

Pemanfaatan Logam Tembaga dan Seng Sebagai Sel Volta dalam Media Limbah Buah-Buahan

Rudi Setiawan¹, Syaiful Eddy^{2*}, Andi Arif Setiawan³

¹ Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Palembang, Palembang 30251, Indonesia.

^{2,3} Program Studi Sains Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Palembang, Palembang 30251, Indonesia.

*e-mail: syaifulreddy@domain.com

Received: 24 08 2022. Accepted: 30 07 2023. Published: 07 2023

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk mengkaji beda potensial dan arus yang dihasilkan, maka dari itu peneliti memandang perlu untuk melakukan penelitian seberapa besar beda potensial dan arus listrik yang dihasilkan limbah buah-buahan. Metode yang digunakan yaitu *survey* di lokasi pasar Induk Jakabaring Kota Palembang, berupa pengamatan langsung di lapangan disertai pengambilan sampel. Tahapan selanjutnya dilakukan percobaan (eksperimen) di Laboratorium. Sampel limbah buah-buahan ini terdiri dari buah nanas, tomat, jeruk dan pisang, di blender dan selanjutnya sampel diambil ekstrak buah di diamkan tersebut dimasukan kedua elektroda Cu dan Zn untuk di ukur beda potensial dan arus listrik berdasarkan 6 kali pengulangan dan pengulangan pengukuran pada masing-masing ekstrak limbah buah berjangka waktu 5 menit. Hasil penelitian ini adalah Urutan buah yang menghasilkan beda potensial dan arus listrik dari yang paling tinggi yaitu tomat (0,99 v ; 1,41 mA), jeruk (0,97 v ; 1,04 mA), nanas (0,97 v ; 1,01 mA), dan pisang (0,96 v ; 0,43 mA).

Kata Kunci: Limbah Buah-Buahan, Beda Potensial, Kuat Arus Listrik

Utilization of Copper and Zinc Metals as Voltaic Cells in Fruit Waste Media

Abstract

The purpose of this study was to examine the potential difference and the resulting current, therefore the researchers deemed it necessary to conduct research on how big the potential difference and electric current produced by fruit waste was. The method used is a survey at the location of the Jakabaring Main market, Palembang City, in the form of direct observations in the field accompanied by sampling. The next stage is an experiment (experiment) in the laboratory. Samples of this fruit waste consisting of pineapple, tomatoes, oranges and bananas, were blended and then the sample was taken and the fruit extract was left to stand, the two Cu and Zn electrodes were inserted to measure the potential difference and electric current based on 6 repetitions and repeated measurements at each fruit waste extract has a time period of 5 minutes. The results of this study are the order of fruit that produces a potential difference and electric current from the highest, namely tomatoes (0.99 v ; 1.41 mA), oranges (0.97 v ; 1.04 mA), pineapple (0.97 v ; 1.01 mA), and banana (0.96 v ; 0.43 mA).

Keywords: Fruit Waste, Potential Difference, Strong Electric Current



PENDAHULUAN

Mahluk hidup membutuhkan sumber energi untuk mempertahankan taraf hidupnya. Sumber energi terus meningkat sejalan dengan kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat. Salah satunya sumber energi yang tidak dapat di perbaharui adalah minyak pemanas/energi dan fosil. Fosil merupakan bahan bakar yang telah menjadi salah satu kebutuhan untuk memenuhi kebutuhan energi di dalam segala bidang, namun seiring dengan perkembangan teknologi yang berarti kebutuhan masyarakat semakin meningkat dan persediaan energi semakin berkurang, maka terdorong untuk mencari energi alternatif (Kholiq, 2015).

Sumber energi alternatif adalah sumber energi tradisional, seperti bahan bakar fosil, adalah sumber yang berasal dari alam, seperti tumbuhan mati, hewan, air, dan lain sebagainya yang digunakan untuk menghasilkan energi alternatif. Secara khusus, energi yang banyak digunakan dalam pembangkit listrik maupun transportasi semakin banyak menarik perhatian orang-orang. Meskipun hanya memenuhi sebagian kecil dari kebutuhan sumber energi yang ada dunia, lebih banyak sumber komersial maupun sumber energi alternatif yang berkembang pesat ditengah masyarakat yang memberikan peluang jangka panjang untuk menarik berbagai investor salah satunya sumber energi terbarukan adalah energi biomassa (Liun, 2011).

Biomassa adalah sumber energi yang terbarukan berasal dari bahan biologis maupun organisme hidup seperti hydrogen, alkohol, kayu, dan limbah. Biomassa pada umumnya berasal dari tanaman yang ditanam baik untuk pembangkit listrik maupun pembangkit panas. Energi biomassa juga dapat digunakan untuk menghasilkan listrik seperti residu hutan, misalnya pohon-

pohon yang mati, dahan pohon atau tunggul pohon, yang sering digunakan sebagai sumber energi. Sumber energi yang lain misalnya berasal dari buah yang mengandung keasaman disebut dengan sel volta (Liun, 2011).

Sel Volta adalah sebuah sel elektrokimia yang bisa menghasilkan energi listrik yang diperoleh dari reaksi kimia yang berlangsung spontan. Dari beberapa orang-orang dan literatur menyebutkan juga bahwa sel ini sama dengan sel galvani. Kedua ujung saluran tersebut terdapat reaksi redoks yang konstan, sehingga pertukaran pengangkut muatan dari elektroda ke susunan elektrolit serta sebaliknya, yaitu dari larutan elektrolit ke elektroda, menyebabkan aliran pembawa muatan dalam rangkaian kedua elektroda (Harahap, 2016).

Elektroda karbon, seperti karbon teraktivasi dan karbon glas yang sudah banyak digunakan dan dihubungkan dengan pengumpul arus secara kontak langsung dengan pemisah dan elektrolit. Cairan yang berbentuk limbah berupa elektrolit yang terkandung dalam limbah-limbah tertentu (Barmawi dkk, 2011).

Limbah merupakan bahan buangan berupa plastik, buah-buahan maupun sayur-sayuran yang sudah dibuang ditempat sampah maupun hasil dari proses produksi industri atau domestik rumahan. Sampah padat lebih dikenal dengan sampah yang sering kali tidak diinginkan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Sampah/limbah ini terdiri dari bahan kimia, organik, maupun senyawa anorganik. Sedangkan limbah cair dapat berupa sayuran atau buah-buahan yang membusuk, yang dapat memberikan energi yang dapat dimanfaatkan (Marliani, 2014).

Tomat adalah karakteristik makanan yang berdaun yang berjenis sayuran, meskipun konstruksi tomat adalah struktur buah. Buah tomat merupakan salah

satu tanaman memiliki potensi kesejahteraan dan dalam hal ini untuk peluang sektor usaha yang menjanjikan (Wiryantara, 2002). Pisang merupakan salah satu produk organik yang sudah banyak beredar di masyarakat. Pemanfaatan pisang masih terbatas pada struktur buah ini adalah bertangkai seperti dodol, keripik dan olahan-olahan tradisional lainnya (Agriawati et al, 2012). Nanas adalah salah satu jenis buah yang paling diminati dimasyarakat. Bentuknya bundar dan panjang, kulit buah ini bersisik (Putri dan Yunita, 2017). Jeruk adalah tumbuhan berbunga yang mendapat tempat dengan kelompok Jeruk dari marga Rutaceae (marga jeruk-jeruk). (Pracaya, 2000).

Atina, (2015) telah meneliti pembuatan bio-baterai dengan menggunakan buah-buahan yang mengandung asam, misalnya nanas, tomat, belimbing wuluh, apel, dan jeruk kunci. Ekstrak dari setiap buah diambil dan pH, arus dan tegangan yang dihasilkan secara berkala. Hasil pengukuran berdasarkan pH, tegangan dan arus adalah jeruk (3: 1,005 V: 3,672 mA), belimbing wuluh (2; 0,976 V; 2,931 mA), apel (3,7: 0,974V: 2,658 mA), nanas (4: 0,920 V). ; 1,839 mA), tomat (5:0,876 V; 0,890 mA).

Bertitik tolak dari uraian diatas penulis tertarik melakukan penelitian “Pemanfaatan Logam Tembaga dan Seng sebagai Sel Volta dalam Media Limbah Buah-Buahan”.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilakukan pada Bulan Mei Tahun 2022 dilakukan di dua tempat yaitu, tempat pengambilan sampel limbah buah tomat, nanas, jeruk dan pisangdi pasar Induk Jakabaring Kota Palembang, sedangkan pengukuran beda potensial dan tegangan arus listrik di Laboratorium Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Palembang.

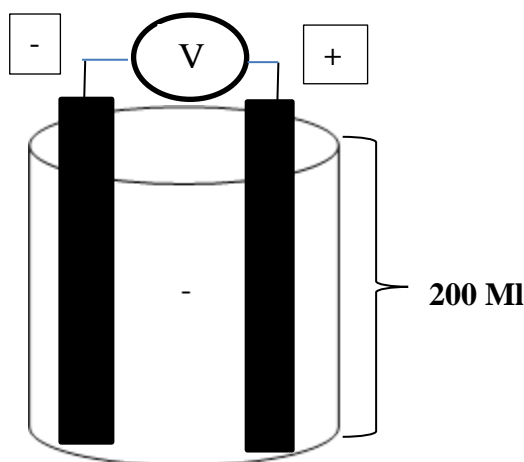
Alat yang digunakan untuk mengkaji beda potensial dan arus energi listrik yang dihasilkan elektroda logam tembaga (Cu) dan seng (Zn) menggunakan media limbah buah-buahan adalah Multitester , Blander listrik, Elektroda seng (Zn) 5x5 cm, Elektroda tembaga (Cu) 5x5 cm, Penjepit buaya, Kabel penghubung, Beaker gelas (200 ml). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa *survey* (pengambilan sampel di lapangan) dilanjutkan dengan eksperimen yaitu menguji besarnya energi listrik dari berbagai limbah buah tomat, nanas, jeruk dan pisang. Pengambilan sampel limbah buah tomat, nanas, jeruk dan pisang berlokasi di pasar Induk Jakabaring Kota Palembang, pengambilan sampel limbah diambil di tempat pembuangan sampah yang ada di lingkungan Pasar Induk Jakabaring.

Tahap persiapan merupakan tahapan awal dalam melakukan penelitian, pada tahap ini penulis melakukan studi literatur dengan mencari berbagai acuan baik melalui buku, jurnal, tugas akhir maupun artikel dengan narasumber yang jelas dan terpercaya dengan tujuan untuk melengkapi literatur mengenai penelitian ini. Juga penulis menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini untuk mempersiapkan menuju ke tahap selanjutnya.

Adapun cara kerja dalam penggunaan elektroda (Cu) dan (Zn) dalam media limbah buah-buahan dalam observasi/pengamatan adalah:

1. Limbah buah tomat, nanas, jeruk dan pisang di ambil dari tumpukan sampah, kemudian cuci memakai air Aquades.
2. Lalu haluskan menggunakan blander, lalu ambil dengan takaran 100 ml.
3. Kemudian dimasukan ke dalam breaker gelas 200 ml.
4. Kemudian masukan elektroda tembaga (Cu) dan seng (Zn).

5. Kedua elektroda lalu dihubungkan dengan kabel penghubung elektroda.
6. Lalu hubungkan ke multimeter. Hidupkan multimeter tersebut sesuai waktu yang ditentukan, amatilah hasil yang muncul.
7. Ulangi langkah diatas selama 6 kali pengulangan.
8. Ulangi langkah diatas terhadap sampel limbah buah-buahan yang lain sebelumnya dengan cara yang sama.
9. Lalu lihat hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan alat multimeter.
10. Gambar uji skema pengukuran arus listrik dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

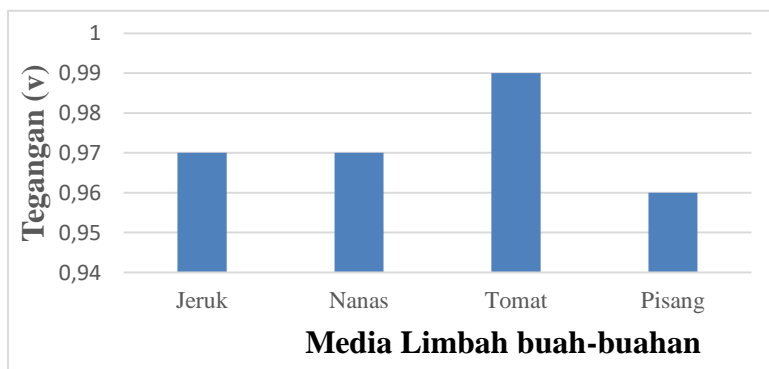


Gambar 1. Skema Elektrokimia

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran beda potensial dan arus listrik yang dihasilkan dari elektroda Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) dalam

berbagai media limbah, yaitu limbah buah jeruk, nanas, tomat, dan pisang dilakukan selama 6 kali pengulangan dengan waktu pengukuran selama 5 menit didapatkan Gambar 2 dan Gambar 3.



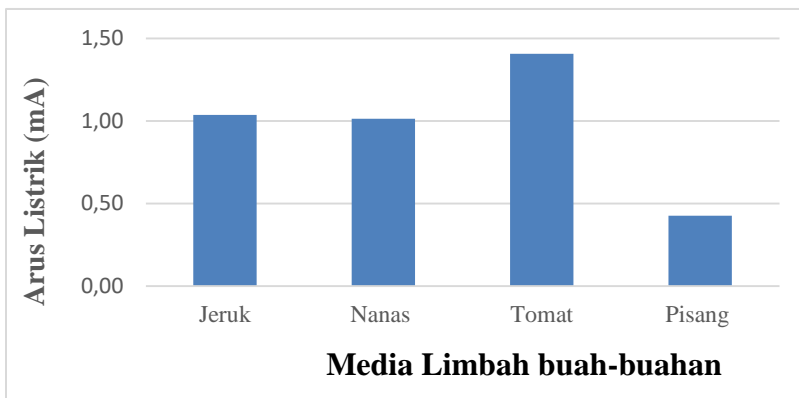
Gambar 2. Grafik Rata-rata Tegangan listrik (V)

Grafik 2 terlihat bahwa pengukuran beda potensial yang paling tinggi yaitu

limbah buah tomat. Beda potensial yang dihasilkan oleh elektroda Cu dan Zn dengan

media limbah tomat dalam waktu pengujian sampel selama waktu 5 menit dengan hasil tertinggi yaitu 0,99 V, disusul dengan limbah buah nanas dan buah jeruk

menunjukkan beda potensial yang dihasilkan 0,97 V. Beda potensial terendah ada pada limbah buah pisang dengan beda potensial yang dihasilkan 0,96 V.



Gambar 3. Grafik Rata-rata Arus Listrik Mili Ampere (mA)

Grafik 3 terlihat bahwa menunjukkan urutan kuat arus yang tertinggi adalah limbah buah tomat. Arus listrik yang dihasilkan oleh elektroda Cu dan Zn dengan media limbah buah tomat dalam waktu pengujian sampel selama 5 menit dengan hasil nilai kuat arus sebesar 1,41 mA, nanas 1,01 mA, jeruk 1,04 mA dan yang paling

rendah yaitu buah pisang dengan kuat arus 0,43 mA.

Hasil analisis sidik ragam uji F 1 faktor untuk pengukuran beda potensial dan Arus listrik dalam berbagai jenis media limbah buah tomat, nanas, jeruk dan pisang dengan menggunakan program SPSS 22 Versi 32, didapatkan tabel sebagai berikut.

Tabel 1. Analisis Sidik Ragam Uji F Arus Listrik (mA)

Sumber	Ragam	DB	JK	KT	F hitung	Sig	Uji F	
							F	Tabel
							5	1%
							%	
1.	Perlakuan	3	2,9532 7	0,98	20,58	,003	2, 08	4,94 6
2.	Galat	20	0,9529 3	0,047 6				
3.	Total	23						

Tabel 1 terlihat bahwa perlakuan Ragam Uji F menunjukkan nilai F hitung sebesar 20,58 dengan nilai sig (signifikan) ,003 < 5 % Artinya bahwa dari limbah tomat, nanas, jeruk berpengaruh nyata terhadap perlakuan, sedangkan limbah buah pisang tidak menunjukkan perbedaan yang

nyata, untuk melihat perbandingan beda potensial limbah buah dilakukan Analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan tabel 2.

Tabel 2 Analisis Beda Nyata Terkecil Arus listrik (mA) limbah Buah

Nanas ; 1,05 Jeruk ; 0,98 Tomat ; 1,40
Pisang ; 0,42

Tabel 2. terlihat bahwa perlakuan Arus listrik media limbah buah nanas, tomat, jeruk dan pisang berpengaruh nyata terhadap perlakuan ditunjukkan dengan tanda*

Jenis limbah	Rata-Rata Arus (mA)	Keterangan
Jeruk	1.04	(a)
Nanas	1,01	(a)
Tomat	1,41	(a)
Pisang	0,43	(b)

Tabel 3. Analisis Ragam Uji F Beda potensial/Tegangan (Volt)

Sumber	Ragam	DB	JK	KT	F hitung	Sig	Uji F	
							F	Tabel
							5%	1%
1.	Perlakuan	3	0,002	0,00073	6,636	,00	2,0	4,94
			2			0	86	
2.	Galat	20	0,002	0,00011				
			2					
3.	Total	23						

Tabel 3 terlihat bahwa beda potensial perlakuan Ragam Uji F menunjukkan nilai F hitung sebesar 6,636 dengan nilai sig (signifikan) yaitu, $0,00 < 5\%$ artinya bahwa dari limbah buah tomat, nanas, jeruk berpengaruh nyata terhadap perlakuan dan pisang berpengaruh tidak nyata terhadap beda potensial yang dihasilkan, untuk

melihat perbandingan arus listrik dari media limbah buah dilakukan analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan tabel 4.

Tabel 4 Analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) Beda potensial (V) Jeruk 0,97 ; Nanas 0,97 ; Tomat 0,98 ; Pisang, 0,96

Tabel 4. terlihat bahwa perlakuan beda potensial media limbah buah nanas, tomat, dan jeruk menunjukkan perbedaan yang nyata, ditunjukkan dengan tanda*

Jenis limbah	Rata-Rata Tegangan (Volt)	Keterangan
Jeruk	0,97	(a)
Nanas	0,97	(a)
Tomat	0,99	(a)
Pisang	0,96	(a)

Menurut Atina, (2015) hasil penelitian menggunakan media buah-buahan belimbing wuluh, tomat, apel, jeruk kunci dan nanas. Urutan buah yang memiliki harga pH tinggi adalah buah tomat (5), nanas (4), apel (3, 7) jeruk (3) dan belimbing wuluh (2).

Penelitian ini juga berkaitan dengan peristiwa elektrolisis dan sel volta. Dalam penelitian ini, luas permukaan katoda yang diperkirakan 5x5 cm tercelup tidak berbeda untuk pengukuran setiap ekstrak limbah buah. Dalam jangka panjang, pelat elektroda yang basah akan memberikan kesan

tertutup/ ditutupi oleh lapisan oksidasi. Semakin panjang, itu menjangkau pelat anoda semakin tebal, para analis tidak melihat seberapa besar lapisan oksidasi yang menutupi pelat tersebut. Pengukuran dengan ini dapat dibuat untuk penelitian di masa mendatang. Hanya saja ternyata lapisan ini yang tidak sama antara bahan alam yang satu dengan yang lainnya mengingat kecepatan oksidasi antara berbagai bahan alam ini jelas mempengaruhi kecepatan oksidasi antar buah. dari penelitian tegangan dan aliran arus listrik yang dihasilkan buah-buahan.

Penelitian ini, tomat mengandung asam tertinggi karena limbah buah tomat lebih baik pembusukannya dari buah lainnya karena tomat setelah membusuk lebih cepat proses fermentasi dari buah nanas, pisang dan jeruk. Tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebesar (0,99 V) dan pisang adalah sebesar (1.41 mA) dapat dijelaskan dengan mengadopsi prinsip kerja sel volta. Jika dua elektroda berbeda dimasukkan ke dalam larutan elektrolit maka akan menghasilkan energi listrik sebagai hasil reaksi kimia yang berlangsung spontan, Reaksi kimia yang terjadi merupakan reaksi redoks (reduksioksidasi).

Menurut Tanjung et. al. (2022) bahwa untuk mengetahui dampak penyimpangan elektroda dari tegangan, aliran, dan gaya listrik dari ekstrak Variasi buah tomat dan luas permukaan elektroda berpengaruh nyata terhadap nilai tegangan, aliran, dan daya listrik. Elektroda (Cu) dan (Zn) diperoleh nilai tegangan, aliran, dan gaya listrik yang paling besar adalah 1,64 V: 0,16 mA: 0,27mW pada 250ml, kontras dan katoda Cu-Fe dan Cu-Al cocok.

Limbah buah jeruk dan buah nanas, mengandung keasaman yang stabil karena limbah buah ini cukup baik pembusukannya dari buah pisang. Tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan limbah buah jeruk

dan nanas pada penelitian ini adalah sebesar (0,97 V ; 1,04 mA) dan (0,97 V ; 1,04 mA).

Ulfa et. al. (2012) mengemukakan bahwa demonstrasi sel volta dengan menggunakan buah nanas bahan elektroda yang digunakan Cu dan Zn yang terkait melalui cairan elektrolit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk larutan nanas yang tidak menggunakan saringan (Sampel A), tegangan menunjukkan nilai tetap $V = 950$ mV untuk 5 jam awal. Setelah $t = 6$ jam tegangan menunjukkan penurunan. Sedangkan untuk ekstrak buah nanas yang sudah disaring (Sampel B), V menunjukkan penurunan terhadap waktu. Tegangan dasarnya adalah $V = 950$ mV, namun berkurang menjadi $V = 800$ mV saat $t = 6$ jam.

Menurut Suciyati et. al. (2019) penelitian menggunakan buah sebagai hasil elektrolit untuk sel volta, berdasarkan hubungan antara pH dan kondisi buah pada sifat kelistrikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggunakan limbah jeruk sebagai sumber energi alternative bio-baterai. Hasil penelitian ini adalah tegangan tanpa beban didapatkan pada rangkaian menggunakan jeruk lemon busuk yaitu sebesar 19,36 V.

Penelitian ini Pisang mengandung asam paling rendah dikarenakan pembusukannya kurang baik terhadap buah nanas, tomat dan jeruk, tingkat keasaman dari buah ini sendiri relatif kecil. Dari hasil penelitian beda potensial dan arus yang dihasilkan adalah sebesar (0,96 V ; 0,43 mA).

Menurut Syifa et. al. (2015) Berdasarkan hasil penelitian, limbah kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bio-baterai. Hasil dari penelitian ini adalah pisang raja yang berbeda memiliki tegangan dan hambatan terbaik, dengan perpanjangan 0,75 gram garam KCl dengan tegangan 1,40 V dengan daya tahan 5880 menit.

Hambatan antar elektroda akan semakin kecil jika jarak semakin kecil dan sebaliknya, hambatan akan semakin besar jika jarak antar elektroda semakin jauh sehingga mempengaruhi nilai kuat arus dan tegangan listrik yang dihasilkan. Alat adalah multimeter yang digunakan dalam penelitian ini posisi elektrodanya tidak dibuat permanen. Perubahan jarak pada setiap elektroda saat pengukuran tentu akan mempengaruhi hasil dari pengukuran. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan sari buah sebagai energi listrik alternatif cukup efektif karena arus dan tegangan yang dihasilkan relatif stabil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian urutan limbah buah-buahan yang tertinggi ditunjukkan pada sampel limbah buah tomat dengan hasil (0,99 V ; 1,41 mA) sedangkan hasil nilai terendah ditunjukkan pada sampel limbah buah pisang dengan hasil (0,96 V ; 0,43 mA).

DAFTAR PUSTAKA

- Atina. (2015). Beda potensial dan kuat arus listrik dari asam buah. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 12(2):28-42.
- Brady, J. E. (1999). *Kimia Universitas Asas & Struktur (Kelima)*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Edwaren, L. 2011. *Potensi Energi Alternatife Dalam Sistem Kelistrikan Indonesia*.
- Hamdi. 2016. *Energi terbarukan edisi ke 2*. Jakarta. Kencana.
- Mardiana, P., P & Yunita, H., S. 2015. *Analisis Kadar Vitamin C Buah Nanas Segar (Ananas Comosus L (Merr) dan*

Buah Nanas Kaleng dengan metode spektrometri Uv-Vis.

- Pracaya. 2002. *Jeruk Manis*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Sugiyono, A. (2014). Permasalahan dan Kebijakan Energi Saat Ini. Prosiding Peluncuran Buku Outlook Energi Indonesia 2014 & Seminar Bersama BPPT Dan BKK-PII Permasalahan, January, 9–16S.
- SYL, I. 2010. Perilaku Sel Elektrolisis Air dengan Elektroda Stainless Steel. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*.
- Wiriyanta, B. 2002. *Bertanam tomat*. Jakarta: Agromedia Pusta.
- Jurnal Ilmiah:
- Barmawi, I., E. Taer, dan A. A. Umar. 2011. Efek Penumbuhan Nano Partikel Platinum pada Elektroda Karbon terhadap Prestasi Superkapasitor. *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, 11(1): 1-5.
- Harahap M. R. 2016 Sel elektrokimia: karakteristik dan aplikasi. *CIRCUIT. Jurnal ilmiah pendidikan teknik elektro* 2(1).
- Kholiq, I. 2015. Pemanfaatan Energi Alternatif sebagai sumber energi terbarukan untuk mendukung substansi BBM. *Jurnal IPTEK*, 19(2): 75-91.
- Marliani, N. 2014. Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Anorganik) sebagai Bentuk Implementasi dari Pendidikan Lingkungan Hidup. *Jurnal Formatif*, 4(2): 124-132.
- Ulfa F. M., Legowo, B., dan Purnama B. 2012 Demontrasi sel volta buah nanas

(Ananas comosus merr L.Merr)
Indonesian Jurnal of applied, 2(2) 1-8.

Skripsi, tesis, disertasi:

Janani, N., M. 2018. Pengolahan Air Limbah Reverse Osmosis Melalui Elektrolisis untuk Menghasilkan Elektrolit Bernilai Ekonomi dan Gas Hidrogen untuk Fuel Cell. Departemen Teknik Lingkungan. *Skripsi. Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*

Kiky, N., W. 2017. *Pemilihan Logam Mn Pada Air Asam Tambang Batubara di Kalimantan Selatan Secara Elektrolisis. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.*

Prosiding:

Nurhayati. 2008. *Oldi* volume 34, Nomor 3, Tahun 2008. *Oldi*, 34(3).
<http://lipi.go.id/publikasi/perbedaan-struktur-suhu-salinitas-pada-berbagai-posisi-geografis-perairan-banda-aceh-dan-maluku-utara/2566>