

STUDI LITERATUR: ANALISIS PEMANFAATAN KONSEP LISTRIK DALAM BIDANG KIMIA

Ira Santi Siagian, Juandi Manullang, Nur Afnia Br Surbakti, Nova Srydevi Simanjorang, Jeksen
Kristian Sinaga, Adriwanto Hutapea, Meli Hanisa Hasibuan

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan Jl. Williém Iskandar, Pasar
V Medan Estate, Kec.Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara 20221, Indonesia

Email Korespondensi: irasanti.siagian@mhs.unimed.ac.id

Abstract

In chemistry, electricity has an important role in various concepts that exist in chemical reactions. Among them are electrochemistry (electrolysis), batteries, and alternative sources of electrical energy. This study aims to describe the findings of researchers from several articles that have been found, and analyze the similarities and differences between the existing articles. The research method used is descriptive qualitative method with the type of literature study. The data collection technique used in this research is Systematic Literature Review (SLR).

Keyword:

*Battery,
Electricity,
Electrolysis,
Fruit.*

Pendahuluan

Listrik merupakan salah satu energi yang digunakan manusia yang mana listrik memegang bagian penting pada kehidupan sehari – hari. Karena tidak dapat dipungkiri bahwa hampir setiap aspek kehidupan manusia membutuhkan listrik. Berdasarkan data, pemakaian daya listrik meningkat 7 % pada periode 2011 sampai 2015. Hal ini mengakibatkan ketersediaan energi listrik berkurang dan takutnya tidak dapat memenuhi kebutuhan manusia. (Sudarti & Naurah. 2021). Menurut Deninta (2020), Salah satu alternatif sumber energi lain adalah pemanfaatan buah-buahan sebagai sumber energi listrik.

Dari segi pencemaran juga merupakan masalah yang harus diatasi. Setiap kota yang memiliki tempat pembuangan sampah dan dapat menghasilkan limbah cair yang berbahaya dan terkontaminasi zat logam sebagainya. Pengolahan limbah ini harus dilakukan yaitu dengan menggunakan reaksi elektrolisis yang merupakan pemanfaatan energi listrik dalam perubahan reaksi kimia yang salah satunya reaksi yang terdapat pada limbah (Syawalien dkk. 2019). Maka dari itu, penting untuk dikatakan bahwa listrik harus dipelajari untuk mengatasi beberapa kesulitan dalam kehidupan ataupun masalah yang mungkin akan dihadapi. Terutama dalam ilmu kimia, listrik memiliki peranan penting dalam berbagai konsep yang ada pada reaksi kimia. Diantaranya ialah elektrokimia (elektrolisis), baterai, dan alternatif penghasil energi listrik.

Elektrokimia adalah salah satu cabang ilmu kimia yang mempelajari hubungan antara energi listrik dan perubahan kimia. Elektrokimia berkaitan dengan pemisahan muatan dalam bentuk cair atau larutan. Pemisahan muatan sering dikaitkan dengan transfer muatan yang biasa disebut dengan reaksi reduksi dan oksidasi (redoks) (Putri. 2022). Proses elektrokimia (elektrolisis) dapat

digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan terhadap limbah cair (Nurajijah dkk. 2014). Sel elektrokimia juga dapat menghasilkan arus listrik dari energi yang berasal dari reaksi sel didalamnya yaitu reaksi redoks (Farandy dkk. 2020). Penggunaan larutan sebagai elektrolit dalam proses elektrolisis juga sangat berpengaruh terhadap produksi gas hidrogen (Fahreza dkk. 2018).

Dari sekian banyak sumber energi, baterai merupakan bagian yang sangat penting bagi kebutuhan manusia. Baterai merupakan salah satu sumber energi listrik yang sangat diandalkan karena merupakan alat penyimpan energi listrik yang bersifat portabel. Arus baterai dihasilkan oleh reaksi kimia antara bahan aktif pada pelat baterai dan asam sulfat yang terdapat dalam larutan elektrolit (Nasution. 2021).

Membahas tentang sumber energi, listrik merupakan salah satu kebutuhan yang semakin meningkat. Sehingga dicarilah alternatif seperti memanfaatkan bahan-bahan alami yang mudah didapatkan di alam dan berlimpah di lingkungan sekitar. Salah satunya adalah pemanfaatan buah-buahan sebagai sumber energi listrik (Deninta. 2020).

Bahan dan Metode

Penelitian ini merupakan penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan jenis studi literatur yang dilakukan untuk melakukan identifikasi, evaluasi, dan interpretasi yang bertujuan untuk menggambarkan hasil temuan peneliti dari beberapa artikel yang telah ditemukan dan menganalisis kesamaan dan perbedaan antara artikel - artikel yang ada. Menurut Sugiyono (2013) Metode penelitian kualitatif dengan desain deskripsi analisis itu dilakukan dengan intensif yaitu menganalisis refleksi terhadap berbagai artikel yang ditemukan, dan membuat laporan penelitian secara mendetail. Menurut Saputra (2017), penelitian studi literatur ini merupakan penelitian yang mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi teori yang ditemukan dengan penelitian studi literatur dijadikan sebagai dasar dan bahan utama bagi peneliti. Pada Penelitian ini peneliti mengkaji mengenai beberapa penerapan fisika dengan topik Pengaruh Konsep Listrik dalam Bidang Kimia.

Jenis sumber data atau objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah artikel-artikel ilmiah yang relevan baik yang bersumber dari jurnal nasional dan jurnal internasional. Dengan proses pengumpulan data yang bersumber dari Google Scholar dan *Publish or perish* menggunakan kata kunci "listrik", dan "kimia". Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sistematika Literatur Review (SLR) yaitu Keunggulan dari metode ini adalah memperkaya wawasan penulis dan pembaca mengenai topik Pengaruh Konsep Listrik dalam Bidang Kimia, menolong penulis memformulasikan masalah penelitian, dan menolong penulis dalam menentukan teori-teori dan metode-metode serta hasil penelitian yang tepat yang tepat untuk digunakan dalam penelitian yang sedang dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengumpulan data dengan menggunakan metode studi literatur dari 18 jurnal. Dari 18 jurnal yang telah diteliti terdapat 5 jurnal membahas mengenai pemanfaatan listrik pada Baterai air Garam, 5 jurnal membahas mengenai pemanfaatan waktu dan tegangan listrik terhadap limbah rumah tangga dengan Metode Elektrolisis, 6 jurnal membahas mengenai pemanfaatan keasaman yang ada pada buah dengan listrik, dan 2 jurnal membahas mengenai baja dengan karbon rendah yang mempengaruhi proses eksplorasi.

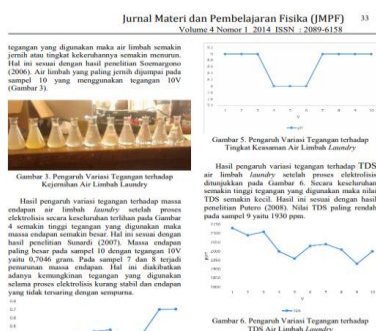
Berdasarkan hasil analisis dari beberapa artikel mengenai pemanfaatan listrik pada baterai air garam bahwa pemanfaatan listrik pada baterai air garam adalah salah satu contoh aplikasi dari teknologi baterai penghasil energi. Baterai air garam, juga dikenal sebagai baterai air laut,

menggunakan elektrolit garam larut dalam air untuk menghasilkan energi listrik. Ini adalah salah satu bentuk baterai yang ramah lingkungan dan memiliki potensi dalam beberapa aplikasi dari ke lima jurnal yang membahas mengenai pemanfaatan listrik pada baterai air garam berikut beberapa manfaatnya yaitu:

1. Penyimpanan Energi Terbarukan: Baterai air garam dapat digunakan untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh sumber energi terbarukan, seperti panel surya atau turbin angin. Ketika sumber energi tersebut menghasilkan daya yang berlebih, daya tersebut dapat digunakan untuk menghasilkan hidrogen melalui elektrolisis air garam. Hidrogen yang dihasilkan kemudian dapat disimpan dalam tangki atau digunakan sebagai bahan bakar untuk sel bahan bakar. Ini memungkinkan penyimpanan energi yang efisien dan penggunaan energi terbarukan yang lebih andal.
2. Sistem Penyediaan Energi Darurat: Baterai air garam dapat digunakan sebagai sumber cadangan untuk situasi darurat, seperti pemadaman listrik. Mereka dapat digunakan untuk memberikan pasokan listrik yang sederhana dan dapat diandalkan untuk perangkat kritis, seperti lampu darurat, komunikasi, atau alat medis.
3. Aplikasi Medis dan Kesehatan: Baterai air garam dapat digunakan dalam perangkat medis sederhana, seperti perangkat pendengaran atau pompa insulin. Mereka dapat menyediakan pasokan listrik yang stabil dan aman untuk perangkat medis yang membutuhkan daya rendah atau sedang.
4. Elektronik Portabel dan Wearable: Baterai air garam dapat digunakan dalam elektronik portabel dan perangkat wearable, seperti jam tangan pintar, perangkat pelacak kebugaran, atau alat pengukur tekanan darah. Mereka dapat menyediakan daya listrik yang cukup untuk memungkinkan operasi perangkat dalam ukuran dan bobot yang lebih ringan daripada baterai konvensional.
5. Aplikasi Pendidikan dan Eksperimen: Baterai air garam juga digunakan dalam aplikasi pendidikan dan eksperimen di sekolah atau laboratorium. Mereka dapat membantu siswa memahami prinsip-prinsip dasar kimia, elektrokimia, dan konduktivitas air garam.

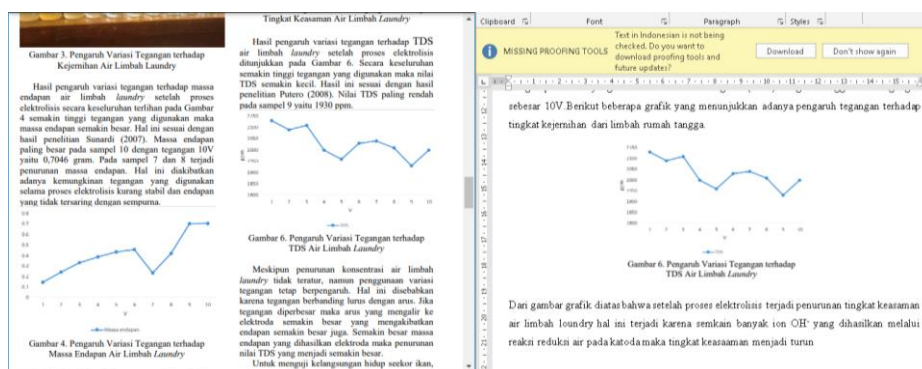
Meskipun baterai air garam itu banyak manfaatnya dan memiliki potensi dalam beberapa aplikasi, penting untuk diingat bahwa teknologi ini masih dalam tahap pengembangan. Kinerja dan kapasitas baterai air garam masih terbatas dibandingkan dengan baterai lainnya, seperti baterai lithium-ion. Namun, dengan penelitian dan pengembangan lebih lanjut, diharapkan bahwa baterai air garam dapat terus ditingkatkan dalam hal kinerja, kapasitas, dan keandalan, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi di masa depan.

Sedangkan, berdasarkan hasil studi pustaka dari 5 jurnal mengenai pengaruh waktu dan tegangan listrik terhadap limbah rumah tangga dengan menggunakan metode elektrolisis yaitu jika semakin tinggi tegangan dan waktu, maka efisiensi penurunan polutan semakin meningkat dan air limbah semakin jernih atau tingkat kekeruhannya semakin menurun, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Soemargono (2006) dengan menggunakan tegangan sebesar 10V. Berikut beberapa grafik yang menunjukkan adanya pengaruh tegangan terhadap tingkat kejernihan dari limbah rumah tangga.



Gambar.1 Grafik Pengaruh Variasi Tegangan terhadap Tingkat Keasamaan Air Limbah Laundry

Dari gambar grafik diatas bahwa setelah proses elektrolisis terjadi penurunan tingkat keasamaan air limbah loundry hal ini terjadi karena semakin banyak ion OH⁻ yang dihasilkan melalui reaksi reduksi air pada katoda maka tingkat keasaamaan menjadi turun.



Gambar.2 Grafik Pengaruh Variasi Tegangan terhadap TDS Air Limbah Laundry

Dari grafik diatas dapat kita lihat sendiri bahwa jika semakin tinggi tegangan yang digunakan maka nilai TDS semakin kecil. Dari kedua grafik diatas bahwa meskipun penurunan konsentrasi air limbah loundry tidak teratur, namun penggunaan tegangan tetaplah berpengaruh. Hal ini dikarenakan tegangan berbanding lurus dengan arus.

Berdasarkan 6 jurnal mengenai pemanfaatan keasamaan yang ada pada buah dengan Listrik, banyak buah yang bisa dimanfaatkan menjadi sumber listrik. Untuk mengubah buah menjadi sumber energi listrik membutuhkan banyak sekali buah. Khususnya adalah buahbuahan yang mengandung keasamaan tinggi dan keasamaan pada beberapa jenis buah mampu menghasilkan energi listrik karena bersifat elektrolit. Adapun buah – buahan yang mengandung keasamaan tinggi dan bersifat elektrolit, antara lain :

1. Buah apel memiliki pH yang berkisar antara 3 hingga 4,5, yang menunjukkan bahwa apel bersifat asam. Karena apel bersifat asam, maka secara alami mengandung elektrolit seperti kalium, magnesium, dan kalsium. Namun, kandungan elektrolit pada apel relatif rendah dibandingkan dengan buah-buahan lain. Meskipun demikian, apel tetap bisa menjadi sumber elektrolit yang baik untuk tubuh. Apel juga mengandung asam askorbat (vitamin C). Vitamin C dalam apel dapat membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh, memperbaiki jaringan ikat, dan membantu penyerapan zat besi. Selain itu, apel juga mengandung serat larut yang disebut pektin. Pektin dapat membantu menyeimbangkan

- kadar elektrolit dalam tubuh, memperlancar pencernaan, dan menurunkan kadar kolesterol.
2. Buah nanas memiliki pH antara 3,2 hingga 4,5, yang menunjukkan sifat keasaman buah tersebut. Keasaman nanas disebabkan oleh kandungan asam sitrat, asam malat, dan asam tartarat yang terdapat di dalamnya. Selain itu, buah nanas juga mengandung elektrolit seperti natrium, kalium, magnesium, dan kalsium. Elektrolit adalah zat yang dapat menghasilkan ion-ion ketika dilarutkan dalam air, dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh.
 3. Buah wuluh (*Phyllanthus acidus*) memiliki rasa yang asam, sehingga dapat diasumsikan bahwa buah ini memiliki sifat keasaman. Selain itu, buah wuluh juga mengandung elektrolit, yaitu senyawa yang dapat berionisasi dalam larutan dan menghasilkan ion-ion yang dapat menghantarkan listrik. Beberapa elektrolit yang terdapat pada buah wuluh antara lain natrium, kalium, dan klorida. Kandungan elektrolit ini membuat buah wuluh dapat membantu menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh dan memperbaiki fungsi saraf dan otot. Namun, perlu diingat bahwa kandungan keasaman dan elektrolit pada buah wuluh dapat berbeda-beda tergantung pada varietasnya, kondisi lingkungan tumbuhnya, dan tingkat kematangan buah tersebut.
 4. Buah belimbing adalah buah yang mengandung keasaman dan elektrolit yang cukup tinggi. Keasaman pada buah belimbing berasal dari kandungan asam oksalat, asam sitrat, dan asam askorbat. Sedangkan elektrolit pada buah belimbing terdiri dari kalium, magnesium, dan kalsium. Asam oksalat pada buah belimbing memiliki efek astringen yang dapat membantu mempercepat proses pencernaan dan melancarkan fungsi usus. Asam sitrat pada buah belimbing membantu meningkatkan kesehatan sistem pencernaan dan memperkuat sistem kekebalan tubuh. Sedangkan asam askorbat atau vitamin C pada buah belimbing berperan sebagai antioksidan, membantu meningkatkan kesehatan kulit, dan membantu meningkatkan penyerapan zat besi dalam tubuh.
 5. Buah jeruk adalah sumber vitamin C yang sangat baik dan juga mengandung elektrolit seperti kalium dan magnesium. Namun, jeruk juga mengandung asam sitrat yang membuatnya bersifat asam. Secara kimiawi, keasaman jeruk disebabkan oleh kandungan asam sitrat yang tinggi. Asam sitrat adalah asam organik yang dapat ditemukan secara alami di banyak jenis buah, termasuk jeruk. Kandungan asam sitrat di dalam buah jeruk bervariasi tergantung pada jenis dan tingkat kematangan buah tersebut. Sementara itu, elektrolit yang terkandung dalam buah jeruk, seperti kalium dan magnesium, dapat membantu menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh, serta mendukung fungsi otot dan jantung yang sehat.
 6. Buah mangga memiliki tingkat keasaman yang bervariasi tergantung pada jenis dan tingkat kematangan. Mangga yang matang memiliki pH antara 4,5 hingga 5,5, yang mengindikasikan bahwa buah ini bersifat sedikit asam. Namun, ketika mangga masih mentah, pH-nya bisa mencapai 3,5 hingga 4,0, yang berarti lebih asam. Mangga juga mengandung elektrolit seperti natrium, kalium, magnesium, dan kalsium. Elektrolit tersebut dapat membantu menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh dan mendukung fungsi sel yang optimal.
 7. Buah pedada adalah buah yang berasa asam dan mengandung beberapa elektrolit seperti kalium, magnesium, dan kalsium. Keasaman pada buah pedada biasanya berasal dari kandungan asam sitrat, asam malat, dan asam oksalat.

Pemanfaatan keasaman dan elektrolit dalam buah-buahan dapat menghantarkan muatan listrik sebagai larutan elektrolit alami dalam baterai. Kandungan asamnya dapat menghasilkan ion-ion positif dan negatif dalam larutan. Untuk membuat baterai dengan elektrolit alami ini, buah-buahan tersebut dihancurkan dan dicampur dengan air untuk membentuk larutan. Meskipun baterai dengan elektrolit buah-buahan tidak sekuat baterai konvensional, namun baterai ini dapat menjadi alternatif yang ramah lingkungan dan mudah didaur ulang karena menggunakan bahan-bahan alami yang mudah digunakan.

Sedangkan 2 jurnal lainnya menjelaskan bahwa baja berkarbon rendah dapat mempengaruhi proses elektroplating. Proses elektroplating adalah proses pelapisan dimana terjadi pengendapan suatu pelapis dengan bahan logam pada permukaan yang dilapisi menggunakan arus listrik searah dan tegangan yang konstan.

Hasil penelitian pertama menunjukkan bahwa jarak anoda-katoda dan tegangan listrik mempengaruhi proses elektroplating. Semakin dekat jarak anoda-katoda, semakin baik lapisan nikel yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kepadatan arus listrik pada permukaan benda yang dilester. Tegangan listrik yang lebih tinggi juga menghasilkan lapisan nikel yang lebih baik, meskipun peningkatan tegangan di atas batas tertentu menyebabkan lapisan nikel menjadi tidak merata.

Hasil penelitian kedua menunjukkan bahwa temperatur, waktu, dan kuat arus mempengaruhi sifat mekanik baja karbon rendah yang dihasilkan dari proses elektroplating. Semakin tinggi temperatur dan kuat arus, maka semakin tinggi juga nilai kuat tarik dan kekerasan baja karbon rendah. Sedangkan waktu elektroplating memiliki pengaruh yang tidak signifikan pada nilai kuat tarik, namun berpengaruh pada nilai kekerasan.

Dari hasil data-data melalui artikel – artikel di atas dapat dilihat bahwa listrik banyak memerankan peran penting dalam berbagai aspek dalam bidang kimia. Ada banyak sekali pemanfaatan listrik dalam bidang kimia yang tanpa kita sadari ada di sekitar kita dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Seperti baterai air garam, pemanfaatan keasaman dan elektrolit pada buah-buahan, pemanfaatan waktu dan tegangan listrik terhadap limbah rumah tangga melalui metode elektrolisis, dan pengaruh proses elektroplating.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari keseluruhan penelitian diatas, diperoleh kesimpulan bahwa pemanfaatan listrik dalam bidang kimia sangat beragam dan memiliki fokus penerapan masing-masing diantaranya pemanfaatan listrik pada baterai air garam, pemanfaatan waktu dan tegangan listrik terhadap limbah rumah tangga, pemanfaatan listrik untuk menguji keasaman buah, serta pemanfaatan listrik dalam proses eksplorasi.

Daftar Pustaka

- Afandi, A. M., Rijal, I., & Aziz, T. (2017). Pengaruh waktu dan tegangan listrik terhadap limbah cair rumah tangga dengan metode elektrolisis. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(2), 114-119.
- Atina, A. (2015). Tegangan dan kuat arus listrik dari sifat asam buah. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 12(2).
- Bengi, F. M., Wahyuni, A. S., Syamsuryani, W., & Mustika, D. (2018). Perbandingan Arus dan Tegangan Larutan Elektrolit berbagai Jenis Garam. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 1(01), 32-36.

- Deninta, T. (2020). Perbandingan Tegangan Listrik Yang Dihasilkan Buah Pedada (Sonneratia Caseolaris) Utuh Dengan Buah Yang Dibelah. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 3(02), 5-10.
- Farandy, G., Suwandi, S., & Fitriyanti, N. (2020). Pengaruh Konsentrasi Dan Temperatur Terhadap Daya Dan Tegangan Keluaran Listrik Pada Baterai Air Garam Dengan Metode Sel Elektrokimia. *eProceedings of Engineering*, 7(3).
- Kholida, H., & Pujayanto, P. (2015). Hubungan Kuat Arus Listrik dengan Keasaman Buah Jeruk dan Mangga. In *PROSIDING: Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika* (Vol. 6, No. 1).
- Masthura, M., & Abdullah, A. (2021). Pemanfaatan Sari Nenas Sebagai Sumber Energi Alternatif Pembuatan Bio-Baterai. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 51-58.
- Masthura, M., Putri, N., & Daulay, A. H. (2021). Analisis Pengaruh Penambahan Volume dan Lama Fermentasi terhadap Kelistrikan Biobaterai Sari Buah Nenas (*Ananas Cosmosus*). *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 8(2), 116-121.
- Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 6(1), 35-40.
- Nurajijah, L., Harjunowibowo, D., & Radiyono, Y. (2014). Pengaruh Variasi Tegangan pada Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Proses Elektrolisis. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 4(1).
- Permadi, B., Asroni, A., & Budiyanto, E. (2020). Proses elektroplating nikel dengan variasi jarak anoda katoda dan tegangan listrik pada baja ST-41. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(2), 2-10.
- Pratama, D. I., Aditya, R. B., & Fatimah, S. (2020). Pengaruh Waktu dan Tegangan Listrik terhadap Kadar COD dan Fosfat pada Limbah Cair Nata De Coco Dengan Metode Hibridisasi Pipe Filter Layer-Elektrolisis (HPFLE). *Techno: Jurnal Penelitian*, 9(1), 308-314.
- Pujiarini, N. R., & Sudarti, S. (2021). Potensi Energi Listrik dan Tingkat Keasaman pada Buah Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 8(1), 44-56.
- Rasyad, A., & Budiarto, B. (2018). Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, dan Kuat Arus Proses Elektroplating terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk dan Kekerasan pada Baja Karbon Rendah. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 9(3), 173-182.
- Ridantami, V., Wasito, B., & Prayitno, P. (2017). Pengaruh Tegangan Dan Waktu Pada Pengolahan Limbah Radioaktif Uranium Dan Thorium Dengan Proses Elektrokoagulasi. In *Jurnal Forum Nuklir*. 10(2):102-107.
- Sari, D., Suyati, L., & Widodo, D. S. (2016). Pengaruh Buffer Kalium Fosfat dan Natrium Fosfat terhadap Produksi Listrik dalam Sistem Microbial Fuel Cell (MFC) dengan *Lactobacillus bulgaricus* pada Whey Tahu. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 19(3), 107-110.
- Syawalien, M. A. R., Yohana, Y., & Kahar, A. (2019). Pengaruh kuat arus dan tegangan terhadap perubahan kandungan logam pada lindi TPA sampah dengan metode elektrolisis. *Jurnal Chemurgy*. 3(1), 6-10.