



Penghasilan Tenaga Lestari Melalui Perbezaan Kepekatan Ion antara Air Laut dan Air Tawar: Inspirasi Surah Rahman & Al-Furqan

AJIS LEPIT^{1,A}, MOHD FAIZAL ACHOI^{1,B}, RAFIDAH SELAMAN^{1,C}, MOHD RUZALEH NURDIK¹,
NOR FARANAZ SHAMIN NOR AZMI¹ and AJIMI JAWAN¹

¹Faculty of Applied Sciences, Universiti Teknologi MARA, Sabah Branch, Malaysia

ajis@uitm.edu.my, mohdf484@uitm.edu.my, rafidah5027@uitm.edu.my, mohdruza@uitm.edu.my, faranaz@uitm.edu.my
& ajimi@uitm.edu.my

Received: July 30, 2025

Accepted: September 10, 2025

Online Published: September 23, 2025

Abstrak

Kajian sains itu perlu dipandu apa jua perkembangan yang dibangunkan oleh manusia berteraskan sumber wahyu dan berinspirasi keagungan Allah sebagai Pemilik dan Pencipta seluruh alam. Sudah pastilah Al-Quran sebagai sumber ilmu yang memandu sains agar mentauhid pencipta sekalian alam tidak boleh dipisahkan. Kertas kajian ini akan memfokus kepada air sebagai sumber tenaga merujuk kepada rahsia petikan Surah Ar Rahman (55:19-20) dan Al-Furqan (25:53) menjadi sumber rujukan utama. Air merupakan sumber semula jadi yang kritikal dalam kehidupan dan berpotensi tinggi sebagai sumber tenaga boleh diperbaharui. Perbezaan ketara antara air laut dan air tawar dari segi kepekatan ion menghasilkan tenaga kecerunan kemasinan (SGE) yang boleh dimanfaatkan untuk penjanaan tenaga elektrik dari alam sekitar manusia. Kajian ini bertujuan untuk meneroka potensi perbezaan sifat fizikal dan kimia antara air laut dan air tawar sebagai asas kepada sistem penjanaan tenaga berasaskan sel bahan api. Air laut dikutip dari pantai Teluk Likas, Kota Kinabalu manakala air tawar diperolehi daripada sumber hujan dan sungai berhampiran kampus UiTM Cawangan Sabah. Kedua-dua sampel air ditempatkan dalam sel berasingan (*dual chamber*) yang dipisahkan oleh selaput nipis. Dua jenis selaput iaitu lapisan nipis sekam jagung (*corn husk*) dan selaput Fumasep sebagai selaput pawai digunakan sebagai 'dinding' pemisah air laut dan air tawar. Dengan elektrod grafit direndam dalam air tawar dan elektrod aluminium dalam air laut disambung kepada multimeter untuk mendapatkan bacaan beza upaya (voltan). Pengukuran perbezaan keupayaan menggunakan multimeter digital menunjukkan bacaan antara 0.30 hingga 1.00 V dengan arus dalam lingkungan miliampere (μA) hingga microampere (mA). Dua jenis kepekatan air laut dalam 60 ppt dan 120 ppt dengan saiz elektrod grafit (besar dan kecil) menghasilkan mikroelektrik yang berbeza. Keputusan ini membuktikan bahawa perbezaan ion antara kedua-dua jenis air dapat menghasilkan tenaga melalui mekanisme pemindahan ion tanpa pencampuran fizikal. Penjelasan konsep penukaran tenaga osmotik (PTO) turut dikemukakan, di mana molekul air merentasi selaput separa telap akibat perbezaan kepekatan, menghasilkan tekanan osmotik yang dapat ditukar kepada tenaga mikroelektrik. Hasil kajian ini menunjukkan potensi penggunaan air laut dan air tawar sebagai sumber alternatif penjanaan elektrik yang mesra alam. Prestasi sistem dipengaruhi oleh jenis selaput, saiz elektrod yang digunakan dan kandungan garam dalam air laut. Kajian lanjutan disarankan bagi meningkatkan kecekapan sistem dan aplikasi dalam skala sebenar.

Katakunci: *Penjanaan tenaga, kecerunan kemasinan, selaput nipis pertukaran ion, penukaran tenaga osmotik, Quran & sains*

1. Pengenalan

Al-Quran, yang diturunkan pada 1460 tahun dahulu, mengandungi penerangan tentang fenomena alam yang sejajar dengan pemahaman sains moden. Satu contoh yang ketara ialah merujuk kepada pertemuan air tawar dan air masin, dipisahkan oleh lapisan atau dinding yang menghalang pencampuran sepenuhnya air laut dan air tawar. Merujuk kepada beberapa surah dalam Al-Quran, pertemuan air tawar dan air masin digambarkan sebagai fenomena alam di mana halangan percampuran kedua-dua air ini bercampur dengan lengkap. Surah Ar-Rahman (55:19–20) menyatakan, "Dia melepaskan dua laut yang bertemu dengannya; di antara keduanya ada dinding yang tidak mereka lewati," manakala Ayat 53 dari Surah Al-Furqan (25:53) berbunyi: "Dan Dialah yang membiarkan dua laut mengalir (berdampingan); yang ini tawar serta segar dan yang lain sangat masin lagi pahit; dan Dia jadikan antara keduanya dinding dan batas yang tidak tembus" (Ali, 1987). Dari perspektif oseanografi, halangan tersebut berlaku disebabkan oleh perbezaan kemasinan, ketumpatan dan suhu, menghasilkan zon peralihan seperti *haloclines* atau *pycnoclines* yang mengehadkan percampuran (UNESCO, 2009). Keadaan ini diperhatikan di muara, selat, dan zon penumpuan lautan,



menunjukkan penjarangan yang ketara antara huraian al-Quran dan sains marin kontemporari. Air ialah salah satu sumber bumi yang paling kritikal, mengekalkan kehidupan, menyokong ekosistem, dan memacu pembangunan sosio-ekonomi. Walau bagaimanapun, kekurangan air tawar global semakin meningkat disebabkan oleh pertumbuhan penduduk yang pesat, perindustrian, dan perubahan iklim (PBB, 2020). Dengan kira-kira 97% daripada air planet ini di lautan dan hanya sebahagian kecil yang tersedia sebagai air tawar, teknologi inovatif untuk penjanaan air tawar dan rawatan air sisa amat diperlukan (Gleick, 2014). Antara muka antara badan air tawar dan masin, seperti muara sungai dan zon pantai, menawarkan peluang unik untuk memanfaatkan kecerunan kemasinan untuk penjanaan tenaga mikroelektrik (Andri Kapuji Kaharian et. al. 2017 & Wick et al. 2006). Kemajuan terkini dalam sistem elektrokimia, termasuk penukaran tenaga kecerunan kemasinan dan proses pemisahan berasaskan selaput nipis, telah membuka kemungkinan baharu untuk penjanaan mikroelektrik dan rawatan air yang mampan (Post et al., 2008; Yip et al., 2016). Khususnya, sistem yang mengikut keadaan *halocline* semulajadi boleh direka bentuk untuk meningkatkan pengkonduksian pemilihan ion, membolehkan penyahgaraman, penulenan dan pemulihan tenaga serentak. Walaupun kemajuan ini, banyak sistem sedia ada menghadapi had dalam kecekapan, keberkesanan kos dan kestabilan operasi. Kajian ini menyiasat sistem rawatan air elektrokimia menggunakan elektrod grafit dan aluminium, sel bahan api tabung berkembar, dan selaput nipis pertukaran ion (IEM) (Logan et al. 2012 & Nair et al., 2021). Dengan mendapat inspirasi dari pemisahan semula jadi air tawar dan air masin seperti yang diterangkan dalam Al-Quran, sistem ini bertujuan untuk mengoptimumkan aliran ion dan meningkatkan penjanaan tenaga mikroelektrik menguna selaput nipis IEM. Pengintegrasian pandangan teologi dengan sains moden bukan sahaja menyediakan rangka kerja konseptual yang unik tetapi juga menggariskan potensi inovasi antara disiplin dalam menangani cabaran sumber tenaga boleh diperbaharui.

2. Objektif kajian

Pertama, untuk menentukan tenaga mikroelektrik terhasil bacaan beza upaya (V) dengan mengisi air dalam tabung berkembar dengan air laut dan air tawar dipisahkan dengan selaput nipis (membran). Kedua, untuk menguji keberkesanan selaput nipis menggunakan bahan buangan sisa pertanian lapisan sekam jagung sebagai selaput bio dan bandingkan dengan selaput fumasep sebagai selaput piawai bagi penjanaan mikroelektrik. Dan ketiga menentukan kesan saiz elektrod grafit dan kepekatan air garam terhadap penghasilan tenaga mikroelektrik.

3. Kepentingan Kajian

Kepentingan artikel ini ditulis adalah seiring dengan peningkatan permintaan tenaga yang boleh diperbaharui dan keperluan untuk penyelesaian lestari, teknologi, tenaga kecerunan kemasinan (SGE) telah mendapat perhatian yang besar kerana keupayaannya untuk menjana elektrik dengan menggunakan perbezaan tekanan osmotik antara air tawar dan air laut.

4. Kaedah Kajian

4.1 Kerangka Konseptual

Reka bentuk sistem eksperimen ini diilhamkan oleh penerangan al-Quran tentang pertemuan antara air tawar dan air masin, di mana penghalang menghalang pencampuran lengkap (Ali, 1987). Dalam konteks kejuruteraan elektrokimia, fenomena semula jadi ini boleh dianalogikan dengan selaput nipis pemilihan ion yang mengawal pergerakan zarah bercas antara dua persekitaran akueus yang berbeza. Penjarangan konsep ini memaklumkan pemilihan konfigurasi dwi-ruang untuk mengoptimumkan pengaliran ionik sambil mengekalkan pemisahan antara aliran air laut dan air sungai dengan selaput nipis IEM sebagai “dinding”.

4.2 Sistem Reka Bentuk dan Komponen

Persediaan eksperimen terdiri dari dua tabung berkembar yang dibina daripada ruang kaca lutsinar, setiap satu dengan isipadu dalaman 500 mL. Kedua-dua petak dipisahkan oleh selaput nipis IEM (Fumasep, China) dan lapisan nipis sekam jagung untuk membenarkan pemindahan ion sambil. Petak anod mengandungi elektrod grafit, manakala petak katod menempatkan elektrod aluminium (Al) dengan dimensi yang sama. Elektrod disambungkan secara luaran melalui wayar kuprum dan multimeter digital untuk merekodkan bacaan voltan.

4.3 Penyediaan Sel Tabung Kembar (STK)

Rajah 1.0 menunjukkan sel penjanaan mikroelektrik, STK, dimana elektrod katod mengandungi air masin yang diambil di Pantai Teluk Likas Kota Kinabalu dan air tawar dalam tabung anod diambil di sungai berhampiran dengan UiTM Kampus Kota Kinabalu. Air tawar dan air masin dikekalkan di dalam ruang kaca masing-masing menyerupai keadaan semula jadi seperti *halocline*.

4.5 Penyediaan Saiz Elektrod dan kepekatan garam

Dua jenis elektrod digunakan iaitu grafit (C) dan aluminium (Al) dalam kajian ini. Saiz grafit ada jenis besar dan kecil manakala saiz aluminium dikekalkan. Air laut adalah sama sifat kimianya dengan bahan Natrium Klorida (NaCl) yang terdapat dalam makmal. Kepekatan air garam disediakan dalam bentuk 60 ppt dan 120 ppt. Kepekatan 60 ppt air garam merujuk kepada larutan di mana terdapat 60 g garam terlarut dalam setiap 1000 g (1 liter) air. Ini bersamaan dengan 60 bahagian setiap seribu (ppt). Manakala 120 g garam terlarut dalam setiap 100 g air (1 liter). Air laut biasanya mempunyai kemasinan sekitar 35 hingga 120 ppt. Dan kepekatan 120 ppt akan dianggap hipersalin, atau lebih tinggi daripada kemasinan air laut biasa.

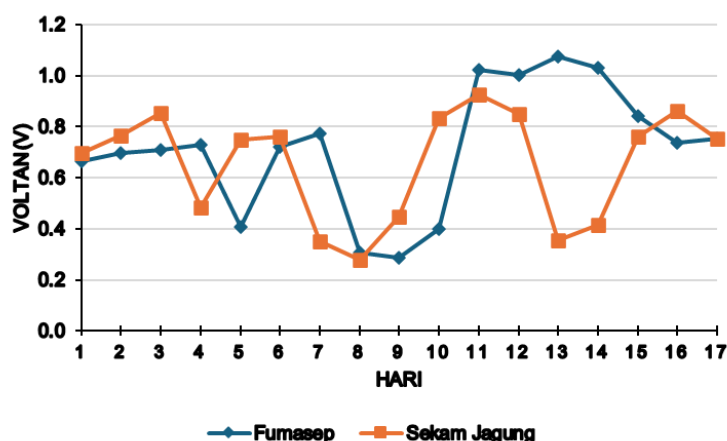


Rajah 1.0: Tabung kaca berkembar, selaput nipis dan bacaan semasa beza upaya (voltan)

5. Data & Perbincangan

5.1 Prestasi Penjanaan Voltan Selaput nipis Fumasep dan Sekam Jagung

Rajah 2.0 menunjukkan graf membandingkan prestasi dua selaput nipis, *Fumasep* (selaput nipis standard, diwakili oleh garis oren dengan penanda segi empat sama) dan lapisan nipis *sekam jagung* (bioselaput nipis, diwakili oleh garis biru dengan penanda berlian) untuk dalam sel dua petak diaman selaput nipis digunakan untuk memisahkan air laut dan air tawar, dalam sel dwi ruang selama beberapa hari dari tarikh 10 Feb. 2025 hingga 05 Mac 2025, iaitu selama 24 hari. Walaubagaimanapun ada data untuk 'hari' tidak rekod bila melibat cuti umum, sabtu dan ahad. Justeru itu dalam graf Rajah 2.0 hanya merekod 17 hari sahaja. Paksi menegak menunjukkan bacaan voltan (V), manakala paksi mendatar menunjukkan bilangan hari ujian beroperasi.



Rajah 2.0: Selaput nipis pemisah antara air laut dan air tawar – Fumasep dan lapisan sekam jagung

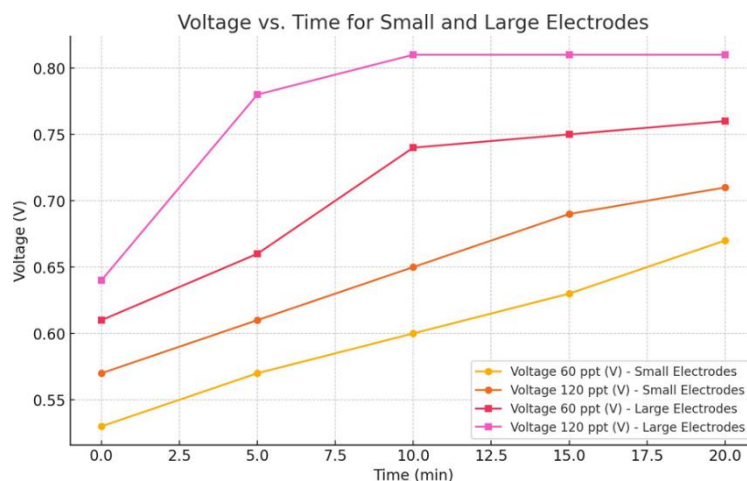


Sepanjang tempoh ujian, bacaan voltan kedua-dua selaput nipis berubah-ubah, dengan bioselaput nipis sekam jagung menunjukkan variasi yang lebih ketara berbanding selaput nipis Fumasep. Pada peringkat permulaan, kedua-dua selaput nipis mengekalkan tahap voltan yang sama, tetapi selaput nipis sekam jagung mengalami beberapa penurunan mendadak kepada nilai di bawah 0.3 V, manakala selaput nipis Fumasep secara amnya kekal lebih stabil. Dalam fasa pertengahan hingga akhir eksperimen, selaput nipis sekam jagung mempamerkan tempoh puncak voltan yang lebih tinggi (melebihi 0.70 V) berbanding dengan selaput nipis Fumasep, walaupun ia juga mengalami penurunan yang lebih kerap. Selaput nipis Fumasep mengekalkan julat voltan yang lebih sempit, biasanya antara 0.35 V dan 0.80 V. Arah aliran menunjukkan bahawa kedua-dua selaput nipis mengalami sedikit peningkatan keseluruhan dalam voltan dari semasa ke semasa, dengan bioselaput nipis sekam jagung menunjukkan cerun menaik yang lebih curam daripada selaput nipis Fumasep, mencadangkan peningkatan relatif yang lebih besar walaupun kebolehubahan yang lebih tinggi. Secara keseluruhannya, bioselaput nipis sekam jagung menunjukkan potensi prestasi puncak yang lebih tinggi tetapi dengan kestabilan yang kurang, manakala selaput nipis Fumasep menyampaikan output voltan yang lebih lestari sepanjang tempoh ujian. Kestabilan yang diperhatikan adalah disebabkan oleh keupayaan selaput nipis pertukaran ion untuk mengekalkan kekonduksian ionik sambil menghalang pencampuran pukat elektrolit, sama dengan huraian al-Quran tentang "dinding yang tidak mereka langgar". Dari perspektif kejuruteraan elektrokimia, IEM bertindak sebagai dinding nipis untuk pengkonduksian ion terpilih, mengekalkan perbezaan potensi kimia yang diperlukan untuk pengeluaran elektrik yang lestari, sama seperti *halocline* semulajadi mengekalkan kecerunan kemasinan dalam sistem akuatik.

Dalam eksperimen ini, selaput nipis sekam jagung berfungsi sebagai medium selektif ion semula jadi, membenarkan penghijrahan ion sambil mengehadkan pencampuran air pukat. Prestasi voltan sistem bioselaput sekam jagung (sehingga 1.00 V) adalah setanding dengan julat sistem selaput nipis komersial iaitu (Fumasep). Ini menyerlahkan potensi bahan buangan pertanian, seperti sekam jagung, untuk berfungsi sebagai alternatif kos efektif untuk pertukaran ion. Julat voltan yang direkodkan di sini adalah dalam prestasi jangkaan sel kecerunan kemasinan berskala kecil dan rintangan tinggi. Keluaran arus mikroampere-ke-miliampere mencadangkan rintangan dalaman yang tinggi, mungkin disebabkan oleh kekonduksian ionik selaput nipis sekam jagung dan kesan polarisasi elektrod yang terhad. Ini menyerlahkan pertukaran penting dalam reka bentuk selaput nipis berasaskan bio untuk mencapai kedua-dua selektiviti ion yang mencukupi dan rintangan yang rendah. Dari perspektif sains alam sekitar, pendekatan ini menawarkan dua kelebihan utama: Kelestarian dimana penggunaan bahan semula jadi dan terbiodegradasi seperti sekam jagung mengurangkan kesan alam sekitar dan kos bahan. Kedua, potensi kebolehskalaan output semasa adalah kecil, pengoptimuman selaput nipis dan elektrod boleh meningkatkan ketumpatan kuasa dengan ketara, membolehkan integrasi dengan sistem tenaga boleh diperbaharui kaedah hibrid. Sistem penukaran tenaga osmotik (OE) memanfaatkan pembezaan tekanan osmosis merentas selaput nipis separa telap, konsep yang dianalogikan dengan *halocline* semula jadi dalam persekitaran muara. Sistem kajian ini pada asasnya bertindak sebagai hibrid antara sel osmotik dan sel galvanik, di mana selaput nipis memudahkan pemindahan ionik dan elektrod memacu tindak balas elektrokimia (Yip et. Al., 2014 & 2016). Hasilnya mengesahkan prinsip bahawa kecerunan kemasinan boleh memacu pemindahan ion merentasi selaput nipis tanpa percampuran fizikal, membolehkan penjanaan tenaga elektrik berskala mikro. Justeru itu, prestasi dipengaruhi dengan ketara oleh sifat selaput nipis dan kemasinan air laut. Kerja masa depan harus memberi tumpuan kepada: Pengoptimuman fungsi selaput nipis dengan meningkatkan kekonduksian ionik dan kestabilan mekanikal selaput nipis berasaskan bio. Kedua, pengubahsuaian elektrod melalui salutan pemangkin untuk mengurangkan polarisasi dan meningkatkan kinetik tindak balas dan ketiga, strategi penskalaan teknologi kecerunan garam dengan mereka bentuk tatasusunan berbilang sel untuk meningkatkan jumlah output kuasa untuk aplikasi praktikal. Seterusnya, pengkomersialan perlu fokus untuk mencapai ketumpatan arus yang lebih tinggi melalui pengoptimuman selaput nipis, jarak elektrod yang dikurangkan, dan konfigurasi tindanan (stack) untuk meningkatkan output voltan. Sebagai contoh, susunan elektrodialisis terbalik telah dilaporkan menjana voltan melebihi 1.2 V dan arus melebihi 50 mA setiap pasangan sel (Post et al., 2008).

5.2 Kesan saiz elektrod dan kepekatan garam

Rajah 3.0 dibawah menunjukkan perbezaan saiz elektrod karbon dan kepekatan garam terhadap beza upaya (V) dalam tempoh 20 minit. Pada 60 ppt, keluaran voltan dan arus adalah sederhana tetapi boleh diukur, menunjukkan bahawa kecerunan kemasinan yang kecil pun boleh menjana kuasa osmotik. Elektrod Kecil jenis karbon menghasilkan voltan antara 0.53 V hingga 0.67 V dan arus elektrik semasa iaitu 0.01 mA hingga 0.02 mA. Ini menunjukkan bahawa walaupun kecerunan kemasinan sederhana boleh menyumbang kepada penjanaan kuasa apabila sistem menjadi stabil dari semasa ke semasa.



Rajah 3.0: Perbezaan saiz elektrod dan kepekatan air garam (ppt)

Pada kecerunan kemasinan yang lebih tinggi iaitu 120 ppt, peningkatan ketara dalam kedua-dua voltan dan arus telah diperhatikan. Elektrod besar menghasilkan voltan dan arus yang lebih tinggi, mengesahkan hipotesis bahawa kecerunan yang lebih besar membawa kepada potensi elektrokimia yang lebih besar dan, akibatnya, lebih banyak penjaan kuasa elektrik. Elektrod besar menjana voltan antara 0.64 V hingga 0.81 V dan arus elektrik diantara 2.00 mA hingga 2.44 mA. Penemuan ini menekankan kepentingan kedua-dua kecerunan kemasinan dan saiz elektrod dalam mengoptimumkan output kuasa.

5.3 Quran Panduan Perkembangan Kajian Saintifik

Rahsia ayat-ayat Al-Quran yang menerangkan pertemuan air tawar dan air masin terutamanya menyampaikan mesej teologi perintah ilahi, penjajaran mereka dengan prinsip oseanografi dan elektrokimia yang boleh diperhatikan mengundang refleksi antara disiplin. Dalam kajian ini, konsep "dinding" telah dioperasikan sebagai selaput nipis pertukaran ion, menunjukkan bahawa penerangan Quran boleh memberi inspirasi kepada mereka bentuk baru kejuruteraan SGE. Pendekatan ini tidak menuntut sebab langsung antara kitab suci dan teknologi tetapi mengakui bahawa fenomena semula jadi, seperti yang diterangkan dalam dua surah diatas, boleh menyediakan rangka kerja konsep untuk penyelesaian kejuruteraan yang lestari.

6. Kesimpulan

Huraian al-Quran, adalah sepadan dengan ketara melalui pemerhatian saintifik moden ini, menawarkan pertemuan antara kitab suci Al-Quran dan pengetahuan empirikal. Pemerhatian ini boleh dilihat di muara, selat, dan zon penumpuan lautan, mencerminkan persamaan yang ketara antara huraian al-Quran dan prinsip oseanografi. Penemuan sains dalam ilmu kecerunan garam terhasil dengan cerapan dan pemerhatian yang bersumberkan akal manusia manakala agama merupakan wahyu dan pedoman daripada Allah. Oleh sebab itu, hasil pengkajian ilmu sains bersifat relatif dan sentiasa berubah-ubah tetapi sifat ilmu agama yang bersumberkan al-Quran adalah mutlak. Penulisan kajian ini cuba menghubungkan dua ayat dalam surah Ar-Rahman dan Al-Furqan dengan sains SGE perbezaan kepekatan ion antara air laut dan air tawar boleh dimanfaatkan untuk menjana tenaga elektrik melalui sistem STK yang mudah. Menggunakan selaput nipis pertukaran ion berasaskan sekam jagung dan elektrod yang berbeza (karbon dan aluminium), output voltan berjulat dari 0.30 hingga 1.00 V, dengan arus dari julat mikroampere hingga miliampere. Kajian ini menyumbang kepada aktiviti penyelidikan yang semakin meningkat mengenai kaedah penjaan tenaga mesra alam, kos rendah dan lestari, terutamanya di kawasan pantai dan sungai di mana sumber air tawar dan air masin berada berdekatan. Penemuan ini mengesahkan bahawa perbezaan kepekatan ionik antara dua sumber air yang berbeza boleh dieksploitasi untuk penjaan tenaga elektrik tanpa pencampuran fizikal, prinsip utama kepada penukaran tenaga osmotik. Ujikaji juga mendedahkan bahawa jenis selaput nipis, saiz elektrod dan kepekatan kemasinan air laut, mempengaruhi penjaan tenaga elektrik berskala mikro. Penyelidikan masa depan harus menumpukan pada pengoptimuman selaput nipis, pengubahsuaian elektrod, dan strategi penskalaan. Kajian awal ini membuktikan bahawa terdapat kaitan dan hubungan di antara ilmu yang terdapat dalam Al-Qur'an melalui penelitian ilmu sains kontemporari.



7.0 Penghargaan

Artikel ini ditulis adalah hasil kerjasama dan idea dari kumpulan penyelidikan penjanaan elektrik air kumbahan (PeAK) dan projek projek tahun akhir pelajar Ijazah Sarjana Muda (Hons.) Biologi (AS201) serta Diploma Sains (AS120) UiTM Cawangan Sabah, Kampus Kota Kinabalu.

Rujukan

- Ahmad Yunus Mohd Noor & Asmilyia Mohd Mokhtar (2021). *Sains Tauhidik: Kolaborasi Ilmu antara Al-Qur'an dan Sains Moden*, Akademika 91(2), 167-176
- Ali, A. Y. (1987). *The Holy Qur'an: Text, translation and commentary*. Amana Corporation.
- Andri Kapuji Kaharian, Nani Sofroh, Didik Aribowo (2017). *Utilisation of Sea Water as a Source of Electrical Energy for Coastal People*, Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, Vol. 2, No. 2, October 2017, 175–180 .
- Gleick, P. H. (2014). *Water, drought, climate change, and conflict in Syria*. *Weather, Climate, and Society*, 6(3), 331–340.
- Kumar, R. (2019). Recent developments in salinity gradient power (SGP) technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 103, 109–120.
- Logan, B. E., & Elimelech, M. (2012). Membrane-based processes for sustainable power generation using water. *Nature*, 488(7411), 313–319.
- Nair, R., & Nazari, M. (2021). Next-generation membrane materials for osmotic power generation. *Journal of Power Sources*, 482, 228901.
- Norkumala Awang (2013). *Penerokaan Ilmu Sains Dan Pengahayatan Al-Quran*. IKIM
- Pickthall, M. M. (1996). *The meaning of the glorious Qur'an*. Amana Publications.
- Post, J. W., Hamelers, H. V. M., & Buisman, C. J. N. (2008). *Energy recovery from controlled mixing salt and fresh water with a reverse electrodialysis system*. *Environmental Science & Technology*, 42(15), 5785–5790. <https://doi.org/10.1021/es8004317>.
- Sharaf, M. A. (2002). *Scientific miracles in the Qur'an and Sunnah*. Darussalam.
- United Nations. (2020). *The United Nations world water development report 2020: Water and climate change*. UNESCO.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2009). *Oceanography and marine biology: An introduction to the marine environment*. UNESCO Publishing.
- Yip, N. Y., Brogioli, D., Hamelers, H. V. M., & Logan, B. E. (2016). *Salinity gradients for sustainable energy: Primer, progress, and prospects*. *Environmental Science & Technology*, 50(22), 12072–12094.
- Yip, N. Y., & Elimelech, M. (2014). Performance limiting effects in power generation from salinity gradients by pressure retarded osmosis. *Environmental Science & Technology*, 48(9), 4925–4936.
- Wick, G. L., & Elimelech, M. (2006). Salinity gradient power: Is it feasible? *Environmental Science & Technology*, 40(23), 7598–7603.