis emas menggunakan cara elektrolisis pada proses pelapisannya. Perhiasan yang akan dilapisi (disepuh) diletakkan pada katode dan logam emas untuk menyepuh diletakkan di anode. Larutan elektrolit yang digunakan menggunakan larutan yang mengandung ion Au^{3+} . Larutan Au^{3+} harus dibuat dengan konsentrasi yang sekecil-kecilnya dan menggunakan arus yang sekecil-kecilnya agar proses penempelannya sempurna. Apabila penempelannya terlalu cepat, maka proses kritisasinya tidak sempurna dan akibatnya menjadi hitam (tidak mengkilat). Agar konsentrasi Au^{3+} yang ada dalam larutan sekecil-kecilnya maka garam Au^{3+} ditambah apotas ($\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot \text{KCN}$) yang akan membentuk ion kompleks $[\text{Au}(\text{CN})_6]^{3-}$. Proses penyepuhan memerlukan keterampilan dan pengalaman, sebab tanpa latihan hasil yang didapat kurang baik.

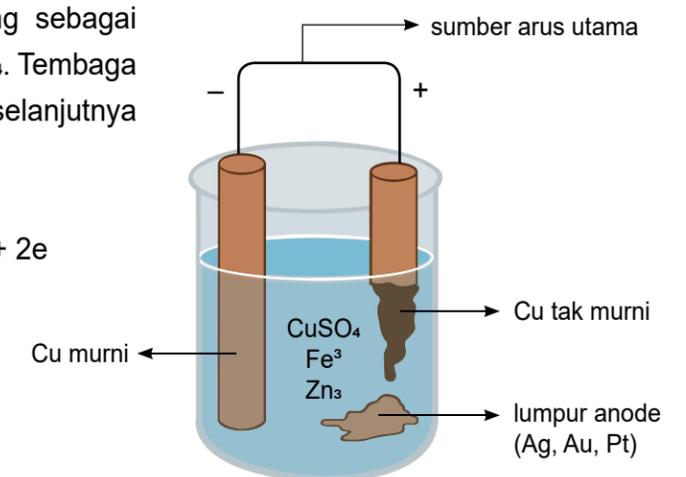
2. Pemurnian Logam

Pada pengolahan tembaga dari bijih kalkopirit diperoleh tembaga yang masih tercampur dengan sedikit perak, emas, dan platina. Tembaga yang tidak murni dipisahkan dari zat pengotornya dengan elektrolisis.

Tembaga yang tidak murni dipasang sebagai anoda dan tembaga murni dipasang sebagai katoda dalam elektrolit larutan CuSO_4 . Tembaga di anoda teroksidasi menjadi Cu^{2+} selanjutnya Cu^{2+} direduksi di katoda.



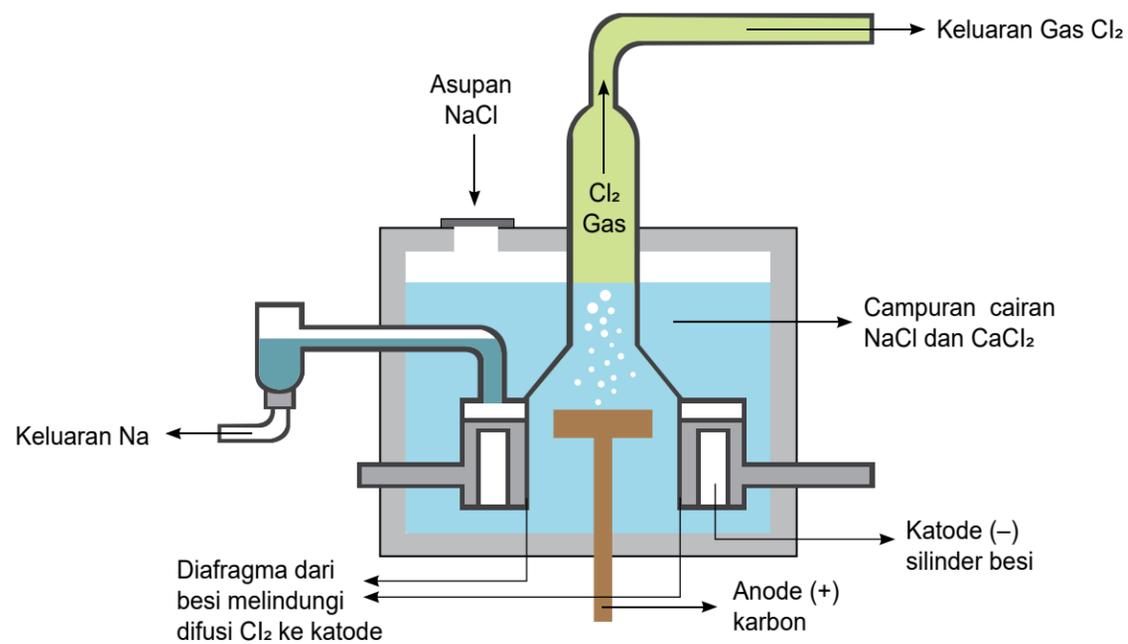
Anode semakin habis dan katoda semakin bertambah besar. Logam emas, perak, dan platina terdapat pada lumpur anoda sebagai hasil samping pada pemurnian tembaga.



Gambar 16. Pemurnian Tembaga

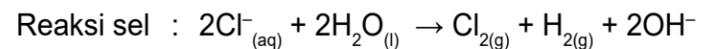
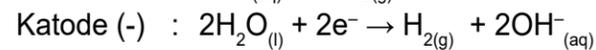
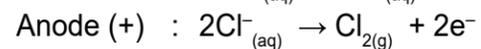
3. Industri Bahan Kimia

Pembuatan bahan-bahan kimia tertentu, misalnya gas klorin dan NaOH dilakukan dengan cara elektrolisis karena lebih murah biayanya daripada menggunakan proses reaksi kimia biasa. Pembuatan gas klorin dan NaOH dilakukan dengan elektrolisis larutan NaCl pekat yang diperoleh dari pemekatan air laut. Dengan metode ini bahan baku dapat diperoleh dengan mudah dan murah. Pada proses pembuatan klorin dan NaOH dengan elektrolisis isi digunakan sel elektrolisis yang diberi diafragma yang berfungsi untuk mencegah bereaksinya gas klorin yang dihasilkan dengan NaOH yang dihasilkan. Oleh karena itu, sel elektrolisis dikenal sebagai sel diafragma.



Gambar 17. Sel Diafragma

Reaksi yang terjadi:



Ion OH^- yang terjadi bereaksi dengan ion Na^+ menghasilkan NaOH yang selanjutnya akan dapat dikristalkan. Jadi, pada proses ini dihasilkan gas klorin di anode, gas H_2 di katode, serta NaOH .

LATIHAN

A. Pilihan Ganda

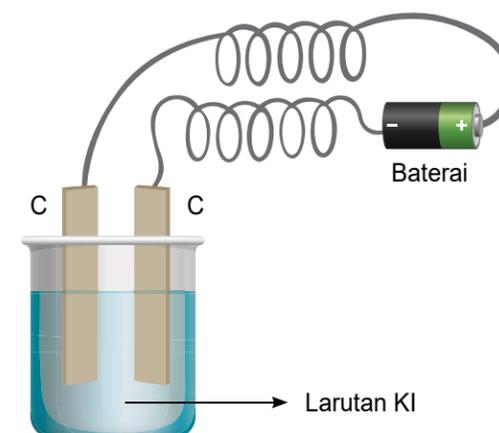
Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E.

- Dalam proses penyepuhan penyebab anoda larut terus menerus adalah ...
 - Anoda mengalami reaksi reduksi
 - Anoda mengalami reaksi oksidasi
 - Anoda dapat menghantarkan listrik
 - Adanya larutan elektrolit
 - Adanya aliran elektron
- Pada proses penyepuhan tembaga dengan emas, pernyataan di bawah ini yang benar, kecuali ...
 - Tembaga sebagai katoda
 - Emas sebagai anoda
 - Tembaga mengalami reaksi reduksi
 - Emas mengalami reaksi oksidasi
 - Menggunakan elektrolit garam emas
- Proses elektrolisis lelehan NaCl dengan elektroda karbon digunakan arus sebesar 10 ampere selama 30 menit. Massa logam natrium yang diperoleh adalah ... ($\text{Ar Na} = 23$, $\text{Cl} = 35,5$)
 - $\frac{23 \times 10 \times 30 \times 60}{96500}$
 - $\frac{23 \times 10 \times 30}{96500}$
 - $\frac{58,5 \times 10 \times 30 \times 60}{96500}$
 - $\frac{58,5 \times 10 \times 30}{96500}$
 - $\frac{58,5 \times 10 \times 30 \times 60}{2 \times 96500}$
- Pada penyepuhan logam besi dengan perak dilakukan elektrolisis selama 2 jam dengan arus 10 A. Jika larutan yang digunakan AgNO_3 ($\text{Ar Ag} = 108$) maka massa perak yang mengendap adalah ...

- A. $\frac{2 \times 96.500 \times 10 \times 60}{108}$
 B. $\frac{2 \times 10 \times 108 \times 60}{96.500}$
 C. $\frac{108 \times 2 \times 96.500}{10}$
 D. $\frac{108 \times 2 \times 60 \times 60 \times 10}{96.500}$
 E. $\frac{108 \times 2 \times 96.500}{60 \times 60 \times 10}$

5. Dalam elektrolisis larutan CuSO₄ dengan elektroda inert dihasilkan 224 ml gas (STP) di anoda. Massa endapan yang didapat di katoda adalah ... (Ar Cu = 63,5). (Ujian Nasional 2014)
- A. 6,35 gram
 B. 1,27 gram
 C. 0,64 gram
 D. 0,32 gram
 E. 0,127 gram
6. Gelang dilapisi emas sebanyak 19,7 gram dengan proses elektrolisis dengan menggunakan larutan AuCl₃. Proses elektrolisis berlangsung dengan arus 60 ampere dan 1 F = 96.500 C. Waktu yang diperlukan untuk melapisi gelang tersebut adalah ... (Ar Au = 197). (Ujian Nasional 2016)
- A. 482,5 detik
 B. 804,0 detik
 C. 965,5 detik
 D. 1.608 detik
 E. 1.930 detik
7. Kunci yang terbuat dari besi akan disepuh dengan logam emas menggunakan kuat arus 10 ampere selama 96500 detik. Pada reaksi penyepuhan kunci besi dengan logam emas diperlukan arus listrik 0,015 Faraday, massa logam emas yang melapisi kunci besi tersebut adalah ... (Ar Au = 197 g/mol).
- A. 0,0985 gram
 B. 0,2985 gram
 C. 0,9850 gram
 D. 2,9850 gram
 E. 9,050 gram

8. Perhatikan sel elektrolisis berikut ini!



Reaksi yang terjadi di katoda adalah ... (Ujian Nasional 2015)

- A. $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$
 B. $K^+_{(aq)} + e \rightarrow K_{(s)}$
 C. $2H_2O_{(l)} + 2e \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$
 D. $2I^-_{(aq)} \rightarrow I_{2(s)} + 2e$
 E. $4OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + 4e$
9. Di katode dalam elektrolisis BaCl₂ 1 M terbentuk suatu larutan. Banyaknya larutan HCl 0,2 M yang diperlukan untuk menetralkan larutan itu dengan arus listrik sebesar 0,965 A selama 50 menit adalah ...
- A. 60 mL
 B. 120 mL
 C. 100 mL
 D. 150 mL
 E. 36 mL
10. Pada suatu elektrolisis larutan MSO₄, katode terbentuk 0,28 gram M larutan hasil elektrolisis yang dapat dinetralkan oleh 50 ml larutan NaOH 0,2 M. Massa atom relatif M adalah ...
- A. 28
 B. 42
 C. 84
 D. 70
 E. 56

B. Uraian

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Tentukanlah reaksi reduksi pada katode untuk elektrolisis lelehan $MgCl_2$!
2. Tentukan reaksi oksidasi pada anode untuk elektrolisis larutan Na_2SO_4 dengan elektrode Pt!
3. Tentukan reaksi oksidasi pada anode untuk elektrolisis larutan $NaCl$ dengan elektrode Cu!
4. Tuliskan reaksi total elektrolisis pada leburan $NaCl$ dengan elektrode grafit (C).
5. Tuliskan reaksi total elektrolisis pada larutan $NaCl$ pekat dengan elektrode grafit.

RANGKUMAN

Korosi merupakan reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungan yang menghasilkan senyawa-senyawa yang merugikan. Korosi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur berbagai barang atau bangunan yang menggunakan besi atau baja.

Proses terjadinya korosi didasarkan pada 2 hal yaitu, 1) korosi pada logam besi membutuhkan oksigen dan air sehingga logam harus dihindarkan kontak langsung dengan air dan oksigen, 2) berbagai jenis logam dapat melindungi logam lain yang tahan terhadap korosi. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya korosi, yaitu:

1. Pelapisan logam dengan zat atau bahan lain dengan pengecatan pada logam besi, melumuri dengan oli, dan dibalut dengan plastik.
2. Pelapisan logam dengan logam-logam lain dilakukan dengan elektrolisis seperti pelapisan dengan timah, pelapisan dengan kromium
3. Galvanisasi (pelapisan dengan zink)
4. Sacrificial protection (pengorbanan anoda)
5. Membuat paduan logam

Sel elektrolisis adalah suatu sel yang memanfaatkan energi listrik untuk menjalankan reaksi redoks yang tidak spontan dengan kutub positif anode dan kutub negatif katode.

Hukum Faraday memberikan hubungan antara jumlah listrik yang digunakan dengan massa zat yang dihasilkan, yaitu:

$$m = \frac{Ar}{e} \times \frac{i \times t}{96.500}$$

Kegunaan elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari dan industri, antara lain: pada penyepuhan logam, pemurnian logam (pengolahan logam), dan produksi zat dalam industri bahan kimia. Penyepuhan logam bertujuan melapisi logam dengan logam lain agar memiliki kualitas lebih baik dan lebih berharga seperti tembaga dilapisi emas atau perak. Penyepuhan logam juga bertujuan untuk mencegah korosi, seperti besi dilapisi krom pada bumper mobil.

UJI KOMPETENSI

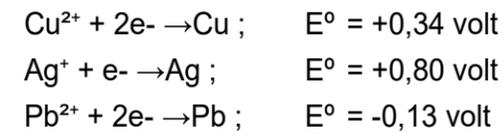
Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E

- Salah satu cara mencegah terjadinya korosi pada menara adalah ...
 - Dihubungkan dengan lempeng magnesium
 - Bahan yang akan digunakan dilapisi timah
 - Bahan yang akan digunakan direndam dalam air
 - Bahan yang akan digunakan dibakar lalu ditempa
 - Bahan yang akan digunakan dicelupkan pada larutan asam
- Di daerah industri, gas-gas yang dapat menyebabkan korosi adalah ...
 - O₂ dan N₂
 - CO dan H₂O
 - CO dan N₂
 - SO₂ dan NO₂
 - CO₂ dan CO
- Pada peristiwa korosi, besi mengalami oksidasi sedangkan yang mengalami reduksi adalah ...
 - H⁺
 - O₂
 - Fe²⁺
 - OH⁻
 - H₂O
- Seng sering dipilih sebagai pelapis besi untuk mencegah terjadinya korosi karena ...
 - Besi menjadi anode
 - Seng menjadi katode
 - Harga E^o sel besi lebih besar
 - Harga E^o sel besi dan seng sama
 - Besi menjadi mudah teroksidasi
- Diketahui:

$$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe} ; \quad E^{\circ} = -0,44 \text{ volt}$$

$$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni} ; \quad E^{\circ} = -0,25 \text{ volt}$$

$$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg} ; \quad E^{\circ} = -2,37 \text{ volt}$$



Logam yang dapat melindungi besi dari perkaratan dengan cara melindungi katodik adalah ...

- Ni
 - Mg
 - Cu
 - Ag
 - Pb
- Prinsip pencegahan korosi dengan perlindungan katodik adalah ...
 - Logam di katoda harus memiliki potensial reduksi lebih besar daripada logam di anoda
 - Bahan yang dilindungi harus diletakkan di anoda
 - Logam di katoda harus mudah dioksidasi
 - Logam di anoda harus mudah direduksi
 - Tidak perlu ada larutan elektrolit
 - Logam yang dapat mencegah korosi pipa besi yang ditanam di dalam tanah
 - Mg
 - Ni
 - Cu
 - Pb
 - Sn
 - Perhatikan gambar percobaan korosi berikut!



Urutan paku yang mengalami korosi paling cepat adalah

- 1-2-3-4-5
- 5-1-4-2-3
- 5-4-2-1-3
- 5-4-3-2-1
- 1-5-4-2-3

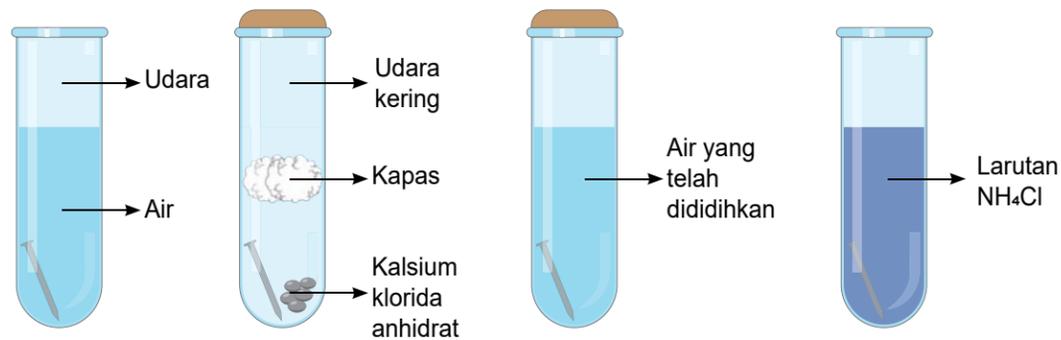
9. Berikut ini adalah faktor-faktor yang dapat mempercepat terjadinya korosi, kecuali ...

- A. Banyak uap air di sekitar logam
- B. Bersinggungan langsung dengan udara
- C. Banyak oksigen di sekitar logam
- D. Banyak terdapat uap asam di sekitar logam
- E. Di sekitar logam tidak ada oksigen

10. Pada elektrolisis larutan NaCl pekat di ruang anode dihasilkan ...

- A. Logam na
- B. Ion hidroksida
- C. Ion klorida
- D. Gas klorin
- E. Larutan asam

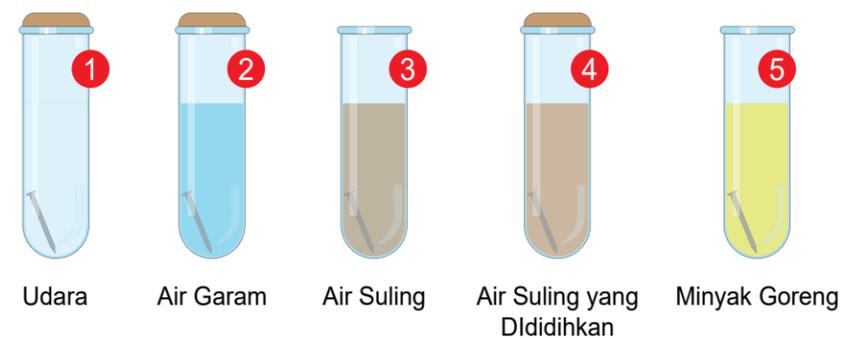
11. Perhatikan gambar data hasil percobaan tentang korosi besi berikut ini



Berdasarkan hasil percobaan di atas, korosi besi memerlukan ...

- A. Air saja
- B. Oksigen saja
- C. Oksigen dan minyak
- D. Oksigen dan air
- E. Oksigen dan NH_4Cl

12. Perhatikan gambar percobaan korosi berikut:



Paku yang mengalami korosi paling cepat terjadi pada nomor ...

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

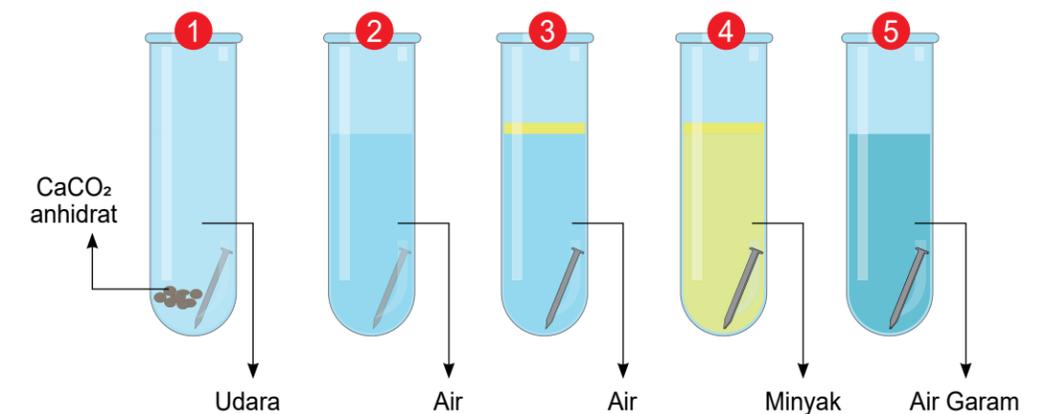
13. Beberapa metode pencegahan korosi besi:

- (1) Mengecat;
- (2) Melumuri
- (3) Dibalut dengan plastik;
- (4) Perlindungan katoda; dan
- (5) Galvanisasi.

Metode yang paling tepat digunakan untuk melindungi pipa besi yang ada di dalam tanah adalah ...

- A. (1)
- B. (2)
- C. (3)
- D. (4)
- E. (5)

14. Perhatikan gambar proses korosi berikut!



Proses korosi yang berlangsung paling lambat terjadi pada gambar ...

- A. (1)
- B. (2)
- C. (3)
- D. (4)
- E. (5)

15. Pencegahan korosi yang paling tepat untuk peralatan rumah tangga pada gambar di bawah ini adalah ...



- A. Pengecatan
- B. Pelapisan dengan timah
- C. Dibalut dengan lastik
- D. Galvanisasi
- E. Diolesi dengan gemuk atau oli



Kunci Jawaban dan Penilaian

Penugasan 1:

Tabel 1. Hasil Pengamatan Saat Paku Dimasukkan Ke dalam Tabung

Tabung Reaksi	Hasil Pengamatan Diawal Percobaan
A	Paku tidak berkarat
B	Paku tidak berkarat
C	Paku tidak berkarat
D	Paku tidak berkarat
E	Paku belum berkarat
F	Paku belum berkarat
G	Paku belum berkarat dan timbul gelembung sedikit pada daerah sekitar paku
H	Paku belum berkarat dan timbul gelembung sedikit pada daerah sekitar paku
I	Paku belum berkarat dan timbul gelembung banyak pada daerah sekitar paku
J	Paku belum berkarat dan timbul gelembung banyak pada daerah sekitar paku

Perkiraan tabung mana yang lebih cepat berkarat dan apa penyebabnya?

Tabung yang lebih cepat berkarat adalah tabung I, karena di dalam tabung I terdapat larutan asam yang sifatnya korosif. Kondisi tabung yang terbuka juga menyebabkan paku kontak langsung dengan udara, sehingga perkaratan lebih cepat terjadi.

Pengamatan Setelah 7 hari

Tabel 2. Hasil Pengamatan Setelah 7 Hari

Tabung Reaksi	Hasil Pengamatan Diawal Percobaan
A	Terdapat karat sedikit pada paku
B	Paku tidak berkarat
C	Paku tidak berkarat
D	Paku tidak berkarat
E	Paku terdapat karat lebih banyak dibandingkan paku pada tabung A
F	Paku terdapat karat lebih sedikit dibandingkan paku pada tabung E
G	Larutan NaCl menjadi keruh dan paku berkarat
H	Larutan NaCl menjadi keruh dan karat pada paku lebih banyak dibandingkan tabung reaksi G
I	Larutan HCl menjadi keruh dan paku sangat berkarat
J	Larutan HCl menjadi keruh dan paku berkarat

Kesimpulan dari praktikum:

Udara yang banyak mengandung uap air akan mempercepat terjadinya korosi. Larutan asam juga berperan penting dalam mempercepat proses korosi.

Penilaian:

- Hasil pengamatan tiap-tiap tabung reaksi apabila sesuai diberi skor 10
- Hasil pengamatan tiap-tiap tabung reaksi tidak sesuai diberi skor 0
- Nilai akhir = jumlah skor

Penugasan 2:

1. Karena untuk mencegah proses terjadinya korosi. Kondisi menara dan pagar berada di luar ruangan, sehingga perlu dicat untuk melindungi menara dari panas dan hujan secara langsung agar menara tidak berkarat. **(skor 3)**
2. Apabila menara tersebut tidak dicat, maka proses korosi akan berlangsung dengan cepat dan mengakibatkan menara menjadi cepat rapuh dan rusak. **(skor 3)**
3. Logam Magnesium (Mg). **(skor 1)**
4. Penggunaan pelumas pada rantai sepeda motor, mengecatan pintu gerbang rumah, pelapisan stainless pada peralatan makan. **(skor 3)**

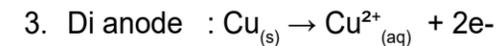
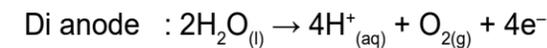
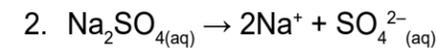
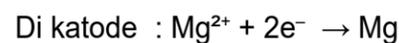
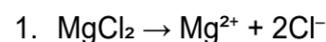
Latihan Unit 1:

Pilihan Ganda				Penilaian
1	C	6	A	Jawaban benar skor = 1 Jawaban salah skor = 0 Nilai akhir = Jumlah skor x 10
2	D	7	D	
3	E	8	B	
4	C	9	C	
5	B	10	E	

Latihan Unit 2:

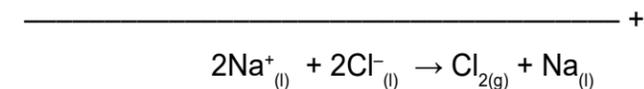
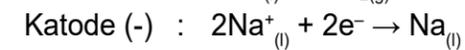
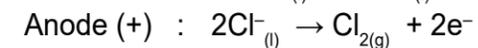
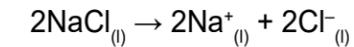
Pilihan Ganda				Penilaian
1	B	6	A	Jawaban benar skor = 1 Jawaban salah skor = 0 Nilai akhir = Jumlah skor x 10
2	E	7	C	
3	A	8	C	
4	D	9	D	
5	B	10	E	

Uraian



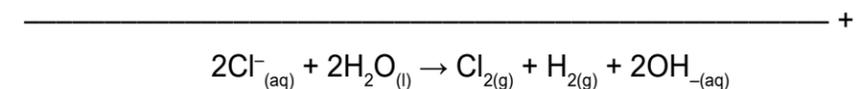
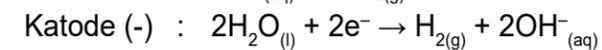
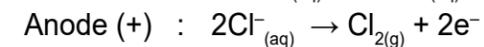
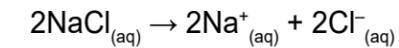
(Elektrode Cu tidak inert sehingga mengalami reaksi oksidasi)

4. Elektrolisis leburan NaCl dengan elektrode grafit



Hasil elektrolisis terdiri atas gas klorin di anode dan logam natrium di katode.

5. Elektrolisis larutan NaCl pekat dengan elektrode grafit



Hasil elektrolisis terdiri atas gas klorin di anode dan gas hidrogen di katode. Ion OH^- yang terjadi bereaksi dengan ion Na^+ membentuk NaOH sebagai hasil samping di katode.

Penilaian:

- Mengerjakan soal nomor 1 – 5 secara benar diberi skor 10

- Nilai = $\frac{\text{Jumlah Skor Total}}{5} \times 10$

Uji Kompetensi:

Pilihan Ganda						Penilaian
1	A	6	A	11	D	Jawaban benar skor = 1 Jawaban salah skor = 0 Nilai akhir = Jumlah skor x 10
2	D	7	A	12	B	
3	B	8	B	13	D	
4	C	9	E	14	D	
5	B	10	D	15	A	

KRITERIA PINDAH MODUL

Batas ketuntasan minimal adalah 75%. Jika nilai yang Anda peroleh minimal 75% berarti Anda dianggap sudah tuntas dan menguasai materi modul ini maka Anda diperkenankan untuk lanjut mempelajari modul berikutnya. Sebaliknya, jika perolehan nilai Anda belum mencapai 75% maka Anda perlu mempelajari lagi materi modul ini dan ulangi mengerjakan tugas-tugas dan latihan.



Saran Referensi

<https://materikimia.com/10-contoh-soal-elektrolisis-kelas-12-beserta-jawabannya>
<https://www.scribd.com/document/368533421/Bank-Soal-UN-Fenomena-Korosi>
<https://www.sudutbaca.com/bedah-soal-un-kimia-sma-tahun-2018>



Daftar Pustaka

Devi, Poppy A, dkk. 2016. Modul Guru Pembelajar. Jakarta: PPPPTK IPA
Parning, dkk. 2007. KIMIA 3 SMA/MA KELAS XII. Jakarta: Yudhistira
Purba, Michael. 2007. KIMIA untuk SMA kelas XII. Jakarta : Erlangga
Petrucci, R.H, et al. (2011). General Chemistry: Principles and Modern Applications 10th.Ed. Pearson Prentice Hall.
Sudarmo, Unggul. 2006. KIMIA untuk SMA kelas XII. Surakarta: Phibeta
<https://www.chemistryeducenter.com/2016/03/bank-soal-un.html>
<https://dwiwahyunanti.blogspot.com/2015/10/kegunaan-elektrolisis-dalam-kehidupan.html>
<https://www.studiobelajar.com/sel-elektrolisis>



Daftar Istilah

Elektrode : Padatan konduktif (penghantar) yang dicelupkan ke dalam larutan atau lelehan elektrolit untuk membawa arus listrik pada/atau dari cairan
Elektrolisis : Dekomposisi senyawa dengan melewatkan listrik melalui suatu larutan ionik atau lelehan garam
Galvanisasi : Pelapisan besi dengan logam-logam lain
Perlindungan katodik : Besi dihubungkan dengan logam lain yang lebih aktif (lebih mudah teroksidasi)



Profil Penulis

Nama Lengkap : Musyarofah
Tempat/Tgl Lahir : Semarang, 15 November 1991

Riwayat Pekerjaan :
2014-sekarang Guru kimia di SMA Negeri 2 Ungaran
MahaAnda Magister Pendidikan Kimia di Universitas Negeri Semarang.

Riwayat Pendidikan :
2014 Universitas Negeri Semarang Program Studi Pendidikan Kimia

Pengalaman:
2016 Finalis guru unggul inovatif tingkat Provinsi Jawa Tengah

Penulisan dan Penelitian :
2018 - Pemakalah seminar nasional IPA IX dengan tema “Evaluasi, Riset dan publikasi Pembelajaran IPA”
- Pemakalah seminar nasional kimia dan pendidikan kimia 2018 dengan tema “Sinergi Riset Kimia dan Pembelajarannya dalam Pengembangan keterampilan Abad 21”
- Pemakalah pada seminar internasional “UNNES International Conference on Research Innovation and Commercialization (UICRIC) for Better Life”