



Hubungan Antara Religiusitas Nilai Nilai Islam dengan Kimia Dalam Materi Elektrokimia

Siti Atasyah Putri

^{1,2} Prodi Tadris Kimia, Institut Agama Islam Negeri Syekh Nurjati Cirebon, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received March 08, 2024

Revised March 11, 2024

Accepted July 30, 2024

Available online August 25, 2024

Kata Kunci:

Elektrokimia, Sains dan Agama, Religiusitas

Keywords:

Electrochemistry, Science and Religion, Religiosity



This is an open access.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Artikel ini bertujuan untuk membahas keterkaitan Elektrokimia dalam pembelajaran kimia di sekolah yang biasanya tidak dikaitkan dengan Al-Qur'an agama tertentu, sehingga seolah-olah bahwa materi elektrokimia yang dipelajari adalah ilmu yang terpisah dan tidak ada kaitannya dengan Al-Qur'an. Untuk menunjukkan bahwa al-Qur'an merupakan pedoman bagi umat manusia, termasuk mempelajari ilmu-ilmu alam termasuk ilmu kimia, maka penulis ingin mengkaji masalah kimia berbasis elektrokimia serta cara pandang al-Qur'an yang bertujuan untuk mengetahui pengertian elektrokimia menurut konsep kimia dan alquran, aspek-aspek apa saja yang terkandung dalam alquran yang dapat dijadikan pedoman dalam pembelajaran elektrokimia. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sistematika Literatur Review (SLR) yaitu untuk melakukan identifikasi, evaluasi, dan interpretasi terhadap semua hasil penelitian yang relevan terkait mempelajari Al Quran dan mempelajari bacaan buku, jurnal, buku pelajaran, kamus, dan karya ilmiah. Hasil dari kajian tersebut terlihat bahwa Alquran pertama kali menjelaskan konsep elektrokimia serta bagian-bagiannya dan di dalam Alquran terdapat konsep elektrokimia yang sejalan dengan konsep kimia yang dikemukakan oleh para ahli kimia.

ABSTRACT

This article aims to discuss the relevance of electrochemistry in chemistry learning in schools which is usually not associated with the Al-Qur'an of a particular religion, so that it seems that the electrochemical material being studied is a separate science and has nothing to do with the Al-Qur'an. To show that the Qur'an is a guide for mankind, including studying the natural sciences including chemistry, the author wants to examine electrochemical-based chemistry problems and the perspective of the Koran which aims to find out the meaning of electrochemistry according to the concept of chemistry and the Koran, what aspects are contained in the Koran that can be used as a guide in learning electrochemistry. The data collection technique used in this research is the Systematic Literature Review (SLR), which is to identify, evaluate, and interpret all relevant research results related to studying the Koran and studying reading books, journals, textbooks, dictionaries, and scientific papers. The results of the study show that the Qur'an first explained the concept of electrochemistry and its parts and in the Qur'an there is an electrochemical concept that is in line with the chemical concepts put forward by chemists.

1. Pendahuluan

Menurut Alam (2016) Perguruan tinggi yang merupakan simbol sisi rasionalitas dan ditambah dengan pengayaan di bidang skill, tapi minus pengayaan nilai-nilai moral, dalam realitasnya hanya menghasilkan manusia yang cerdas tapi kurang mempunyai etika dan moral. Sebaliknya, pesantren yang merupakan simbol sisi moralitas tapi minus tradisi rasional, walaupun mampu melahirkan sosok pribadi yang tangguh secara moral, tapi lemah secara intelektual. Pondasi keilmuan yang perlu di asah melalui pendidikan sebagai sebuah proses yang berkelanjutan tidak semata-mata bertujuan untuk meningkatkan

kemampuan serta kompetensi peserta didik pada aspek pengetahuan, tetapi juga bertujuan untuk dapat menghasilkan generasi muda yang memiliki kemampuan sebagai agen perubahan (agent of change) dan problem solver yang berbudaya serta berkarakter dalam menghadapi tantangan masa depan (Chang & Munoz 2006; Rahmawati 2018).

Lubis & Widiawati, (2020) menyatakan bahwa sejatinya Pendidikan Islam idealnya tidak hanya bertugas menanamkan spirit ritual tetapi juga mampu memberi makna dengan beragam aktivitas sehingga menyumbang secara aktual terhadap peradaban. Apalagi sebagai pendidikan yang berlabel agama, maka pendidikan Islam memiliki transmisi spiritual yang lebih nyata dalam proses pengajarannya. Kejelasannya terletak pada keinginan pendidikan Islam untuk mengembangkan keseluruhan aspek dari dalam anak didik secara seimbang, baik aspek intelektual, emosional, maupun spiritual yang merupakan inti dari cita-cita pendidikan Islam dalam upayanya melahirkan manusia yang beriman dan berilmu pengetahuan.

Menurut Muti'ah et al., (2021) Ilmu kimia adalah ilmu yang mempelajari komposisi, susunan, struktur, perubahan/reaksi suatu zat/materi dan energi yang menyertainya. Oleh sebab itu perkembangan ilmu kimia cukup berperan dalam peradaban manusia, terutama bidang industri, kesehatan, makanan, pertanian, pertambangan, dan lainnya. Namun demikian ilmu kimia cenderung kurang disenangi siswa dan sulit dipahami. Sering menjadi alasan mengapa ilmu kimia kurang disenangi siswa dan sulit dipahami adalah karena ilmu kimia bersifat abstrak. Terkait dengan konsep-konsep yang menjadi topik sel elektrokimia adalah: reaksi redoks, sel galvanik secara umum, anoda, katoda, kawat penghantar dan jembatan garam. Oleh karena itu hal yang dikaji adalah bagaimana perubahan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep terkait sel elektrokimia baik level makroskopis, simbolik, maupun submikroskopis setelah pembelajaran (Mutiah et al., 2022).

Al- Quran mengandung banyak kajian ilmu sains yang bisa dijadikan pedoman dasar sebuah teori. Disinilah kembali manusia harus tunduk pada keagungan al-Qur'an. Apa yang disebut banyak orang sebagai masa lalu, kini dan depan menyatu dalam perspektif kesejarahan al-Qur'an dalam spektrum maha luas yang tidak bisa ditundukkan pada konstruksi ideologi apapun. Membaca al-Qur'an dengan futurologi artinya peradaban yang bersumber sepenuhnya dari al-Qur'an pasti cepat atau lambat—bersebadan dengan perkembangan sains dan teknologi karena mereka berasal dari sumber yang sama: Pencipta alam semesta, penguasa segala sesuatu: Allah Rab al-'Alamin (Wahyudin & Nasikin, 2022). Ilmu sains seperti ilmu kimia dalam materi elektrokimia yang akan dibahas dalam artikel ini dengan keterkaitannya dengan religiusitas nilai-nilai Islam dalam persepektif ayat-ayat al-Quran.

Menurut Sabarni, (2019) Islam adalah agama yang menjadi sumber inspirasi dan motivasi dalam hal pengkajian berbagai ilmu pengetahuan. Beberapa ilmuwan Muslim yang telah mengukir namanya dalam sejarah ilmu kimia, seperti Jabir Ibnu Hayyan, Abu Usman al-Jahiz, dan Abu Bakar al-Razi, ini merupakan bukti tentang bagaimana Islam sebagai agama universal yang sangat hirau dengan pengembangan ilmu pengetahuan dari zaman ke zaman.

Menurut Hidayah et al., (2022) Agama dan sains sangat berwarna bagi manusia. Keduanya merupakan kebutuhan dasar kehidupan dan sistem manusia. Agama untuk manusia adalah tuntunan dan tuntunan yang menjadi keyakinan bagi pemeluknya sesuai dengan fitrahnya sejak lahir, antara sifat-sifat religius, suci, moral, benar, dan sifat-sifat khusus manusia. Keberadaan sains bagi agama berfungsi sebagai penegasan dan penguatan agama bagi pemeluknya, karena sains dapat mengungkap alam semesta dan segala rahasia yang ada di dalamnya. Islam adalah agama yang mencakup semua aspek manusia. Islam juga dihormati karena semua aturan dibuat untuk menjamin keselamatan orang-orang di bumi ini di dunia dan di akhirat. Namun, ada juga sebagian kecil yang meyakini bahwa agama hanya bersifat spiritual dan tidak dapat dikaitkan dengan sains. Kedua ilmu ini memiliki bidangnya masing-masing.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan Penelitian SLR dilakukan untuk melakukan identifikasi, evaluasi, dan interpretasi terhadap semua hasil penelitian yang relevan terkait pertanyaan penelitian tertentu, topik tertentu, atau fenomena yang menjadi perhatian (Kitchenham, 2004). Systematic Literature Review (SLR) merupakan istilah suatu cara identifikasi, evaluasi, dan interpretasi semua ketersediaan penelitian yang relevan terhadap rumusan masalah atau area topik yang diteliti. (Calderon and Ruiz 2015). Systematic Literature Review (SLR) didefinisikan sebagai proses mengidentifikasi, menilai dan menafsirkan semua bukti penelitian yang tersedia dengan tujuan untuk menyediakan jawaban untuk pertanyaan penelitian secara spesifik (Kitchenham et al., 2009).

Penelitian yang menggunakan penelitian kepustakaan (Library Research). Sumber data penelitian meliputi dua bentuk, yaitu data primer dan data sekunder. Data utama yang terlibat dalam penelitian ini adalah semua buku atau artikel yang perlu dibahas, hubungan antara religiusitas nilai-nilai agama dengan kimia dari perspektif Al Quran. Dan data sekunder secara langsung maupun tidak langsung mendukung

data yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan dan agama. Kedua data di atas kemudian diklasifikasikan menjadi data yang dapat dianalisis lebih lanjut. Metodologi subyektif adalah metodologi yang informasinya diperoleh dari buku harian, buku, dan lain-lain yang kemudian digambarkan dalam kata-kata (Hidayah et al., 2022).

3. LITERATUR REVIEW

Menurut Dr. Fitria Rahwati (2013) elektrokimia merupakan suatu cabang ilmu kimia yang membahas konversi antara perubahan kimiawi dengan energi listrik. Elektrokimia merupakan bagian dari ilmu kimia yang mempelajari hubungan antara reaksi kimia dengan arus listrik. Elektrokimia dapat diaplikasikan dalam berbagai keperluan manusia, seperti keperluan sehari-hari dalam skala rumah tangga dan industri-industri besar seperti industri yang memproduksi bahan-bahan kimia organik maupun anorganik, farmasi, polimer, otomotif, perhiasan, pertambangan, pengolahan limbah dan bidang analisis (Riyanto 2013).

Elektrokimia adalah cabang dari ilmu kimia yang berhubungan dengan studi tentang hubungan antara energi listrik dan perubahan kimia. Reaksi kimia yang melibatkan masukan atau pembangkitan arus listrik disebut reaksi elektrokimia. Elektrokimia adalah ilmu, serta domain industri, berdasarkan fenomena fisikokimia yang terjadi setiap kali pertukaran energi listrik dan kimia mengintervensi skema reaktif. Dalam hal ini, sebagian besar waktu elektrokimia menyelidiki sistem di mana arus listrik mengalir, seperti dalam kasus generator elektrokimia atau baterai yang ada dalam berbagai aplikasi sehari-hari seperti mobil, telepon seluler, dan sebagainya. Dari sudut pandang ini, proses korosi tipikal, yaitu potongan logam yang terpapar secara bebas ke lingkungan agresif tertentu, sampai batas tertentu, agak marjinal dalam arti bahwa keseluruhan aliran arus yang diamati dari luar sistem adalah nol; sistem berevolusi secara spontan dan dikatakan diam atau sirkuit terbuka. Ini jelas merupakan skenario korosi praktis yang sebenarnya, kecuali, sumber eksternal diterapkan seperti dalam kasus karakterisasi atau pengukuran korosi dan dalam beberapa teknik proteksi korosi seperti proteksi katodik atau anodik. Terlepas dari fitur ini, konsep dan alat yang terlibat dalam elektrokimia umum tetap berlaku dan merupakan landasan deskripsi dan pemahaman korosi. Elektrokimia merupakan salah satu cabang ilmu kimia yang membahas tentang interkonversi energi listrik dan energi kimia (Chang, 2005).

Elektrokimia menyangkut fenomena kimia yang terkait dengan pemisahan muatan, biasanya dalam media cair, seperti larutan. Pemisahan muatan sering dikaitkan dengan transfer muatan, yang dapat terjadi secara homogen dalam larutan antara spesies kimia yang berbeda, atau secara heterogen pada permukaan elektroda. Dengan demikian dapat segera terlihat bahwa penerapannya sangat luas dan akan ditunjukkan nanti. Untuk memastikan elektronetralitas, dua atau lebih setengah reaksi transfer muatan terjadi secara bersamaan, dalam arah yang berlawanan: oksidasi (kehilangan elektron atau peningkatan keadaan oksidasi) dan reduksi (penerimaan elektron atau penurunan keadaan oksidasi).

Pada permukaan elektroda, setengah reaksi oksidasi dan reduksi dipisahkan dalam ruang, biasanya terjadi pada elektroda berbeda yang direndam dalam larutan dalam sel tunggal atau dalam kompartemen sel terpisah. Elektroda dihubungkan dengan jalur konduksi baik dalam larutan (melalui transpor ionik) dan secara eksternal (melalui kabel listrik, dll.) sehingga muatan dapat diangkut dan rangkaian listrik selesai. Ketika jumlah perubahan energi pada kedua elektroda negatif, energi listrik yang dilepaskan dapat dimanfaatkan (baterai, sel bahan bakar). Jika positif, energi listrik eksternal dapat disuplai untuk mengatasi perbedaan energi positif dan mewajibkan terjadinya reaksi elektroda dan mengubah zat kimia (elektrolisis). Jadi, jika konfigurasi sel memungkinkan, produk dari dua reaksi elektroda dapat dipisahkan, misalnya seperti yang terjadi pada reaksi elektrolisis industri.

Elektrokimia dan prinsip-prinsipnya merupakan dasar fundamental untuk evolusi berbagai entitas dunia fisik dan juga penting untuk semua aktivitas makhluk hidup. Tentu saja, teknologi elektrokimia berbasis elektrokimia juga memainkan peran penting dalam banyak proses dan produk manufaktur modern terutama di bidang mikroteknologi yang merevolusi hampir semua aspek kehidupan sehari-hari. Elektrokimia menunjukkan penerimaan yang luas dalam mencapai bentuk produk yang dibutuhkan dan implementasi dalam proses mikromanufaktur, yang telah ditetapkan sebagai pasar bernilai miliaran dolar dengan aplikasi dalam informasi, hiburan, medis, otomotif, telekomunikasi, dan banyak teknologi lainnya. Proses elektrokimia adalah reaksi redoks (oksidasi-reduksi) dimana dalam reaksi ini energi yang dilepas oleh reaksi spontan diubah menjadi listrik atau dimana dalam reaksi ini digunakan agar reaksi yang nonsontan bisa terjadi (Chang, 2005).

Ilmu elektrokimia berkaitan dengan transfer elektron pada antarmuka larutan/elektroda. Namun, sebagian besar prinsip dan hubungan dasar telah dijelaskan sebelum penemuan elektron oleh J. J. Thompson pada tahun 1893. Pada tahun 1800, Alessandro Volta menemukan baterai pertama, yang

kemudian dikenal sebagai tumpukan volta, dengan mengganti tumpukan tembaga dan lempingan seng yang dipisahkan oleh kertas yang direndam dalam larutan asam. Dengan penemuan berkelanjutan sumber arus listrik, panggung ditetapkan untuk perkembangan pesat bidang ilmu pengetahuan yang sekarang dikenal sebagai elektrokimia. Pada tahun 1835, Michael Faraday telah mendefinisikan anoda, katoda, elektroda, elektrolit, dan ion: konsep tanpa yang pasti deskripsi elektrokimia hampir tidak mungkin. Konvensi matematika positif dan negatif untuk muatan listrik dikaitkan dengan Benjamin Franklin yang sebelumnya ber teori bahwa keberadaan hanya dua jenis muatan listrik. Ia menyebutkan muatan yang dihasilkan dengan menggosok batang kaca sebagai "vitreous", sedangkan muatan ekuivalen dihasilkan dengan menggosok amber, atau damar, sebagai "resin". Franklin, membayangkan muatan listrik sebagai dikaitkan dengan tingkat cairan tak terlihat tunggal yang ada di dalam objek (yaitu, negatif benda bermuatan memiliki jumlah cairan ini lebih sedikit dan benda bermuatan positif memiliki kelebihan jumlah). Franklin karenanya mengganti nama muatan resin sebagai muatan negatif dan vitreous positif, sehingga membentuk konvensi yang pada akhirnya akan menuntut elektron untuk didefinisikan sebagai muatan negatif.

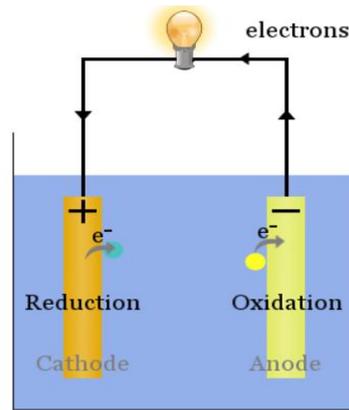
Elektrokimia berdasarkan pada reaksi redoks, bahwa reaksi redoks adalah reaksi kimia oksidasi-reduksi. Mereka dapat dipecah menjadi dua proses yang berbeda, proses reduksi, dan proses oksidasi. Reaksi oksidasi dan reduksi terjadi pada waktu yang sama dalam reaksi redoks. Zat yang direduksi dalam suatu reaksi kimia disebut zat pengoksidasi sedangkan zat yang mengalami oksidasi disebut zat pereduksi. Reaksi redoks dalam elektrokimia didefinisikan sebagai reaksi kimia di mana elektron bergerak di antara dua reaktan yang berpartisipasi di dalamnya. Transfer elektron ini dapat diukur dengan mengamati perubahan keadaan oksidasi dari spesies yang bereaksi. Kehilangan elektron sambil meningkatkan keadaan oksidasi reaktan yang diberikan dikenal sebagai oksidasi. Peningkatan elektron sambil menurunkan keadaan oksidasi reaktan yang diberikan adalah reduksi. Spesies penerima elektron yang biasanya mengalami reduksi dalam reaksi redoks dikenal sebagai zat pengoksidasi. Spesies penyumbang elektron disebut sebagai agen pereduksi.

Terdapat dua cara untuk menyetarakan reaksi redoks, salah satu cara menyetarakan adalah dengan menggunakan perubahan bilangan oksidasi zat pengoksidasi dan zat pereduksi. Teknik lain adalah membagi reaksi redoks menjadi dua setengah reaksi, satu oksidasi dan yang lainnya reduksi. Menyeimbangkan redoks penting karena elektron yang berpindah ke oksidan dari reduktor harus dikenal sebagai reagen. Penting untuk melacak tingkat elektron yang dipancarkan oleh reduktor dan diambil oleh oksidan untuk memastikan persamaan seimbang dengan benar. Persamaan seimbang penting karena mereka mematuhi hukum kekekalan materi. Hukum ini menyatakan bahwa dalam sistem tertutup jumlah materi harus tetap konstan.

Aplikasi Reaksi Redoks dalam Elektrokimia, yakni reaksi redoks memiliki banyak aplikasi industri dan sehari-hari, salah satunya dalam menghasilkan arus DC. Baterai yang biasanya digunakan untuk menghasilkan arus DC menggunakan reaksi redoks untuk menghasilkan energi listrik.

Elektrokimia berupa sel elektrokimia dapat berlangsung secara spontan dan tidak. Sel elektrokimia yang dapat berlangsung secara spontan disebut dengan sel volta/sel galvanik. Sedangkan sel elektrokimia yang tidak dapat berlangsung secara spontan disebut dengan sel elektrolisis.

Sel galvanik / sel volta adalah sel elektrokimia yang menghasilkan listrik dari reaksi kimia. itu terdiri dari dua setengah sel yang dihubungkan oleh persimpangan [misalnya jembatan garam] memungkinkan ion untuk ditransfer antara elektrolit dari dua setengah sel. ketika elektroda dihubungkan secara eksternal oleh konduktor, elektron mengalir melalui konduktor dari elektroda negatif ke elektroda positif. Biasanya diwakili oleh dua setengah sel yang dipisahkan oleh garis vertikal ganda yang mewakili persimpangan yang memungkinkan transfer ion. [misalnya. $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)||Cu^{2+}(aq)|Cu(s)$ atau lebih sederhananya $Zn|Zn^{2+}||Cu^{2+}|Cu$ jika jelas dari konteks yang melibatkan larutan air]. Sel volta (atau dikenal sebagai sel galvanik) adalah objek yang menggunakan elektrolisis (sejenis reaksi kimia) untuk menghasilkan listrik. Ini berisi anoda dan katoda terendam dalam larutan elektrolit. Anoda adalah tempat terjadinya reaksi oksidasi, dan katoda adalah tempat terjadinya reaksi reduksi. Hal ini menyebabkan selalu ada beda potensial antara kedua ujung sel, sehingga listrik dapat terus mengalir. Sel volta memberi daya pada sirkuit listrik ketika pasokan listrik tidak tersedia atau tidak praktis.



Gambar 1.1 Sel Volta/Sel Galvani

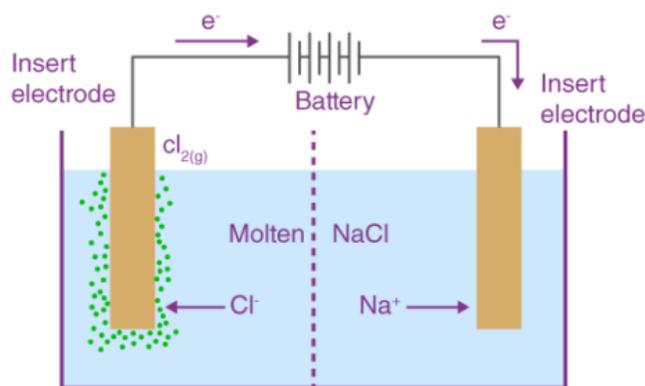
Reaksi redoks spontan pada elektroda menghasilkan tegangan. Jika diatur dengan benar, voltase ini dapat menggerakkan elektron melalui perangkat listrik, seperti bola lampu yang ditampilkan di sini. Dalam diagram ini, spesies mentransfer elektron ke anoda dari mana mereka mengalir melalui bola lampu ke katoda, di mana mereka membawa reduksi. Sel Elektrolitik Sel Galvanik (atau Sel Volta), mengubah energi kimia menjadi energi listrik, mengandung anoda bermuatan negatif dan katoda bermuatan positif, dan merupakan reaksi sel spontan.

Saat reaksi oksidasi-reduksi, elektron dipindahkan dari satu spesies ke spesies lain. Energi dilepaskan jika reaksi terjadi secara spontan. Oleh karena itu, energi yang dilepaskan digunakan untuk melakukan pekerjaan yang bermanfaat. Untuk mengatasi energi ini, diperlukan untuk membagi reaksi menjadi dua setengah-reaksi yang terpisah yaitu. oksidasi dan reduksi. Dengan bantuan dua wadah dan kabel yang berbeda, reaksi dimasukkan ke dalamnya untuk menggerakkan elektron dari satu ujung ke ujung lainnya. Ini menciptakan sel volta.

Prinsip Sel Galvanik (Volta). Kerja listrik yang dilakukan oleh sel galvanik terutama disebabkan oleh energi Gibbs dari reaksi redoks spontan dalam sel volta. Biasanya terdiri dari dua setengah sel dan jembatan garam. Setiap setengah sel selanjutnya terdiri dari elektroda logam yang dicelupkan ke dalam elektrolit. Kedua setengah sel ini terhubung ke voltmeter dan sakelar secara eksternal dengan bantuan kabel logam. Dalam beberapa kasus, ketika kedua elektroda dicelupkan ke dalam elektrolit yang sama, jembatan garam tidak diperlukan.

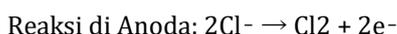
Sel Elektrolisis atau Sel elektrolit yakni mengubah energi listrik menjadi energi kimia, mengandung anoda bermuatan positif dan katoda bermuatan negative, dan merupakan reaksi sel non-spontan. Sel elektrolisis dapat didefinisikan sebagai perangkat elektrokimia yang menggunakan energi listrik untuk memfasilitasi reaksi redoks non-spontan. Sel elektrolisis adalah sel elektrokimia yang dapat digunakan untuk mengelektrolisis senyawa tertentu. Misalnya, air dapat mengalami elektrolisis (dengan bantuan sel elektrolitik) untuk membentuk gas oksigen dan gas hidrogen. Hal ini dilakukan dengan menggunakan aliran elektron (ke lingkungan reaksi) untuk mengatasi penghalang energi aktivasi reaksi redoks non-spontan. Tiga komponen utama sel elektrolisis adalah: Katoda (yang bermuatan negatif untuk sel elektrolitik). Anoda (yang bermuatan positif untuk sel elektrolisis). Dan Elektrolit. Elektrolit menyediakan media untuk pertukaran elektron antara katoda dan anoda. Elektrolit yang umum digunakan dalam sel elektrolisis termasuk air (mengandung ion terlarut) dan natrium klorida cair.

Natrium klorida cair (NaCl) dapat mengalami elektrolisis dengan bantuan sel elektrolitik, seperti yang diilustrasikan di bawah ini.



Gambar 1.2 Sel Elektrolisis NaCl

Di atas, dua elektroda inert dicelupkan ke dalam natrium klorida cair (yang mengandung kation Na^+ dan anion Cl^- yang terdisosiasi). Ketika arus listrik dilewatkan ke sirkuit, katoda menjadi kaya akan elektron dan mengembangkan muatan negatif. Kation natrium bermuatan positif sekarang tertarik ke arah katoda bermuatan negatif. Ini menghasilkan pembentukan logam natrium di katoda. Secara bersamaan, atom klorin tertarik ke katoda bermuatan positif. Ini menghasilkan pembentukan gas klor (Cl_2) di anoda (yang disertai dengan pembebasan 2 elektron, menyelesaikan rangkaian). Persamaan kimia terkait dan reaksi sel keseluruhan disediakan di bawah ini.



Dengan demikian, natrium klorida cair dapat mengalami elektrolisis dalam sel elektrolitik untuk menghasilkan logam natrium dan gas klorin sebagai produknya.

Aplikasi Sel Elektrolit, aplikasi utama sel elektrolisis adalah untuk produksi gas oksigen dan gas hidrogen dari air, dan juga digunakan untuk ekstraksi aluminium dari bauksit. Aplikasi penting lainnya dari sel elektrolisis adalah dalam elektroplating, yaitu proses pembentukan lapisan pelindung tipis dari logam tertentu pada permukaan logam lain dan juga penyepuhan logam tertentu.

4. PEMBAHASAN

Elektrokimia adalah materi yang mempelajari tentang perpindahan elektron yang terjadi pada sebuah media pengantar listrik (elektroda). Elektroda terdiri dari elektroda positif dan elektroda negatif. Hal ini disebabkan karena elektroda tersebut akan dialiri oleh arus listrik sebagai sumber energi dalam pertukaran elektron. Konsep elektrokimia didasari oleh reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dan larutan elektrolit. Reaksi redoks merupakan gabungan dari reaksi reduksi dan oksidasi yang berlangsung secara bersamaan. Pada reaksi reduksi terjadi peristiwa penangkapan elektron sedangkan reaksi oksidasi merupakan peristiwa pelepasan elektron yang terjadi pada media pengantar pada sel elektrokimia (Harahap, 2016).

Elektrokimia berdasarkan reaksi redoks dalam pengaplikasian nya melalui baterai arus listrik searah (DC) Secara teori, arus DC adalah aliran elektron dari suatu titik dengan energi potensial listrik yang lebih tinggi ke titik lain dengan energi potensial lebih rendah. Sumber arus DC yang paling umum digunakan berasal dari proses kimiawi, hasil induksi elektromagnetik dan bahkan berasal dari sumber energi alam yang terbarukan. Sumber arus DC yang berasal dari proses kimiawi antara lain baterai (elemen Volta) dan akumulator (biasa disebut aki). Sumber arus DC yang berasal dari hasil induksi elektromagnetik antara lain dinamo (generator/motor DC). Sumber arus DC yang berasal dari sumber energi alam yang terbarukan adalah sel/panel surya, yang memanfaatkan cahaya matahari dalam penggunaannya (Gideon, 2019). Dalam Al- Quran surat An Nur ayat 35, Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman:

اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكُوتٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبْرَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

"Allah (pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya-Nya, seperti sebuah lubang yang tidak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam tabung kaca (dan) tabung kaca itu bagaikan bintang yang berkilauan, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang diberkahi, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di timur dan tidak pula di barat, yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah memberi petunjuk kepada cahaya-Nya bagi orang yang Dia kehendaki, dan Allah membuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia. Dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu."

Ayat tersebut menerangkan, "...Yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya adalah pohon zaitun yang tidak tumbuh di timur maupun di barat, yang minyaknya hampir menerangi meskipun api tidak menyentuhnya, cahaya di atas cahaya...." Perumpamaan tentang hal-hal yang tidak tumbuh di sebelah timur dan barat adalah, jika diperhatikan arah mata anginnya, maka timur dan barat yang berseberangan adalah kutub utara dan selatan, dimana pada daerah tersebut terdapat kutub magnet yang kemudian dikenal dengan sebutan kutub magnet. elektromagnetik yang berguna untuk menginduksi listrik sehingga menghasilkan energi listrik.

Sel elektrokimia yang dapat berlangsung secara spontan adalah sel gavanii/sel volta. Syarat dari sel volta salah satunya adalah hasil reaksi kimia menjadi energi listrik. Pengaplikasian tersebut dapat terjadi pada sel bahan bakar fuel cell. Fuel cell adalah sebuah alat elektrokimia yang dirancang untuk dapat memisahkan ion hydrogen dan oksigen dengan bantuan bahan katalis. Dari hasil reaksi tersebut akan menghasilkan energi panas dan energi listrik. Energi panas harus dibuang dengan cara didinginkan dengan blower, sedangkan energi listrik yang dihasilkan oleh fuel cell dimanfaatkan sebagai sumber energi penggerak kendaraan listrik / kendaraan hibrida untuk kendaraan masa depan (Ma'ruf, 2016). Sel bahan bakar fuel cell dapat mengantisipasi ketersediaan bahan bakar fosil, minyak bumi yang banyak digunakan hingga saat ini yang semakin menipis dan tidak ramah lingkungan. Dalam Al- Quran surat Al-Isra ayat : 49-51, Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman:

وَقَالُوا إِذَا كُنَّا عِظَامًا وَرُفَاتًا ءَأِنَّا لَمَبْعُوثُونَ خَلْقًا جَدِيدًا ﴿٥١﴾ قُلْ كُونُوا حِجَارَةً أَوْ حَدِيدًا
أَوْ خَلْقًا مِّمَّا يَكْبُرُ فِي صُدُورِكُمْ ۖ فَسَيَقُولُونَ مَنْ يُعِيدُنَا قُلِ الَّذِي فَطَرَكُمْ أَوَّلَ مَرَّةٍ ۖ فَسَيُنْغِضُونَ إِلَيْكَ
رُءُوسَهُمْ وَيَقُولُونَ مَتَى هُوَ قُلْ عَسَىٰ أَنْ يَكُونَ قَرِينًا

"Dan mereka berkata, "Apabila kami telah menjadi tulang-belulang dan benda-benda yang hancur, apakah kami benar-benar akan dibangkitkan kembali sebagai makhluk yang baru?" [17] :49

"Katakanlah (Muhammad), "Jadilah kamu batu atau besi," [17] :50

"atau menjadi makhluk yang besar (yang tidak mungkin hidup kembali) menurut pikiranmu." Maka mereka akan bertanya, "Siapa yang akan menghidupkan kami kembali?" Katakanlah, "Yang telah menciptakan kamu pertama kali." Lalu mereka akan menggeleng-gelengkan kepalanya kepadamu dan berkata, "Kapan (Kiamat) itu (akan terjadi)?" Katakanlah, "Barang kali waktunya sudah dekat," [17] ; 51

Ayat ini menggambarkan bahwa tulang belulang atau benda benda yang hancur atau segala makhluk yang sudah mati dan terkubur hingga menjadi batu atau besi yang dikenal dengan sebutan fosil. Energi fosil merupakan energi tak terbarukan serta penggunaan energi fosil yang semakin tinggi menyebabkan kenaikan emisi gas rumah kaca sehingga iklim menjadi tidak stabil serta meningkatnya suhu bumi dan permukaan air laut (Pertamina, 2020) dan memerlukan pengurangan penggunaan sumber energi fosil di semua sektor dan penggunaan kendaraan listrik. Visi tersebut dikenal dengan sebutan transisi energi (Setyono & Kiono, 2021). Dengan fuel cell sebagai pembaruan pengganti bahan bakar fosil yang semakin langka. Sumber energi baru terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global (Diantari et al., 2019).

Sel volta/ sel gavanii ditentukan oleh potensial dan terdapat deret volta, elektroda logam dalam sel elektrokimia yang terdapat deret volta dengan kaitannya pada ayat Al- Quran. Deret volta atau deret elektrokimia merupakan deret yang berisi urutan nilai E^ored elektroda-elektroda, dari yang terkecil (paling negatif) hingga yang terbesar (paling positif), yang di kenal dengan istilah Deret Volta (deret kereaktifan logam). Susunan deret volta adalah sebagai berikut: Li - K - Ba- Sr- Ca - Na - La - Ce - Mg - Lu - Al - Mn - (H₂O) - Zn - Cr- Fe - Cd - Co - Ni - Sn - Pb - H - Sb - Bi - Cu - Hg - Ag - Pt - Au

Elektroda besi (Fe) merupakan deret dengan kereaktifan logam paling rendah dibandingkan dengan tembaga (Cu), perak (Ag), dan emas (Au). Besi merupakan logam yang paling banyak terdapat di alam. Besi juga diketahui sebagai unsur yang paling banyak membentuk bumi, yaitu kira-kira 4,7 - 5% pada kerak bumi. Dalam kehidupan, besi merupakan logam paling biasa digunakan dari pada logam-logam yang lain sebagai paduan logam. Hal ini disebabkan karena harga yang murah dan kekuatannya yang baik serta penggunaannya yang luas. Kegunaan besi yang sangat besar sebagai logam banyak digunakan dalam berbagai bidang industri. Misalnya, sintesis besi oksida yang dapat digunakan sebagai katalis dalam proses redoks dan sebagai pigmen (Khalamudilah, 2017). Dalam Al- Quran surat Al-Hadid, An-Nahl, dan Saba Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman:

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

"Sungguh, Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan kami turunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Dan Kami menciptakan besi yang mempunyai kekuatan, hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat, Mahaperkasa." QS. Al-Hadid[57]:25.

اللَّهُ جَعَلَ لَكُمْ مِمَّا خَلَقَ ظِلًّا وَجَعَلَ لَكُمْ مِنَ الْجِبَالِ أَكْنَانًا وَجَعَلَ لَكُمْ سَرَابِيلَ تَقِيكُمُ الْحَرَّ وَسَرَابِيلَ تَقِيكُمُ ۝ بِأَسْكُمْ كَذَلِكَ يُنمُّ نِعْمَتَهُ عَلَيْكُمْ لَعَلَّكُمْ تُسْلِمُونَ

"Dan Allah menjadikan tempat bernaung bagimu dari apa yang telah Dia ciptakan, Dia menjadikan bagimu tempat-tempat tinggal di gunung-gunung, dan Dia menjadikan pakaian bagimu yang memeliharamu dari panas dan pakaian (baju besi) yang memelihara kamu dalam peperangan. Demikian Allah menyempurnakan nikmat-Nya kepadamu agar kamu berserah diri (kepada-Nya)." QS. An-Nahl[16]:81

وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُدَ مِنَّا فَضْلًا يَجِبَالُ أَوْبِي مَعَهُ وَالطَّيْرَ ۗ وَالنَّا لَهُ الْحَدِيدُ

"Dan sungguh, Telah Kami berikan kepada Dawud karunia dari Kami. (Kami berfirman), "Wahai gunung-gunung dan burung-burung! Bertasbihlah berulang-ulang bersama Dawud," dan Kami telah melunakkan besi untuknya,"

QS. Saba'[34]:10

Ketiga ayat tersebut menunjukkan dan menggambarkan bahwa besi merupakan logam yang memiliki kekuatan, hebat, dan juga banyak manfaat bagi manusia, serta besi dapat digunakan dalam pembuatan produk industri. Besi memiliki kekurangan/ kelemahan yakni karena memiliki kereaktifan logam paling rendah sehingga dapat mudah mengikat oksigen dan akan lebih mudah mengalami korosi. Korosi pada besi dapat dicegah dan menurunkan laju korosi berikut upaya - upaya untuk mencegah terjadinya korosi :

1. Memilih logam yang tepat untuk suatu lingkungan dengan kondisi-kondisinya
2. Memberi lapisan pelindung agar lapisan logam terlindung dari lingkungannya
3. Memperbaiki lingkungan supaya tidak korosif
4. Perlindungan secara elektrokimia dengan anoda korban atau arus tandingan (Budi ,2009).

Menurut Harahap (2016) Sel elektrolisis merupakan sel elektrokimia yang menggunakan sumber energi listrik untuk mengubah reaksi kimia yang terjadi. Pada sel elektrolisis katoda memiliki muatan negatif sedangkan anoda memiliki muatan positif. Menjadi sel elektrolisis saat penghitung tegangan dinaikkan, dan sel galvanik saat dijatuhkan. Katoda sel adalah elektroda tempat kation (positif ion bermuatan, seperti ion perak Ag+) berjalan di dalam sel untuk direduksi dengan berinteraksi dengan elektron (bermuatan negatif) dari elektroda itu, juga menggambarkan anoda sebagai elektroda tempat anion (ion bermuatan negatif seperti ion klorida Cl-) berjalan di dalam sel untuk dioksidasi dengan menyimpan electron. Melalui elektrolisis, kation dan anion dalam larutan dapat bergerak dan disisihkan dengan melibatkan proses oksidasi dan reduksi, misalnya anion terutama ion klorida akan teroksidasi menjadi klorin (Adi, 2018).

Elektroplating ialah elektrodposisi pelapis/coating logam melekat ke elektroda untuk menjaga substrat dengan memberikan permukaan dengan sifat dan dimensi berbeda daripada logam basisnya

tersebut (Anton J Hartomo, Tomijiro Kaneko, 1995: 25). Elektroplating dimanfaatkan untuk melindungi logam korosi dan memperbaiki penampilan benda. Biasanya benda yang di sepuh terbuat dari logam yang murah seperti besi lalu disepuh dengan logam yang mahal seperti emas dan perak (Riyanto, 2013). Dalam Al- Quran surat Ar-Ra'ad ayat 17 Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman:

أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَهُۥ ۖ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ زَبَدًا رَابِيًا ۚ وَمِمَّا يُوقِدُونَ عَلَيْهِ فِي النَّارِ ابْتِغَاءَ جَلِيَّةٍ أَوْ مَتَاعٍ زَبَدٌ مِثْلَهُ ۗ كَذٰلِكَ يَضْرِبُ اللّٰهُ الْحَقَّ وَالْبَاطِلَ ؕ فَاَمَّا الزَّبَدُ فَيَذٰهَبُ جُفَاءً ۗ وَاَمَّا مَا يَنْفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الْاَرْضِ ۗ كَذٰلِكَ يَضْرِبُ اللّٰهُ الْاَمْثَالَ

"Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah ia (air) di lembah-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 tentang yang benar dan yang batil. Adapun buih, akan hilang sebagai sesuatu yang tidak ada gunanya; tetapi yang bermanfaat bagi manusia, akan tetap ada di bumi. Demikianlah Allah membuat perumpamaan."

Ayat diatas menerangkan bahwa Allah swt membuat perumpamaan dengan reaksi penyepuhan perhiasan atau alat alat dari logam seperti emas atau perak dan menghasilkan buih mengambang (gelembung), gelembung tersebut yang terdapat pada elektroda dalam sel elektrolisis. Yang sesuai dengan tujuan elektroplating yakni untuk menambahkan penampilan (bagus, kilap, cemerlang), perlindungan (terhadap korosi), sifat khas permukaan, serta sifat mekanis tertentu (Effendi, 2009).

Pencegahan korosi pada logam dengan menggunakan inhibitor (penghambat). Inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju korosi yang terjadi pada lingkungan tersebut terhadap suatu logam didalamnya . Pada prakteknya, jumlah yang di tambahkan adalah sedikit, baik secara kontinu maupun periodik menurut suatu selang waktu tertentu (Gumelar & Agung, 2011). Pemakaian inhibitor disesuaikan dengan lingkungan dan jenis logam yang digunakan seperti besi, tembaga, seng, dan alumunium. Dalam pencegahan korosi pada besi dapat dilapis dengan tembaga melalui elektroplating atau dengan timah dengan mencelupkan besi ke dalam lelehan timah. Dalam kedua kasus itu, logam dasarnya logam asalnya terlindungi asalkan penyalutnya tetep utuh (Petrucci,dkk, 2011). Penjelasan tersebut memiliki kaitan dengan ayat Al- Quran, surat Al Kahf, Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman:

اَتُونِي زُبَرَ الْحَدِيدِ حَتَّىٰ اِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ انْفُخُوْا ۗ حَتَّىٰ اِذَا جَعَلَهُ نَارًا قَالَ اَتُونِي اُفْرَغْ عَلَيْهِ قَطْرًا ۗ

" Berilah aku potongan-potongan besi!" Hingga ketika (potongan) besi itu telah (terpasang) sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, dia (Zulkarnain) berkata, "Tiuplah (api itu)!" Ketika (besi) itu sudah menjadi (merah seperti) api, dia pun berkata, "Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atasnya (besi panas itu)."

Ayat tersebut menunjukan atau menggambarkan bahwa besi dapat dicelupkan ke dalam lelehan tembaga, yang dalam proses kimia disebut dengan elektroplating yang pada dasarnya adalah proses pelapisan logam ke yang lain dengan hidrolisis sebagian besar untuk mencegah korosi logam atau untuk keperluan dekoratif.

5. KESIMPULAN

Setelah menguraikan pembahasan kimia dalam materi elektrokimia dan kaitannya dengan nilai-nilai religiusitas Islam melalui Alquran, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yakni, elektrokimia merupakan materi kimia yang mempelajari sel elektrokimia yang terdiri dari sel volta dan sel elektrolisis. Dan Al-Qur'an yang pertama menjelaskan konsep reaksi kimia yang dapat diubah menjadi listrik dan pencegahan korosi logam. Dalam agama (Islam), ilmu dapat dibuktikan melalui agama yang diyakini membentuk hubungan yang terpadu dan tidak perlu diperdebatkan. Senada dengan pendapat tersebut, salah satu responden mengemukakan alasan mengapa sains dan agama bercirikan integrasi (Suciati et al., 2022).

6. REFERENCES

Adi, F. W. (2018). Studi Eksperimental Finishing Perhiasan Kuningan dengan Perpaduan Elektroplating dan Patinasi. Corak: Jurnal Seni Kriya, 7(1), 54-61.

- Alam, L. (2016). Internalisasi Nilai-Nilai Pendidikan Islam Dalam Perguruan Tinggi Umum Melalui Lembaga Dakwah Kampus. *Istawa: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 101. <https://doi.org/10.24269/ijpi.v1i2.171>.
- Budi Utomo,(2009), Jenis Korosi Dan Penanggulangannya, *Jurnal Kapal*, Vol. 6, No.2.
- Chang, Raymond. 2005. *Kimia Dasar*. Jakarta : Erlangga.
- Chang F., & Munoz M. A. (2006). School personnel educating the whole child: Impact of character education on teachers' self-assessment and student development. *J Pers Eval Educ*, 19, 35-49.
- Diantari, R. A., Darmana, T., Zaenal, Z., Hidayat, S., Jumiati, J., Soewono, S., & Indradjaja, I. M. (2019). Sosialisasi Energi Baru Terbarukan dan Lingkungan Hidup Untuk Masyarakat Desa Sukawali KAB. Tangerang, Banten. *Terang*, 2(1), 53-59. <https://doi.org/10.33322/terang.v2i1.538>.
- Dr.Fitria Rahmawati. 2013, *Elektrokimia Transformasi Energi Kimia-Listrik*, Erlangga: Yogyakarta.
- Effendi, Nizam, (2009) ,Pengaruh Variasi Rapat Arus Terhadap Ketebalan Lapisan Elektroplating Seng Pada Baja Karbon Rendah,*Jurnal Traksi*. Vol. 9. No. 1
- Gideon S, dan Saragih K,P. 2019. Analisis Karakteristik listrik Arus Searah dan Arus Bolak Balik. *Jurnal Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art of Life*. Volume 2 (1).
- Gumelar, Agung Akhmad. 2011. Studi Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Teh Roselia (*Hibbicus sabdariffa*) sebagai Green Corrosion Inhibitor untuk Material Baja Karbon Rendah di Lingkungan NaCl 3,5% pada Temperatur 50 Derajat Celsius. Skripsi. Depok: Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Harahap, M. R. (2016). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1). <https://doi.org/10.22373/crc.v2i1.764>.
- Hartono Anton J; Tomojiro Kaneko, 1995, *Mengenal Pelapisan Logam (elektroplating)*, Andi offset, Yogyakarta.
- Hidayah, H., Iriyadi, D., & Gufron, I. A. (2022). *Relasi Sains Dan Agama dalam Perpspektif Ian Graeme Barbour*. 13(1).
- Khalamudilah. F A, Suhendar. D, dan Supriadin .A, (2017) , Sintesis Dan Karakterisasi Pigmen Merah Besi(iii) Oksida Dari Serbuk Besi Limbah Bubut Logam, *Jurnal Al-Kimiya*, Vol. 4, No. 1.
- Kitchenham, B. (2004) *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University, Keele, 33.
- Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>
- Lubis, M., & Widiawati, N. (2020). Integrasi Domain Afektif Taksonomi Bloom dengan Pendidikan Spiritual Al-Ghazali (Telaah Kitab Ayyuhal Walad). *Journal Educative : Journal of Educational Studies*, 5(1), 41. <https://doi.org/10.30983/educative.v5i1.3228>
- Ma'ruf H,dan Widiharsa F (2016),Fuel Cellsebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Pengisi Baterai Dengan Pengendali Panas, *Jurnal Transmisi*, Volume 7 Edisi-1/ Hal.45-54
- Mutiah, M., Savalas, L. R. T., & Purwoko, A. A. (2022). Demonstrasi Kimia yang Dimodifikasi untuk Membentuk Model Mental Mahasiswa Pada Konsep Redoks dan Sel Elektrokimia. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2c), 941-948. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2c.573>
- Muti'ah, M., Siahaan, J., & Sukib, S. (2021). Upaya Meningkatkan Motivasi dan Pemahaman Ilmu Kimia Melalui Demonstrasi Kimia Bagi Siswa SMA N 1 Labuapi. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2). <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v4i2.704>
- Pertamina Enegy Institute. (2020). *Pertamina Energy Outlook 2020*. Jakarta: Pertamina Enegy Institute.
- Petrucci, H Ralph dkk. 2011. *Kimia Dasar Prinsip-prinsip dan Aplikasi Modern*. Jakarta: Erlangga.

Riyanto. 2013. *Elektrokimia dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Rahmawati, Y. (2018). Peranan Transformative Learning dalam Pendidikan Kimia: Pengembangan Karakter, Identitas Budaya, dan Kompetensi Abad ke-21. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 8(1), 1-16. doi: <https://doi.org/10.21009/JRPK.081.1>

Sabarni, S. (2019). Struktur Atom Berdasarkan Ilmu Kimia Dan Perspektif Al-Quran. *Lantanida Journal*, 7(1), 87. <https://doi.org/10.22373/lj.v7i1.4647>

Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 - 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154-162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>

Suciati, R., Susilo, H., Gofur, A., Lestari, U., & Rohman, I. (2022). Millennial Students' Perception on The Integration of Islam and Science in Islamic Universities. *Indonesian Journal of Islam and Muslim Societies*, 12(1), 31-57. <https://doi.org/10.18326/ijims.v12i1.31-57>

Wahyudin, D., & Nasikin, M. (2022). Integrasi-Interkoneksi Al-Qur'an, Sains, Dan Peradaban: Konsep, Metode Dan Proyeksi. *El-Umdah*, 5(1), 21-45. <https://doi.org/10.20414/elumdah.v5i1.5221>