



KAJIAN LIMBAH BUAH DAN SAYUR DENGAN ILMU AGROTEKNOLOGI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF BIO BATERAI

Yoffi Andinata

Universitas Pembangunan Panca Budi Medan
yoffiandinata@gmail.com

ABSTRACT

A lot of decaying fruit and vegetable waste is seen at the vegetable and fruit market. The rotting fruit and vegetable waste experience a chemical process is known as fermentation. During this process, fruits and vegetables produce more acid which will increase the strength of the electrolytes inside fruit and vegetables. Thus, juices from old or rotten fruits and vegetables become is more reactive with the electrodes and produce a voltage that is higher than fresh fruit or vegetable juice. From the nature of the electricity that contains a lot the electrolytes from the fruits and vegetable waste, the researchers aim to determine the strong value of the current and voltage generated by the bio-battery waste of citrus fruits, bananas, tomatoes, chilies, and carrots to make bio-batteries optimal. This research is carried out in several stages. The first stage to find out the influence of the distance between the electrodes on the strong current and voltage generated by a single bio-battery of fruit and vegetable waste. The distance between the electrodes used is 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, and 10 cm using Cu electrodes as anode and Zn as a cathode. The area of the electrode used (6 x 4) cm immersed in a bio-battery container with an electrolyte volume of 750 ml. The second stage to determine the strong value of current and voltage produced by serial bio-battery. The electrodes used were 6 Cu and Zn plates each with 6 bio-battery containers which will be arranged in series and measured strength current and voltage.

Keywords: *fruits, Vegetables, Chemical, Energy*

PENDAHULUAN

Limbah yang berupa buah-buahan dan sayur-sayuran yang sudah membusuk banyak terlihat di pasar sayur dan buah. Limbah merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia atau proses-proses alam, yang tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi, bahkan limbah dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif apabila penanganan untuk membuang atau membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar, disamping limbah juga bisa mencemari lingkungan (Santoso,1998).

Dari data yang diperoleh Pramono (2004) dari total sampah organik kota, sekitar 60% merupakan sayur-sayuran dan 40% merupakan daun-daunan, kulit buah-buahan dan sisa makanan. Pada buah-buahan mengandung zat seperti asam askorbat, asam sitrat dan NADH (kimia yang menghasilkan energi sel), yang dalam kondisi tertentu bahan kimia tersebut bertindak sebagai elektrolit. Begitu juga dengan sayur-sayuran yang memiliki kandungan seperti asam, basa dan air (Lindstrom, tanpa tahun). Menurut Amin dan Dey (tanpa tahun), ketika buah dan sayuran mulai membusuk, terjadi proses kimia yang dikenal sebagai fermentasi. Selama proses ini, buah-buahan dan sayuran menghasilkan asam lebih yang meningkatkan kekuatan elektrolit dalam buah dan sayuran. Sehingga, jus dari buah dan sayuran yang masak atau busuk menjadi lebih reaktif dengan elektroda dan menghasilkan tegangan yang lebih tinggi daripada jus buah atau sayur yang segar. Dari sifat kelistrikan yang mengandung banyak elektrolit dari limbah buah-buahan dan sayur-sayuran tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik alternatif terbarukan yang berupa bio-baterai sebagai pengganti baterai. Pengembangan bio-baterai tersebut akan sangat berguna, mengingat bahwa dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak lepas dari pemanfaatan baterai. Baterai merupakan sebuah sarana yang mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan aktif secara langsung menjadi energi listrik melalui reaksi reduksi dan oksidasi elektrokimia (redoks), yang terjadi pada elektroda (Linden, 2002). Baterai yang tersedia



secara komersial mengandung logam berat seperti merkuri, timbal, kadmium dan nikel, yang mencemari lingkungan apabila baterai tidak dibuang dengan benar. Selain itu, baterai juga mahal apabila digunakan untuk tujuan penerangan yang lama (Jayashanta et al., 2012). Sedangkan bio-baterai merupakan suatu baterai yang berasal dari bahan alam yang ramah lingkungan dan tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya serta dengan harga yang relatif sangat murah.

Menurut Kartawidjaja et al.(2008), prinsip bio-baterai hanya melibatkan transportasi elektron antara dua elektroda yang dipisahkan oleh medium konduktif (elektrolit) serta memberikan kekuatan gerak elektro berupa potensial listrik dan arus. Medium konduktif atau elektrolit menurut Hiskia (1996), merupakan zat-zat yang dalam larutan atau leburannya dapat menghantarkan listrik. Ion-ion dalam larutan elektrolit dihasilkan dengan dua cara yaitu zat terlarut merupakan senyawa ion dan zat terlarut bukan senyawa ion tetapi jika dilarutkan dalam air, zat itu menghasilkan ion.

Pada konduktor elektrolit, elektron mengalir dibawa oleh ion-ion dan yang dapat menghasilkan ion seperti asam, basa dan garam. Asam terdiri asam kuat yang banyak menghasilkan banyak ion serta asam lemah yang menghasilkan sedikit ion, dimana semakin asam suatu larutan maka makin kecil nilai pH-nya, begitu juga sebaliknya semakin lemah tingkat keasaman suatu larutan maka pH-nya makin besar.

Dengan demikian apabila suatu larutan konduktor elektrolit memiliki tingkat keasaman yang tinggi (pH kecil) maka semakin banyak ion yang dihasilkan sehingga arus listrik yang dihasilkan juga semakin besar dan akibatnya konduktivitas larutan elektrolit tersebut juga semakin besar. Sebaliknya apabila suatu larutan konduktor elektrolit memiliki tingkat keasaman yang rendah (pH besar) maka semakin sedikit ion yang dihasilkan sehingga arus listrik yang dihasilkan juga semakin kecil dan akibatnya konduktivitas juga semakin kecil (Purnomo, 2010).

Konduktivitas listrik menunjukkan tingkat kemampuan cairan dalam menghantarkan listrik yang berhubungan dengan pergerakan ion di dalam larutan, ion yang mudah bergerak mempunyai daya hantar listrik yang besar. Menurut Marince (2006), konduktivitas listrik larutan dipengaruhi oleh jumlah ion, mobilitas ion, tingkat oksidasi serta suhu. Konduktivitas pada buah seperti pada wortel juga cenderung meningkat terhadap lama penyimpanan. Buah-buahan dan sayuran yang mengandung asam mineral yang berupa asam klorida, asam sitrat, merupakan elektrolit kuat yang terurai sempurna menjadi ion dalam larutan air. Buah-buahan dan sayuran selain memiliki asam, juga banyak mengandung air, sehingga apabila ada dua logam yang berbeda dicelupkan, pada larutan buah-buahan dan sayuran tersebut akan timbul beda potensial antara logam dan air sehingga terjadilah potensial elektroda yang dapat menghasilkan arus listrik juga. Dari konsep dasar ini, maka buah-buahan dan sayuran dapat digunakan sebagai bahan elektrolit pengganti baterai sebagai biobaterai. Mengadopsi cara kerja dari baterai dan kandungan pada buah-buahan dan sayur-sayuran yang dapat menjadi larutan elektrolit, maka dilakukanlah penelitian “Analisis Kelistrikan yang dihasilkan Limbah Buah dan Sayuran sebagai Energi Alternatif Bio-baterai”.

Dalam penelitian ini, bio-baterai dibuat dengan menggunakan larutan elektrolit dari beberapa limbah buah dan sayuran yang banyak ditemukan di pasar buah dan sayuran pada umumnya, antara lain buah jeruk, tomat, pisang, cabai dan wortel yang dihaluskan terlebih dahulu dan dimasukkan ke dalam beberapa wadah bio-prototype yang sudah disediakan. Dalam larutan buah dan sayuran tersebut di celupkan elektroda yang kemudian disusun secara seri dan paralel. Elektroda yang digunakan yakni tembaga (Cu) yang digunakan sebagai katoda sebagai pengoksidasi (menerima elektron) dan Seng (Zn) yang digunakan sebagai anoda sebagai sumber elektron yang teroksidasi selama reaksi elektrokimia,



sehingga diantara keduanya terjadi beda potensial.

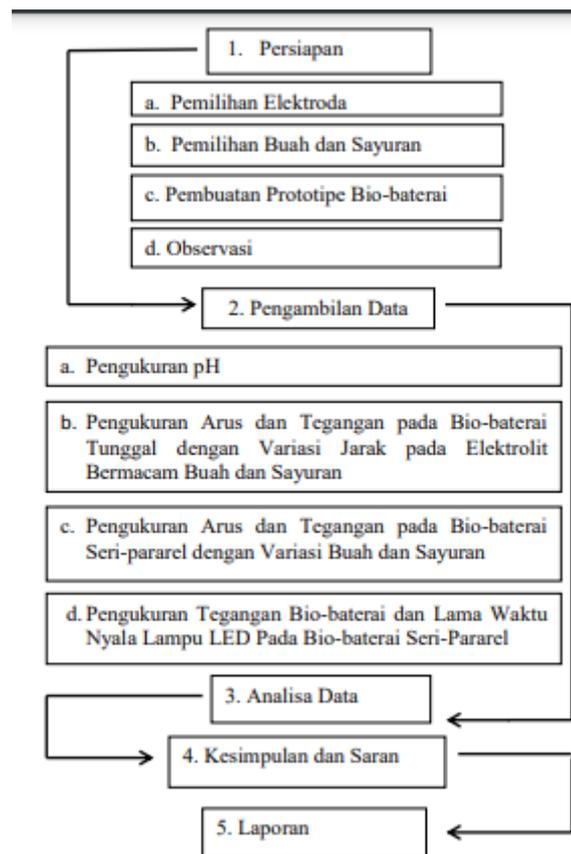
Beda potensial ini dapat membuat arus listrik yang bisa menghasilkan energi listrik. Arus listrik, beda potensial diukur menggunakan multimeter pada masing-masing susunan elektroda yang disusun secara seri maupun paralel. Sehingga dari penelitian ini akan didapatkan hasil data berupa nilai kuat arus dan beda potensial yang dihasilkan dari masing-masing limbah buah dan sayuran tersebut. Dari penelitian ini diharapkan, limbah buah-buahan dan sayuran dapat menjadi energi pembangkit listrik alternatif sebagai bio-baterai pengganti baterai untuk berbagai kebutuhan rumah tangga dan sehari-hari.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di ruang laboratorium kimia di Universitas Pembangunan Panca Budi dari bulan Desember 2018 sampai selesai. Observasi telah dilakukan pada bulan Oktober 2018.

Adapun observasi dilakukan sebagai langkah awal untuk mengetahui karakteristik awal bio-baterai sebelum melakukan percobaan sesungguhnya. Di dalam observasi, dilakukan beberapa tahapan. Pertama dengan mengukur nilai pH dari buah dan sayuran yang digunakan. Semakin kecil pH yang didapat, semakin besar nilai tegangan yang didapat. Kedua, untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap nilai tegangan yang terdapat dalam limbah buah dan sayuran, maka dimasukan terlebih dahulu larutan buah dan sayuran tersebut ke dalam freezer hingga suhu 0° C, setelah itu dikeluarkan dan dihitung menggunakan multimeter nilai tegangan yang didapat.

Dari observasi yang sudah dilakukan didapat hubungan antara suhu dengan tegangan adalah berbanding lurus, artinya semakin besar suhu, semakin besar tegangan yang didapat. Ketiga, pengukuran arus dan tegangan pada rangkaian bio-baterai yang disusun secara seri dan paralel menghasilkan nilai tegangan dan arus yang berbeda-beda. Dari hasil observasi menghasilkan nilai arus yang lebih besar jika baterai disusun paralel, dan nilai tegangan yang semakin besar apabila baterai disusun seri



Gambar 1. Bagan Tahapan Penelitian

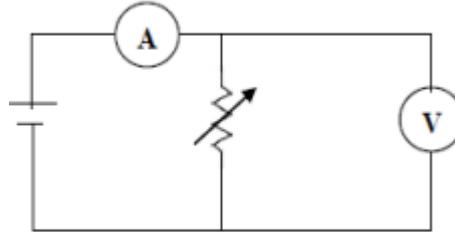
Pengambilan data diambil dari berbagai limbah buah dan sayuran yang akan dijadikan larutan elektrolit, yakni jeruk, tomat, pisang, cabai dan wortel. Limbah buah dan sayuran tersebut diambil masing-masing 1 kg dan dicuci hingga bersih, ditiriskan sampai air dipermukaan buah dan sayuran tersebut hilang. Setelah itu diblender sampai halus masing-masing buah-sayuran tersebut dan diletakkan pada wadah prototipe bio-baterai yang sudah disediakan.

a. Pengukuran pH Pengukuran pH dilakukan dengan cara mencelupkan pH meter ke setiap larutan buah dan sayuran yang sudah ditentukan. Pada pH meter akan muncul nilai pH limbah buah dan sayuran yang sudah ditentukan tersebut, yang selanjutnya dari data pH yang didapat tersebut akan dibandingkan dengan nilai arus dan tegangan yang dihasilkan pada penelitian selanjutnya. Sehingga akan didapatkan kesimpulan hubungan antara pH dengan kuat arus dan tegangan.

b. Pengukuran Arus dan Tegangan Pada Bio-baterai Tunggal dengan Variasi Jarak pada Elektrolit Berbagai Buah dan Sayuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak elektroda yang tepat pada rangkaian dan mengetahui buah dan sayuran mana yang mempunyai nilai arus dan tegangan yang lebih besar, sehingga dapat membuat suatu bio-baterai dengan energi listrik yang optimal. Elektroda yang digunakan adalah lempeng tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang dihubungkan pada rotary-switch yang berisi beberapa resistor dengan masing-masing nilai resistor $1k\Omega$, $10k\Omega$, $100k\Omega$ dan $1M\Omega$ dan dihubungkan dengan voltmeter dan amperemeter dengan menggunakan kabel.

Kedua elektroda tersebut dimasukkan ke dalam wadah bio-prototipe pertama yang berisi larutan elektrolit buah dan sayuran yang telah disiapkan sebelumnya. Jarak antara elektroda yang di ukur masing-masing : 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm dan 10 cm. Arus dan tegangan yang muncul pada multimeter dicatat disetiap nilai resistor yang berbeda pada

jarak elektroda 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm dan 10 cm. Selanjutnya pengukuran diulang dengan menggunakan elektrolit yang berbeda dari limbah buah dan sayuran jeruk, pisang, tomat, cabai dan wortel.



Gambar 2. Rangkaian Baterai Tunggal

c. Pengukuran Arus dan Tegangan Pada Bio-baterai Seri dan Pararel dengan Variasi Buah dan Sayuran Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui buah dan sayuran mana yang mempunyai nilai arus dan tegangan yang lebih besar, sehingga dapat membuat suatu bio-baterai dengan energi listrik yang optimal. Pada pengukuran arus dan tegangan bio-baterai ini menggunakan enam buah wadah bio-baterai, yang masing-masing wadah berisi elektroda tembaga (Cu) dan seng (Zn) dengan jarak antara elektroda pada setiap wadah adalah 2 cm (jarak optimal) dan setiap wadah di isi larutan elektrolit limbah buah dan sayuran yang sudah ditentukan.

Ke-enam wadah tersebut disusun secara seri-pararel dan dihubungkan dengan rotary-switch yang berisi beberapa resistor dengan nilai 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω dan 1 M Ω dan dihubungkan dengan voltmeter dan amperemeter dengan menggunakan kabel. Arus dan tegangan yang muncul pada multimeter dicatat disetiap nilai resistor yang berbeda. Selanjutnya pengukuran diulang dengan menggunakan elektrolit yang berbeda dari limbah buah dan sayuran jeruk, pisang, tomat, cabai dan wortel

d. Pengukuran Tegangan Bio-baterai dan Lama Waktu Nyala Lampu LED Pada Bio-baterai Seri-Pararel Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara tegangan yang dihasilkan oleh bio-baterai berbagai limbah buah dan sayuran dengan lama waktu peyinaran pada lampu LED, sehingga dapat membuat suatu bio-baterai dengan energi listrik yang optimal.

Pada pengukuran arus dan tegangan bio-baterai ini menggunakan enam buah wadah bio-baterai, yang masing-masing wadah berisi elektroda tembaga (Cu) dan seng (Zn) dengan jarak antara elektroda pada setiap wadah adalah 2 cm (jarak optimal) dan setiap wadah di isi larutan elektrolit limbah buah dan sayuran yang sudah ditentukan. Ke-enam wadah tersebut disusun secara seri-pararel dan dihubungkan dengan lampu LED dengan menggunakan kabel

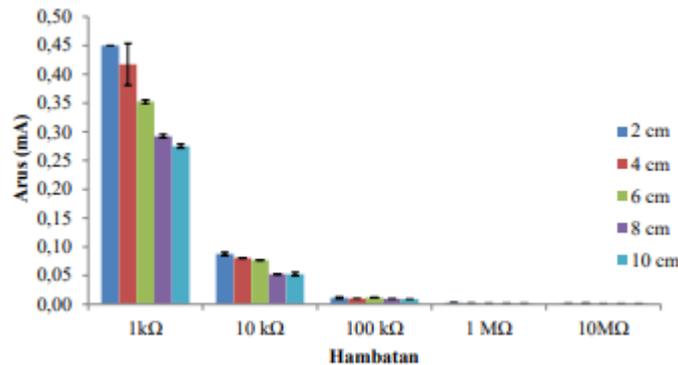
HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Penelitian “Analisis Kelistrikan yang dihasilkan Limbah Buah dan Sayuran sebagai Bio-baterai” ini mencakup pengaruh jarak antar elektroda terhadap nilai arus dan tegangan yang dihasilkan pada bio-baterai, nilai kuat arus dan tegangan pada biobaterai seri-paralel dengan berbagai nilai hambatan, lama penyalaan LED yang dihasilkan oleh berbagai bio-baterai limbah buah dan sayuran, serta hubungan nilai pH terhadap nilai tegangan. Berikut ini merupakan hasil pengukuran dari bio-baterai.

Hasil pengukuran arus dan tegangan dengan empat kali pengulangan untuk biobaterai limbah buah dan sayuran ditampilkan pada tabel di lampiran. Pada tabel-tabel tersebut dapat dilihat nilai arus, tegangan, standar deviasi dan standar error dengan beberapa nilai resistor dan jarak antar elektroda oleh masing-masing limbah buah dan sayuran yang digunakan

sebagai bio-baterai. a. Jeruk Hasil pengukuran arus dan tegangan bio-baterai tunggal dengan variasi jarak elektroda pada bio-baterai tunggal limbah buah jeruk disajikan pada grafik dibawah.

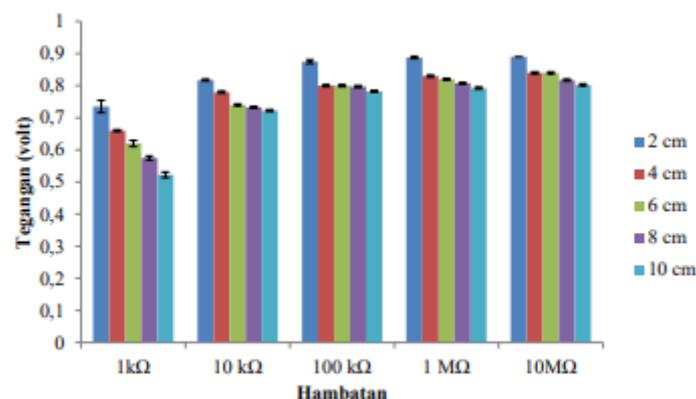
Grafik hubungan kuat arus dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada limbah jeruk ditunjukkan pada gambar 3. Terlihat pada grafik bahwa nilai kuat arus terbesar dimiliki oleh bio-baterai dengan jarak antar elektroda terdekat (2 cm) dengan hambatan 1 k Ω nilai kuat arus 0,45 mA, semakin besar nilai hambatan yang diberikan maka semakin kecil kuat arus yang dihasilkan.



Gambar 3. Grafik hubungan kuat arus dan hambatan dengan bio-baterai tunggal limbah buah

Jarak antar elektroda terdekat memiliki nilai kuat arus paling besar dibanding dengan nilai kuat arus yang dihasilkan oleh bio-baterai dengan jarak antar elektroda yang lebih jauh, sehingga berlaku juga semakin jauh jarak antar elektroda maka kuat arus yang dihasilkan semakin kecil. Nilai kuat arus masing-masing pada bio-baterai jarak antar elektroda 2 cm pada hambatan 1 k Ω -1 M Ω berkisar (0,4520-0,00148) mA, bio-baterai jarak antar elektroda 4 cm berkisar (0,4180-0,00138) mA, bio-baterai jarak antar elektroda 6 cm (0,3530-0,00128) mA, jarak antar elektroda 8 cm berkisar (0,2930-0,0011) mA dan pada jarak antar elektroda 10 cm berkisar (0,2750-0,0011) mA.

Nilai tegangan yang dihasilkan bio-baterai dengan nilai hambatan 1k Ω – 10M Ω pada jarak antar elektroda 2 cm berkisar antara (0,885-0,925) volt, nilai tegangan pada jarak 4 cm berkisar antara (0,795-0,94) volt, nilai tegangan pada jarak 6 cm berkisar (0,795-0,84) volt, nilai tegangan pada jarak 8 cm berkisar (0,7075-0,82) volt dan pada jarak 10 cm tegangan yang dihasilkan berkisar (0,6825- 0,8125) volt. Untuk mencari tegangan, nilai hambatan resistor yang diberikan juga berpengaruh, dimana semakin besar nilai hambatannya maka tegangan yang dihasilkan semakin besar, terlihat pada grafik bahwa pada hambatan 1 k Ω nilai tegangan kecil, pada hambatan 1 M Ω tegangan yang dihasilkan besar.



Gambar 4. Grafik hubungan kuat arus dan hambatan dengan bio-baterai tunggal limbah sayuran

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara tegangan yang dihasilkan oleh bio-baterai berbagai limbah buah dan sayuran dengan lama waktu penyinaran pada lampu LED, sehingga dapat membuat suatu bio-baterai dengan energi listrik yang optimal. Pada tabel dibawah disajikan grafik tegangan awal pada bio-baterai yang digunakan untuk menyalakan lampu LED dan grafik lama waktu nyala LED pada bio-baterai berbagai macam limbah buah dan sayuran.

Pada penelitian bio-baterai tunggal dengan variasi jarak, hasil pengamatan kuat arus, tegangan dengan jarak elektroda katoda-anoda untuk berbagai bio-baterai limbah buah dan sayuran diperlihatkan pada gambar 4.1 sampai gambar 4.10, didapatkan bahwa variasi limbah buah dan sayuran serta variasi jarak antar elektroda dengan berbagai hambatan memberikan nilai hasil kuat arus dan tegangan yang berbeda. Kuat arus dan tegangan berubah dengan perubahan jarak antar elektroda baik elektrolit limbah jeruk, tomat, wortel, cabai maupun pisang. Pada jarak terdekat 2 cm, bio-baterai limbah buah dan sayuran memiliki nilai kuat arus dan tegangan terbesar sedangkan semakin jauh jarak antar elektroda maka semakin kecil nilai kuat arus dan tegangan yang dihasilkan. Jarak antar elektroda disini dianalogikan pada hambatan. Dimana semakin jauh jarak antar elektroda maka besar hambatan pergerakan elektron akan besar sehingga arus bernilai kecil. Semakin dekat jarak antar elektroda maka hambatan bernilai kecil sehingga nilai kuat arus menjadi besar. Hal ini juga dikarenakan jarak mempengaruhi laju reaksi antar dua elektroda (Suyuti, tanpa tahun). Cara kerja bio-baterai ini mengadopsi cara kerja sel galvani-volta, 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 bio-baterai 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. Begitu reaksi terjadi berulang-ulang sehingga menghasilkan energi listrik.

KESIMPULAN

Mengacu pada hasil dan analisis secara keseluruhan pada pengukuran kuat arus dan tegangan dapat disimpulkan bahwa perubahan variasi jarak, hambatan dan pH akan memberikan nilai kuat arus dan tegangan yang berbeda. 1. Semakin dekat jarak antar elektroda, semakin besar nilai arus dan tegangan. Dan semakin besar nilai hambatan, kuat arus semakin kecil dan tegangan semakin besar. Pada semua bio-baterai tunggal limbah buah-dan sayuran yang menghasilkan nilai kuat arus dan tegangan yang terbesar dimiliki oleh bio-baterai dengan jarak elektroda terdekat 2 cm 2. Bio-baterai seri-paralel yang menghasilkan hampir tiga kali lipat nilai kuat arus dan tegangan bio-baterai tunggal. Kuat arus dan tegangan yang tertinggi dimiliki oleh bio-baterai limbah buah jeruk dibandingkan dengan tomat, wortel, cabai dan pisang dengan besar tegangan 2,72 volt; Bio-baterai yang mampu menyalakan lampu LED terlama juga dihasilkan oleh bio-baterai limbah buah Jeruk dengan lama waktu nyala LED 75 jam. 3. Nilai pH pada bio-baterai limbah buah dan



sayuran sangat berpengaruh. Semakin besar nilai pH maka semakin kecil kuat arus dan tegangan yang dihasilkan dan sebaliknya. Nilai pH terkecil dihasilkan oleh limbah buah jeruk dengan nilai pH 4,03 dan tegangan terbesar dihasilkan jeruk dengan nilai 90 volt

REFERENSI

- Abdalla, S., Al-Ghamdi, A.S., dan Al-Marzouki, F. (Tanpa Tahun). Electric Batteries from Food . Saudi Arabia: Universitas King Abdulaziz :1-4.
- Amin, M.N., dan Dey, P.D.(Tanpa Tahun). Electrochemical Analysis of Fruit and Vegetable Freshness. California : Universitas Nasional.
- Amrul, H. M. Z. N., & Lubis, N. (2017). Etnobotani Tumbuhan yang Digunakan pada Upacara Sipaha Lima Masyarakat Parmalim. Prosiding SNaPP: Sains, Teknologi, 7(2), 230-237.
- Brady, J.E. 1998. Kimia Universitas Asas dan Struktur. Jakarta : Binarupa Aksara.
- Bird, T. 1987. Kimia Fisik Untuk Universitas. Jakarta : Gramedia.
- Daryanto. 2000. Pengetahuan Teknik Elektronika. Jakarta : Bumi Aksara.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1979. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Jakarta : Bharata.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1989. Survei Pertanian : Produksi Tanaman Sayuran dan Buah-buahan di Indonesia 1988. Jakarta : Bharata.
- Dogra, S.K. 1990. Kimia Fisik dan Soal-Soal. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Faissler, W. 1991. Modern Electronics. Canada : John Wiley & Sons Inc.
- Hiskia, A. 1992. Elektrokimia dan Kinetika Ilmiah. Bandung : PT Citra Aditya Bakti.
- Hiskia, A. 1996. Kimia Lanjutan. Bandung : Citra Aditya Bakti.
- Jayashantha, N., Jayasuriya, K.D., dan Wijesundera, R.P. 2012. Biodegradable Plantain Pith for Galvanic Cells. Srilangka. Proceedings of the Technical Sessions(28) :92-99.
- Kadir, A. 1998. Transmisi Tenaga Listrik. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Kartawidjaja, M., Abdurroccman, A., dan Rumeksa, E. 2008. Pencarian Parameter Bio-Baterai Asam Sitrat (C₆H₈O₇). Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II : 105-115.
- Lubis, A. R., & Sembiring, M. (2019). Berbagai Dosis Kombinasi Limbah Pabrik Kelapa Sawit (LPKS) dengan Limbah Ternak Sapi (LTS) terhadap Pertumbuhan Vegetatif Jagung Manis (*Zea mays Saccharata Struth*). AGRIMUM: Jurnal Ilmu Pertanian, 22(2), 116-122.
- Luta, D. A. (2020). Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat Akibat Aplikasi Kompos dan Pupuk Organik Cair. AGRIMUM: Jurnal Ilmu Pertanian, 23(1), 52-55.
- Putra, A. (2019). Program Pemberantasan Penyakit Cacing Pada Ternak Sapi Dan Adi Desa Jatikesuma Kecamatan Namorambe. JASA PADI, 4(1), 1-7.
- Setyaningrum, S. (2018). Pelatihan Pengolahan Pakan Limbah Pucuk Tebu Dan Limbah Kotoran Sapi Di Kelompok Tani Ternak Taruna Bangsa Desa Bulu Cina Kecamatan Hampan Perak. JASA PADI, 2(02), 28-32.
- Siswoyo, P. (2021). Kecernaan Kambing Kacang Jantan Periode Pertumbuhan Dengan Pemberian Kombinasi Kaliandra (*Calliandra Calothyrsus*) Dan Rumput Lapangan. JASA PADI, 5(2), 16-29.
- Sitepu, S. A. (2018). Peranan Faktor Faktor Produksi Terhadap Usaha Ternak Sapi Potong Di Dusun I Desa Kelambir V Kecamatan Hampan Perak Kabupaten Deli Serdang. JASA PADI, 2(02), 33-36.