

# Analisis Larutan Elektrolit dalam Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia Swingle*) dan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai Penghasil Energi Listrik Alternatif

(Analysis of Electrolyte Solution in Lime (*Citrus Aurantifolia Swingle*) and Bilimbi (*Averrhoa bilimbi*) as an Alternative Electrical Energy Source)

Dian Anisa Rokhmah Wati<sup>1\*</sup>, Retno Eka Pramitasari<sup>2</sup>, Ivatul Laily Kurniawati<sup>3</sup>, Noer Af'ida<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari.

Jl. Irian Jaya No.55, Cukir, Kec. Diwek, Kabupaten Jombang, Jawa Timur 61471.

<sup>3</sup>Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Maluku.

Jl. Permi, No 37 Kelurahan Silale, Ambon 97128

<sup>4</sup>Prodi Pendidikan IPA, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Hasyim Asy'ari.

Jl. Irian Jaya No.55, Cukir, Kec. Diwek, Kabupaten Jombang, Jawa Timur 61471

<sup>5</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Bandung Jawa Barat.

\*Email: dianrokhmawati@unhasy.ac.id

## Abstract

Lime and bilimbi are commonly used ingredients in traditional dishes such as Garang Asem, a specialty from Central Java. The sour taste of lime and bilimbi indicates the presence of a specific chemical compound, namely citric acid ( $C_6H_8O_7$ ). This citric acid acts as an electrolyte solution capable of conducting electricity. The objective of this research was to determine the magnitude of the electric current generated from the juice of lime and bilimbi. The experimental method was employed by comparing different juice volumes to observe the resulting electric current. The results showed that the average electric current over three days from lime juice with a volume of 800 mL was 0.46 A, with 600 mL was 0.39 A, and with 400 mL was 0.29 A. Meanwhile, the electric current from bilimbi juice with a volume of 800 mL was 0.67 A, with 600 mL was 0.55 A, and with 400 mL was 0.44 A. In conclusion, lime and bilimbi juices contain weak electrolyte solutions that can slightly conduct electricity, and the highest electric current was obtained from bilimbi juice with a volume of 800 mL.

**Keywords:** Bilimbi, Electric Current, Electrolyte, Lime.

## Abstrak

Jeruk nipis dan belimbing wuluh merupakan bahan makanan yang sering digunakan dalam masakan tradisional, seperti *garang asem*, masakan khas Jawa Tengah. Rasa asam pada jeruk nipis dan belimbing wuluh menunjukkan bahwa di dalamnya terkandung senyawa kimia tertentu, yaitu asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ). Asam sitrat tersebut merupakan salah satu larutan elektrolit yang dapat menghantarkan listrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar arus listrik dari air perasan jeruk nipis dan belimbing wuluh. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan membandingkan berbagai volume air perasan terhadap arus listrik yang dihasilkan. Diketahui bahwa rata-rata arus listrik selama tiga hari dari air perasan jeruk nipis dengan volume 800 mL adalah 0,46 A, volume 600 mL adalah 0,39 A, dan volume 400 mL adalah 0,29 A. Sementara itu, arus listrik dari air perasan belimbing wuluh dengan volume 800 mL

adalah 0,67 A, volume 600 mL adalah 0,55 A, dan volume 400 mL adalah 0,44 A. Kesimpulannya, air perasan jeruk nipis dan belimbing wuluh mengandung larutan elektrolit lemah yang hanya sedikit dapat menghantarkan listrik. Arus listrik terbesar diperoleh pada air perasan belimbing wuluh dengan volume 800 mL.

**Kata kunci:** Arus listrik, Belimbing wuluh, Elektrolit, Jeruk nipis

## I. Pendahuluan

Energi merupakan sesuatu yang sangat dibutuhkan oleh manusia dalam setiap kehidupan. Dapat dikatakan bahwa kebutuhan manusia terhadap energi semakin bertambah secara terus menerus. Kebutuhan energi di dunia saat ini semakin meningkat, baik untuk kebutuhan industri, teknologi, maupun tansportasi. Kecanggihan peralatan elektronik yang terus berkembang dan pertambahan jumlah penduduk di Indonesia secara tidak lansung mengakibatkan kebutuhan terhadap sumber energi terutama energi listrik semakin meningkat. Namun saat ini pemenuhan kebutuhan energy terutama energi listrik belum diimbangi dengan pengadaan sumber energi sebagai pemasok energi. Jika hal ini dibiarkan maka lambat laun Indonesia akan mengalami krisis energi [1].

Untuk pemenuhan kebutuhan akan energi terbarukan inilah terus diadakan penelitian-penelitian tentang alternatif sumber energi lain selain dari fosil dan sumberdaya alam habis pakai seperti minyak dan gas alam. Indonesia sebagai salah satu negara tropis di dunia memiliki berbagai jenis tumbuhan dan buah-buahan. Hal inilah yang mendorong untuk melakukan pencarian energi baru dari sumber daya alam sebagai energi alternatif.

Dalam konteks transisi energi global menuju energi hijau (green energy), pemanfaatan bahan alami seperti buah-buahan penghasil elektrolit menjadi menarik untuk dikembangkan. Indonesia memiliki potensi besar karena kekayaan biodiversitasnya. Upaya eksplorasi sumber energi berbasis biomaterial tidak hanya mendukung agenda Sustainable Development Goals (SDGs) khususnya poin 7 tentang energi bersih dan terjangkau, tetapi juga mendukung kemandirian energi di daerah terpencil yang belum teraliri listrik.

Energi alternatif merupakan sumber energi yang dihasilkan dari bahan-bahan dari alam yang belum pernah dimanfaatkan secara luas yang bertujuan untuk pengganti bahan energi dari fosil. Saat ini, penelitian mengenai energi alternatif semakin marak dilakukan terutama energi alternatif yang bersumber dari alam serta dapat diperbarui. Buah-buahan menjadi bahan yang paling berpotensi menjadi sumber energi alternatif. Berbagai macam buah yang memiliki rasa asam dapat menghasilkan energi listrik. Setiap jenis buah yang berbeda akan memiliki tingkat keasaman yang berbeda. Tingkat keasaman buah dapat diukur melalui penggunaan pH meter. Semakin asam buah maka nilai pH semakin rendah dan sebaliknya. Energi listrik yang dihasilkan besarnya beragam berdasarkan pengaruh keragaman nilai pH yang dimiliki [2].

Jeruk nipis dan belimbing wuluh merupakan jenis buah yang memiliki rasa asam dan banyak tumbuh di Indonesia. Kedua buah ini selama ini banyak digunakan hanya sebagai bumbu bahan dasar makanan. Seperti contoh sebagai bumbu dalam masakan khas Jawa Tengah yaitu Garang Asem. Jeruk nipis dan belimbing wuluh memiliki rasa yang masam dan ini merupakan salah satu ciri-ciri zat yang memiliki sifat asam. Buah yang bersifat asam dapat dijadikan elektrolit Listrik [2, 3].

Larutan elektrolit merupakan jenis larutan yang sifatnya dapat menghantarkan arus listrik. Larutan elektrolit merupakan zat yang telah diura dan larut dalam bentuk ion. Larutan elektrolit merupakan larutan yang terdiri atas ion-ion yang bersifat asam, basa, dan larutan garam. Asam yang menghasilkan ion banyak berasal dari asam kuat dan yang menghasilkan ion sedikit berasal dari asam lemah di mana jika semakin asam maka nilai pH

yang dihasilkan akan semakin kecil begitu pula jika makin lemahnya tingkatan asamnya maka nilai pH yang dihasilkan akan semakin besar. Buah jeruk nipis dan buah belimbing wuluh selain memiliki asam juga memiliki kandungan air, sehingga apabila ada dua logam yang berbeda dicelupkan pada larutan buah tersebut menimbulkan beda potensial antara logam dan air sehingga terjadi potensial elektroda yang dapat menghasilkan arus listrik.

Bahan yang dimanfaatkan dalam buah-buahan adalah kandungan asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) yang banyak terdapat pada buah-buahan dengan rasa masam. Buah jeruk nipis dan belimbing wuluh yang memiliki kandungan asam sitrat yang banyak dibandingkan buah lain ini merupakan suatu larutan asam dapat menghantarkan elektron dan menghasilkan arus listrik.

Buah-buahan yang mengandung **asam sitrat** memiliki sifat elektrolit alami. Ketika dua logam dengan perbedaan potensial elektrode (misalnya seng dan tembaga) dicelupkan ke dalam larutan asam tersebut, akan terjadi reaksi elektrokimia yang menghasilkan arus listrik. Ion-ion dari asam sitrat akan terdisosiasi di dalam air menjadi ion hidrogen ( $H^+$ ) dan ion sisa asam ( $C_6H_7O_7^-$ ) yang bergerak bebas membawa muatan listrik. Dengan demikian, jeruk nipis dan belimbing wuluh memiliki potensi besar sebagai bahan alami penghasil energi listrik alternatif [4].

Penelitian tentang kelistrikan buah ini merupakan pengembangan dari penelitian Alexander Volta. Dari penelitian Volta disebutkan bahwa jika suatu deretan zat dimasukan kedalam larutan asam atau garam maka akan melepas muatan-muatan listrik. Berdasarkan latar belakang itulah penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar kuat arus listrik dari air perasan jeruk nipis dan belimbing wuluh dengan volume yang berbeda. Dimana pengukuran dilakukan dalam tiga hari dan empat waktu yang berbeda.

Sel Galvani ataupun disebut dengan sel volta adalah alat untuk membangkitkan arus listrik melalui reaksi kimia. Sebuah sel galvani disusun dengan mencelupkan dua buah elektroda, yaitu sepasang logam yang memiliki kecenderungannya ion yang berbeda, kedalam larutan elektrolit juga sebagai penghubung dua elektroda melalui kawat penghantarnya. Karena perbedaan kecenderungan ionisasi, pada salah satu elektroda akan terdapat reaksi reduksi sedang pada elektroda yang lain terjadinya reaksi oksidasi. Elektroda sebagai lokasi terjadinya reduksi disebut katoda dan elektroda tempat terjadi reaksi oksidasi disebut dengan anoda [5]. Maka berdasarkan latar belakang tersebut tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar arus listrik dari air perasan jeruk nipis dan belimbing wuluh, juga untuk mengetahui manakah larutan elektrolit yang lebih baik dalam menghantarkan arus listrik.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang **fisika terapan dan energi terbarukan berbasis bahan alami**. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan menjadi dasar bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan **sumber energi alternatif ramah lingkungan**, yang murah, mudah diperoleh, dan dapat dimanfaatkan masyarakat di daerah pedesaan atau kepulauan yang belum memiliki akses listrik memadai.

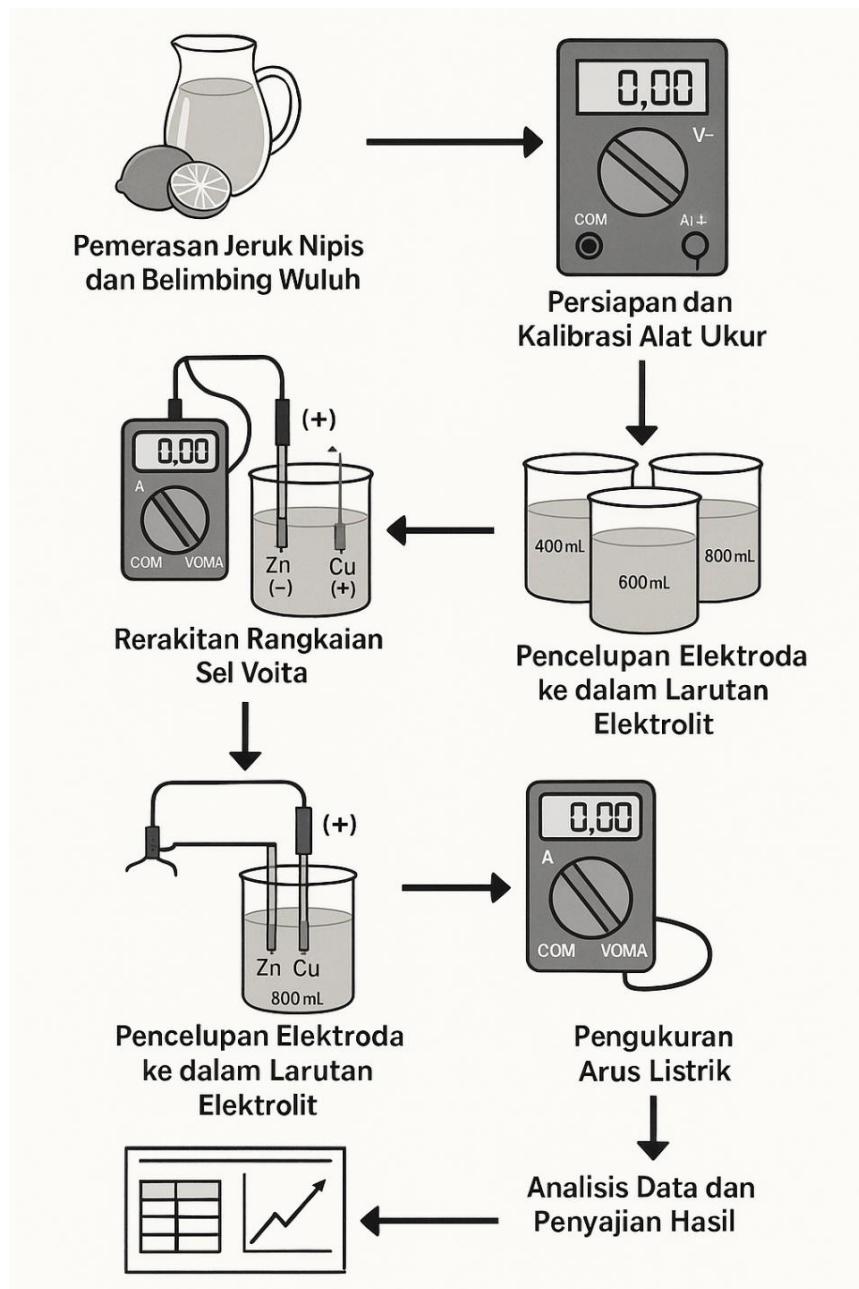
## II. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Penelitian diawali dengan pengambilan air perasan jeruk nipis dan belimbing wuluh, masing-masing sebanyak 1,8 L. Cairan hasil perasan tersebut kemudian dibagi ke dalam tiga wadah dengan volume berbeda, yaitu 400 mL, 600 mL, dan 800 mL.

Tahapan berikutnya meliputi penyiapan dan kalibrasi alat ukur menggunakan multimeter digital. Selector knob (tombol pemilih) diatur pada fungsi pengukuran arus

searah (DC current). Selanjutnya dilakukan penyambungan rangkaian listrik dengan cara menjepitkan kabel hitam (dari port COM) ke elektroda seng (Zn) yang berperan sebagai anoda (-), dan kabel merah (dari port VΩmA) ke elektroda tembaga (Cu) yang berfungsi sebagai katoda (+).

Setelah semua alat siap, dilakukan pencelupan elektroda Cu dan Zn secara bersamaan ke dalam wadah pertama yang berisi campuran air perasan jeruk nipis dan belimbing wuluh dengan volume 800 mL. Prosedur yang sama diulangi untuk wadah kedua (600 mL) dan ketiga (400 mL). Sistem dibiarkan selama 10–15 detik hingga pembacaan arus pada layar multimeter stabil. Nilai arus listrik yang tertera (dalam satuan ampere) kemudian dicatat. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif, disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, serta dideskripsikan secara mendalam berdasarkan teori yang relevan. Selengkapnya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ringkasan Tahapan Penelitian

## 2.1 Variable Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini pertama adalah jenis larutan yaitu larutan dari air perasan Jeruk nipis dan Belimbing wuluh. Kedua yaitu variasi volume masing-masing air perasan dengan volume 400 ml, 600 ml, dan 800 ml.

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kuat arus (Ampere). Variabel kontrol pada penelitian ini adalah waktu pengukuran arus yang dilakukan pada waktu yang sama untuk ke dua jenis larutan.

Langkah-langkah penelitian ini meliputi beberapa tahapan utama. Pertama, dilakukan **analisis atau studi literatur** untuk memperoleh landasan teori dan referensi yang relevan dengan penelitian. Kedua, dilakukan **persiapan alat dan bahan** yang akan digunakan dalam eksperimen. Tahapan ketiga adalah **pembuatan rangkaian elektrokimia sel volta** sebagai sistem dasar percobaan. Selanjutnya, dilakukan **pembuatan larutan elektrolit** dengan cara memeras jeruk nipis dan belimbing wuluh, kemudian hasil perasan disaring menggunakan kertas saring hingga diperoleh larutan yang jernih. Larutan elektrolit tersebut kemudian **dimasukkan ke dalam media rangkaian sel volta** yang telah disiapkan. Tahap berikutnya adalah **pengukuran arus listrik** dari larutan elektrolit menggunakan **multimeter digital** untuk mengetahui besarnya arus yang dihasilkan. Terakhir, dilakukan **observasi dan pencatatan data arus listrik** yang terbaca pada multimeter sebagai dasar analisis hasil penelitian.

## III. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Hasil Penelitian

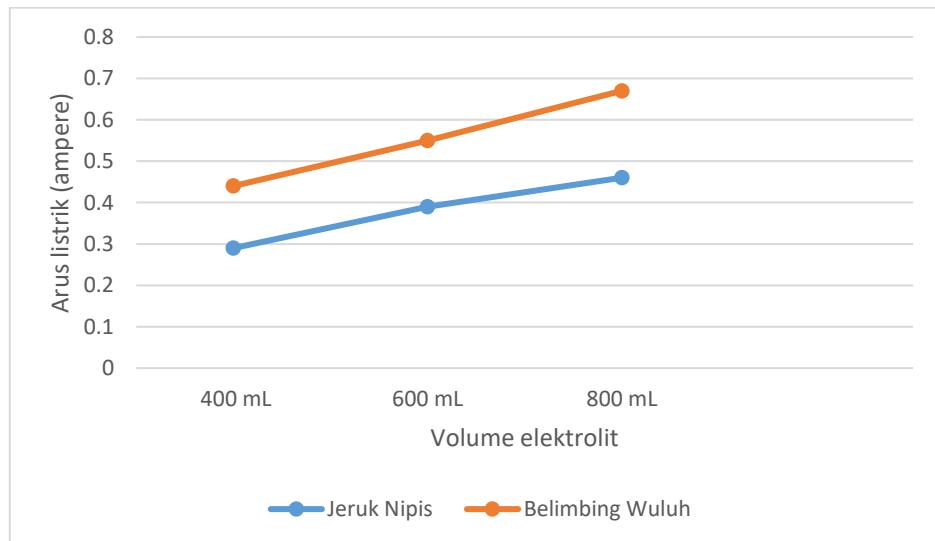
Arus listrik yang dihasilkan dari proses pengukuran pada larutan elektrolit dengan volume berbeda menunjukkan variasi nilai yang dapat diamati pada Tabel 1. Pengukuran dilakukan terhadap tiga volume larutan, yaitu 400 mL, 600 mL, dan 800 mL, untuk mengetahui pengaruh perbedaan jumlah larutan elektrolit terhadap besarnya arus listrik yang dihasilkan pada rangkaian sel volta. Data yang diperoleh dari setiap percobaan kemudian dicatat secara sistematis menggunakan multimeter digital. Nilai arus listrik tersebut menjadi dasar dalam menganalisis hubungan antara volume larutan elektrolit dan intensitas arus yang dihasilkan oleh sistem elektrokimia yang digunakan.

**Tabel 1. Hasil Rata-Rata Arus Listrik Dari Air Perasan Buah Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh**

Volume Larutan	Arus (Ampere)	
	Jeruk Nipis	Belimbing wuluh
400 mL	0,29	0,44
600 mL	0,39	0,55
800 mL	0,46	0,67

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2, terlihat perbedaan nilai arus listrik yang dihantarkan oleh masing-masing larutan jeruk nipis dan belimbing wuluh. Pada volume pertama, yaitu 400 mL, larutan jeruk nipis menghasilkan arus sebesar 0,29 ampere, sedangkan belimbing wuluh menghasilkan arus sebesar 0,44 ampere. Pada volume kedua, yaitu 600 mL, daya hantar listrik meningkat menjadi 0,39 ampere untuk jeruk nipis dan 0,55 ampere untuk belimbing wuluh. Selanjutnya, pada volume ketiga dengan larutan sebanyak 800 mL, arus yang dihasilkan semakin tinggi, yaitu 0,46 ampere untuk jeruk nipis dan 0,67 ampere untuk belimbing wuluh. Perbedaan nilai arus tersebut menunjukkan bahwa

semakin besar volume larutan elektrolit yang digunakan, semakin besar pula arus listrik yang dapat dihantarkan oleh sistem elektrokimia.



**Gambar 2. Arus Listrik Rata-rata dari Air Perasan Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh**

### 3.2. Pembahasan

Arus listrik terbesar diperoleh dari air perasan **belimbing wuluh** pada volume **800 mL**. Nilai arus yang dihasilkan cukup besar hingga berpotensi untuk menyalakan **bohlam 5 watt**, sebagaimana dapat dihitung melalui rumus dasar listrik:

$$\text{Daya (P)} = \text{Tegangan (V)} \times \text{Arus (I)}.$$

Jika diasumsikan tegangan standar di Indonesia sebesar **220 volt (V)**, maka arus yang diperlukan untuk menyalakan bohlam 5 watt adalah:

$$I = P/V = 5 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,0227 \text{ ampere (A)}.$$

Dengan demikian, arus yang diperoleh baik dari air perasan jeruk nipis maupun belimbing wuluh telah melebihi batas minimal tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis larutan elektrolit tersebut memiliki kemampuan konduktif yang cukup tinggi dan secara potensial dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif sederhana, terutama bagi daerah yang belum teraliri listrik tetapi memiliki sumber daya alam melimpah.

Arus listrik secara umum dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu **arus bolak-balik (Alternating Current/AC)** dan **arus searah (Direct Current/DC)**. Arus bolak-balik (AC) adalah arus listrik yang arah dan polaritasnya berubah-ubah secara periodik. Jenis arus ini banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya pada peralatan rumah tangga yang terhubung dengan jaringan listrik umum, di mana arus dihasilkan oleh generator pada pembangkit tenaga listrik. Sementara itu, arus searah (DC) mengalir dengan arah tetap dan memiliki polaritas konstan. Arus ini biasanya dihasilkan oleh sumber listrik seperti **aki (accu)** atau **baterai**, dan dapat pula diperoleh melalui proses **penyearahan (rectification)** dari arus AC menggunakan **dioda** atau **power supply** [8, 9].

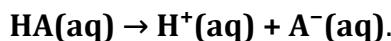
Arus AC memiliki kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan arus DC karena tegangan dan arusnya bersifat sinusoidal serta bervariasi secara kontinu dalam amplitudo

maupun fase. Dalam beberapa rangkaian, arus AC mengandung komponen **resistif** dan **reaktif** secara bersamaan, di mana komponen resistif berfungsi mendisipasikan energi listrik dalam bentuk panas, serupa dengan karakteristik rangkaian DC [10, 11, 12].

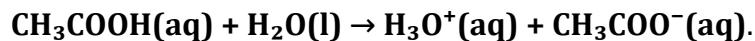
Sementara itu, **elektrolisis** merupakan proses elektrokimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Elemen utama dalam proses ini terdiri atas **elektroda** dan **larutan elektrolit**. Dalam **sel volta atau sel galvani**, reaksi oksidasi dan reduksi terjadi secara spontan dan menghasilkan energi listrik. Sebaliknya, pada **sel elektrolisis**, reaksi redoks yang tidak spontan dipaksa berlangsung dengan bantuan energi listrik dari sumber eksternal. Proses ini memungkinkan terjadinya reaksi kimia non-spontan ( $\Delta G > 0$ ), di mana energi dari luar sistem digunakan untuk memicu reaksi tersebut.

Salah satu penerapan elektrolisis yang dikenal luas adalah pada **aki isi ulang (rechargeable battery)**, di mana proses pengisian kembali melibatkan pembalikan reaksi elektrokimia di dalam sel. Pada prinsipnya, elektrolisis memerlukan dua elektroda, yaitu **anoda (positif)** dan **katoda (negatif)**, yang terendam dalam larutan elektrolit. Elektroda umumnya terbuat dari logam yang bersifat inert, seperti **stainless steel**. Reaksi yang terjadi dalam sistem ini sangat bergantung pada jenis elektroda yang digunakan, yang juga memengaruhi jumlah gas hidrogen atau produk lain yang dihasilkan [13, 14, 15].

Air perasan **jeruk nipis** dan **belimbing wuluh** termasuk **larutan elektrolit alami** yang mengandung **asam sitrat**, yaitu senyawa asam lemah yang mampu menghasilkan ion-ion dalam air. Menurut teori asam-basa Arrhenius, asam merupakan senyawa yang menghasilkan **ion hidrogen ( $H^+$ )** atau **ion hidronium ( $H_3O^+$ )** ketika dilarutkan dalam air, sebagaimana reaksi umum:



Sebagai contoh, asam asetat ( $CH_3COOH$ ) dapat terionisasi dalam air membentuk ion hidronium dan ion asetat:



Dengan prinsip yang sama, asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) dalam air mengalami disosiasi menjadi ion  $H^+$  dan  $C_6H_7O_7^-$ . Ion-ion tersebut terbentuk karena interaksi antara molekul asam dan molekul air yang memutuskan ikatan ionik dan menghasilkan partikel bermuatan bebas. Ion bebas inilah yang berperan dalam **menghantarkan arus listrik** melalui larutan. Semakin banyak ion yang terbentuk, semakin tinggi pula konduktivitas listrik larutan tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pada volume larutan elektrolit **800 mL**, baik pada jeruk nipis maupun belimbing wuluh, dihasilkan arus listrik tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan volume larutan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah ion yang terbentuk, sehingga kemampuan larutan dalam menghantarkan listrik juga semakin besar.

## IV. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa larutan elektrolit dari air perasan belimbing wuluh memiliki nilai kuat arus yang laing tinggi yaitu 0,67 Ampere. Dan pada volume bali 400 mL. 600 mL, maupun 800 mL nilai arus listrik pada belimbing wuluh lebih tinggi disbanding jeruk nipis. Sehingga dapat dikatakan bahwa air

perasan belimbi wuluh lebih dapat menghantarkan Listrik disbanding air perasan jeruk nipis.

## **V. Daftar Pustaka**

- [1] D. Jurusan, F. Fakultas, M. Universitas, and P. Palembang, "Tegangan Dan Kuat Arus Listrik Dari Sifat Asam," vol. 12, no. 2, pp. 28–42, 2015.
- [2] Z. Rohman, N. Hindratiningrum, and S. R. Zulaikhah, "Keasaman, pH, dan viskositas yoghurt buah naga merah dengan penambahan beberapa level sukrosa," Indones. J. Food Technol., vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [3] P. Lestari, "Kertas indikator buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) untuk uji larutan asam basa," J. Pendidik. Madrasah, vol. 1, no. 1, pp. 69–83, 2016.
- [4] N. Sari, A. Widiyani, N. Nurhamidah, and A. P. Sairi, "Perbandingan Tegangan Dan Kuat Arus Listrik Pada Sifat Asam Buah Nanas Dan Jeruk," Opt. J. Pendidik. Fis., vol. 7, no. 1, pp. 121–127, 2023, doi: 10.37478/optika.v7i1.2762.
- [5] D. N. Sintiya, "Pengaruh Bahan Elektroda Terhadap Kelistrikan Jeruk Dan Tomat Sebagai Solusi Energi Alternatif," no. 2, pp. 1–6, 2019.
- [6] P. Candra Susanto, D. Ulfah Arini, L. Yuntina, J. Panatap Soehaditama, and N. Nuraeni, "Konsep Penelitian Kuantitatif: Populasi, Sampel, dan Analisis Data (Sebuah Tinjauan Pustaka)," J. Ilmu Multidisplin, vol. 3, no. 1, pp. 1–12, 2024, doi: 10.38035/jim.v3i1.504.
- [7] S. W. Suciyati et al., "Analisis Jeruk dan Kulit Jeruk sebagai Larutan Elektrolit terhadap Kelistrikan Sel Volta," J. Teor. dan Apl. Fis., vol. 4, no. 2, pp. 36–50, 2019.
- [8] S. V. A. Gede Wiratma Jaya1), "Rangkaian listrik merupakan suatu susunan komponen elektronika yang saling dihubungkan satu sama lain dengan metode tertentu dan paling sedikit memiliki satu lsederhana menggunakan resistor yang dialirkan arus listrik dari sumber tegangan DC. Sedang," Kaji. Teor. Arus List. Dan Daya List. Pada Rangkaian Resist. Seri Dan Paralel Berdasarkan Jumlah Resist. Yang Digunakan , vol. Volume 9, pp. 87–93, 2023.
- [9] M. S. Ummah, kimia dasar, vol. 11, no. 1. 2019. [Online]. Available: [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI)
- [10] I. L. Kurniawati and D. A. R. Wati, "Korosi: Teori dan Pencegahannya," Gadjah Mada Univ. Press, pp. 1–148, 2024, [Online]. Available: <https://ugmpress.ugm.ac.id/id/product/fisika/korosi-teori-dan-pencegahannya>
- [11] H. Kholida, "Hubungan Kuat Arus Listrik dengan Keasaman Buah Jeruk dan Mangga," vol. 6, pp. 42–46, 2015.
- [12] fatmawati dkk Neety siahaya, kimia dasar, 1st ed. bandung Jwa Barat: WIDINA MEDIA UTAMA, 2024.
- [13] D. Syafriani, N. Cempaka, H. Susilawati, A. Dwy, P. S. Mutiara, and A. Nst, "Larutan Asam-Basa Penerbit Cv. Eureka Media Aksara".
- [14] S. Nuryanti, S. Matsjeh, C. Anwar, and T. J. Raharjo, "INDIKATOR TITRASI ASAM-BASA DARI EKSTRAK BUNGA SEPATU (*Hibiscus rosa sinensis L.*)," Agritech, vol. 30, no. 3, pp. 178–183, 2010.
- [15] H. E. Haryono, Kimia Dasar. Sleman Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2019.