

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. KARAKTERISTIK ILMU KIMIA

Berdasarkan Permendiknas No. 22 tahun 2006 tentang standar isi menyatakan bahwa tujuan dari pelajaran kimia adalah membekali peserta didik dengan pengetahuan, pemahaman sejumlah kemampuan yang dipersyaratkan untuk memasuki jenjang pendidikan yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu dan teknologi.

Pelajaran kimia menekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah. Salah satu tujuan penting mata pelajaran kimia di SMA adalah memperoleh pengalaman dalam menerapkan metode ilmiah melalui percobaan atau eksperimen, di mana siswa melakukan pengujian hipotesis dengan merancang percobaan melalui pemasangan instrumen, pengambilan, pengolahan dan penafsiran data, serta menyampaikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.

Ilmu kimia merupakan bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA) yang secara khusus mempelajari tentang struktur, susunan, sifat, dan perubahan materi, serta energi yang menyertai perubahan materi. Ada dua hal yang berkaitan dengan kimia yang tidak terpisahkan, yaitu kimia sebagai produk diantaranya pengetahuan kimia yang berupa fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori temuan ilmuwan dan kimia sebagai proses yaitu kerja ilmiah (BSNP, 2007).

Wiseman (Rumansyah, 2002) mengemukakan bahwa ilmu kimia merupakan salah satu pelajaran tersulit bagi kebanyakan siswa menengah dan mahasiswa. Kesulitan mempelajari ilmu kimia ini terkait dengan ciri-ciri ilmu kimia itu sendiri yang disebutkan oleh Kean dan Middlecamp (Rumansyah, 2002) sebagai berikut:

a. Sebagian besar ilmu kimia bersifat abstrak

Atom, molekul, dan ion merupakan materi dasar kimia yang tidak nampak, yang menuntut siswa dan mahasiswa membayangkan keberadaan materi tersebut tanpa mengalaminya secara langsung. Karena atom merupakan pusat kegiatan kimia, maka walaupun kita tidak melihat atom secara langsung, tetapi dalam angan-angan kita dapat membentuk suatu gambar untuk mewakili sebuah atom, misalnya sebuah atom oksigen kita gambarkan sebagai bulatan.

b. Ilmu kimia merupakan penyederhanaan dari yang sebenarnya

Kebanyakan benda yang ada di dunia ini merupakan campuran zat-zat kimia yang kompleks dan rumit. Agar mudah dipelajari, maka pelajaran kimia dimulai dari gambaran yang disederhanakan, di mana zat-zat dianggap murni atau hanya dua atau tiga zat saja. Dalam penyederhanaannya diperlukan pemikiran dan pendekatan tertentu agar siswa atau mahasiswa tidak mengalami salah konsep dalam menerima materi yang diajarkan tersebut.

c. Sifat ilmu kimia berurutan dan berkembang dengan cepat

Seringkali topik-topik ilmu kimia harus dipelajari dengan urutan tertentu. Misalnya, kita tidak dapat menggabungkan atom-atom untuk membentuk molekul, jika atom karakteristiknya tidak dipelajari terlebih dahulu. Di samping

itu, perkembangan ilmu kimia itu sangat cepat, seperti pada bidang biokimia yang menyelidiki tentang rekayasa genetika, kloning, dan sebagainya. Hal ini menuntut kita semua untuk lebih cepat tanggap dan selektif dalam menerima semua kemajuan tersebut.

d. Ilmu kimia tidak hanya sekedar memecahkan soal

Memecahkan soal-soal yang terdiri dari angka-angka (soal numerik) merupakan bagian yang penting dalam mempelajari kimia. Namun, kita juga harus mempelajari deskripsi seperti fakta kimia, aturan-aturan kimia, peristilahan kimia, dan lain-lain.

e. Bahan/materi yang dipelajari dalam ilmu kimia sangat banyak

Dengan banyaknya bahan yang harus dipelajari, siswa ataupun mahasiswa dituntut untuk dapat merencanakan cara belajar dengan baik, sehingga waktu yang tersedia dapat digunakan seefisien mungkin.

Menurut Arifin, *et.al* (2003) kesulitan siswa dalam mempelajari ilmu kimia dapat bersumber pada:

a. Kesulitan dalam memahami istilah

Kesulitan ini timbul karena kebanyakan siswa hanya hafal akan istilah dan tidak memahami dengan benar maksud dari istilah yang sering digunakan dalam pelajaran kimia.

b. Kesulitan dalam memahami konsep kimia

Kebanyakan konsep-konsep dalam ilmu kimia maupun materi kimia secara keseluruhan merupakan konsep atau materi bersifat abstrak.

c. Kesulitan angka

Dalam pengajaran kimia siswa dituntut untuk terampil dalam rumusan/operasi matematis. Namun, sering dijumpai siswa yang kurang memahami rumusan tersebut. Hal ini disebabkan karena siswa tidak mengetahui dasar-dasar matematika dengan baik, siswa tidak hafal rumusan matematika yang banyak digunakan dalam perhitungan-perhitungan kimia, sehingga siswa tidak terampil dalam menggunakan operasi-operasi dasar matematika.

B. METODE PRAKTIKUM

Praktikum adalah suatu metode mengajar yang melibatkan siswa melakukan percobaan tentang suatu hal, mengamati prosesnya, serta menuliskan hasil percobaannya, kemudian hasil pengamatan itu disampaikan di kelas dan dievaluasi oleh guru (Roestiah, 2008). Pada metode praktikum siswa dituntut untuk melakukan percobaan dalam rangka mencari kebenaran dan menarik kesimpulan dari proses yang dialaminya.

Proses pembelajaran dengan menggunakan metode praktikum akan mengembangkan keingintahuan siswa, melatih keterampilan proses siswa, melatih siswa dalam mempelajari proses yang berlangsung dalam percobaan, dan mendukung konsep atau teori yang sedang dipelajari. Sementara itu, tiga tahap utama dari metode praktikum adalah:

1. merumuskan masalah
2. melakukan percobaan yang diikuti dengan observasi
3. menarik kesimpulan

Pada ketiga tahapan tersebut, siswa dilibatkan secara aktif sehingga mereka mampu mengembangkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotoriknya. Pengembangan aspek kognitif dapat ditinjau dari memperkuat pembelajaran konsep-konsep ilmiah, meningkatkan perkembangan intelektual, mengembangkan cara berfikir, dan mengembangkan pemahaman sains dan metode ilmiah. Pengembangan aspek afektif ditinjau berdasarkan memperkuat sikap positif terhadap sains, belajar merencanakan kegiatan secara mandiri, bekerja sama, mengkomunikasikan informasi mengenai bidangnya. Pengembangan aspek psikomotorik dapat ditinjau dari belajar memasang peralatan untuk praktikum sehingga betul-betul bisa digunakan dan belajar memaknai peralatan dan instrumen tertentu.

Tidak diragukan lagi bahwa metode praktikum banyak dilakukan karena memiliki beberapa kelebihan (Rahayuningsih, 2005):

1. Menumbuhkembangkan kemampuan psikomotorik secara ilmiah, sebab siswa terlibat langsung dalam proses pembelajaran
2. Meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah, sebab siswa diberikan permasalahan yang harus dikaji untuk memperoleh penyelesaiannya.
3. Lebih realistis dan mempunyai makna, sebab siswa bekerja langsung dengan contoh-contoh nyata. Siswa langsung mengaplikasikan kemampuannya
4. Para siswa belajar langsung menerapkan prinsip-prinsip dan langkah-langkah pemecahan masalah

5. Banyak memberikan kesempatan bagi keterlibatan siswa dalam situasi belajar. Kegiatan demikian akan banyak membangkitkan motivasi belajar sebab kegiatan belajar akan disesuaikan dengan minat dan kebutuhan siswa.

Adapun kendala yang sering dihadapi saat pelaksanaan kegiatan praktikum adalah

1. keterbatasan alat, bahan, dan sarana untuk melaksanakan praktikum.
2. diperlukan waktu yang lama untuk melaksanakan praktikum,
3. hasil percobaan yang salah dapat menimbulkan pemahaman yang kurang tepat.

C. PROSEDUR PRAKTIKUM

1. Pengertian Prosedur Praktikum

Prosedur praktikum merupakan langkah-langkah untuk melakukan praktikum. Prosedur praktikum harus struktural dan menuju ke arah pembentukan hasil yang diharapkan. Prosedur praktikum di dalamnya terdapat komponen alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan percobaan serta terdapat pula langkah percobaan untuk mencapai tujuan percobaan yang diinginkan. Menurut Keputusan Menteri Pendidikan Nasional No.36/D/O/2001 petunjuk praktikum adalah pedoman pelaksanaan kegiatan praktikum yang berisi tata cara persiapan, pelaksanaan, analisis data, dan pelaporan yang disusun atau ditulis oleh kelompok staf pengajar yang menangani praktikum tersebut dan mengikuti kaidah tulisan ilmiah.

Arifin, *et. al* (2003) mengungkapkan mengenai komponen-komponen yang harus ada pada petunjuk praktikum sebagai berikut:

a. Judul Praktikum

Judul praktikum harus singkat dan dapat menggambarkan secara umum kegiatan praktikum yang akan dilakukan.

b. Tujuan Praktikum

Tujuan praktikum berisi pernyataan yang akan dilakukan dalam kegiatan praktikum secara lebih rinci.

c. Dasar Teori

Dasar teori berisi materi yang berkaitan dengan kegiatan praktikum. Materi yang disajikan merupakan materi yang dijadikan acuan dalam kegiatan praktikum. Diharapkan materi tersebut dapat berguna bagi praktikan pada waktu pembahasan dalam menyusun laporan hasil kegiatan praktikum.

d. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan merupakan alat yang dibutuhkan dalam kegiatan praktikum. Alat dan bahan tersebut harus sesuai dengan kebutuhan sehingga tidak ada alat maupun bahan yang tidak terpakai.

e. Prosedur Praktikum atau Cara Kerja

Cara kerja berisi langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pelaksanaan kegiatan praktikum. Cara kerja harus struktural dan menuju ke arah pembentukan hasil yang diharapkan.

f. Lembar Pengamatan

Lembar pengamatan bisa berupa tabel yang berisi mengenai hal-hal yang telah diamati dari hasil kegiatan praktikum yang telah dilaksanakan.

2. Kelayakan Prosedur Praktikum

Berdasarkan KBBI, layak merupakan sebuah indikator untuk mencapai sesuatu yang wajar, pantas, patut. Pada prosedur praktikum yang dikembangkan, indikator kelayakan yang dimaksud yaitu:

a. Kemudahan Memperoleh Alat dan Bahan Praktikum

Kemudahan memperoleh alat dan bahan untuk praktikum merupakan salah satu indikator kelayakan prosedur praktikum. Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam praktikum seharusnya tersedia di sekolah.

b. Kemudahan Melaksanakan Prosedur Praktikum

Prosedur praktikum yang layak memudahkan siswa dalam pelaksanaan praktikum. Prosedur praktikum yang layak tidak boleh menyulitkan siswa, sehingga siswa dapat melakukan praktikum sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

c. Kesesuaian dengan Alokasi Waktu Praktikum

Pembelajaran dengan metoda praktikum membutuhkan waktu yang cukup lama dalam pelaksanaannya. Waktu yang sesuai dibutuhkan dengan jenis praktikum yang akan dilaksanakan. Oleh sebab itu, praktikum yang akan dilaksanakan harus disesuaikan dengan alokasi waktu yang tersedia.

d. Kemurahan Biaya Praktikum

Biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum sebaiknya tidak mahal.

3. Keakuratan Prosedur Praktikum

Keakuratan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) berarti teliti, seksama, cermat, tepat benar. Ketelitian diartikan sebagai nilai-nilai yang diperoleh kecil perbedaannya satu sama lain. Prosedur praktikum yang akurat bisa dilihat dari bagaimana tahapan prosedur itu dilakukan dengan baik dan benar. Tahapan prosedur yang baik dan benar itu dapat ditunjang dengan pengetahuan teknik laboratorium yang baik.

Keakuratan bisa juga dilihat dari pengamatan. Pengamatan merupakan aspek penting dalam penelitian ilmiah. Dalam penelitian kimia, pengamatan biasanya dilakukan dengan mengendalikan sejumlah variabel (peubah) seperti konsentrasi, jumlah zat, volume dan peubah lainnya. Suatu pengamatan adalah gejala alam yang dilakukan dengan mengendalikan peubah-peubah sedemikian rupa sehingga hasilnya dapat diulangi dan kesimpulan rasional dapat diperoleh. Setelah sederetan pengamatan atau percobaan dilakukan, peneliti dapat melihat beberapa hubungan atau keteraturan dari data yang dihasilkan (Sunarya, 2007).

Tahapan prosedur yang dilakukan dengan benar baik dari segi pengerjaan atau pengamatan maka akan didapatkan suatu data yang akurat sehingga prosedur praktikum tersebut dapat dikatakan akurat. Data yang akurat selalu dilengkapi dengan satuan untuk membedakan antar satu data dengan data yang lainnya.

D. TINJAUAN MATERI ELEKTROLISIS

Dalam reaksi redoks terjadi transfer elektron dari reduktor ke oksidator. Pengetahuan adanya transfer elektron memberikan manfaat dalam upaya

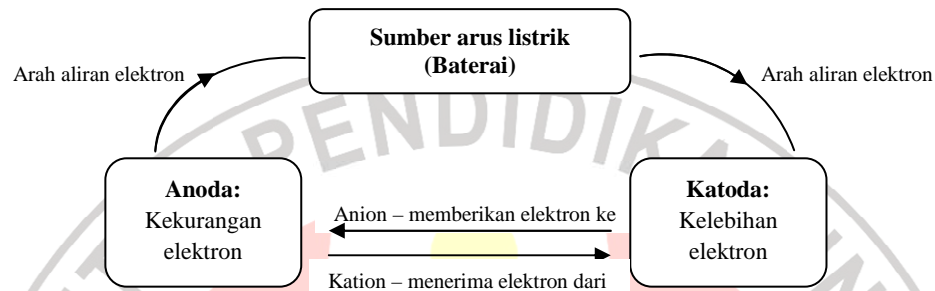
mengembangkan sumber energi listrik alternatif sebab aliran listrik tidak lain adalah aliran elektron. Bidang ilmu yang mempelajari energi listrik dalam reaksi kimia disebut elektrokimia. Contoh sel elektrokimia adalah baterai. Baterai merupakan suatu sistem yang terdiri dari elektroda yang tercelup dalam suatu elektrolit, di mana reaksi kimia yang terjadi dapat digunakan untuk membangkitkan arus listrik. Sel galvani atau sel volta adalah sel elektrokimia yang digunakan untuk membangkitkan arus listrik (Sunarya, 2007).

Sel elektrokimia yang lain adalah sel elektrolisis. Sel elektrolisis merupakan kebalikan dari sel volta. Sel elektrolisis menggunakan kerja listrik untuk menghasilkan reaksi kimia yang tidak spontan.

1. Prinsip Elektrolisis

Pada elektrolisis, arus yang mengalir akan mengakibatkan teruarnya suatu zat. Zat yang dapat terurai bisa berupa padatan, cairan ataupun lelehan. Arus yang mengalir merupakan arus searah (*direct current*). Tempat berlangsungnya reaksi reduksi dan oksidasi dalam sel elektrolisis sama seperti pada sel volta, yaitu anoda tempat terjadinya reaksi oksidasi dan katoda tempat terjadinya reaksi reduksi. Perbedaan sel elektrolisis dengan sel volta terletak dari muatan pada elektrodanya. Pada sel volta, anoda bermuatan negatif dan katoda bermuatan positif, sedangkan pada elektrolisis anoda bermuatan positif dan katoda bermuatan negatif. Secara umum, arus mengalir dari kutub positif ke kutub negatif, tapi secara nyata aliran elektron mengalir dari kutub negatif ke kutub positif. Oleh sebab itu, elektron mengalir dari katoda menuju anoda.

Adapun kation yang berada di dalam larutan akan menerima elektron dari katoda sehingga akan menempel di permukaan katoda sedangkan anion yang terdapat di dalam larutan akan memberikan elektronnya ke anoda. Proses tersebut digambarkan dalam Gambar 2.1 berikut ini.



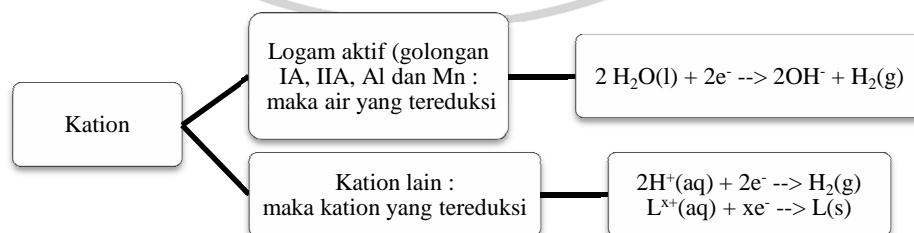
Gambar 2.1 Prinsip

2. Reaksi – reaksi Elektrolisis

Spesi yang terlibat dalam reaksi elektrolisis pada katoda dan anoda bergantung pada potensial elektroda dari spesi tersebut, dengan ketentuan sebagai berikut.

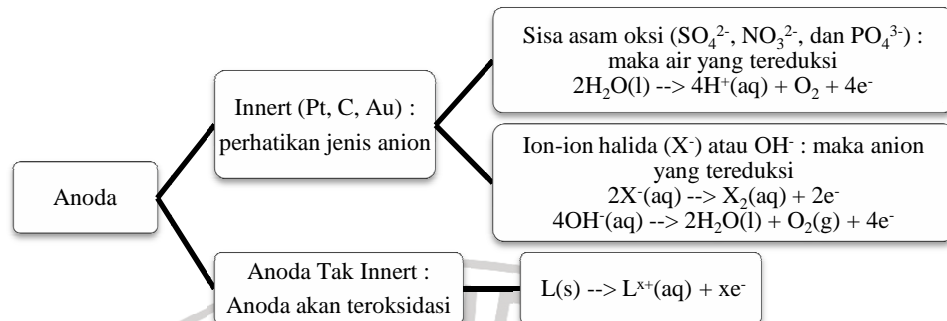
- ❖ Spesi yang mengalami reduksi di katoda adalah spesi yang potensial reduksinya paling besar.
- ❖ Spesi yang mengalami oksidasi di anoda adalah spesi yang potensial oksidasinya paling besar.

Reaksi di katoda bergantung pada jenis kationnya.



Gambar 2.2 Bagan reaksi di katoda

Reaksi di anoda bergantung pada jenis anoda dan anionnya.



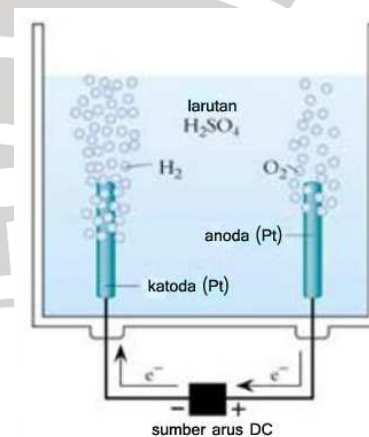
Gambar 2.3 Bagan reaksi di anoda

3. Mekanisme Elektrolisis

Pada elektrolisis air, dengan menggunakan alat elektrolisis Hoffman, ketika kedua elektroda karbon dihubungkan dengan sumber energi listrik arus searah, dalam sel elektrolisis terjadi reaksi redoks, yaitu pegruraian air menjadi gas H_2 dan O_2 . Alat elektrolisis Hoffman (Gambar 2.2.a) dilengkapi elektroda platina dalam tabung penampung gas berskala sehingga volume gas hasil elektrolisis mudah diukur.



(a)

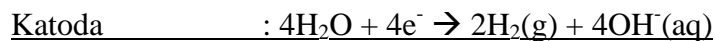


(b)

Sumber : Chemistry 4th edition

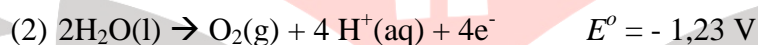
Gambar 2.4 (a) Alat Elektrolisis Hoffman (b) Elektrolisis air dengan elektroda Pt menghasilkan gas hidrogen di katoda dan gas oksigen di anoda

Reaksi redoks yang terjadi dalam sel elektrolisis adalah



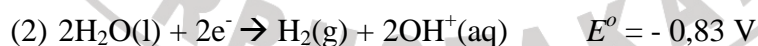
a. Elektrolisis Larutan

Elektrolisis larutan berbeda dengan elektrolisis air. Misalnya larutan NaCl dengan elektroda inert, di dalamnya terdapat spesi ion Na^+ dan ion Cl^- . Kedua ion ini bersaing dengan molekul air untuk dielektrolisis. Reaksi oksidasi yang terjadi di anoda sebagai berikut

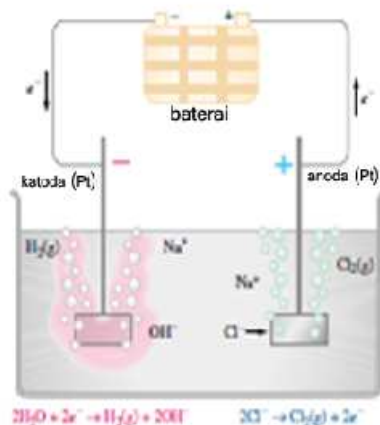


Harga potensial reduksi standar ion Cl^- lebih kecil dibandingkan dengan potensial reduksi standar air. Sehingga ion Cl^- lebih mudah mengalami oksidasi dibandingkan dengan air.

Reaksi reduksi yang terjadi di katoda sebagai berikut



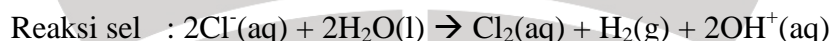
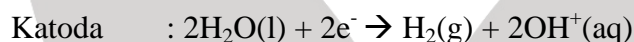
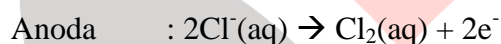
Harga potensial reduksi standar ion Na^+ lebih kecil dibandingkan dengan potensial reduksi standar air. Sehingga tidak mungkin terjadi reduksi ion Na^+ menjadi padatan Na. Pada keadaan standar, air yang direduksi akan memenangkan persaingan dengan ion Na^+ .



Sumber: General Chemistry

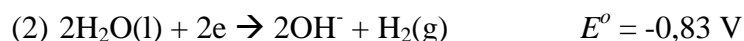
Gambar 2.5 Elektrolisis larutan NaCl

Berdasarkan percobaan, kita dapat menentukan reaksi yang terjadi di katoda dan anoda, dengan cara menentukan produk yang terbentuk pada kedua elektroda. Reaksi yang terjadi pada katoda terbentuk gelembung gas H_2 dan pada anoda terbentuk gas Cl_2 dengan perubahan warna hijau pada larutan di sekeliling anoda. Oleh sebab itu, pada saat terjadinya elektrolisis larutan NaCl, reaksi yang terjadi adalah

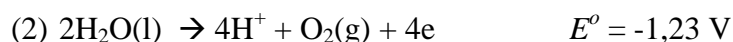
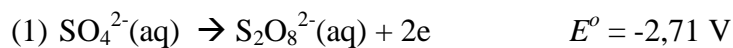


Contoh lainnya adalah elektrolisis larutan $CuSO_4$ dengan menggunakan elektroda grafit. Elektrolisis $CuSO_4$ dengan menggunakan grafit di kedua elektrodanya akan terbentuk endapan Cu pada katoda sedangkan pada anoda dihasilkan gas O_2 dan ion H^+ . Dalam larutan $CuSO_4$ terdapat tiga jenis spesi, yaitu ion Cu^{2+} , ion SO_4^{2-} dan molekul air.

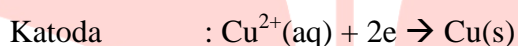
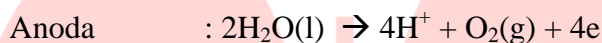
Kemungkinan reaksi yang terjadi di katoda adalah sebagai berikut



Oleh karena potensial reduksi Cu^{2+} lebih besar maka reduksi ion Cu^{2+} lebih mudah berlangsung daripada reduksi air. Sementara itu, kemungkinan reaksi yang terjadi di anoda adalah sebagai berikut

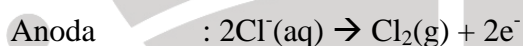


Oleh karena potensial oksidasi air yang paling besar maka oksidasi air lebih mudah berlangsung. Jadi, reaksi elektrolisis CuSO_4 dengan menggunakan grafit di kedua elektrodanya. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



b. Elektrolisis Lelehan

NaCl yang meleleh pada suhu 810°C ketika dielektrolisis akan terbentuk padatan Na di katoda dan terbentuk gas Cl_2 di anoda. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut



Selama elektrolisis lelehan NaCl , ion Na^+ akan bergerak menuju katoda dan mengalami reduksi sedangkan ion Cl^- akan bergerak menuju anoda dan mengalami oksidasi.

4. Stoikiometri Elektrolisis

Michael Faraday merupakan orang pertama yang memperlihatkan hubungan kuantitatif ketika reaksi elektrolisis terjadi yang melibatkan

hubungan antara jumlah listrik yang yang digunakan dengan senyawa kimia yang terbentuk. Faraday menyatakan bahwa jumlah zat yang dihasilkan sebanding dengan mol elektron yang digunakan selama terjadinya reaksi redoks pada elektrolisis dengan menggunakan suatu sumber listrik. Muatan listrik dari 1 mol elektron adalah 96.500 Coulomb (tepatnya 96.494 C). Jumlah muatan dari 1 mol elektron ini disebut satu Faraday (1 F).

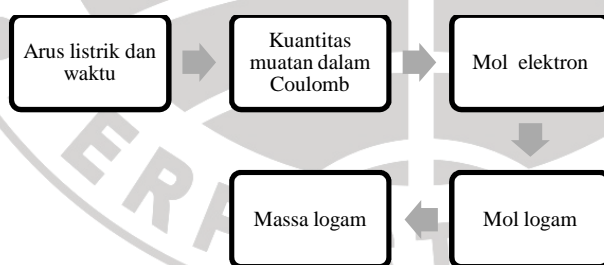
Hubungan mol elektron dengan coulomb sangat penting, karena coulomb merupakan jumlah muatan listrik yang melalui rangkaian listrik apabila besar arus listrik 1 ampere yang mengalir selama 1 detik. Jadi,

$$1 \text{ coulomb} = 1 \text{ ampere} \times 1 \text{ detik}$$

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

(Brady, 1999)

Secara umum, tahap-tahap untuk menyelesaikan masalah stoikiometri adalah sebagai berikut



Gambar 2.6 Alur penyelesaian masalah stoikiometri elektrolisis (Sunarya, 2003)

Jika waktu dan arus listrik diketahui, jumlah zat yang dihasilkan pada elektroda dapat dihitung. Berdasarkan **Hukum Faraday** yang menyatakan bahwa:

- (1) Dalam sel elektrokimia, massa zat yang diendapkan pada suatu elektroda sebanding dengan besarnya muatan listrik (aliran elektron) yang terlibat di dalam sel.
- (2) Massa zat yang diendapkan pada elektroda akan setara jika muatan listrik yang dialirkan ke dalam sel sama dan berbanding lurus dengan massa ekivalen zat tersebut.

