

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Berkenaan dengan penelitian ini, ada beberapa penelitian yang relevan dan dapat dijadikan bahan telaah oleh peneliti, yaitu :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Abie Marwan Putra pada tahun 2010 dengan judul skripsi : “Analisis Produktifitas Gas Hidrogen dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan KOH (*Kalium Hidroksida*)”. Hasil penelitian didapatkan produktifitas minimum gas hidrogen dan gas oksigen terjadi pada konsentrasi larutan KOH 3,2% dan arus 4 A, sedangkan produktifitas maksimum gas hidrogen dan gas oksigen terjadi pada konsentrasi larutan KOH 5,33% dan arus 6 A.⁴

Persamaan penelitian dengan penelitian tersebut yaitu menggunakan tehnik elektrolisis untuk menghasilkan gas, sedangkan perbedaan penelitian dengan penelitian tersebut yaitu menggunakan tegangan yang divariasikan serta luas penampang elektroda yang divariasikan pula.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Anindita Hardianti pada tahun 2009 dengan judul skripsi : “Produksi Gas Oksigen Melalui Proses Elektrolisis Air Laut Sebagai Sumber Energi Ramah Lingkungan”. Hasil penelitian

⁴ Abie Marwan Putra, “Analisa Produktifitas Gas Hidrogen dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan KOH”, *Skripsi*, Malang : UIN Maulana Malik Ibrahim, 2010, h.26, t.d.

didapatkan kadar oksigen tertinggi sebesar 26,3 mL dengan tegangan sebesar 13 V.⁵

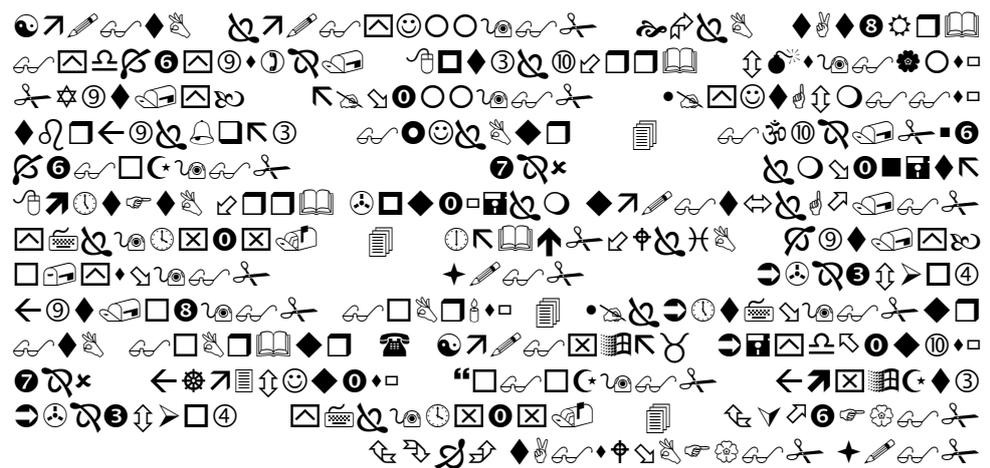
Perbedaan penelitian dengan penelitian tersebut terletak pada katalisator yang digunakan serta pada elektroda yang digunakan.

B. Air, Hidrogen dan Oksigen

1. Pengertian Air

Air adalah pelarut universal. Kelarutan dari senyawa ion adalah hubungannya dengan energi kisi dan energi hidrasi. Selain senyawa polar, beberapa senyawa kovalen dapat melarut dalam air karena membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air. Senyawa ini mengandung gugus hidroksil, karbonil, karbosisil dan gugus amino.

Dalam Al Qur'an yang menjelaskan tentang manfaat air bagi kehidupan adalah (QS: Ar-Ra'd [13] : 17) :⁶



⁵ Anindita Hardianti , “Produksi Gas Oksigen Melalui Proses Elektrolisis Air Laut Sebagai Sumber Energi Ramah Lingkungan”, *Jurnal*, t.dt.

⁶ Mohamad Taufiq, *Qur'an in Word*, versi 1.3

Artinya : “Allah Telah menurunkan air (hujan) dari langit, Maka mengalirlah air dilembah-lembah menurut ukurannya, Maka arus itu membawa buih yang mengambang. dan dari apa (logam) yang mereka lebur dalam api untuk membuat perhiasan atau alat-alat, ada (pula) buihnya seperti buih arus itu. Demikianlah Allah membuat perumpamaan (bagi) yang benar dan yang bathil. adapun buih itu, akan hilang sebagai sesuatu yang tak ada harganya; adapun yang memberi manfaat kepada manusia, Maka ia tetap di bumi. Demikianlah Allah membuat perumpamaan-perumpamaan”.

Ayat diatas menjelaskan bahwa air sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu manfaat yang bisa diambil adalah menggunakan air sebagai bahan bakar alternatif.

2. Hidrogen

a. Pengertian Hidrogen

Hidrogen merupakan komponen yang sangat minor di atmosfer, sekitar 0,5 ppm pada permukaan bumi. Pada ketinggian di atas 2500 km, atmosfer sebagian besar merupakan hidrogen atom pada tekanan sangat rendah. Di alam semesta secara keseluruhan, hidrogen menyusun sekitar 90% dari atom dan 75% dari massa. Di Bumi, hidrogen berada dalam lebih banyak senyawa dibandingkan unsur lain.⁷

Sebetulnya semua hidrogen yang ada di bumi berada dalam bentuk kombinasi. Reaktifitasnya, terutama terhadap oksigen demikian kuat sehingga tidak memungkinkannya berada dalam bentuk unsur murni di atmosfer kecuali dalam jumlah sedikit sekali. Dengan demikian, air terdiri dari dua per tiga hidrogen berdasarkan atom (kira-

⁷ Ralph H. Petrucci, *Kimia Dasar*, Jakarta : Erlangga, 2008, jilid 3, h.165

kira 11% berat) dan lautan merupakan gudang simpanan yang sangat besar dari unsur ini. Hidrogen juga merupakan unsur yang penting dalam zat organik. Zat organik ini termasuk makhluk hidup, baik hewan maupun tumbuh-tumbuhan, termasuk juga fosilnya minyak bumi dan gas alam.⁸

Hidrogen berada dalam bentuk molekul diatomik H_2 . Titik didihnya $-253^{\circ}C$ dan titik bekunya (titik leleh) $-259^{\circ}C$. Pada suhu kamar, hidrogen berbentuk gas dan massa molekulnya kecil sekali, menyebabkan gas ini mempunyai berat jenis yang paling ringan diantara semua gas (berat jenisnya hanya setengah dari berat jenis helium). Oleh sebab itu, hidrogen mempunyai daya mengangkat yang besar dalam balon, tetapi sangat sangat mudah sekali terbakar yang dapat menimbulkan bermacam-macam kecelakaan.⁹

b. Senyawa Hidrogen

Hidrogen merupakan unsur yang paling banyak ditemukan berada dalam senyawa dibandingkan dengan unsur-unsur lainnya. Sebetulnya semua senyawa organik mengandung hidrogen. Zat itu dapat berbentuk hidrokarbon atau dibentuk dari hidrokarbon yang beberapa atom hidrogennya diganti oleh unsur-unsur lainnya.

⁸ James E. Brady, *Kimia Universitas Asas dan Struktur*, alih bahasa Sukmariah Maun, dkk., Tangerang : Binarupa Aksara, t.th., jilid dua, h.400

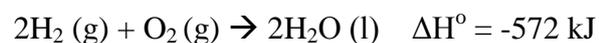
⁹ Ibid, h.400

Hidrogen dijumpai dalam asam biner atau asam okso dan bahkan cenderung bereaksi langsung dengan logam aktif.¹⁰

c. Ekonomi Hidrogen

Minyak bumi yang jumlahnya semakin berkurang menyebabkan harganya menjadi mahal, maka sangat dibutuhkan mencari alternatif bahan bakar lainnya. Batu bara dan konversinya yang menyerupai produk sintetik minyak bumi, mungkin merupakan pengganti yang cukup berarti, namun ketersediaannya masih terbatas. Alternatif lainnya yang cukup menarik adalah menganjurkan penggunaan hidrogen dalam skala besar sebagai bahan bakar yang tampaknya secara ekonomi merupakan energi yang dapat dibuat.

Hidrogen mempunyai beberapa gambaran yang cukup menarik sebagai bahan bakar. Reaksinya dengan oksigen :



Sangat eksoterm dan tidak menghasilkan polusi. Gas hidrogen dapat dibakar dengan cara reaksi ini untuk menghasilkan panas atau dapat juga digunakan sebagai bahan bakar dalam sel bahan bakar hidrogen-oksigen untuk pembangkit listrik. Oleh karena hidrogen berbentuk gas maka hidrogen ini dapat dipompa ke dalam suatu jaringan pipa yang telah tersedia melintasi negara yang

¹⁰ Ibid, h.405

mengalirkan gas alam. Hidrogen juga tersedia dalam jumlah yang tidak terbatas yang berasal dari air.¹¹

Masalah utama dengan hidrogen sebagai bahan bakar adalah bahwa hidrogen bukan merupakan sumber energi seperti minyak bumi dan gas alam yang sudah tersedia dalam bentuk siap pakai. Hidrogen hanya dapat diperoleh dengan cara menambahkan energi untuk menarik gas hidrogen dari air. Jadi, hidrogen akan menjadi bahan bakar yang dapat berguna, apabila telah ditemukan metode yang tidak mahal untuk membuatnya.

3. Oksigen

a. Pengertian Oksigen

Oksigen merupakan unsur yang paling melimpah di kerak bumi, mencapai 45,5% berdasar massa. Oksigen juga unsur paling melimpah di air laut, nyaris 90% berdasar massa. Di atmosfer, oksigen adalah unsur paling melimpah kedua setelah nitrogen, mencapai 23,15% berdasar massa dan 21,04% berdasar volume. Meskipun tidak banyak diperoleh melalui dekomposisi senyawa yang mengandung oksigen dan elektrolisis air, sumber komersial oksigen yang penting adalah destilasi fraksional dari udara cair, yang juga menghasilkan nitrogen, argon, dan gas mulia lain.¹²

Orang yang tidak tahu bahwa oksigen sangat penting dalam kehidupan kita. Bernapas menggunakan oksigen membuat kita tetap

¹¹ James E. Brady, *Kimia Universitas Asas dan Struktur*, alih bahasa Sukmariah Maun, dkk., Tangerang : Binarupa Aksara, t.th., jilid dua, h.411

¹² Ralph H. Petrucci, dkk, *Kimia Dasar*, Jakarta : Erlangga, 2008, jilid 3, h.146

hidup dan bahan bakar tidak dapat menyala tanpa oksigen. Oksigen berada dimana-mana tidak hanya sebagai unsur murni di atmosfer, tetapi juga dalam semua makhluk hidup termasuk senyawa-senyawa yang ada dikelilinginya.

b. Pembuatan dan Penggunaan

Sumber oksigen yang sangat nyata apabila dibutuhkan dalam jumlah banyak adalah atmosfer dan pengolahannya secara komersial dilakukan dengan cara memisahkannya dari udara. Nitrogen yang titik didihnya lebih rendah daripada O_2 dapat dikeluarkan dari udara cair dengan mendidihkannya. Oleh sebab itu, oksigen cair terkontaminasi oleh sejumlah kecil N_2 dan argon (komponen lainnya dari udara). Dengan memanaskan udara cair, oksigen diubah menjadi gas. Kebanyakan oksigen dibuat dengan cara ini (kira-kira 85%) yang digunakan dalam industri baja dan pembuatan logam. Sebagian lagi digunakan untuk membuat zat antara (intermediat) dalam pembuatan plastik, pengolahan air limbah, alat bantu pernafasan dirumah sakit, dan untuk memutihkan pulp dan kertas.¹³

Oksigen murni dapat dibuat dengan beberapa cara. Akan tetapi, biasanya oksigen dibuat di laboratorium dari elektrolisis air atau penguraian kalium klorat $KClO_3$ (*Kalium Klorat*), dengan cara pemanasan menggunakan mangan dioksida sebagai katalis. Sama

¹³ James E. Brady, *Kimia Universitas Asas dan Struktur*, alih bahasa Sukmariah Maun, dkk., Tangerang : Binarupa Aksara, t.th., jilid dua, h.413

seperti hidrogen, oksigen dapat dikumpulkan dengan cara mengganti air karena kelarutannya yang relatif rendah.¹⁴

C. Elektrolisis

Elektrolisis merupakan proses yang reaksi nonspontanannya didorong oleh pemberian energi listrik. Elektrolisis mensyaratkan bahwa elektrolit harus ada untuk membawa arus melalui larutan berair. Jika ion dari elektrolit kurang mudah teroksidasi dan tereduksi dibandingkan air, H₂O akan bereaksi pada setiap elektroda.¹⁵

Ada 2 prinsip yang khas dari elektrolisis yaitu kaitan antara beda potensial yang digunakan dan arus yang mengalir melalui sel elektrolisis. Serta discas yang selektif diantara ion-ion pada permukaan elektroda. Pada potensial urai tiba-tiba bertambah, pada saat elektrolisis mulai berlangsung pada elektron. Menghasilkan hidrogen dan oksigen.¹⁶

Dalam proses elektrolisis elektroda yang terdiri dari anoda dan katoda memiliki peran yang penting. Penetapan istilah anoda dan katoda tidak didasarkan pada muatan elektroda, tetapi didasarkan pada reaksi setengah pada permukaan elektroda. Secara spesifik :

¹⁴ James E. Brady, *Kimia Universitas Asas dan Struktur*, alih bahasa Sukmariah Maun, dkk., Tangerang : Binarupa Aksara, t.th., jilid dua., h.413

¹⁵ Ralph H. Petrucci, dkk, *Kimia Dasar*, Jakarta : Erlangga, 2008, jilid 3, h.69

¹⁶ Abie Marwan Putra, "Analisa Produktifitas Gas Hidrogen dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan KOH", *Skripsi*, Malang : UIN Maulana Malik Ibrahim, 2010, h.26, t.d.

1. Oksidasi selalu terjadi pada anoda sel elektrokimia. Berhubung adanya penumpukan elektron yang dibebaskan dalam reaksi setengah oksidasi, maka anoda sel volta adalah (-). Berhubung elektron ditarik darinya, maka anoda dalam sel elektrolitik adalah (+). Untuk kedua jenis sel, anoda adalah elektroda tempat keluarnya elektron dalam sel.
2. Reduksi selalu terjadi pada katoda sel elektrokimia. Berhubung adanya pengambilan elektron oleh reakti setengah reduksi, maka katoda sel volta adalah (+). Berhubung elektron dipaksa menuju katoda, maka katoda sel elektrolitik adalah (-). Untuk kedua jenis sel, katoda adalah elektroda tempat masuknya elektron dalam sel.¹⁷

D. Gas

Beberapa ciri gas telah dikenal setiap orang. Gas mengembang mengisi wadahnya dan mengambil bentuk wadahnya. Gas-gas berdifusi satu sama lain dan bercampur dalam segala proporsi. Beberapa gas seperti hidrogen, dan metana, adalah gas yang dapat terbakar; sedangkan gas lainnya seperti helium secara kimiawi tidak reaktif. Empat sifat yang menentukan perilaku fisik suatu gas adalah jumlah gas (dalam mol), volume, suhu dan tekanan gas.¹⁸

1. Konsep tekanan

¹⁷ Ralph H. Petrucci, dkk, *Kimia Dasar*, Jakarta : Erlangga, 2008, jilid 3, h.68

¹⁸ Ralph H. Petrucci, dkk, *Kimia Dasar*, Jakarta : Erlangga, 2008, jilid 1, h.176

Tekanan didefinisikan sebagai gaya persatuan luas, artinya gaya dibagi luas yang mendistribusikan gaya tersebut. Dalam SI, satuan gaya adalah newton (N), yaitu gaya yang diperlukan untuk menghasilkan percepatan sebesar satu meter per detik (1 ms^{-2}) dalam massa satu kilogram, atau $1 \text{ N} = 1 \text{ kg ms}^{-2}$. Gaya per satuan luas atau tekanan, dinyatakan dalam satuan N/m^2 . Tekanan sebesar 1 newton per meter persegi didefinisikan sebagai satu pascal (pa). Jadi, tekanan dalam pascal

$$\text{adalah } P(\text{Pa}) = \frac{F(\text{N})}{A(\text{m}^2)}.^{19}$$

2. Tekanan cairan

Berhubung sukar untuk mengukur gaya total yang ditimbulkan oleh molekul gas, maka sukar pula untuk mengaplikasikan persamaan di atas pada gas. Tekanan gas biasanya diukur secara tak langsung, dengan membandingkannya dengan tekanan cairan.²⁰

3. Persamaan gas ideal

Masing-masing dari tiga hukum gas sederhana mendeskripsikan efek yang mengubah satu variabel lainnya dibuat konstan. Hukum Boyle mendeskripsikan efek tekanan, Hukum Charles mendeskripsikan efek suhu, dan Hukum Avogadro mendeskripsikan efek jumlah gas. Ketiga hukum ini dapat digabung menjadi satu persamaan, yaitu persamaan gas ideal, yang meliputi keempat variabel gas : volume, tekanan, suhu, dan jumlah gas. Sesuai dengan tiga hukum gas sederhana, volume gas

¹⁹ Ralph H. Petrucci, dkk, *Kimia Dasar*, Jakarta : Erlangga, 2008, jilid 1, h.176

²⁰ Ibid, h.177

berbanding lurus dengan jumlah gas, berbanding lurus dengan suhu, dan berbanding terbalik dengan tekanan. Artinya :²¹

$$V \sim \frac{nT}{P} \quad \text{dan} \quad V = \frac{RnT}{P} \quad \text{atau} \quad PV = nRT$$

4. Gas dalam reaksi kimia

Reaksi yang melibatkan gas reaktan atau produk tidak aneh bagi kita. Sekarang kita mempunyai alat baru untuk mengaplikasikan perhitungan stoikiometri reaksi, yaitu persamaan gas ideal. Secara spesifik, sekarang kita dapat menangani informasi tentang gas dalam volume, suhu, dan tekanan, seperti halnya dalam massa dan jumlah mol.²²

Gas yang dihasilkan dalam proses elektrolisis yang akan diteliti ini bisa menjadi contoh aplikasi dari reaksi kimia yang menjadikan gas sebagai suatu produk.

²¹ Ralph H. Petrucci, dkk., *Kimia Dasar*, Jakarta : Erlangga, 2008, jilid 1, h.186

²² Ralph H. Petrucci, dkk., *Kimia Dasar*, Jakarta : Erlangga, 2008, jilid 1, h.192