

Pengaruh Konsentrasi Rendah Larutan Garam Dapur Terhadap Respons Medan Magnet Dalam Sistem Elektrolisis

Putri Haliza Rachma^{1*}, Anita Kuraesyih¹, Agus Timorwoko¹, Annisa Dewi Insyirah¹

¹Program Studi Magister Pendidikan Matematika dan IPA, Fakultas Pascasarjana,
Universitas Indraprasta PGRI

Abstract

Electrolysis is an electrochemical process that converts electrical energy into chemical energy, whose performance is strongly influenced by the properties of the electrolyte solution used. Table salt is one of the electrolytes commonly used in laboratory experiments because it is easily obtained and capable of ionizing in water. At low concentrations, the number of free ions in the solution becomes limited, thereby affecting the magnitude of the electric current produced. In addition, the presence of an external magnetic field can influence ion movement through the Lorentz force, potentially altering the electric current response. This study aimed to analyze the effect of low concentration variations of table salt solution on electric current in an electrolysis system and to compare the system response under conditions without a magnetic field and with a magnetic field. The research method used was an experimental method with three variations of solution concentration, namely 0.01 M, 0.05 M, and 0.10 M. Electric current measurements were conducted at a constant voltage of 3 V and a solution volume of 200 mL. The results showed that increasing the solution concentration tended to increase the electric current produced. Furthermore, the application of a magnetic field caused changes in the current value, indicating that the magnetic field affected ion movement in the electrolyte solution.

Keywords: Electrolysis, table salt, magnetic field, electric current, solution concentration

(* Corresponding Author: putrihalizarachma@gmail.com)

How to Cite: Rachma, P. H., Kuraesyih, A., Timorwoko, A., & Insyirah, A. D. (2026). Pengaruh Konsentrasi Rendah Larutan Garam Dapur terhadap Respons Medan Magnet dalam Sistem Elektrolisis. *SainsMath: Jurnal MIPA Sains Terapan*, 5(1), 20-29.

PENDAHULUAN

Larutan elektrolit merupakan larutan yang mampu menghantarkan arus listrik karena mengandung ion-ion bebas yang dapat bergerak di bawah pengaruh medan listrik (Chang & Goldsby, 2016; Petrucci *et al.*, 2017). Proses penghantaran listrik dalam larutan dipengaruhi oleh jumlah ion terlarut, mobilitas ion, serta kondisi fisik sistem elektrokimia yang digunakan (Safitri *et al.*, 2025). Dalam konteks praktikum elektrolisis, larutan elektrolit berperan penting sebagai medium penghantar arus antara dua elektroda. Garam dapur merupakan salah satu contoh elektrolit kuat yang ketika dilarutkan dalam air akan terdisosiasi menjadi ion-ion bermuatan (Brown *et al.*, 2018; Housecroft & Sharpe, 2018). Namun, pada konsentrasi rendah, jumlah ion bebas yang terbentuk relatif kecil sehingga kemampuan larutan dalam menghantarkan arus listrik menjadi terbatas (Suminten *et al.*, 2024). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi rendah, perubahan arus listrik tidak selalu berbanding lurus dengan kenaikan konsentrasi karena dipengaruhi oleh hambatan larutan dan keterbatasan mobilitas ion (Maharani *et al.*, 2022).

Elektrolisis adalah proses elektrokimia yang memanfaatkan energi listrik untuk mendorong terjadinya reaksi kimia dalam larutan elektrolit. Besarnya arus listrik yang mengalir dalam sistem elektrolisis sangat dipengaruhi oleh konsentrasi elektrolit, volume larutan, serta tegangan yang diberikan. Pada kondisi tegangan tetap, variasi arus listrik yang terukur secara langsung mencerminkan perubahan konduktivitas larutan akibat perbedaan konsentrasi ion (Akhlaqi *et al.*, 2025). Fenomena ini sesuai dengan prinsip dasar

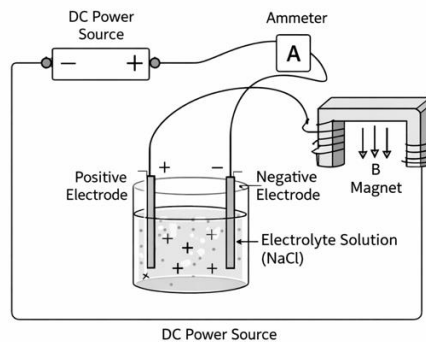
elektrokimia bahwa konduktivitas larutan dipengaruhi oleh jumlah ion bebas dan mobilitas ion dalam medium cair (Bard & Faulkner, 2001; Koryta *et al.*, 1993). Selain faktor listrik dan kimia, keberadaan medan magnet eksternal juga dapat memengaruhi perilaku ion dalam larutan elektrolit. Ion bermuatan yang bergerak dalam medan listrik dan medan magnet akan mengalami gaya Lorentz, yang dapat mengubah lintasan gerak ion serta memengaruhi distribusi arus listrik dalam larutan (Serway & Jewett, 2019). Fenomena ini dikenal sebagai magnetohidrodinamika dan telah dilaporkan mampu memodifikasi nilai arus listrik dalam sistem elektrolisis sederhana (Fujisawa & Nishiyama, 2020).

Beberapa studi menunjukkan bahwa pengaruh medan magnet terhadap arus listrik dapat menjadi lebih terlihat pada sistem elektrolit dengan konduktivitas rendah karena perubahan mobilitas ion dapat memengaruhi proses perpindahan muatan dalam larutan (Fujisawa & Nishiyama, 2020). Hal ini menjadikan larutan garam dapur dengan konsentrasi rendah sebagai objek yang relevan untuk mengkaji interaksi antara medan magnet dan proses elektrolisis (Aditya *et al.*, 2023). Konsep magnetohidrodinamika dalam sistem elektrolisis menjelaskan bahwa interaksi antara medan magnet dan aliran ion dapat menghasilkan perubahan pola distribusi fluida serta meningkatkan efektivitas perpindahan massa di sekitar elektroda. Efek ini berpotensi meningkatkan efisiensi transfer muatan pada larutan elektrolit dengan konsentrasi rendah (Hamann *et al.*, 2007; Newman & Thomas-Alyea, 2012).

Meskipun berbagai penelitian mengenai elektrolisis dan pengaruh medan magnet telah dilakukan, sebagian besar penelitian menggunakan larutan elektrolit dengan konduktivitas tinggi atau berfokus pada produksi gas hidrogen dalam skala tertentu. Penelitian mengenai pengaruh medan magnet pada larutan elektrolit berkonsentrasi rendah masih relatif terbatas, khususnya menggunakan larutan garam dapur sederhana sebagai media elektrolit. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji respons arus listrik pada larutan garam dapur berkonsentrasi rendah dalam sistem elektrolisis sederhana dengan dan tanpa medan magnet. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi rendah larutan garam dapur terhadap besar arus listrik dalam sistem elektrolisis pada tegangan dan volume tetap, serta membandingkan respons arus listrik pada kondisi tanpa medan magnet dan dengan medan magnet. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran eksperimental mengenai pengaruh medan magnet terhadap larutan elektrolit berkonsentrasi rendah dalam skala praktikum laboratorium.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengkaji pengaruh konsentrasi rendah larutan garam dapur terhadap respons medan magnet dalam sistem elektrolisis. Variasi konsentrasi larutan yang digunakan adalah 0,01 M; 0,05 M; dan 0,10 M dengan volume larutan dijaga tetap sebesar 200 mL. Rangkaian listrik disusun secara seri dengan sumber tegangan DC konstan sebesar 3 V. Alat yang digunakan meliputi sel elektrolisis, elektroda karbon, multimeter digital, kabel penghubung, dan elektromagnet, sedangkan bahan yang digunakan berupa larutan garam dapur dan aquadest. Pengukuran arus dan tegangan dilakukan pada dua kondisi, yaitu tanpa medan magnet dan dengan medan magnet. Setiap pengukuran diulang sebanyak tiga kali untuk memperoleh nilai rata-rata yang representatif. Prosedur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Proses Miniriset

HASIL & PEMBAHASAN

Hasil

Hasil pengukuran arus dan tegangan larutan garam dapur pada sistem elektrolisis dilakukan pada variasi konsentrasi 0,01 M, 0,05 M, dan 0,10 M dengan volume larutan tetap 200 mL dan tegangan sumber 3 V. Pengukuran dilakukan pada dua kondisi, yaitu tanpa medan magnet dan dengan medan magnet.

Tabel 1. Data Arus dan Tegangan Tanpa Medan Magnet

No	Konsentrasi (M)	Volume (mL)	Tegangan (V)	Arus (A)	Keterangan
1	0,01	200	3	0,007	Magnet tidak aktif
2	0,05	200	3	0,020	Magnet tidak aktif
3	0,10	200	3	0,036	Magnet tidak aktif

Berdasarkan Tabel 1, data menunjukkan bahwa larutan garam dapur pada seluruh variasi konsentrasi mampu menghantarkan arus listrik sehingga dapat dikategorikan sebagai larutan elektrolit. Perbedaan nilai arus yang terukur menunjukkan bahwa variasi konsentrasi memengaruhi jumlah ion bermuatan yang berperan dalam proses penghantaran listrik.

Tabel 2. Pengulangan Data Arus Tanpa Medan Magnet

Konsentrasi (M)	Arus 1 (A)	Arus 2 (A)	Arus 3 (A)	Rata-rata Arus (A)
0,01	0,007	0,008	0,007	0,007
0,05	0,020	0,019	0,020	0,020
0,10	0,036	0,037	0,036	0,036

Hasil pengulangan pengukuran arus tanpa medan magnet disajikan pada Tabel 2. Nilai arus yang diperoleh pada setiap pengulangan menunjukkan kecenderungan yang relatif stabil. Konsistensi data ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran memiliki reliabilitas yang baik, sehingga nilai rata-rata arus dapat digunakan sebagai representasi respons listrik larutan garam dapur pada kondisi tanpa medan magnet.

Tabel 3. Data Arus dan Tegangan Dengan Medan Magnet

No	Konsentrasi (M)	Volume (mL)	Tegangan (V)	Arus (A)	Keterangan
1	0,01	200	3	0,016	Magnet aktif
2	0,05	200	3	0,022	Magnet aktif
3	0,10	200	3	0,041	Magnet aktif

Berdasarkan Tabel 3, data menunjukkan adanya perubahan nilai arus listrik dibandingkan kondisi tanpa medan magnet. Perubahan ini mengindikasikan bahwa medan magnet memberikan pengaruh terhadap proses elektrolisis. Pengaruh tersebut berkaitan dengan gaya Lorentz yang bekerja pada ion bermuatan, sehingga memengaruhi arah dan kecepatan gerak ion di dalam larutan.

Tabel 4. Pengulangan Data Arus Dengan Medan Magnet

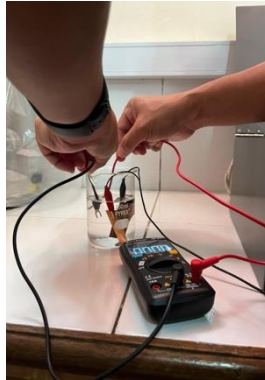
Konsentrasi (M)	Arus 1 (A)	Arus 2 (A)	Arus 3 (A)	Rata-rata Arus (A)
0,01	0,016	0,016	0,016	0,016
0,05	0,022	0,022	0,022	0,022
0,10	0,041	0,041	0,041	0,041

Hasil pengulangan pengukuran arus pada kondisi dengan medan magnet disajikan pada Tabel 4. Nilai arus yang diperoleh dari pengulangan menunjukkan pola yang konsisten pada setiap variasi konsentrasi. Konsistensi ini menunjukkan bahwa pengaruh medan magnet terhadap arus listrik dapat diamati secara stabil dan berulang. Oleh karena itu, nilai rata-rata arus pada kondisi ini layak digunakan untuk analisis perbandingan dengan kondisi tanpa medan magnet.

Tabel 5. Data Rata-rata Arus Tanpa dan Dengan Medan Magnet

Konsentrasi (M)	Arus Tanpa Medan Magnet (A)	Arus Dengan Medan Magnet (A)
0,01	0,007	0,016
0,05	0,020	0,022
0,10	0,036	0,041

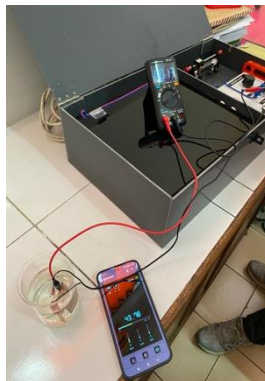
Rekapitulasi nilai rata-rata arus listrik larutan garam dapur pada berbagai variasi konsentrasi, baik tanpa medan magnet maupun dengan medan magnet, disajikan pada Tabel 5. Hasil menunjukkan bahwa variasi konsentrasi larutan memengaruhi besar arus listrik yang dihasilkan pada sistem elektrolisis. Selain itu, perbedaan nilai arus antara kondisi tanpa medan magnet dan dengan medan magnet menunjukkan bahwa medan magnet berperan dalam memodifikasi respons listrik larutan garam dapur dalam sistem elektrolisis.



Gambar 2. Rangkaian Alat Elektrolisis



Gambar 3. Pengukuran Tanpa Medan Magnet



Gambar 4. Pengukuran Dengan Medan Magnet

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan garam dapur berperan sebagai elektrolit yang mampu menghantarkan arus listrik, dengan besar arus dipengaruhi oleh konsentrasi larutan dan keberadaan medan magnet. Peningkatan konsentrasi garam dapur menyebabkan kenaikan nilai arus listrik yang terukur, baik pada kondisi tanpa medan magnet maupun dengan medan magnet. Temuan ini menunjukkan bahwa jumlah ion bebas dalam larutan berbanding lurus dengan kemampuan hantar listrik larutan tersebut (Maharani *et al.*, 2022). Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin banyak ion yang terdisosiasi di dalam larutan, semakin besar pula kemampuan larutan dalam mentransfer muatan listrik. Dengan demikian, konsentrasi larutan menjadi salah satu faktor utama yang menentukan efektivitas proses elektrolisis pada sistem yang digunakan.

Secara teoritis, larutan garam dapur terdisosiasi menjadi ion Na^+ dan Cl^- yang berfungsi sebagai pembawa muatan listrik. Semakin tinggi konsentrasi larutan, semakin besar jumlah ion yang tersedia untuk mengalirkan arus, sehingga hambatan listrik larutan menurun dan arus meningkat. Kondisi ini menyebabkan proses perpindahan muatan berlangsung lebih efektif. Kemampuan larutan dalam menghantarkan arus listrik dipengaruhi oleh jumlah ion dan mobilitas ion di dalam larutan (Abdullah *et al.*, 2021; Atkins & de Paula, 2018). Selain jumlah ion, proses perpindahan muatan dalam larutan juga dipengaruhi oleh faktor difusi ion dan hambatan medium cair. Mobilitas ion yang lebih tinggi memungkinkan transfer muatan berlangsung lebih cepat sehingga arus listrik yang dihasilkan meningkat. Dalam sistem elektrokimia, proses difusi ion menjadi salah satu faktor penting yang menentukan efisiensi penghantaran arus listrik (Cussler, 2009; Miomandre *et al.*, 2018). Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi garam dapur menyebabkan konduktivitas larutan meningkat karena jumlah pembawa muatan menjadi lebih banyak.

Perbandingan hasil pengukuran tanpa medan magnet dan dengan medan magnet menunjukkan bahwa pemberian medan magnet menyebabkan perubahan nilai arus listrik pada setiap variasi konsentrasi larutan. Pada konsentrasi 0,05 M dan 0,10 M, arus listrik cenderung meningkat setelah diberikan medan magnet. Pada konsentrasi 0,01 M juga terjadi peningkatan arus listrik setelah diberikan medan magnet, meskipun nilai arus yang dihasilkan masih lebih rendah dibandingkan konsentrasi yang lebih tinggi. Fenomena ini menunjukkan bahwa medan magnet tidak hanya memengaruhi arah gerak ion, tetapi juga memengaruhi efektivitas perpindahan muatan di dalam larutan elektrolit. Pengaruh tersebut dapat dijelaskan melalui gaya Lorentz, yaitu gaya yang bekerja pada partikel bermuatan yang bergerak di dalam medan magnet. Ketika ion Na^+ dan Cl^- bergerak akibat adanya beda potensial listrik, medan magnet memberikan gaya tambahan yang mengubah lintasan gerak ion sehingga distribusi ion di sekitar elektroda menjadi lebih dinamis (Kanza *et al.*, 2020).

Dalam kondisi tertentu, medan magnet dapat meningkatkan arus listrik karena memengaruhi distribusi dan mobilitas ion di sekitar elektroda sehingga proses transfer muatan berlangsung lebih efektif. Akibatnya, proses transfer muatan berlangsung lebih cepat sehingga arus yang dihasilkan bertambah besar. Selain itu, interaksi antara medan magnet dan aliran ion dapat menimbulkan efek magnetohidrodinamika yang memengaruhi distribusi ion di sekitar elektroda dan mempercepat perpindahan muatan dalam larutan elektrolit (Fujisawa & Nishiyama, 2020). Namun, secara teoritis medan magnet juga dapat menurunkan arus apabila arah gaya Lorentz menyebabkan lintasan ion menjadi lebih panjang atau menghambat mobilitas ion dalam larutan. Oleh karena itu, pengaruh medan magnet terhadap arus listrik dipengaruhi oleh arah medan magnet, kekuatan medan, serta karakteristik larutan elektrolit yang digunakan. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Wahyuni *et al.* (2020) yang menunjukkan bahwa medan magnet dapat memengaruhi konduktivitas larutan elektrolit melalui perubahan pola gerak ion bermuatan. Pengaruh tersebut menyebabkan distribusi ion di sekitar elektroda menjadi lebih dinamis sehingga proses transfer elektron dapat berlangsung lebih efektif.

Hasil penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian Abdurahman *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa medan magnet eksternal mampu memengaruhi karakteristik listrik larutan elektrolit. Akan tetapi, penelitian ini memberikan temuan yang lebih spesifik pada penggunaan konsentrasi rendah larutan garam dapur sehingga menunjukkan bahwa pengaruh medan magnet tetap dapat diamati meskipun jumlah ion dalam larutan relatif terbatas. Dengan demikian, penelitian ini memperluas hasil penelitian sebelumnya karena menunjukkan bahwa perubahan arus listrik akibat medan magnet tidak hanya terjadi pada larutan dengan konduktivitas tinggi, tetapi juga pada larutan elektrolit berkonsentrasi rendah.

Penelitian Fujisawa dan Nishiyama (2020) juga menjelaskan bahwa interaksi antara medan magnet dan aliran ion dalam larutan elektrolit dapat meningkatkan efisiensi transfer muatan melalui efek magnetohidrodinamika. Hasil penelitian ini mendukung teori tersebut karena nilai arus listrik pada kondisi dengan medan magnet cenderung lebih besar dibandingkan tanpa medan magnet. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung teori dan penelitian terdahulu bahwa medan magnet memiliki pengaruh terhadap proses perpindahan ion dan karakteristik arus listrik dalam sistem elektrolisis sederhana. Konsistensi hasil pengukuran arus menunjukkan bahwa metode eksperimen yang digunakan memiliki tingkat keterulangan yang baik. Selisih nilai arus antar pengukuran relatif kecil sehingga data yang diperoleh dapat dianggap representatif. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi larutan dan medan magnet terhadap arus listrik bersifat sistematis dan bukan hanya disebabkan oleh fluktuasi pengukuran semata (Hindayani & Hamim, 2022).

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, antara lain belum dilakukannya pengukuran kuat medan magnet secara kuantitatif serta belum dikontrolnya faktor suhu larutan selama proses elektrolisis berlangsung. Selain itu, kemungkinan adanya perbedaan kecil pada posisi elektroda dan kestabilan pembacaan multimeter juga dapat memengaruhi hasil pengukuran arus listrik. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk memperoleh data yang lebih akurat dan komprehensif. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dalam kajian elektrolisis larutan elektrolit sederhana dengan menunjukkan bahwa konsentrasi larutan dan medan magnet sama-sama berperan dalam menentukan besar arus listrik yang dihasilkan. Penggunaan garam dapur sebagai bahan elektrolit juga menunjukkan bahwa eksperimen elektrokimia sederhana dapat dilakukan dengan bahan yang mudah diperoleh dan aplikatif dalam pembelajaran sains terapan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh konsentrasi rendah larutan garam dapur terhadap respons medan magnet dalam sistem elektrolisis, dapat disimpulkan bahwa larutan garam dapur pada konsentrasi rendah mampu menghantarkan arus listrik dalam sistem elektrolisis. Peningkatan konsentrasi larutan menyebabkan kenaikan nilai arus listrik yang dihasilkan, baik pada kondisi tanpa medan magnet maupun dengan medan magnet. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah ion terlarut memengaruhi kemampuan hantaran listrik larutan.

Pemberian medan magnet eksternal pada sistem elektrolisis menghasilkan perubahan nilai arus listrik dibandingkan kondisi tanpa medan magnet. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa medan magnet memengaruhi pergerakan ion dalam larutan elektrolit melalui interaksi gaya Lorentz yang memengaruhi distribusi dan mobilitas ion selama proses perpindahan muatan. Tegangan listrik yang terukur pada setiap variasi konsentrasi relatif konstan sehingga perubahan arus listrik lebih dominan dipengaruhi oleh konsentrasi larutan dan keberadaan medan magnet dibandingkan perubahan tegangan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi variasi konsentrasi larutan garam dapur dan pemberian medan magnet dapat memengaruhi karakteristik arus listrik dalam sistem elektrolisis sederhana. Penelitian ini juga memperkuat kajian mengenai pengaruh medan magnet terhadap proses transport ion pada larutan elektrolit berkonsentrasi rendah.

Sebagai prospek pengembangan, penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memperluas rentang konsentrasi larutan, memvariasikan kuat medan magnet, menggunakan jenis elektroda yang berbeda, serta menguji parameter lain seperti suhu dan

jarak elektroda untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme interaksi medan magnet dan proses elektrolisis.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Laboratorium Biologi, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Indraprasta PGRI atas penyediaan fasilitas dan peralatan yang mendukung pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Abdullah, M., Pramudya, Y., & Hidayat, R. (2021). Electrical conductivity characteristics of electrolyte solutions at various salt concentrations. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1), 012045. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012045>
- Abdurahman, R., Eliza, R., Manggala, A., Suci Ningsih, A., & Effendy A, S. (2021). Produksi Gas Hidrogen Berdasarkan Pengaruh Luas Penampang Terhadap Konsentrasi Larutan Elektrolit dan Suplai Arus Dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(11), 447-451. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.103>
- Aditya, M. W., Erlinawati, E., & Febriana, I. (2023). Efektivitas tegangan terhadap produksi gas hidrogen melalui proses elektrolisis air laut. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 30047–30053. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.11849>
- Akhlaqi, M. B., Meryaninda, M., & Ariyanto, L. P. (2025). Pengaruh konsentrasi larutan elektrolit dan tegangan arus listrik terhadap proses electrorefining tembaga. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 5(2), 125–136. <https://doi.org/10.51903/juritek.v5i2.4510>
- Atkins, P., & de Paula, J. (2018). *Physical Chemistry* (11th ed.). Oxford University Press.
- Bard, A. J., & Faulkner, L. R. (2001). *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications* (2nd ed.). Wiley.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C., Woodward, P., & Stoltzfus, M. (2018). *Chemistry: The Central Science* (14th ed.). Pearson.
- Chang, R., & Goldsby, K. (2016). *Chemistry* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Cussler, E. L. (2009). *Diffusion: Mass Transfer in Fluid Systems* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Fujisawa, N., & Nishiyama, H. (2020). Magnetohydrodynamic effects on ion transport in electrolyte solutions. *Electrochimica Acta*, 354, 136709. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2020.136709>
- Hamann, C. H., Hamnett, A., & Vielstich, W. (2007). *Electrochemistry* (2nd ed.). Wiley-VCH.
- Hindayani, A., & Hamim, N. (2022). Akurasi dan presisi metode sekunder pengukuran konduktivitas menggunakan Sel Jones tipe E untuk pemantauan kualitas air minum. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 5(1), 41–51. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol5.iss1.art5>
- Housecroft, C. E., & Sharpe, A. G. (2018). *Inorganic Chemistry* (5th ed.). Pearson Education.

- Kanza, N. R. F., Sudarti, S., & Maryani, M. (2020). Pengaruh paparan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap pH dan daya hantar listrik pada proses fermentasi basah kopi liberika (*Coffea liberica*) dengan penambahan α -amilase. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 6(2), 315–321. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i2.3294>
- Koryta, J., Dvorak, J., & Kavan, L. (1993). *Principles of Electrochemistry* (2nd ed.). Wiley.
- Maharani, S., Mulyono, S., & Putri, E. R. (2022). Kaitan konduktivitas listrik dengan konsentrasi larutan garam dapur. *Progressive Physics Journal*, 3(2), 157–163. <https://doi.org/10.30872/ppj.v3i2.906>
- Miomandre, F., Sadki, S., Audebert, P., Méallet-Renault, R., & Clavier, G. (2018). *Electrochemistry: A Practical Introduction*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96107-2>
- Newman, J., & Thomas-Alyea, K. E. (2012). *Electrochemical Systems* (3rd ed.). Wiley-Interscience.
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (11th ed.). Pearson.
- Safitri, W. D., Wardana, D., Ramadhan, D. S., Fahmi, J., Zubir, M., Purba, S. K., Puandra, E. M., & Siregar, N. (2025). Effect of organic and inorganic compounds on the conductivity of salt solutions. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 8(2), 396–403. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v8i2.70635>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2019). *Physics for Scientists and Engineers* (10th ed.). Cengage Learning.
- Suminten, N., Arjo, S., Roza, L., & Fitriana, A. (2024). Perbandingan konsentrasi larutan garam dan air kelapa terhadap nilai konduktivitas listrik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 164. <http://dx.doi.org/10.24127/jpf.v9i2.4067>
- Wahyuni, S., Sudarti, S., & Subiki, S. (2020). Pengaruh medan magnet terhadap konduktivitas larutan elektrolit. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 112–118.