



PAPER – **OPEN ACCESS**

Analisis Desain Eksperimen Faktor Pengaruh Tegangan Listrik dari Belimbing Wuluh dengan Metode ANAVA

Author : Edi Pranata Malau, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2319
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 7 Issue 1 – 2024 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Analisis Desain Eksperimen Faktor Pengaruh Tegangan Listrik dari Belimbing Wuluh dengan Metode ANAVA

Edi Pranata Malau, Natalia Pratamasari, Rahmat Arif Waruwu, Alkent Chenio1, Putri Aditya Balqis

Progam Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

edimalau26@gmail.com, nataliapratamasari06@gmail.com, rahmat11172210@gmail.com, alkentchen54@gmail.com, putriadtybalqis05@gmail.com

Abstrak

Salah satu cara untuk menghasilkan energi terbarukan adalah metode elektrolisis, yang menggunakan larutan elektrolit untuk menghasilkan listrik. Larutan elektrolit biasanya merupakan senyawa asam. Buah-buahan, terutama yang mengandung banyak asam seperti belimbing wuluh, dapat menghasilkan energi listrik. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh signifikan dari faktor konsentrasi NaCl, waktu, dan luas penampang elektroda terhadap tegangan listrik dari belimbing wuluh dengan menggunakan metode analisis varians (ANOVA). Model eksperimen dalam percobaan ini yaitu rancangan acak lengkap dengan model tetap, dimana terdapat 8 percobaan. Hasil perhitungan ANAVA menunjukkan bahwa perlakuan AB (luas penampang elektroda dan waktu) dan AC (luas penampang elektroda dan konsentrasi larutan NaCl) memberikan efek signifikan terhadap tegangan listrik dari belimbing wuluh. Sementara perlakuan BC (waktu dan konsentrasi larutan NaCl) dan ABC (luas penampang elektroda, waktu, dan konsentrasi larutan NaCl) tidak memberikan efek signifikan terhadap tegangan listrik dari belimbing wuluh.

Kata Kunci: ANOVA; Konsentrasi NaCl; Luas Elektroda; Tegangan Listrik; Waktu

Abstract

One way to generate renewable energy is through the electrolysis method, which uses an electrolyte solution to produce electricity. The electrolyte solution is usually an acidic compound. Fruits, especially those containing a lot of acid like bilimbi (Averrhoa bilimbi), can generate electrical energy. This research aims to identify the significant influence of factors such as NaCl concentration, time, and electrode surface area on the electrical voltage of bilimbi using analysis of variance (ANOVA) method. The experimental model used in this study is a completely randomized design with fixed effects, comprising 8 trials. The ANOVA calculation results indicate that treatments AB (electrode surface area and time) and AC (electrode surface area and NaCl solution concentration) significantly affect the electrical voltage of bilimbi. Meanwhile, treatments BC (time and NaCl solution concentration) and ABC (electrode surface area, time, and NaCl solution concentration) do not significantly affect the electrical voltage of bilimbi.

Keywords: ANOVA; NaCl Concentration; Electrode Surface Area; Electric Voltage; Time

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi manusia semakin meningkat seiring tingkat kehidupan. Sumber energi yang bisa diperbaharui (*green energy*) merupakan sumber energi yang ramah lingkungan serta tidak memberikan kontribusi pada pemanasan global dan perubahan kondisi iklim [1]. Salah satu cara untuk menghasilkan energi terbarukan merupakan metode elektrolisis, yang memakai cairan elektrolit untuk menghasilkan listrik. Cairan elektrolit biasanya merupakan senyawa asam [2]. Buah-buahan, terutama yang mengandung banyak asam seperti belimbing wuluh, dapat menghasilkan energi listrik [3].

Belimbing wuluh memiliki tingkat keasaman tinggi sehingga bisa digunakan sebagai solusi elektrolit dalam baterai Galvani guna memproduksi energi listrik [4]. Sel galvani terdiri dari 2 elektroda dan elektrolit [5]. Elektroda tembaga-seng telah terbukti menciptakan tegangan yang lebih tinggi dibandingkan kombinasi elektroda lainnya, serta lebih mudah dijumpai dan diperoleh di pasaran [6]. Garam dapur (NaCl) adalah salah satu larutan elektrolit yang paling kuat yang memiliki kemampuan untuk terionisasi dan menghantarkan listrik [7].

ANOVA adalah jenis uji hipotesis statistik yang membuat kesimpulan berdasarkan data atau kelompok statistik inferentif [8]. ANOVA adalah tes parametrik yang digunakan untuk perbandingan rata-rata lebih dari dua kelompok data, sambil mempertimbangkan varians masing-masing kelompok [9]. Analisis varians satu arah adalah teknik untuk menganalisis data eksperimen yang melibatkan variasi dalam satu faktor, yang sering kali memiliki beberapa tingkatan, biasanya lebih dari dua, guna mengidentifikasi variabel independen yang signifikan dan memahami bagaimana variabel tersebut memengaruhi hasil [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengenali pengaruh yang signifikan dari faktor konsentrasi NaCl, durasi, dan luas permukaan elektroda terhadap tegangan listrik dari belimbing wuluh dengan memakai metode analisis varians (ANOVA).

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan jenis eksperimen yang variabel terikatnya adalah tegangan listrik dari belimbing wuluh yang dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu konsentrasi larutan NaCl, waktu, dan luas penampang elektroda. Faktor dan taraf faktor dalam percobaan ini adalah konsentrasi larutan NaCl (0,1M dan 1M) dengan 2 taraf faktor, waktu (1 menit dan 2 menit) dengan 2 taraf faktor, dan luas penampang elektroda (9 cm² dan 28 cm²) dengan 2 taraf faktor. Hasil penelitian akan diuji menerapkan analisis varians satu arah (*one-way ANOVA*) untuk mengamati pengaruh signifikan yang memengaruhi tegangan listrik belimbing wuluh.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengambilan Data

Pengambilan informasi melalui objek penelitian dengan prosedur kerja yang telah ditentukan dengan melakukan percobaan. Data yang dikumpulkan adalah tegangan listrik dari belimbing wuluh, dengan menggunakan tiga faktor dan dua taraf faktor yaitu konsentrasi larutan NaCl dengan taraf faktor 0,1M dan 1M, waktu dengan taraf faktor 1 menit dan 2 menit, dan luas penampang elektroda dengan taraf faktor 9 cm² dan 28 cm².

3.2. Model Rancangan Penelitian

Model eksperimen dalam percobaan ini yaitu rancangan acak lengkap dengan model tetap.

3.3. Hasil Replikasi factorial

Rancangan faktorial dengan menggunakan rancangan faktorial 2³. Sehingga menghasilkan 8 percobaan. Peubah tetap yang digunakan pada percobaan ini adalah massa belimbing wuluh sebanyak 100 gram dan volume larutan garam sebanyak 100 ml. Analisis varians antar faktor dalam 3 kali pengujian terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Eksperimen dengan Faktorial 2 x 2 x 2

Variabel		Luas Penampang Elektroda (A)			
		9 cm ² (A ₁)		28 cm ² (A ₂)	
		Waktu (B)			
		60 detik (B ₁)	120 detik (B ₂)	60 detik (B ₁)	120 detik (B ₂)
Konsentrasi Larutan NaCl (C)	0,1 M (C ₁)	0,67	0,70	0,82	0,77
		0,69	0,62	0,83	0,77
		0,68	0,62	0,87	0,78
	Jumlah	2,04	1,94	2,52	2,32
		0,70	0,73	0,82	0,76
	1 M (C ₂)	0,75	0,72	0,74	0,68
		0,68	0,74	0,83	0,72
	Jumlah	2,13	2,19	2,39	2,16

Syarat:

- H_{0 AB}: Faktor luas penampang elektroda (A) dan waktu (B) tidak menunjukkan dampak yang signifikan terhadap tegangan listrik yang dihasilkan dari belimbing wuluh.
- H_{1 AB}: Faktor luas penampang elektroda (A) dan waktu (B) memberikan efek signifikan terhadap tegangan listrik yang dihasilkan dari belimbing wuluh.
- H_{0 AC}: Faktor luas penampang elektroda (A) dan konsentrasi larutan NaCl (C) tidak memberikan efek secara signifikan terhadap tegangan listrik yang dihasilkan dari belimbing wuluh.
- H_{1 AC}: Faktor luas penampang elektroda (A) dan konsentrasi larutan NaCl (C) memberikan efek secara signifikan terhadap tegangan listrik yang dihasilkan dari belimbing wuluh.
- H_{0 BC}: Faktor waktu (B) dan konsentrasi larutan NaCl (C) tidak memberikan efek secara signifikan terhadap tegangan listrik yang dihasilkan dari belimbing wuluh.
- H_{1 BC}: Faktor waktu (B) dan konsentrasi larutan NaCl (C) memberikan efek secara signifikan terhadap tegangan listrik yang dihasilkan dari belimbing wuluh.
- H_{0 ABC}: Faktor luas penampang elektroda (A), waktu (B), dan konsentrasi larutan NaCl (C) tidak memberikan efek secara signifikan terhadap tegangan listrik yang dihasilkan dari belimbing wuluh.
- H_{1 ABC}: Faktor luas penampang elektroda (A), waktu (B), dan konsentrasi larutan NaCl (C) tidak menunjukkan dampak secara berpengaruh secara signifikan terhadap tegangan listrik yang dihasilkan dari belimbing wuluh.

Jika F yang dihitung (Fhitung) lebih kecil dari F yang tercantum pada tabel distribusi F (Ftabel), maka hipotesis 0 (H0) diterima.

Jika F yang dihitung (Fhitung) lebih besar dari F yang tercantum pada tabel distribusi F (Ftabel), maka hipotesis 0 (H0) ditolak. Berdasarkan hasil observasi percobaan, maka daftar faktorial percobaan ditunjukkan pada Tabel 2 – Tabel 5.

Tabel 2. Indeks Faktor Variabel a x b x c

Variabel	Luas Penampang Elektroda (A)					Jumlah
	9 cm ² (A1)		28 cm ² (A2)			
	Waktu (B)					
	60 detik (B1)	120 detik (B2)	60 detik (B1)	120 detik (B2)		
Konsentrasi Larutan NaCl (C)	0,1 M (C1)	2,04	1,94	2,52	2,32	8,82
	1M (C2)	2,13	2,19	2,39	2,16	8,87
Jumlah		4,17	4,13	4,91	4,48	17,69

Tabel 3. Indeks Faktor Variabel a x b

Faktor	A1 (Luas Penampang Elektroda 9 cm ²)	A2 (Luas Penampang Elektroda 28 cm ²)	Jumlah
B1 (Waktu 1 menit)	4,17	4,91	9,08
B2 (Waktu 2 menit)	4,13	4,48	8,61
Jumlah	8,30	9,39	17,69

Tabel 4. Indeks Faktor Variabel a x c

Faktor	A1 (Luas Penampang Elektroda 9 cm ²)	A2 (Luas Penampang Elektroda 28 cm ²)	Jumlah
C1 (Konsentrasi Larutan NaCl 0,1 M)	3,98	4,84	8,82
C2 (Konsentrasi Larutan NaCl 1 M)	4,32	4,55	8,87
Jumlah	8,30	9,39	17,69

Tabel 5. Indeks Faktor Variabel b x c

Faktor	B1 (Waktu 1 menit)	B2 (Waktu 2 menit)	Jumlah
C1 (Konsentrasi Larutan NaCl 0,1 M)	4,56	4,26	8,82
C2 (Konsentrasi Larutan NaCl 1 M)	4,52	4,35	8,87
Jumlah	9,08	8,61	17,69

Berdasarkan tabel-tabel faktorial yang disusun, kemudian dihitung nilai R_y , J_{abc} , J_{ab} , J_{ac} , J_{bc} , A_y , B_y , C_y , AB_y , AC_y , BC_y , ABC_y , dan E_y . Hasil perhitungan ANAVA untuk eksperimen variable faktorial 2³ model tetap yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. ANAVA untuk Eksperimen Faktor Variabel 2³ Model Tetap

Asal Variasi	DK	JK	KT	Fhitung	Ftabel	Penjelasan
Rataan	1	13,039004	13,039004	-	-	Tidak ada pengujian yang tepat yang dapat dilakukan
PERLA KUAN	A	0,049504	0,049504	-	-	
	B	0,009204	0,009204	-	-	

C	1	0,000104	0,000104	-	-	
AB	1	0,006338	0,006338	6,036190	4,490000	H0 ditolak
AC	1	0,016538	0,016538	15,750476	4,490000	H0 ditolak
BC	1	0,000705	0,000705	0,671429	4,490000	H0 diterima
ABC	1	0,001503	0,001503	1,431429	4,490000	H0 diterima
Kesalahan	16	0,016800	0,001050	-	-	-
Total	24	13,139700	-	-	-	-

Rekapitulasi hasil pengujian hipotesis perhitungan ANAVA untuk eksperimen aktivitas tersebut terlihat di Tabel 7.

Tabel 7. Ringkasan Hasil Pengujian Hipotesis Perhitungan ANAVA

Perlakuan	Uji Hipotesis	Kesimpulan
AB	Hipotesis 0 ditolak	Interaksi faktor luas penampang elektroda dan waktu memberikan efek secara signifikan terhadap tegangan listrik belimbing wuluh.
AC	Hipotesis 0ditolak	Interaksi faktor luas penampang elektroda dan konsentrasi larutan NaCl memberikan efek secara signifikan terhadap tegangan listrik belimbing wuluh.
BC	Hipotesis 0diterima	Interaksi faktor waktu dan konsentrasi larutan NaCl tidak memberikan efek secara signifikan terhadap tegangan listrik belimbing wuluh.
ABC	Hipotesis 0diterima	Interaksi faktor luas penampang elektroda, waktu, dan konsentrasi larutan NaCl tidak memberikan efek signifikan terhadap tegangan listrik belimbing wuluh.

4. Kesimpulan

Terdapat tiga perlakuan yang diberikan dalam percobaan ini yaitu konsentrasi larutan NaCl, waktu, dan luas penampang elektroda terhadap tegangan listrik dari belimbing wuluh. Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA didapatkan bahwa perlakuan AB (luas penampang elektroda dan waktu) dan AC (luas penampang elektroda dan konsentrasi larutan NaCl) memberikan efek signifikan terhadap tegangan listrik dari belimbing wuluh. Sementara perlakuan BC (waktu dan konsentrasi larutan NaCl) dan ABC (luas penampang elektroda, waktu, dan konsentrasi larutan NaCl) tidak memberikan efek signifikan terhadap tegangan listrik dari belimbing wuluh.

Referensi

- [1] T. Darmana et al., "Sosialisasi Energi Baru Terbarukan dan Lingkungan Hidup Untuk Masyarakat Desa Sukawali KAB. Tangerang, Banten," *Terang : Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, vol. 2, no. 1, pp. 53–59, Dec. 2019.
- [2] H. S. Wibowo, Yudinata, M. Ali, Carwan, I. Karyadi, and M. Enduh, "Sumber Energi Listrik dari Sari Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi)," *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 54–59, Mar. 2020.
- [3] Atina, "Tegangan dan Kuat Arus Listrik dari Sifat Asam Buah," *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 12, no. 2, pp. 28–42, Dec. 2015.
- [4] S. Suryaningsih, "Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Sebagai Sumber Energi dalam Sel Galvani," *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, vol. 6, no. 1, pp. 11–17, Jun. 2016.
- [5] A. G. Pauzi, A. Anjarwati, A. S. Samosir, S. R. Sulistiyanti, and W. Simanjuntak, "Analisis Pemanfaatan Jembatan Garam KCl dan NaCl Terhadap Laju Korosi Elektroda Zn Pada Sel Volta Menggunakan Air Laut Sebagai Elektrolit," *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, vol. 4, no. 02, pp. 50–58, Oct. 2019.
- [6] T. Winarsih, I. S. Erari, and A. M. Muslimin, "Kajian Tentang Variasi Konsentrasi NaCl dengan Ketersediaan Energi Listrik Pada Sel Volta Cu-Zn," *Jurnal Natural*, vol. 16, no. 02, pp. 74–84, 2020.
- [7] M. Sarah, E. R. Zelfi, M. P. Kuswara, and I. M. Hasibuan, "Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam Dapur (NaCl) sebagai Larutan Elektrolit dan pH Bahan Baku dalam Pembuatan Biobaterai Kering Berbasis Limbah Kulit Pisang Kepok," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 13, no. 1, pp. 32–39, Mar. 2024.
- [8] A. Septiadi and W. K. Ramadhani, "Penerapan Metode Anova untuk Analisis Rata-rata Produksi Donat, Burger, dan Croissant pada Toko Roti Animo Bakery," *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 60–64, 2020.
- [9] Arif, D. A. Alfarez, and M. R. Ramadhan, "Anova dan Tukey HSD Perbandingan Produksi Padi Antara Tiga Kabupaten di Provinsi Jambi," *Multi Proximity: Jurnal Statistika Universitas Jambi*, vol. 2, no. 1, pp. 23–31, 2023.
- [10] J. Fajriin, P. Pathurahman, and L. G. Pratama, "Aplikasi Metode Analysis of Variance (ANOVA) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Mortar," *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, vol. 12, no. 1, pp. 11–23, Apr. 2016.