

## KENTANG SEBAGAI BIO LISTRIK DENGAN PENAMBAHAN ENZIM PTIALIN SEBAGAI PENGOPTIMAL ARUS

Sigit Pamungkas<sup>✉</sup>

SMK N 1 Warureja, Tegal, Indonesia

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Maret 2017  
Disetujui April 2017  
Dipublikasikan April 2017

Kata Kunci:  
arus listrik, Bio baterai,  
enzim *ptyalin*, kentang

Keywords:  
*Current, bio .battery, ptyalin  
enzyme, potatoes*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek penambahan enzim *ptyalin* dalam pemecahan karbohidrat pada bio baterai kentang dan komposisi terbaik antara enzim *ptyalin* dan ekstrak kentang untuk menghasilkan arus optimum serta tingkat efektivitas bio baterai ini ditinjau dari nilai arusnya. Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penambahan enzim *ptyalin* terhadap arus yang dihasilkan maka terlebih dahulu dilakukan uji konduktivitas larutan. Setelah itu dilakukan serangkaian percobaan untuk menentukan komposisi terbaik antara ekstrak kentang dan larutan enzim *ptyalin* untuk menghasilkan arus optimum dan efektivitasnya ditinjau dari kestabilan arus. Setiap sel bio baterai kentang berisi 80 ml larutan kentang yang dicampurkan 11 ml, 13 ml, 16 ml, 20 ml, dan 30 ml. Untuk mengetahui hubungan antara besar arus listrik yang dihasilkan dan lama waktu arus tersebut dapat bertahan maka dibuatlah grafik hubungan antara dua variabel tersebut. Dari grafik ini juga bisa diketahui nilai kestabilan arus. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa enzim mampu memecahkan karbohidrat (*pati*) kentang. Hal ini ditandai dengan berubahnya rasa larutan yang relative lebih manis. Pada penambahan larutan enzim *ptyalin* kedalam ekstrak terdapat hubungan yang negative antara arus yang dihasilkan dan waktu daya tahan arus. Komposisi terbaik antara enzim *ptyalin* dan ekstrak kentang untuk hasil optimum ialah 1 : 5

### Abstract

This study aims to determine the effect of adding the *ptyalin* enzyme in the breakdown of carbohydrates in the potatoes bio battery and the best composition of the *ptyalin* enzyme and potato extract to produce optimum flow and the level of effectiveness of these bio batteries in terms of current value. To determine whether there was some effect of adding the *ptyalin* enzyme against the generated current, the conductivity of the solution was firstly tested. Then a series of experiments was done to determine the best composition of the extracts of potato and *ptyalin* enzyme solution to produce optimum flow and its effectiveness in terms of the stability of the flow. Each cell of potato bio battery containing 80 ml of solution were mixed with 11 ml, 13 ml, 16 ml, 20 ml and 30 ml. To determine the relationship between the amount of electrical current generated and the duration of such flows, a graph of the relationship between two variables was made. The graph could also show the value of the current stability. The results of the research also showed that the enzyme was capable of breaking the potatoes carbohydrates. It was characterized by changes in the taste of the solution which was relatively sweeter. The addition of *ptyalin* enzyme solution to the potatoes extract showed negative relationship between the current produced and duration of the current. The best composition of the *ptyalin* enzyme and potato extract for optimum results was 1 : 5.

© 2017 Universitas Pancasakti Tegal

<sup>✉</sup>Alamat korespondensi:  
SMK N 1 WARUREJA  
Jl Kertamana, Desa Sigentong, Kec. Warureja  
Hp 081328748476  
E-mail: merdeka\_sigit@yahoo.co.id

## PENDAHULUAN

Beragam perabot rumah dan mainan anak-anak menggunakan energi dari baterai agar bisa bergerak atau menjalankan fungsinya. Jam dinding bisa tetap berputar karena baterai, *remote* bisa mengubah saluran televisi dari jarak jauh karena menggunakan baterai, mainan robot pun bisa bergerak ketika diisi dengan baterai. Banyak sekali manfaat baterai dalam kehidupan kita. Baterai merupakan sebuah media yang dapat mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan aktif secara langsung menjadi energi listrik melalui reaksi reduksi dan oksidasi elektrokimia yang terjadi pada elektroda (Chang, 2004:211).

Baterai terbuat dari zink sebagai anoda, karbon sebagai katoda dan elektrolit yang dipakai berupa pasta campuran MnO<sub>2</sub>, serbuk karbon, dan NH<sub>4</sub>Cl. Saat ini komponen baterai sudah banyak dikembangkan oleh perusahaan-perusahaan agar menghasilkan baterai yang berkualitas, hal ini dapat dilihat dari faktor kestabilan arus yang dihasilkan. Oleh karena itu Jayashanta *et,al*(2012) berpendapat bahwa baterai yang tersedia secara komersial, yang kita gunakan saat ini mengandung logam berat seperti merkuri, timbal, kadmium dan nikel. Dari komponen-komponen tersebut akan berdampak pada pencemaran lingkungan, jika limbah baterai tidak ditanggulangi dengan benar karena limbah baterai termasuk limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang sulit terurai oleh mikroba dan sangat berbahaya. Batu baterai biasanya langsung dibuang ke tempat sampah dan berakhir di TPA. Batu baterai yang dibuang ke tempat sampah oleh masyarakat, tanpa disadari akan mengancam lingkungan dan kesehatan.

Pada saat ini sudah banyak peneliti yang mengembangkan alternatif dari baterai salah satunya adalah biobaterai. Biobaterai untuk pertama kali dipopulerkan oleh professor Kenji kano dari *Kiyoto University* beliau memaparkan bahwa sumber dari energy biobaterai adalah karbohidrat, glukosa, asam amino dan enzim Urba., et al (2013:3). Dari pemaparan tersebut kita dapat

membuat bio baterai dengan berbahan karbohidrat, salah satunya dengan kentang. Kentang dipilih sebagai salah satu sumber bio listrik karena faktor ekonomis dan lebih familiar disegala lapisan masyarakat. *Sony Corporation* sebagai perusahaan elektronik terbesar di dunia telah mengembangkan baterai dengan berbahan dasar kentang.

Bio baterai yang menghasilkan listrik dari karbohidrat (gula) dengan menggunakan enzim sebagai katalis dengan memakai prinsip pembentukan energi pada makhluk hidup. Sel uji dari *bio battery* gula ini telah dapat mengeluarkan daya 50 mW, tingkat tertinggi yang dapat dicapai *bio battery* pasif yang ada sampai sekarang. Output sel uji tersebut mampu menjalankan walkman untuk satu daftar lagu normal.

Namun teknologi ini masih memiliki kelemahan secara ekonomi yaitu mahalnya harga suatu enzim. Padahal enzim ini menurut versi sony merupakan unsur utama karena berfungsi untuk memecah karbohidrat dalam kentang. Kemudian proses pembuatannya juga membutuhkan larutan fosfat dengan konsentrasi tinggi. Tentunya larutan kimia ini mempunyai efek tertentu terhadap alam seandainya zat ini terbuang bersama sisa baterai kentang. Dengan demikian perlu dipikirkan cara lain untuk memperoleh energi listrik dari baterai kentang dengan cara yang lebih ekonomis dengan tetap mempertimbangkan efisiensinya. Bio listrik memang menjanjikan untuk alternatif energi masa depan.

Pada manusia secara alami telah di produksi sejumlah enzim yang masing-masing memiliki fungsi tertentu untuk membantu pencernaan makanan dalam sistem pencernaan. Salah satu enzim yang diproduksi oleh tubuh adalah enzim ptialin yang identik dengan enzim amilase. Enzim ini diproduksi di rongga mulut (air ludah). Enzim ini mampu merombak pati (karbohidrat) menjadi glukosa.

Prinsip biobaterai pada dasarnya hanya melibatkan transportasi elektron antara dua elektroda yang dipisahkan oleh medium konduktif (elektrolit) yang

memberikan kekuatan gerak elektro berupa potensial listrik dan arus Kartawidjaja (dalam Jauharah, Dian W. 2013). Pada elektroda elektrolit, elektron mengalir dibawa oleh ion-ion dan kemudian mengalami elektrolisis. Elektrolisis berarti perubahan kimia yang diproduksi dengan melewati arus listrik melalui elektrolit. Aliran elektron dari katoda melalui elektrolit keanoda. Katoda adalah elektroda negatif, seperti lempengan tembaga, dan anoda adalah elektroda positif, seperti lempengan seng. Proses ini akan menghasilkan listrik dengan cara yang sama sebagai baterai dari sel volta.

Tujuan yang diangkat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penambahan enzim ptialin ini akan memecahkan karbohidrat yang pada gilirannya mampu mengoptimalkan arus, mengetahui komposisi enzim yang tepat untuk mendapatkan nilai arus optimum dan mengetahui efektivitas dari bio baterai yang dihasilkan ditinjau dari kestabilan arus listrik yang dihasilkan.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di lapangan pada bulan Juni-Desember 2016.

Penelitian ini melibatkan tiga buah variabel yaitu

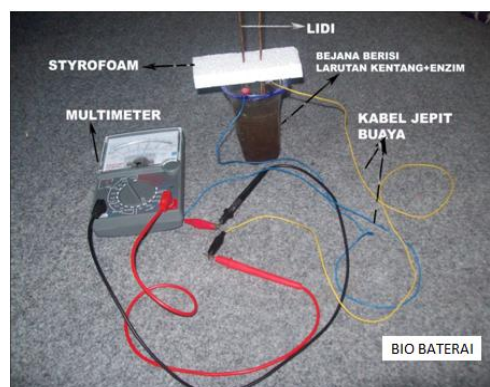
1. Variabel bebas : volume dari enzim ptialin yang kita variasi yaitu 11 ml, 13ml, 16 ml, 20 ml, 30 ml.
2. Variabel terikat : arus listrik dan waktu.
3. Variabel kontrolnya adalah:
  - a) Jarak dua elektrode (11,6 cm).
  - b) Luas permukaan elektrode (15 cm<sup>2</sup>)
  - c) elektrode yaitu karbon dan seng
  - d) volume ekstrak kentang (80 ml)

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Multimeter analog (5 buah)
2. Kentang (1 kg).
3. Botol (1,5 L)
4. Beker Glass 100ml (5 buah),
5. Kabel (2 m)
6. Styrofoam (50 cm x 50cm)
7. Plat tembaga dan seng
8. Lidi (10 buah)

## 9. Bejana (6 buah)

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental untuk menentukan penggunaan enzim ptialin dalam pemecahan karbohidrat pada ekstrak kentang dan dalam usaha peningkatan arus listrik secara maksimum pada ekstrak kentang dan efektivitasnya terhadap waktu.



**Gambar 1.**

*Skema percobaan*

## Metode Pengumpulan Data

Data yang diukur dalam penelitian ini adalah volume ekstrak kentang ( $V_k$ ), volume enzim ( $v_e$ ) dan arus listrik ( $I$ ). Kemudian hasil yang akan diperoleh merupakan arus listrik berubah waktu. Langkah-langkah/prosedur penelitian yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah:

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Melakukan kalibrasi untuk setiap pengukuran pada setiap alat yang akan digunakan khususnya pada multimeter.
3. Mengupas kentang dan memeras kentang tersebut dan mengendapkan sampai benar-benar pati mengendap (kurang lebih 3 jam).
4. Menuangkan sebanyak 80 ml ke dalam bejana.
5. Menyiapkan enzim dengan volume 11 ml dan mencampurkannya ke dalam ekstrak kentang yang telah disiapkan di bejana.
6. Memasukkan plat tembaga dan seng sebagai elektrode ke dalam bejana dan menghubungkannya ke multimeter dengan kabel.

7. Mengukur arus dan tegangan yang terbaca di multimeter dan mencatat setiap perubahan arus setiap waktu.
8. Mentabulasikan data yang diperoleh.
9. Mengulangi percobaan dengan volume enzim yang telah divariasikan yaitu 13ml, 16 ml, 20 ml, 30 ml.

### Teknik Analisis Data

Dari hasil pengukuran arus listrik (I), volume ekstrak kentang dan volume larutan enzim kita dapat menentukan perbandingan dari tiap unsur dalam eksperimen untuk menghasilkan daya listrik yang optimum. Grafik dapat kita buat dengan software origin.

Untuk memperoleh penjelasan yang akurat mengenai fenomena kenaikan dan penurunan arus listrik maka kita perlu mengetahui konduktivitas larutan yang kita gunakan. Aliran listrik dalam suatu larutan elektrolit akan memenuhi hukum Ohm yang menyatakan bahwa besarnya arus listrik (*I ampere*) melalui larutan sama dengan perbedaan potensial (*V volt*) dibagi dengan tahanan (*R Ohm*). Secara matematika hukum Ohm akan dapat ditulis sebagai:

$$I = \frac{V}{R}$$

Tahanan suatu larutan bergantung pada dimensi larutan lainnya berdasarkan rumus:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

- $\rho$  = tahanan spesifik atau resistivitas, ohm cm (satuan SI ohm m)  
 $l$  = panjang, cm (SI: meter)  
 $A$  = luas penampang lintang, cm<sup>2</sup> (SI= m<sup>2</sup>)

Satuan ohm sering ditulis dengan simbol omega ( $\Omega$ ). Kebalikan dari tahanan adalah konduktansi ( $\Omega^{-1}$ )

$$C = \frac{1}{R}$$

C = konduktansi

Kebalikan dari resistivitas dinamakan sebagai konduktansi spesifik atau konduktivitas.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$\sigma$  = konduktivitas dengan satuan  $\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$

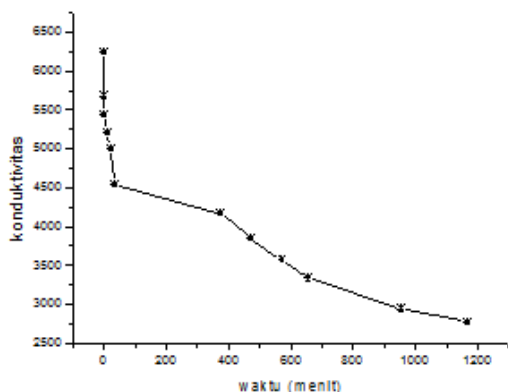
Untuk suatu larutan biasanya yang diukur adalah konduktannya, bukan tahananannya.

### HASIL

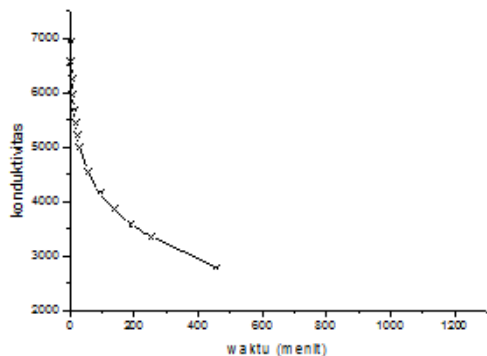
Dari hasil penelitian ternyata karbohidrat dalam ekstrak kentang bisa dipecahkan dengan enzim ptialin. Hal ini dibuktikan dengan berubahnya rasa ekstrak kentang yang relatif lebih manis daripada sebelum diberi enzim ptialin.

Ekstrak kentang yang telah disiapkan kemudian dibuat sebuah sel baterai dengan menempatkan larutan tersebut ke dalam sebuah bejana dan diberi dua buah plat logam sebagai elektrode. Setiap sel yang diteliti mengandung ekstrak kentang dengan volume 80 ml. Kemudian kita variasi volume enzim ptialin dengan volume 11 ml, 13 ml, 16 ml, 20 ml, 30 ml yang akan kita campurkan ke ekstrak kentang. Selanjutnya setiap sel diteliti arus yang dihasilkan dan efektivitasnya terhadap waktu. Arus listrik yang terjadi pada reaksi ini berhubungan dengan konduktivitas larutan dalam sel. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengukuran konduktivitas untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan enzim terhadap ekstrak kentang.

Dari hasil pengukuran ekstrak kentang dengan dan tanpa enzim ptialin diperoleh grafik sebagai berikut yang disajikan pada gambar 2 dan gambar 3 dibawah ini.



**Gambar 2.**  
**Grafik konduktansi ekstrak kentang 80 ml +16 ml enzim**

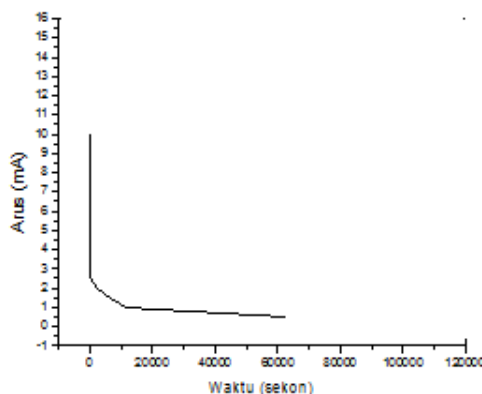


**Gambar 3.**  
**Grafik konduktansi ekstrak kentang 80 ml non enzim**

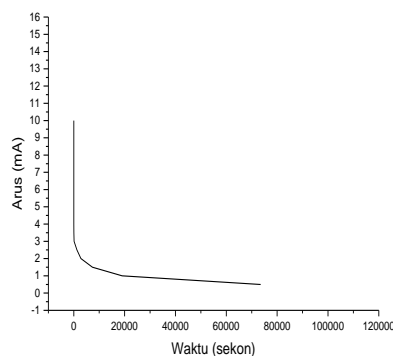
Melalui perbandingan antara hasil pengukuran konduktivitas pada ekstrak kentang yang mengandung enzim dan tidak maka dapat diketahui bahwa penambahan enzim mempengaruhi konduktivitas larutan yang pada akhirnya mempengaruhi besar arus listrik yang dihasilkan.

Berdasarkan data variasi penambahan enzim pada 80 ml ekstrak kentang diketahui bahwa terdapat komposisi tertentu dari campuran ekstrak kentang dan enzim yang mampu menghasilkan arus yang optimum.

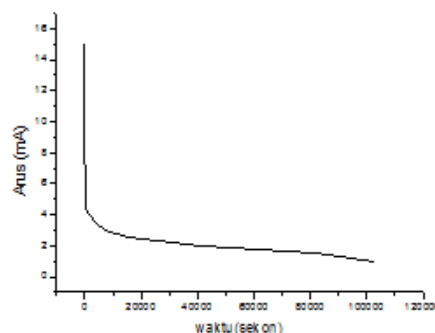
Pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 9 berikut disajikan grafik besar arus yang dihasilkan dari ekstrak kentang yang ditambahkan larutan enzim.



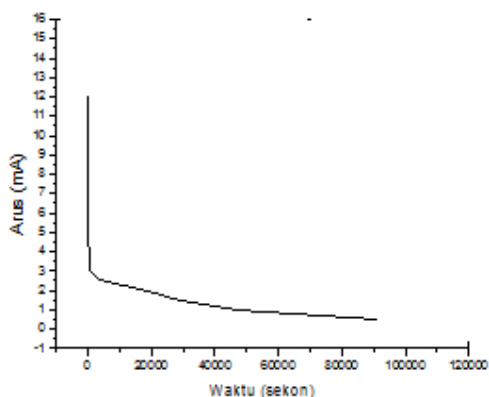
**Gambar 4.**  
**Grafik dengan 80 ml ekstrak kentang + 11 ml larutan enzim ptialin**



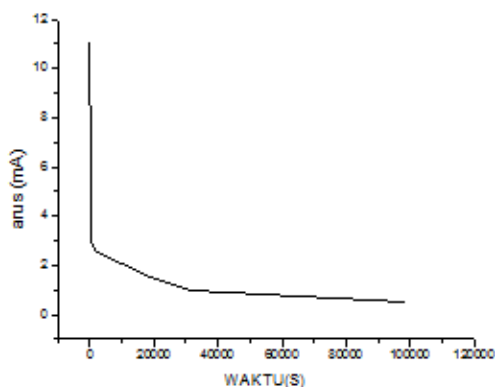
**Gambar 5.**  
**Grafik dengan 80 ml ekstrak kentang + 13 ml larutan enzim ptialin**



**Gambar 6.**  
**Grafik dengan 80 ml ekstrak kentang + 16 ml larutan enzim ptialin**

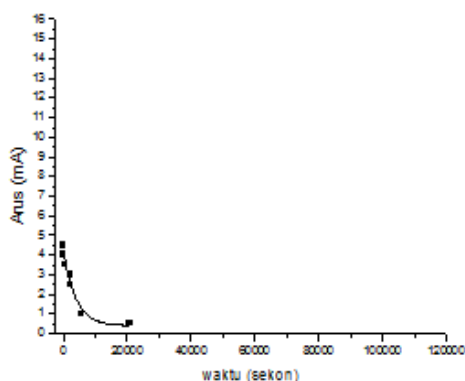


**Gambar 7**  
*Grafik dengan 80 ml ekstrak kentang + 20 ml larutan enzim ptialin*



**Gambar 8**  
*Grafik dengan 80 ml ekstrak kentang + 30 ml larutan enzim ptialin*

Untuk larutan tanpa penambahan enzim grafik hubungan antara arus dengan lama waktu arus dapat bertahan disajikan pada gambar 9.

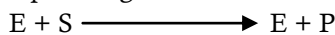


**Gambar 9**  
*Grafik ekstrak kentang tanpa enzim*

**PEMBAHASAN**

Ekstak kentang ini bersifat asam karena mampu memerahkan kertas lakmus biru kemudian setelah di tambahkan enzim ptialin, larutan ini tetap bersifat asam. Dalam penelitian ini peneliti melakukan serangkaian uji coba untuk menemukan komposisi yang tepat antara larutan enzim dan ekstrak kentang dalam pengoptimalan arus listrik yang dihasilkan oleh bio baterai kentang ini. Terlebih dahulu peneliti melakukan uji konduktivitas untuk menentukan ada atau tidaknya pengaruh enzim terhadap daya hantar listrik pada ekstrak kentang.

Setelah diketahui bahwa penambahan enzim akan mempengaruhi terhadap konduktivitas maka baru dilakukan beberapa percobaan dengan komposisi yang berbeda antara ekstrak kentang dan enzim untuk mengetahui komposisi yang tepat atau paling tidak mendekati ideal dalam pencapaian arus listrik bio baterai kentang. Enzim dalam hal ini tidak ikut bereaksi karena berfungsi sebagai katalisator. Secara sederhana bisa dituliskan persamaan reaksi pada setiap sampel sebagai berikut:



- dengan E : Enzim
- S : Substrat
- P : Produk

Pada penelitian ini volume ekstrak kentang dibuat tetap yaitu 80 ml. Kemudian peneliti memvariasi larutan enzim ptialin yaitu 11 ml, 13 ml, 16 ml, 20 ml, 30 ml. peneliti tidak mampu menambah volume enzim ptialin ini dikarenakan keterbatasan produksi enzim ini dalam mulut peneliti.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan antara penambahan enzim dengan arus yang dihasilkan. Kenaikan jumlah volume larutan enzim ptialin yang ditambahkan pada setiap sampel selalu diiringi kenaikan arus listrik yang dihasilkan. Namun ternyata terjadi semacam peristiwa anomali perilaku dari larutan tersebut terhadap besar arus yang dihasilkan. Dari setiap sampel yang terdiri

dari larutan enzim dan ekstrak kentang dengan komposisi berbeda, dibuat grafik hubungan antara besar arus listrik yang dihasilkan dengan lama waktu arus tersebut bertahan.

Dari grafik hubungan antara besar arus listrik yang dihasilkan dan lama waktu arus tersebut bertahan dapat diketahui bahwa hubungannya adalah negatif, yaitu dengan bertambahnya waktu ternyata besar arus listrik mengalami penurunan tetapi pada waktu tertentu arus menunjukkan nilai kestabilan yang sama pada setiap sampel.

Pada penambahan 11 ml/larutan enzim arus maksimum yang terbaca adalah 10 mA dan mencapai kestabilan arus dengan nilai 1 mA selama 51.535 sekon. Kemudian pada penambahan 13 ml/larutan enzim arus maksimum yang terbaca adalah 10 mA dan mencapai kestabilan arus pada dengan nilai 1 mA selama 54.480 sekon.

Saat penambahan 16 ml/larutan enzim arus maksimum yang terbaca adalah 15 mA dan mencapai kestabilan arus pada nilai 2 mA selama 40.239 sekon.

Saat penambahan 20 ml/larutan enzim arus maksimum adalah 12 mA dan mencapai kestabilan arus pada 1 mA selama 44.173 sekon.

Dan saat penambahan 30 ml/larutan enzim arus maksimum adalah 11 mA dan mencapai kestabilan arus pada 1 mA selama 67.081 sekon.

Dari hasil penelitian dapat kita simpulkan bahwa komposisi terbaik antara ekstrak kentang dan enzim adalah 80 ml : 16 ml/larutan enzim atau 5 : 1.

Fungsi dari enzim ini sendiri adalah sebagai pemecah karbohidrat. Karbohidrat merupakan sumber energi tumbuhan yang dihasilkan melalui proses fotosintesis. Karbohidrat juga merupakan sumber energi manusia. Untuk mengubah karbohidrat menjadi energi siap pakai maka dengan bantuan enzim, karbohidrat dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana. Untuk kasus bio baterai ini, penambahan enzim akan mengoptimalkan elektrolit dalam larutan

yang memungkinkan tercapainya tingkat daya yang diinginkan.

Dwiaruji (1999: 26) arus listrik erat kaitannya dengan konduktivitas. Semakin besar konduktivitas maka makin bagus daya hantar listriknya. Dalam kaitannya dengan konsep elektrokimia maka makin makin besar konduktivitas maka makin besar larutan tersebut menghasilkan arus. Konduktivitas larutan berbanding lurus dengan mobilitas ion. Mobilitas atau kecepatan ion dalam larutan dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu suhu, konsentrasi larutan, jenis ion dan kuat medan listrik dalam larutan. Pada penelitian ini percobaan dilakukan di ruang terbuka dan dalam jangka waktu lebih dari 20 jam sehingga sulit untuk mengontrol suhu. Padahal kerja enzim sangat dipengaruhi oleh suhu. Tentunya dari semua hasil penelitian ini berbeda jika kita menggunakan jenis kentang yang lain. Tapi hasilnya tidak berbeda jauh antara satu jenis kentang dengan jenis kentang yang lain.

Salah satu manfaat dari penelitian ini adalah sebagai salah satu solusi dari permasalahan energi dengan cara yang lebih sederhana. Dengan memperhatikan arus listrik dan efektivitasnya, baterai ini mampu menyalakan music box lebih dari empat jam non stop.

Keunggulan bio baterai ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu lebih ekonomis karena menggunakan enzim yang mampu diproduksi secara alami oleh tubuh manusia. Disamping itu pembuatan bio baterai ini tidak memerlukan cairan kimia seperti larutan fosfat karena efektivitas bio baterai ini sudah relatif baik.

Prospek pengembangan bio baterai ini sangat cerah dan menjanjikan mengingat terbatasnya sumber energi yang berasal anorganik di alam sedangkan kebutuhan energi di dunia semakin meningkat seiring bertambahnya populasi manusia. Disamping itu pengembangan bio baterai ini diharapkan mampu menekan laju hasil negatif dari modernisasi teknologi.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: (1) Enzim ptialin mampu memecah karbohidrat yang terdapat pada ekstrak kentang. (2) Komposisi terbaik untuk menghasilkan arus listrik optimum adalah dengan perbandingan 5:1 untuk ekstrak kentang dan enzim ptialin. (3) Arus pada bio baterai ini mampu bertahan lebih dari 25 jam, berlaku pada penambahan enzim dari 11 m/ sampai dengan 30 m/.

Beberapa keterbatasan yang mempengaruhi penelitian ini yaitu : (1) Penelitian ini dilakukan di ruang terbuka dan dalam waktu yang cukup lama yaitu lebih dari 24 jam sehingga mempengaruhi fisik peneliti yang pada akhirnya mempengaruhi kepresisian dalam membaca multimeter. (2) Kondisi suhu lingkungan tidak stabil yang pada akhirnya akan mempengaruhi kinerja enzim dalam memecah karbohidrat. (3) Untuk menghasilkan enzim 10m/ kita perlu waktu sekitar 30 menit sehingga enzim sudah terkontaminasi oleh lingkungan luar yang suhunya jauh lebih besar dari suhu dalam mulut sehingga besar kemungkinan enzim ptialin mulai rusak.

Saran penelitian : (1) Penelitian lebih baik dilakukan bersama rekan untuk mengoptimalkan konsentrasi. (2) Untuk hasil penelitian yang lebih baik, maka penelitian dilakukan pada ruang tertutup dengan suhu ruangan yang dijaga karena enzim akan rusak oleh suhu dan tekanan yang terlalu tinggi, misal dengan menggunakan oven.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chang, R. (2005). Kimia Dasar: Konsep – konsep Inti, jilid 2 (Ed.Ketiga). Terjemahan oleh M.A Martoprawiro, dkk.Jakarta :Erlangga.
- Erkol M., Kisoglsticu M., Buyukkasap E., (2010).The Effect of Implementation of Science Writing Heuristic on Students' Achievement and Attitudes toward Laboratory in Introductory Physics Laboratory. *Procedia Social and Behavioral Sciences.* **2**, 2310-2314.

- Urba Ziyauddin Siddiqui1, Anand K.Pathrikar2 (2013) Future Bio Bateray. *International Journal of Research in Rekayasa dan Teknologi* eISSN: 2319-1163.
- 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.
- Igharo, Kenneth O. (2012). Construction of a primary Dry Cell Battery From Cassava Juice Extracts (The Cassava Battery Cell). *Journal of Educational and Social Research.***2**,(8), 18- 23.
- Dwiaruji. (1999). laporan penelitian fisika “ Hubungan Antara Konsentrasi Dengan Konduktifitas Pada Larutan Madu dan Beberapa Larutan Gula”. Yogyakarta : IKIP Yogyakarta.
- Tony Bird. (1987). *Kimia Fisika Untuk Universitas*. Jakarta : PT Gramedia