

Analisis Sifat Kelistrikan Kulit Nanas (Ananas Comosus L. Merr) Dengan Variasi Waktu Fermentasi Sebagai Larutan Elektrolit Sel Akumulator (Energi Terbarukan)

Ahsanul Fadhil Djamalu¹, A. Ida Nurfaida Nur¹, Jumriani Sultan¹, Rabithah Al Islami Rasyid¹, Samsiah Nasir,Musarrafa dan Al Irsyad^{1,*}

¹Jurusan Fisika, ²Jurusan Pendidikan IPA

Lembaga Penelitian Mahasiswa (LPM) Penalaran - Universitas Negeri Makassar

^{*}irsyadabakrill@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan hasil limbah kulit nanas sebagai larutan elektrolit. Fokus penelitian ini yaitu melihat pengaruh lama waktu fermentasi kulit nanas terhadap nilai arus dan tegangan yang dihasilkan. Variasi lama waktu fermentasi yang dilakukan yaitu 0, 48, 96, 144, 192 dan 240 jam. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh bahwa tegangan dan arus optimun yang dihasilkan pada pengukuran dengan menggunakan elektroda yaitu 192 jam dan 144 jam. Sedangkan waktu optimun yang dihasilkan pada pengukuran dengan menggunakan sel akumulator yaitu 96 jam dan 144 jam.

Kata Kunci: limbah kulit nanas, sifat listrik, sel akumulator

ABSTRACT

This study aims to utilize the results of pineapple skin waste as an hydraulic solution. The focus of this research is to look at the effect of the length of time of fermentation of pineapple peels on the value of current and voltage produced. Fermentation time variations carried out are 0, 48, 96, 144, 192 and 240 hours. Based on the analysis that has been done, it is obtained that the optimal voltage and current generated on the measurements using electrodes are 192 hours and 144 hours. While the optimal time generated on measurements using accumulator cells is 96 hours and 144 hours.

Keywords: *pineapple skin waste, electrical properties, accumulator cells*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat pesat di abad ke-21 ini mendorong peningkatan kebutuhan energi dalam setiap aktivitas. Khususnya energi listrik yang merupakan energi yang sebagian besar digunakan di masyarakat. Menurut Putra, dkk. (2014), meningkatnya konsumsi energi listrik di suatu daerah disebabkan oleh faktor pertumbuhan ekonomi dan faktor peningkatan jumlah penduduk. Salah satu bentuk aplikasi energi listrik adalah larutan elektrolit dalam sel akumulator. Hal tersebut diperjelas oleh Ningsih, dkk. (2015) bahwa dalam bidang ilmu fisika-kimia larutan elektrolit merupakan suatu larutan yang apabila digunakan dalam suatu rangkaian sel dapat digunakan sebagai sumber penghasil energi listrik. Akumulator mengandung larutan elektrolit yang tidak ramah lingkungan dan juga berbahaya dikarenakan larutan tersebut merupakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) (Ningsih, dkk., 2015). Menurut data Material Safety Data Sheet (MSDS), asam sulfat dapat menyebabkan iritasi, terbakar, dan berbahaya jika teroles.

Berbagai penelitian tentang alternatif larutan elektrolit yang ramah lingkungan gencar dilakukan dengan menggunakan metode yang efisien dan bahan yang mudah diperoleh di alam. Salah satu diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Pamungkas (2017) tentang kentang sebagai biolistrik dengan penambahan enzim ptyalin sebagai pengoptimal arus. Hal ini cukup timpang jika mengingat bahwa Indonesia hanya mengimpor kentang sebagaimana yang dijelaskan pada data Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa volume impor kentang di Indonesia pada periode tersebut sebesar 10.452 ton dengan nilai US 4,65 juta. Selain itu, masyarakat cenderung memanfaatkan kentang sebagai sumber makanan berkarbohidrat dibandingkan sebagai sumber energi listrik yang menghasilkan daya tidak terlalu besar. Penelitian yang sama tentang pemanfaatan buah sebagai energi alternatif khususnya pada sel elektrolit itu sendiri juga telah

dilakukan oleh Mardwianta (2016), yakni bawang putih, bayam, dan garam sebagai energi alternatif baterai. Kedua penelitian tersebut memanfaatkan buah menjadi energi listrik alternatif. Hal ini dikarenakan setiap buah memiliki tingkat keasaman yang dapat digunakan sebagai bahan bio-baterai.

Menurut Iskandar dan Budiawati (2015), Indonesia sendiri merupakan negara tropis yang dikenal sebagai penghasil anekaragam buah dengan nilai eksotika yang cukup tinggi. Terdapat beberapa buah yang dinilai memiliki eksotika cukup tinggi dihasilkan di Indonesia antara lain nanas, apel, jeruk, mangga, salak, nangka, pepaya, rambutan, dan lain-lain. Salah satu dari beberapa buah tersebut yang memiliki kandungan asam cukup tinggi dan berpotensi menghasilkan energi listrik adalah nanas. Menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2015), nanas merupakan salah satu komoditas buah unggulan Indonesia setelah pisang dan mangga. Menurut Ibrahim (2016), nanas kaya akan karbohidrat dan gula reduksi yang menghasilkan asam. Menurut Utomo (2011) Kandungan asam dalam nanas antara lain asam sitrat, asam malat, dan asam oksalat, dimana kandungan asam tersebut didominasi oleh asam sitrat yakni 78%. Menurut Kholida dan Pujayanto (2015), bahan organik yang terdapat pada buah yang dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik adalah asam sitrat ($C_6H_8O_7$).

Potensi kelistrikan nanas ditunjang dengan ketersediaannya. Berdasarkan Angka Tetap (ATAP), pada tahun 2014 Indonesia mampu memproduksi nanas sebesar 1,84 Juta ton. Dari tahun 1980 sampai tahun 2014, perkembangan produksi nanas di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 14,02% per tahun. Khusus untuk daerah Sulawesi Selatan, sentra produksi nanas berada di kabupaten Bulukumba, Sinjai, dan Wajo. Sementara di daerah sekitar Sulawesi Selatan yaitu di Kabupaten Majene, Sulawesi Barat. Kepala Badan Ketahanan Pangan, Pelaksana Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan (BKP-P4K) Majene, Taswin Tambaru di Majene mengatakan bahwa produksi buah nanas siap menembus pasar ekspor, di daerahnya masih terdapat sekitar 500 hektar lahan yang berpotensi menghasilkan ratusan ton buah nanas.

Produktivitas nanas yang melimpah membuka peluang yang besar untuk pemanfaatannya sebagai energi listrik. Namun jika dihubungkan dengan hakikat buah nanas sebagai kebutuhan konsumsi manusia, akan sangat disayangkan jika seluruh bagiannya dijadikan sebagai energi. Sedangkan, menurut Ibrahim, dkk, (2016) limbah nanas dalam hal ini kulit nanas ternyata juga memiliki potensi untuk menghasilkan energi listrik karena mengandung karbohidrat dan gula reduksi yang apabila difermentasi akan menghasilkan asam sitrat. Sejalan dengan hal tersebut, data dari BPS menyatakan bahwa kulit nanas dapat dijumpai di berbagai daerah di Indonesia dan masih kurang termanfaatkan.

Menurut Fadli, dkk (2012), nanas apabila difermentasi akan menghasilkan asam sitrat. Asam sitrat yang merupakan zat dalam larutan elektrolit (Kholida dan Pujayanto, 2015). Fermentasi ini dilakukan sebab fermentasi berhubungan dengan keasaman suatu bahan. Menurut Hendri, dkk (2015), semakin lama fermentasi, semakin asam larutan elektrolit, sehingga konsentrasi ion hidrogennya semakin tinggi dan hantaran arus dari anoda ke katoda semakin besar.

Oleh karena itu peneliti memanfaatkan hasil fermentasi kulit nanas sebagai larutan elektrolit pada sel akumulator. Sehingga peneliti ingin menganalisis potensi sifat kelistrikan kulit nanas dengan memvariasikan waktu fermentasi sebagai alternatif larutan elektrolit dalam sel akumulator, dengan judul “Analisis Sifat Kelistrikan Kulit Nanas (Ananas Comosus L. Merr) dengan Variasi Waktu Fermentasi sebagai Larutan Elektrolit Sel Akumulator”.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian experimental laboratory dengan pendekatan eksperimen untuk mengetahui pengaruh variasi waktu fermentasi kulit nanas terhadap sel akumulator. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 – 19 April 2018 yang bertempat di Laboratorium Kimia Dasar Jurusan Kimia FMIPA UNM dan Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA UNM. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah waktu fermentasi. Waktu Fermentasi merupakan variasi waktu yang digunakan selama fermentasi.

Waktu fermentasi yang digunakan adalah 48 jam, 96 jam, 144 jam, 192 jam dan 240 jam. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah besarnya arus dan tegangan. Besarnya jumlah arus listrik (A) dan tegangan (V) yang diukur menggunakan alat voltmeter dan amperemeter. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah massa kulit nanas. Massa kulit nanas merupakan bobot kulit nanas sebanyak 100 gram yang ditimbang menggunakan neraca digital dengan satuan gram (gr).

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu multimeter digital, kabel penghubung, baskom, toples, selotip, blender, pisau, timbangan digital, sendok, elektroda, gelas. Bahan yang disiapkan adalah *Sacaromyces sp.*, aquades, gula, tissue, dan kulit nanas. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, dimana eksperimen yang dilakukan dengan prosedur dan analisis data sebagai berikut.

2.1 Prosedur Kerja

2.1.1 Tahap Persiapan

- Mengambil kulit nanas dari berbagai tempat;
- Kulit nanas dibersihkan dengan air yang mengalir;
- Kulit nanas dipotong kecil-kecil;
- Kulit nanas dikukus 10 – 15 menit;
- Setelah dikukus, kulit nanas didinginkan;
- Kulit nanas dihaluskan menggunakan blender.

2.1.2 Tahap fermentasi dan kontinuitas waktu

- Buat media tumbuh jamur (substract), substract terbuat dari campuran gula pasir, sacaromyces sp, dan aquades;
- Dimasukkan 200 gram gula pasir, 2000 ml aquades, dan 110 gram ragi dalam hal ini sacaromyces sp ke dalam baskom;
- Substract didiamkan selama 8 jam;
- Bubur kulit nanas dibagi menjadi 15 bagian dalam toples dengan massa 100 gram yang sama;
- Substract dimasukkan ke dalam toples yang berisi bubur kulit nanas;
- Toples ditutup dengan rapat dengan menggunakan selotip dan dipastikan tidak ada pengaruh lingkungan;
- Menandai/melabeli tiap wadah dengan lama waktu fermentasi
- Mengecek larutan secara berkala dan kontinu yaitu 48 jam, 96 jam, 144 jam, 192 jam, dan 240 jam.

2.1.3 Pengukuran Sifat Kelistrikan

- Wadah yang berisi larutan kulit nanas, dimasukkan sepasang elektroda yang dihubungkan dengan kabel penghubung;
- Multimeter digital dihubungkan dengan sepasang elektroda yang telah terhubung dengan kabel penghubung;
- Tegangan dan arus yang muncul pada multimeter dicatat hasil pengukuran
- Mengulang kegiatan setiap lama waktu fermentasi yang telah ditentukan, yaitu 48 jam, 96 jam, 144 jam, 192 jam, dan 240 jam.

2.2 Teknik Analisis Data

Hasil yang diperoleh dari pengukuran tegangan dan kuat arus listrik pada sel akumulator ditabelkan dan dianalisis. Setelah itu dibuat grafik tegangan dan kuat arus sel akumulator pada variasi waktu fermentasi kulit nanas. Grafik tersebut dibuat dengan menggunakan aplikasi SPSS.

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Menurut Sugiyono (2009) metode deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan variabel mandiri, baik hanya pada satu variabel atau lebih (variabel yang berdiri sendiri) tanpa membuat perbandingan dan mencari hubungan variabel itu dengan variabel lain. Analisis deskriptif terdiri dari dua jenis:

2.2.1 Mean

Mean adalah nilai rata-rata dari beberapa buah data. Nilai mean dapat ditentukan dengan membagi jumlah data dengan banyaknya data.

2.2.2 Standar deviasi

Standar deviasi dan varians Salah satu teknik statistik yg digunakan untuk menjelaskan homogenitas kelompok. Varians merupakan jumlah kuadrat semua deviasi nilai-nilai individual terhadap rata-rata kelompok. Sedangkan akar dari varians disebut dengan standar deviasi atau simpangan baku.

2.2.3 Uji Asumsi

Uji asumsi bertujuan untuk memberikan kepastian bahwa data yang didapatkan memiliki ketepatan dalam estimasi, tidak bias, dan konsisten. Uji asumsi yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah uji normalitas dan homogenitas.

2.2.4 Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah data variabel bebas, variabel terikat, atau keduanya memiliki distribusi yang normal atau tidak. Untuk menguji normalitas data digunakan uji statistic kolmogorov smirnov, dimana dapat ditetapkan bahwa data berdistribusi normal ketika nilai signifikansi $>\alpha$ (secara default di SPSS adalah 0,05) (Oktaviani dan Hari, 2014).

2.2.5 Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah dua atau lebih varian data populasi sama atau tidak. Uji ini dilakukan sebagai prasyarat analisis selanjutnya jika penelitian menggunakan lebih dari satu kelompok sampel. Varian dua atau lebih kelompok data dikatakan homogeny apabila nilai signifikansi $> \alpha$ (derajat kepercayaan) (Harsojuwono, 2011).

2.2.6 Analisis Inferensial

Analisis Inferensial yang digunakan adalah uji one way anova (uji f) yang merupakan uji perbandingan yang digunakan untuk menguji perbedaan mean (rata-rata) data yang lebih dari dua kelompok. Variabel-variabel yang dikomputasi selanjutnya dikelompokkan menjadi variabel dependen yang biasanya dinotasikan dengan huruf Y dan variabel independen yang biasanya dinyatakan dengan huruf X. Setelah dilakukan uji analysis of varians, dilanjutkan dengan uji lanjut. Uji lanjut yang digunakan adalah analisis Duncan. Analisis Duncan adalah uji yang didasarkan pada sekumpulan nilai beda nyata yang ukurannya semakin besar, tergantung pada jarak di antara pangkat-pangkat dari dua nilai tengah yang dibandingkan (Harsojuwono, 2011). Uji Duncan digunakan untuk menguji perbedaan diantara semua pasangan perlakuan yang mungkin tanpa memperhatikan jumlah perlakuan. Tujuan dari uji Duncan dalam penelitian ini adalah mengetahui besar pengaruh variasi waktu fermentasi kulit nanas (Ananas Comosus L. Merr) terhadap kelistrikan dari sel akumulator.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengaruh lama waktu fermentasi terhadap sifat kelistrikan larutan elektrolit yang bersumber dari kulit nanas yang diukur dengan menggunakan elektroda Zn dan Cu serta pada akumulator diperoleh berdasarkan analisis deskriktif dan inferensial yaitu:

3.1 Hasil Pengukuran Sifat Kelistrikan

Tabel 3.1 Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Larutan Elektrolit Pengukuran

No	Waktu Pengukuran (Jam)	Tegangan (V)		Kuat Arus (μ A)	
		Elektrod a	Sel Akumulator	Elektrod a	Sel Akumulator
1	0	0.028	0.032	0.036	27.1
		0.027	0.239	0.035	28.1
		0.039	0.258	0.035	26.4
2	48	0.098	0.253	0.5	25.5
		0.091	0.202	0.6	24.2
		0.072	0.259	0.8	23.7
3	96	0.103	0.445	0.6	26.4
		0.129	0.44	0.8	26.2
		0.151	0.436	1	24.5
4	144	0.137	0.347	8.4	28.4
		0.162	0.346	9.4	27.6
		0.127	0.34	8	28
5	192	0.121	0.265	1.9	29.5
		0.183	0.249	1.9	23.3
		0.139	0.255	1.3	30.8
6	240	0.067	0.199	0.7	23.8
		0.076	0.211	0.8	25.2
		0.061	0.228	0.7	25.4

Berdasarkan tabel hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai tegangan paling optimum pada pengukuran menggunakan elektroda secara yaitu pada waktu fermentasi 192 jam sedangkan arus optimum terdapat pada lama waktu fermentasi yaitu 144 jam. Nilai tegangan dan arus optimum pada pengukuran menggunakan elektroda secara berturut-turut sebesar $|0,001 \pm 0,183|$ V dan $10^{-6} \times |0,001 \pm 9,400|$ A. Dan nilai tegangan dan arus paling optimum pada pengukuran menggunakan sel akumulator pada waktu fermentasi 96 jam sedangkan arus optimum yang diperoleh adalah 192 jam. Nilai tegangan dan arus optimum pada pengukuran menggunakan sel akumulator secara berturut-turut sebesar $|0,001 \pm 0,445|$ V dan $10^{-6} \times |0,001 \pm 30.800|$ A.

3.2 Analisis Deskriptif

Berdasarkan hasil pengamatan variasi waktu fermentasi maka diperoleh nilai rata-rata arus dan tegangan pada larutan elektrolit yaitu:

Tabel 3.2 Nilai Rata-Rata Pengukuran Arus dan Tegangan

No	Waktu Pengukuran (Jam)	Rata-rata Hasil Pengukuran			
		Tegangan(V)		Kuat Arus(μ A)	
		Elektroda	Sel Akumulator	Elektroda	Sel Akumulator
1	0	0.031	0.243	0.3533	27.200
2	48	0.087	0.238	0.633	24.467
3	96	0.128	0.440	0.800	25.700
4	144	0.142	0.344	0.8600	28.000
5	192	0.148	0.256	1.700	27.867
6	240	0.068	0.213	0.733	24.800

Hasil rata-rata pengukuran menunjukkan bahwa nilai tegangan dan arus optimum pada elektroda diperoleh yaitu pada 192 jam dan 144 jam.

3.3 Analisis Inferensial

3.3.1 Uji Anova

Tabel 3.3 Uji Anova Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan pada Larutan Elektrolit

		<i>ANOVA</i>				
		<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Tegangan_E</i>	<i>Between Groups</i>	.032	5	.006	17.505	.000
	<i>Within Groups</i>	.004	12	.000		
	<i>Total</i>	.037	17			
<i>Tegangan_A</i>	<i>Between Groups</i>	.142	5	.028	10.039	.001
	<i>Within Groups</i>	.034	12	.003		
	<i>Total</i>	.176	17			
<i>Arus_E</i>	<i>Between Groups</i>	142.069	5	28.414	35.314	.000
	<i>Within Groups</i>	9.655	12	.805		
	<i>Total</i>	151.724	17			
<i>Arus_A</i>	<i>Between Groups</i>	36.349	5	7.270	2.218	.120
	<i>Within Groups</i>	39.333	12	3.278		
	<i>Total</i>	75.683	17			

Berdasarkan tabel hasil output uji ANOVA data arus dan tegangan terhadap pengaruh waktu fermentasi dengan menggunakan SPSS 23, diperoleh nilai signifikansi arus dan tegangan pada elektroda sebesar 0,000 yang artinya kurang dari 0,05 yang menunjukkan adanya pengaruh lama waktu fermentasi terhadap arus dan tegangan, sedangkan nilai signifikansi arus dan tegangan pada akumulator masing-masing sebesar 0,001 dan 0,120 yang menunjukkan adanya pengaruh lama waktu fermentasi terhadap tegangan namun tidak pada arus. Selanjutnya akan dilakukan uji lanjut yaitu uji Duncan untuk mengetahui waktu fermentasi yang menghasilkan arus dan tegangan secara optimum.

3.3.2 Uji Duncan Nilai Tegangan pada Elektroda

Tabel 3.4 Uji Duncan Nilai tegangan pada elektroda

<i>Waktu</i>	<i>N</i>	<i>Duncan^a</i>		
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Control</i>	3	.03133		
<i>240 Jam</i>	3		.06800	
<i>48 Jam</i>	3		.08700	
<i>96 jam</i>	3			.12767
<i>144 jam</i>	3			.14200
<i>192 Jam</i>	3			.14767
<i>Sig.</i>		1.000	.248	.247

Berdasarkan tabel hasil output Uji Duncan nilai data tegangan pada elektroda terhadap pengaruh waktu fermentasi dengan menggunakan SPSS 23 menunjukkan perbedaan yang nyata ditandai oleh terbentuknya tiga subset yang masing-masing diisi oleh nilai tegangan pada waktu fermentasi 0 jam, 48 jam, dan 96 jam. Namun tidak terdapat perbedaan nilai tegangan pada waktu fermentasi 48 jam dengan 240 jam dan waktu fermentasi 96 jam, 144 jam, dan 192 jam. Nilai tegangan yang paling berpengaruh ialah pada waktu fermentasi 192 jam.

3.3.3 Uji Duncan Nilai Tegangan pada Sel Akumulator

Tabel 3.5 uji Duncan Nilai Tegangan pada Akumulator

Waktu	N	Duncan ^a		
		Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Control	3	.17633		
240 Jam	3	.21267		
48 Jam	3	.23800		
192 Jam	3	.25633	.25633	
144 jam	3		.34433	
96 jam	3			.44033
Sig.		.113	.066	1.000

Berdasarkan tabel hasil uji output uji Duncan nilai tegangan pada akumulator terdapat pengaruh waktu fermentasi dengan menggunakan SPSS 23, diperoleh perbedaan waktu fermentasi pada 48 jam, 96jam, dan 144 jam terhadap nilai tengangan pada akumulator. Namun pada waktu fermentasi 48 jam dan 240 jam tidak terdapat perbedaan. Begitu pula pada waktu fermentasi 144 jam tidak berbeda dengan 192 jam. Nilai tengangan yang paling berpengaruh adalah waktu fermentasi 96 jam.

3.3.4 Uji Duncan Nilai Arus pada Elektroda

Tabel 3.6 Hasil uji Duncan Nilai Arus pada Elektroda

Waktu	N	Duncan ^a	
		1	2
48 Jam	3	.63333	
240 Jam	3	.73333	
96 jam	3	.80000	
192 Jam	3	1.70000	
Control	3	2.37833	
144 jam	3		8.60000
Sig.		.050	1.000

Berdasarkan tabel hasil uji output uji Duncan nilai arus pada elektroda terdapat pengaruh waktu fermentasi dengan menggunakan SPSS 23, diperoleh perbedaan waktu fermentasi pada 48 jam dengan 144 jam terhadap nilai arus pada akumulator. Namun pada waktu fermentasi 48 jam, 96 jam, 192 jam, dan 240 jam tidak terdapat perbedaan. Nilai tengangan yang paling berpengaruh adalah waktu fermentasi 144 jam.

3.3.5 Uji Duncan Nilai Arus pada Akumulator

Tabel 3.7 Hasil Uji Duncan Nilai Arus pada Akumulator

Waktu	N	Duncan ^a	
		Subset for alpha = 0.05	1
48 Jam	3	24.46667	
240 Jam	3	24.80000	
96 jam	3	25.70000	
Control	3	27.20000	
192 Jam	3	27.86667	
144 jam	3	28.00000	
Sig.			.052

Berdasarkan tabel hasil output uji Duncan data arus pada akumulator terhadap pengaruh waktu fermentasi dengan menggunakan SPSS 23, diperoleh bahwa nilai. signifikan sebesar 0,052 yang artinya tidak ada pengaruh waktu fermentasi yang signifikan pada arus tersebut.

Penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis potensi sifat kelistrikan yakni nilai tegangan dan kuat arus listrik yang terdapat pada kulit nanas yang telah difermentasikan sebagai pengganti larutan elektrolit sel akumulator. Pembuatan larutan elektrolit dari kulit nanas dilakukan dengan memotong kulit nanas menjadi bagian-bagian kecil dengan tujuan agar dapat memperluas permukaan sistem laju reaksi yang terjadi sehingga dapat diperoleh hasil yang maksimal. Fermentasi terhadap kulit nanas menggunakan ragi *Saccharomyces sp* yang akan menghidrolisis kandungan karbohidrat kulit nanas sehingga menghasilkan larutan asam yang merupakan larutan elektrolit dengan ion-ion yang terkandung di dalamnya. Selanjutnya pengukuran arus dan tegangan menggunakan elektroda Cu dan Zn dan akumulator. Elektroda Zn dan Cu yang terhubung dengan multimeter dicelupkan pada larutan yang telah difermentasi, sedangkan pengukuran arus dan tegangan pada sel akumulator dengan cara memasukkan larutan ke dalam akumulator.

Selama penelitian ini dilakukan fermentasi terhadap kulit nanas maka yang menjadi variabel manipulasi adalah lama waktu fermentasi hingga diperoleh respon berupa arus dan tegangan. Hasil tersebut ditunjukkan pada tabel 4.1 dimana memberikan nilai hasil kuat arus dan tegangan yang berbeda. Kuat arus dan tegangan berubah sesuai lama waktu penambahan fermentasi. Larutan elektrolit yang menggunakan elektroda menunjukkan bahwa batas tegangan dan kuat arus optimum yang dihasilkan adalah pada 192 jam sedangkan pada lama fermentasi 240 jam terlihat bahwa data yang dihasilkan mengalami penurunan pada tegangan maupun arus yang dihasilkan, hal ini dikarenakan bahwa sampel yang digunakan tidak lagi bersifat asam atau data telah jenuh. Kemudian pada pengukuran yang menggunakan sel akumulator menunjukkan bahwa batas tegangan dan kuat arus optimum yang dihasilkan adalah pada 144 jam. Namun hal, berbeda terlihat pada tegangan dan kuat arus pada data kontrol dimana menunjukkan bahwa nilai yang lebih besar daripada nilai kuat arus pada data selanjutnya yaitu 48 jam. Hal ini diprediksi disebabkan oleh larutan asam sulfat yang terdapat pada sel akumulator tidak sepenuhnya bersih saat dikeluarkan yang berujung pada pencampuran elektrolit yang menghasilkan data lebih tinggi daripada data setelahnya. Dimana lama waktu fermentasi mempengaruhi nilai tegangan dan arus yang dihasilkan.

Cara kerja larutan elektrolit, dimana jika ada dua elektroda yang berbeda dimasukkan pada elektrolit maka dapat menghasilkan energi listrik sebagai hasil reaksi kimia yang berlangsung spontan. Reaksi spontan akan terjadi jika dalam sel sirkuit telah lengkap artinya ada elektroda dan elektrolit dan reaksi hanya dapat terjadi jika pereaksi-pereaksi direaksikan pada wadah yang sama, sehingga jarak antar elektroda mempengaruhi jalannya reaksi. Reaksi yang

terjadi pada larutan elektrolit ini adalah reaksi oksidasi-reduksi dengan elektroda yang digunakan adalah Zn sebagai anoda dan Cu sebagai katoda. Pada anoda terjadi oksidasi dan elektron bergerak menuju elektroda. Elektron mengalir melalui sirkuit luar menuju ke katoda dan berpindah ke zat dalam elektrolit, zat yang menerima elektron mengalami reduksi. Dalam elektrolit (sirkuit dalam), muatan diangkut oleh kation ke katoda dan oleh anion ke anoda.

Pengujian sifat kelistrikan dilakukan dengan menggunakan elektroda seng (Zn) dan tembaga (Cu) serat sel akumulator (Pb dan PbO) sebagai stimulus reaksi reduksi dan oksidasi. Penggunaan kedua elektroda ini dikarenakan keduanya memiliki potensial reduksi yang berbeda. Pada proses pengujian, seng (Zn) berperan sebagai katoda dan tembaga (Cu) sebagai anoda. Adapun nilai tegangan pada elektroda dan sel akumulator diperoleh menunjukkan nilai tegangan dan kuat arus yang berbeda yang disebabkan oleh setiap jenis elektroda-anoda yang digunakan memiliki hambatan jenis yang berbeda pula sehingga hal ini memicu perbedaan dari nilai yang diperoleh.

Pengaruh waktu fermentasi terhadap tegangan dan kuat arus juga dapat dilihat dari output uji Anova. Nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,000 dimana nilai tersebut lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa fermentasi waktu berpengaruh signifikan terhadap sifat kelistrikan kulit nanas. Selain itu, uji lanjut dalam hal ini uji Duncan semakin memperjelas perbedaan nilai tegangan dan arus pada masing-masing waktu fermentasi. Hal tersebut dibuktikan dengan terbentuknya tiga subset pada pengujian nilai tegangan dan dua subset pada pengujian nilai kuat arus listrik. Waktu fermentasi yang paling berpengaruh pada pengujian tegangan yaitu 192 jam, sementara pada pengujian arus yaitu 144 jam.

Kekurangan penelitian ini ialah tidak mengukur pH dari larutan elektrolit yang diukur sehingga sedikit sulit menganalisis faktor penyebab dari penurunan tegangan dan kuat arus yang diperoleh. Selain itu, pada proses pengosongan sel akumulator kemungkinan yang terjadi ialah masih terdapat larutan asam sulfat yang tersisa di dalam akumulator sehingga menjadi salah satu pengaruh pada pengukuran arus dan tegangan. Terlebih lagi akumulator yang digunakan ialah akumulator bekas yang juga memungkinkan untuk mempengaruhi pengukuran sifat kelistrikan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa tegangan dan arus optimun pada elektroda dengan menggunakan elektroda adalah diperoleh pada 192 jam dan 144 jam yaitu sebesar $10,001 \pm 0,183$ V dan $10,6 \times 10,001 \pm 9,400$ A. Sedangkan tegangan dan arus optimun dengan pengukuran menggunakan sel akumulator yaitu 96 jam dan 192 jam nilai dengan $0,445 \pm 0,001$ V dan $10,6 \times 10,001 \pm 30,800$ A. Setelah melakukan uji ANOVA diperoleh bahwa tedapat pengaruh lama waktu fermentasi terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan. Sedangkan, hasil analisis Duncan pada pengujian elektroda menunjukkan bahwa hanya pada waktu fermentasi 192 jam terdapat pengaruh tegangan, sedangkan untuk arusnya waktu yang berpengaruh adalah 144 jam. Adapun pada sel akumulator menunjukkan nilai tegangan yang berpengaruh adalah 96 jam terdapat pengaruh tegangan, sedangkan nilai arusnya tidak terdapat pengaruh yang signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa lama waktu fermentasi mempengaruhi nilai tegangan dan arus yang dihasilkan

DAFTAR PUSTAKA

- Andaka, Ganjar. 2010. Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas untuk Pembuatan Bioetanol dengan Proses Fermentasi. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode II.
- Antaranews.com. 14 Juni 2012. Produksi Nanas Majene Siap Menembus PasarEkspor.<https://makassar.antaranews.com/berita/39629/produksi-nanas-majene-siap-menembus-pasar-ekspor>. [diakses 28 Maret 2018]
- Atina, Atina. 2015. Tegangan dan Kuat Arus listrik dari Sifat Asam Buah. Sainmatika. 12(2): 28-42

- Amin, M.N., dan Dey, P.D.(Tanpa Tahun). Electrochemical Analysis of Fruit and Vegetable Freshness. California : Universitas Nasional.
- Bagotsky, V.S. 2006. Fundamentals Of Electrochemistry. Canada. Inc. All rights reserved. Hal. 29-30
- Bird, T. 1993. Kimia Fisik untuk Universitas. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Chang, Raymond. 2003. Kimia Dasar : Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Deny, Septian. 2015. RI Punya Produsen Olahan Nanas Terbesar di Dunia. <m.liputan6.com.> [diakses 23 Maret 2017]
- Dogra, S. 1990. Kimia Fisik dan Soal-Soal. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Fadli, Ulfa Mahfudi, Budi Legowo, dan Budi Purnama. 2012. Demonstrasi Sel Volta Buah nanas (Ananas Comosus L. Merr). Indonesian Juornal of Applied Physics. 2(2) : 176.
- Giancoli, Douglas. 1998. Physics Edisi Kelima. Prentice-Hall. Inc.
- Harsojuwono, Bambang Admadi, dkk. 2011. Rancangan Percobaan (Teori, Aplikasi SPSS, dan Excel). Malang: Lintas Kata Publishing.
- Hasanah, Hafiatul. Akyunul, Jannah, dan A. Ghanaim Fasya. 2012. Pengaruh Lama fermentasi terhadap kadar alkohol tapesingkong (manihot utilissima Pohl). Alchemy. 2(1): 1
- Ibrahim, Wasir, R. Mutia, Nurhayati, Nerwida, dfan Berliana. 2016. Penggunaan Kulit nanas Fermentasi Dalam Ransum yang Mengandung Gulma Berkhasiat Obat Terhadap Konsumsi Nutrient Ayam Broiler. Agripet vol 16(2): 190
- Iskandar, Johan dan Budiawati S. Iskandar. 2015. Studi Etnobotani Keanekaragaman Tanaman Pangan pada “Sistem Huma” dalam Menunjang Keamanan Pangan Orang Baduy. PROSES SEM NAS MASY BIODIV INDOV
- Kunaepah, U. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenal Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Kholida, Hana dan Pujayanto. 2015. Hubungan Kuat Arus Listrik dengan Keasaman Buah Jeruk dan Mangga. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF) Ke-6. Vol. 6 No.1.
- Mardwianta, Benedictus. 2016. Bawang Putih, Bayam dan Garam sebagai Energi Alternatif Baterai. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kerdigtaraan. Vo. II 26 November 2016. ISSN: 2528-1666.
- Muhlisin, Muh. Noer, Soedjarwanto, dan M, Komarudin. 2015. Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang dan Kulit Durian Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Pasta Batu Baterai. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro. 9 (3): 2
- Novi, Yasni, Hendri, Gusnedi dan Ratnawulan. 2015. Pengaruh Jenis Kulit Pisang Dan Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kelistrikan Dari Sel Accu Dengan Menggunakan Larutan Kulit Pisang. Pillar Of Physic. 6: 97-104.
- Oktaviani, Mitha Arvira dan Hari Basuki Notobroto. 2014. Perbandingan Tingkat Konsistensi Normalitas Distribusi Metode Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Wilk, dan Skewness-Kurtosis. Jurnal Biometrika dan Kependidikan 3 (2): 129.
- Pamungkas, Sigit. 2017. Kentang sebagai Bio Listrik dengan Penambahan Enzim Ptyalin sebagai Pengoptimal Arus. Pancasakti Science Education Journal: ISSN 258-6714: 48-55.
- Pawignya, Harsa. 2011. Pembuatan Protein Sel Tunggal dari Limbah Nanas dengan Proses Fermentasi. Di dalam: Harsa Pawignya. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia; Yogyakarta, 22 Februari 2011.
- Pertanian.com. 11 Juli 2016. Hasil Panen dan Sentra Produksi Nanas di Indonesia. <https://www.pertanianku.com/hasil-panen-dan-sentra-produksi-nanas-di-indonesia/> [diakses 28 Maret 2018].
- Purnomo, Heri. 2010. Pengaruh Keasaman Buah Jeruk terhadap Konduktivitas Listrik. Vol.6 No.2 Juli 2010. Hlm. 276—281
- Putus Data dan Sistem Informasi Pertanian (PDSIP).2015.Outlook Nenas. PDSIP. Jakarta.

- Putra, Bayu, Segara. Angga, Rusdina, dan EKKI, Kurniawan. 2015. Desain dan implementasi sistem monitoring dan manajemen baterai mobil listrik.
- Riadi, Muchlisin. 2017. Pengertian, Jenis, Dampak, dan Pengelolaan Limbah. <Kajianpustaka.com> [diakses 23 Maret 2018]
- Rochman, Sagita dan Budi Prijo Sembodo. 2014. Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya Dengan Metode Sequensial. *Jurnal Teknik Waktu*. 12 (2): 62
- Sada, N.A., Rahman, Nurdin, dan Supriadi. 2014. Analisis Kadar natrium dan Kalium pada Daging Buah Nanas (*Ananas comosus* (L) merr) di Kota Palu. *Akademi Kimia*. 3(2):93-97.
- Saptoningsih., Jatnika. 2012. Membuat Olahan Buah. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung.
- Utomo, Pramono Putro. 2011. Pemanfaatan Nanas (*Ananas comosus*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Metode Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak. *Biopropal Industri*. 2(1).
- Wahyuni, Sri. 2015. Pemanfaatan Kulit Nanas (*Ananas Comosus*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Cuka Dengan Penambahan Achetobacter Aceti. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Widowati, W., AstianaSastionodan Raymond Jusuf. 2008. Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran.Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Young and Freedman. 2012. University Physics with Modern Physics, 13th Edition. Prancis Weston: Library of Congress Cataloging in Publicatin Data.