

---

---

## Pengembangan Alat Praktikum Fisika Untuk Menunjukkan Pengaruh Cabai dan Tomat Pada Pembangkitan Tenaga Baterai Alternatif

Uswatun Khasanah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitas Ahmad Dahlan; Yogyakarta; Indonesia  
correspondence e-mail\*, [uswatun.k@amikom.ac.id](mailto:uswatun.k@amikom.ac.id)

Submitted: Revised: 2024/01/21 Accepted: 2024/01/21 Published: 2024/01/20

### Abstract

This Research was conducted about the development of physics lab tools to show the effect of chilies and tomatoes on alternative battery power generation. This research aims to 1. find out whether tomatoes and chilies can be used as a source of electrical energy. 2. Find out what the mix optimum composition of tomatoes, chilies and water which can generate a maximum electrical energy. This research uses a proto-type of used batteries or batteries that are not used by removing manganese stone paste and replaced with a paste of chilies and tomatoes. This research used 2 samples consisting of a battery of mixed tomatoes and chilies without using additional water and a battery of mixed tomatoes and chilies using additional water in the mixture. Each battery has its potential difference measured. The next experiment was to create a closed circuit of each battery and connected with the LED lights, then measured the resulting voltage and current was generate. From the data it can be concluded that 1. the potential difference in a battery mixed with tomatoes and chilies without adding water is the best, namely when the composition of chilies is 100% 2. the potential difference in batteries mixed with tomatoes and chilies with the addition of water is best when the composition of tomatoes is 20% and chilies are 80%. 3. The average running time for LED lights in a closed circuit of mixed tomatoes and chilies, both with and without water, is 2 – 4 hours.

### Keywords

fruit batteries, alternative batteries, tomatoes and chilies batteries, tomatoes and chilies battery energy.



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

## PENDAHULUAN

Listrik adalah energi yang memiliki peranan paling vital dalam kehidupan manusia.<sup>1</sup> Sumber energi penggerak listrik yang paling banyak digunakan saat ini adalah minyak bumi dan batu bara, akan tetapi akibat eksploitasi yang berlebihan SDA ini semakin lama mengalami

---

<sup>1</sup> Fa. 2011. *Lifting dan Konsumsi BBM 2011*. <http://djorky112.blogspot.com/2011/03/lifting-konsumsi-bbm-2011.html> (diakses tanggal 6 juni 2013)

penyusutan. Indonesia adalah salah satu negara pemakai listrik yang bergantung pada energi minyak bumi dan batu bara.<sup>2</sup>

Dewasa ini, banyak sumber daya alam terbaharukan yang diujicobakan untuk menjadi sumber energi listrik alternatif, salah satunya buah-buahan.<sup>3</sup> Energi alternatif merupakan sumber energi yang dihasilkan dari bahan-bahan yang belum pernah dimanfaatkan secara luas. Saat ini, penelitian mengenai energi alternatif lebih dititik beratkan pada energi alternatif yang menggunakan bahan-bahan alami dan bersumber dari alam.

Elektrolit dalam batu baterai bersifat asam, sehingga buah yang bersifat asam dapat menjadi elektrolit.<sup>4</sup> Pada penelitian ini akan dibuat baterai organik yaitu baterai yang memanfaatkan bahan organik sebagai pasta (bahan isian baterai). Sebagai bahan pasta dipilih limbah buah-buahan yaitu tomat dan cabai, buah-buahan yang memiliki keasaman ini ideal untuk dijadikan sumber listrik. Dipilihnya bahan ini karena dari beberapa referensi menunjukkan bahwa tomat dan cabai berpotensi untuk dijadikan pasta baterai organik. Keunggulan lain jenis baterai ini bersifat refillable (dapat diisi ulang).<sup>5</sup> Lain dengan baterai konvensional biasanya setelah habis energinya dibuang. Hal ini tentu tidak efisien. Selain itu baterai bekas yang dibuang ke tanah akan menghasilkan limbah yang sulit terurai secara alami seperti kalium dan natrium sehingga mencemari tanah, dan dapat mengurangi kesuburan tanah.<sup>6</sup> Dengan memvariasi komposisi antara cabai dan tomat serta memvariasi kandungan air sebagai penentu konsentrasi pasta, maka diharapkan dapat diperoleh komposisi optimum pembentuk pasta yang dapat menghasilkan tenaga listrik maksimum.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Belen Septian (2012), dengan pengukuran tegangan pada buah tomat secara langsung menggunakan pelat tembaga dan aluminium sebagai elektroda. Tegangan yang dihasilkan oleh setiap buah tomat ukuran sedang adalah 0,3 volt. Buah tomat disusun seri dengan prinsip anoda-katoda yang terhubung dengan kabel dan capit buaya. Dan untuk menyalakan sebuah lampu LED 2,4 volt diperlukan minimal 6 buah tomat yang dirangkai seri, dan tegangan yang dihasilkan oleh 6 buah tomat adalah sebesar 1,8

---

<sup>2</sup> Maryuanah N. dan Nana Sutresna. 1999. *Kimia untuk Sekolah Menengah Umum Kelas III*. Bandung: Grafindo

<sup>3</sup> Eka, Firda. 2012. *Tomat Sebagai Sumber Alternatif Pembangkit Listrik*. Jombang

<sup>4</sup> Jo, D. "Pengertian Logam Definisi Logam". <http://dwi-jo.blogspot.com/2011/11/pengertian-logam-definisi-logam.html> (diakses tanggal 13 juni 2013)

<sup>5</sup> Septian, Belen. 2012. *Jurnal Energi Tomat*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung

<sup>6</sup> Gussow, M. (2002). *Dasar-dasar Teknik Listrik*. Jakarta: Erlangga.

volt, dengan nyala yang dihasilkan oleh lampu LED redup.<sup>7</sup>

Menurut Daniella, dkk (2013), dengan pengukuran buah tomat secara langsung dan dihubungkan dengan lampu LED, yaitu menggunakan buah tomat hijau.<sup>8</sup> Tomat mengandung zat asam yang tinggi sehingga bisa digunakan sebagai pengganti pasta pada baterai. Dengan penelitian menggunakan buah tomat hijau yang berukuran sedang, menghasilkan tegangan sebesar 0,75 volt. Dan lampu LED akan tetap menyala jika cairan yang ada dalam buah tomat masih ada.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan buah tomat merah dan cabai rawit merah sebagai subjek, dilaksanakan di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta pada bulan Agustus hingga Oktober 2013. Bahan yang digunakan melibatkan buah tomat, buah cabai merah, dan baterai bekas. Instrumen penelitian mencakup pisau, paku, batang Cu, penjepit buaya, voltmeter, alat penumbuk, lakban, neraca digital, lampu LED, pemotong kuku, dan gelas kimia. Metode pengumpulan data dilakukan dengan mengganti pasta dalam baterai bekas dengan pasta dari tomat dan cabai yang dihaluskan, kemudian mengukur beda potensial menggunakan voltmeter. Data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik waktu terhadap beda potensial. Analisis data melibatkan pengukuran beda potensial pada baterai organik tomat dan cabai yang telah dihaluskan dengan penambahan air pada komposisi pasta, dan hasilnya dipresentasikan dalam tabel dan grafik.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Penelitian**

#### ***Uji daya hantar listrik pada buah tomat dan cabai yang telah dihaluskan***

Dengan melakukan uji beda potensial yaitu memasukkan batang tembaga (Cu) dan paku (Fe) pada buah cabai dan tomat yang telah dihaluskan, diketahui bahwa buah tomat dan cabai bisa menghasilkan beda potensial. Batang Cu dan Fe berfungsi sebagai elektroda yang dihubungkan

---

<sup>7</sup> Tipler, P A. 2001. Fisika untuk Sains dan Teknik edisi ketiga. Jakarta: Erlangga

<sup>8</sup> Daniellasari.2013. *Praktek Diversifikasi Energi Tomat sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif*. Blogger Daniella's inspiration (diakses tanggal 3 juni 2013)

dengan alat ukur beda potensial listrik (voltmeter). Berdasarkan uji ini, ternyata jarum voltmeter bergerak yang artinya terdapat beda potensial listrik antar elektroda Cu dan Fe.

Dalam 40 gram tomat yang telah dihaluskan menghasilkan beda potensial sebesar 0,6 volt. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dalam 1 gram buah tomat yang telah dihaluskan menghasilkan beda potensial sebesar 0,015 volt. Sedangkan dalam 40 gram buah cabai merah yang telah dihaluskan menghasilkan beda potensial sebesar 0,4 volt. Dapat disimpulkan bahwa dalam 1 gram buah cabai merah yang telah dihaluskan menghasilkan beda potensial sebesar 0,01 volt.

***Baterai dengan pasta buah tomat dan cabai yang telah dihaluskan tanpa penambahan air***

Berdasarkan uji kandungan listrik pada buah tomat dan buah cabai yang telah dihaluskan, ternyata tidak praktis untuk digunakan. Supaya pemanfaatan energi listrik pada buah tomat dan buah cabai yang telah dihaluskan lebih praktis, maka perlu dilakukan pengemasan. Dalam penelitian ini, buah tomat dan buah cabai yang telah dihaluskan dikemas dalam bentuk baterai buah tomat dan cabai. Buah tomat dan cabai yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam baterai kering bekas yang sudah dibersihkan dan dibuang pasta mangan dioksidanya (MnO<sub>2</sub>).

Penelitian kedua, dibuat baterai buah tomat merah yang telah dihaluskan tanpa menggunakan campuran atau tambahan air. Diukur setiap lima (5) jam, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 7. Uji beda potensial pada baterai buah tomat merah halus tanpa air

No.	jam ke-	tomat 100%cabai 0%
1	0	0,9
2	5	0,5
3	10	0,4
4	15	0,5
5	20	0,65
6	25	0,7
7	30	0,75
8	35	0,55
9	40	0,55
10	45	0,55
11	50	0,5

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan beda potensial untuk baterai tomat merah dengan massa 32 gram pada saat awal sebesar 0,9 volt, maka beda potensial untuk 1 gram tomat halus yang sudah dimasukkan ke dalam baterai adalah 0,028 volt. Pada lima jam pertama terjadi penurunan tegangan sebesar 0,4 volt, menjadi 0,5 volt. Dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan beda potensial pada percobaan awal tanpa dikemas ke dalam baterai. Pada saat belum dikemas ke dalam baterai 1 gram buah tomat halus menghasilkan beda potensial sebesar 0,015 volt, sedangkan pada saat sudah dikemas dengan baterai bekas menghasilkan beda potensial untuk 1 gram buah tomat halus sebesar 0,028 volt. Hal ini disebabkan karena elektroda yang digunakan berbeda. Pada uji beda potensial tanpa dikemas ke dalam baterai menggunakan elektroda Cu dan Fe, sedangkan pada baterai elektroda yang digunakan adalah C dan Zn. Menurut deret volta Zn berada di sebelah kiri Fe, artinya Zn lebih reaktif dibandingkan Fe. Zn lebih mudah melepaskan elektron daripada Fe, itulah sebabnya beda potensial antara elektroda C dan Zn lebih besar daripada ketika diberi elektroda Cu dan Fe.

Tabel 8. Uji beda potensial pada baterai buah cabai rawit merah halus tanpa penambahan kadar air

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	0,9
2	5	0,95
3	10	0,4
4	15	0,4
5	20	0,65
6	25	0,75
7	30	0,7
8	35	0,7
9	40	0,65
10	45	0,65
11	50	0,75

Sedangkan pada baterai cabai rawit merah halus tanpa penambahan kadar air, didapatkan beda potensial awal sebesar 0,9 volt untuk 32 gram massa cabai rawit merah halus, sehingga beda potensial untuk 1 gram cabai rawit merah halus sebesar 0,028 volt. Pada lima jam pertama terjadi kenaikan tegangan sebesar 0,05 volt menjadi 0,95 volt. Dan pada lima jam kedua atau sepuluh jam

tegangan turun menjadi 0,4 volt sampai dengan lima jam ketiga. Kemudian 20 jam berikutnya dari yang pertama dihasilkan tegangan yang meningkat dari 0,4 volt menjadi 0,65 volt, dan 5 jam kemudian bertambah lagi menjadi 0,75 volt, baru 5 jam berikutnya turun lagi menjadi 0,7 volt.

Tabel 9. Uji beda potensial baterai pasta tomat 80% dan cabai 20% tanpa penambahan air

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	0,75
2	5	0,65
3	10	0,4
4	15	0,4
5	20	0,4
6	25	0,4
7	30	0,45
8	35	0,45
9	40	0,5
10	45	0,5
11	50	0,5

Dari data diatas didapatkan hasil beda potensial untuk baterai campuran tomat dengan kadar 80% dan cabai 20% tanpa penambahan air pada awal pengukuran sebesar 0,75 volt. Pada pengukuran lima jam berikutnya tegangan turun menjadi 0,65 volt dan 10 jam berikutnya sampai dengan 25 jam berikutnya tegangan stabil/konstan sebesar 0,4 volt. Kemudian 30 jam berikutnya tegangan naik menjadi 0,45 volt sampai dengan 5 jam berikutnya. Dan pada 40 jam berikutnya sampai dengan 50 jam tegangan naik dan konstan sebesar 0,5 volt.

Tabel 10. Uji beda potensial baterai pasta campuran tomat 60% dan cabai 40% tanpa penambahan air

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	0,9
2	5	0,85
3	10	0,4
4	15	0,4
5	20	0,4

6	25	0,4
7	30	0,4
8	35	0,4
9	40	0,4
10	45	0,4
11	50	0,4

Dari data diatas, didapatkan beda potensial baterai campuran tomat dengan kadar 60% dan cabai 40% tanpa penambahan air sebesar 0,9 volt untuk 32 gram. Pada pengukuran lima jam berikutnya terjadi penurunan tegangan sebesar 0,05 volt sehingga menjadi 0,85 volt.

Tabel 11. Uji beda potensial baterai campuran tomat 50% dan cabai 50%

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	0,8
2	5	0,9
3	10	0,35
4	15	0,4
5	20	0,35
6	25	0,35
7	30	0,35
8	35	0,4
9	40	0,4
10	45	0,4
11	50	0,4

Dari data tabel di atas didapatkan hasil pengukuran untuk baterai campuran tomat 50% dan cabai 50% tanpa penambahan air sebesar 0,8 volt untuk 32 gram pasta. Pada 5 jam berikutnya beda potensial naik menjadi 0,9 volt. Pada jam ke-10 tegangan turun drastic menjadi 0,35 volt, lima jam berikutnya naik menjadi 0,4 volt, dan lima jam berikutnya turun lagi menjadi 0,35 volt sampai dengan pengukuran pada jam ke-30. Dan mengalami kenaikan yang konstan dari jam ke-35 sampai dengan jam ke-50 yaitu 0,4 volt.

Tabel 12. Uji beda potensial baterai campuran tomat 40% dan cabai 60% tanpa penambahan air

No.	jam ke-	tomat 40% cabai 60%
-----	---------	---------------------

1	0	0,8
2	5	0,8
3	10	0,6
4	15	0,6
5	20	0,6
6	25	0,5
7	30	0,5
8	35	0,5
9	40	0,4
10	45	0,4
11	50	0,4

Dari data di atas didapatkan hasil pengukuran awal sampai dengan lima jam berikutnya sebesar 0,8 volt. Dan mengalami penurunan pada pengukuran jam ke-10 sebesar 0,2 volt yaitu menjadi 0,6 volt sampai dengan jam ke-20. Dan pengukuran pada jam ke-25 sampai dengan jam ke-35 konstan mengalami penurunan 0,1 volt dari data sebelumnya. Dan 40-50 jam dari pengukuran awal dihasilkan tegangan yang konstan dan menurun dari tegangan sebelumnya menjadi 0,4 volt.

Tabel 13. Uji beda potensial baterai campuran tomat 20% dan cabai 80% dengan tanpa penambahan air

No.	jam ke-	tomat 20% cabai 80%
1	0	0,8
2	5	0,7
3	10	0,7
4	15	0,5
5	20	0,5
6	25	0,4
7	30	0,55
8	35	0,55
9	40	0,4
10	45	0,4
11	50	0,4



Dari hasil pengukuran awal pada komposisi tomat 20% dan cabai sebesar 80% dalam baterai, dihasilkan tegangan sebesar 0,8 volt. Dan mengalami penurunan pada lima jam berikutnya menjadi 0,7 volt konstan sampai dengan 10 jam berikutnya. Dan pada 15 jam berikutnya turun sebesar 0,2 volt menjadi 0,5 volt dari pengukuran sebelumnya. Pada jam ke-25 turun lagi menjadi 0,4 volt, namun pada jam ke-30 sampai dengan jam ke-35 tegangan naik menjadi 0,55 volt, dan turun lagi pada jam ke-40 sampai dengan jam ke-50 yaitu menjadi 0,4 volt.

***Baterai dengan pasta buah tomat dan buah cabai yang telah dihaluskan dengan penambahan air***

Penelitian berikutnya, dengan membuat pasta baterai dari campuran cabai dan tomat dengan penambahan kadar air, kadar air dari masing-masing baterai campuran cabai dan tomat adalah sebesar 2 gram sehingga berat baterai dengan penambahan air menjadi 34 gram. Didapatkan data-data sebagai berikut :

Tabel 14. Uji beda potensial baterai buah tomat merah halus dengan penambahan kadar air

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	0,9
2	5	0,45
3	10	0,4
4	15	0,4
5	20	0,4
6	25	0,45
7	30	0,45
8	35	0,4
9	40	0,4
10	45	0,4
11	50	0,4
12	55	0,4

Dari data hasil percobaan di atas dihasilkan tegangan awal baterai tomat dengan penambahan air sebesar 0,9 volt. Namun pada pengukuran 5 jam berikutnya turun menjadi 0,45 volt, dan jam ke-10 turun lagi menjadi 0,4 volt sampai dengan jam ke-20. Dan naik lagi pada jam ke-25 sampai dengan jam ke-30 menjadi 0,45 volt. Pada jam ke-35 sampai dengan jam ke-50 turun dan konstan menjadi 0,4 volt.

Tabel 15. Uji beda potensial pada baterai cabai merah halus dengan penambahan air

No.	jam ke-	tomat 0% cabai 100%
1	0	0,6
2	5	0,4
3	10	0,4
4	15	0,4
5	20	0,55
6	25	0,55
7	30	0,5
8	35	0,45
9	40	0,4
10	45	0,4
11	50	0,4
12	55	0,35

Dari data di atas dihasilkan pengukuran awal baterai cabai dengan penambahan air sebesar 0,6 volt. Pada jam ke-5 sampai dengan jam ke-15 turun dan konstan menjadi 0,4 volt, namun pada jam ke-20 sampai dengan jam ke-25 naik sebesar 0,15 volt menjadi 0,55 volt. Setelah jam ke-30 sampai dengan jam ke-55 terjadi penurunan tegangan hingga terukur 0,35 volt.

Tabel 16. Uji beda potensial baterai tomat 80% dan cabai 20% dengan penambahan kadar air

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	0,6
2	5	0,45
3	10	0,45
4	15	0,5
5	20	0,45
6	25	0,45
7	30	0,45
8	35	0,45
9	40	0,45
10	45	0,4
11	50	0,5
12	55	0,4

Dari data hasil percobaan di atas didapatkan bahwa pada pengukuran awal baterai tomat dengan kadar 80% dan cabai 20% adalah sebesar 0,6 volt lebih kecil dibandingkan dengan percobaan sebelumnya dengan tanpa penambahan air. Kemudian 5-10 jam berikutnya turun menjadi 0,45 volt, namun pada jam ke-15 naik lagi menjadi 0,5 volt dan jam ke-20 sampai dengan jam ke-40 turun dan konstan sebesar 0,45 volt, naik pada jam ke-50 menjadi 0,5 volt dan turun lagi dengan beda 0,1 volt dari sebelumnya menjadi 0,4 volt.

Tabel 17. Uji beda potensial baterai tomat 60% dan cabai 40% dengan penambahan kadar air

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	0,55
2	5	0,45
3	10	0,4
4	15	0,4
5	20	0,3
6	25	0,35
7	30	0,35
8	35	0,35
9	40	0,325
10	45	0,325
11	50	0,3
12	55	0,3

Dari data hasil percobaan di atas dihasilkan pengukuran awal untuk baterai tomat 60% dan cabai 40% dengan penambahan air sebesar 0,55 volt. Pada jam ke-5 turun menjadi 0,45 volt, jam ke-10 sampai jam ke-15 turun menjadi 0,4 volt dan jam ke-20 turun lagi sebesar 0,1 volt menjadi 0,3 volt. Namun pada jam ke-25 sampai dengan jam ke-35 naik sebesar 0,05 volt menjadi 0,35 volt, dan terjadi penurunan tegangan sampai dengan pengukuran pada jam ke-55 menjadi 0,3 volt.

Tabel 18. Uji beda potensial baterai tomat 50% dan cabai 50% dengan penambahan kadar air

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	0,9
2	5	0,65
3	10	0,5

4	15	0,45
5	20	0,4
6	25	0,4
7	30	0,4
8	35	0,35
9	40	0,4
10	45	0,35
11	50	0,4
12	55	0,35

Dari data di atas dihasilkan pengukuran awal untuk baterai tomat dan cabai masing-masing 50% dengan penambahan air sebesar 0,9 volt. Pada 5 jam berikutnya turun menjadi 0,65 volt dan pada jam ke-10 sampai jam ke-35 turun tegangannya menjadi 0,35 volt. Dan naik lagi pada jam ke-40 menjadi 0,4 volt. Dan pada jam ke-45 turun lagi menjadi 0,35 volt.

Tabel 19. Uji beda potensial baterai tomat 40% dan cabai 60% dengan penambahan kadar air

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	0,8
2	5	0,45
3	10	0,45
4	15	0,4
5	20	0,4
6	25	0,4
7	30	0,4
8	35	0,4
9	40	0,4
10	45	0,4
11	50	0,4
12	55	0,4

Dari data hasil percobaan di atas didapatkan hasil pengukuran awal untuk tegangan baterai tomat 40% dan cabai 60 % dengan penambahan kadar air sebesar 0,8 volt. Pada jam ke-5 dan jam ke-10 turun menjadi 0,45 volt. Dan pada jam ke-15 sampai dengan jam ke-55 turun dan konstan pada 0,4 volt.

Tabel 20. Uji beda potensial baterai tomat 20% dan cabai 80% dengan penambahan kadar air

No.	jam ke-	tegangan (volt)
1	0	1
2	5	0,9
3	10	0,8
4	15	0,8
5	20	0,8
6	25	0,75
7	30	0,9
8	35	0,95
9	40	0,95
10	45	0,9
11	50	0,9
12	55	0,9

Dari data di atas didapatkan hasil pengukuran untuk baterai tomat dengan kadar 20% dan cabai 80% dengan penambahan air adalah sebesar 1 volt, lebih baik dibandingkan percobaan sebelumnya yang tanpa menggunakan air. Pada jam ke-5 turun sebesar 0,1 volt, begitu juga pada jam ke-10 turun sebesar 0,1 volt dari sebelumnya menjadi 0,8 volt dan konstan sampai dengan jam ke-20, pada jam ke-25 turun lagi menjadi 0,75 volt. Namun pada jam ke-30 terjadi kenaikan tegangan menjadi 0,9 volt, sampai pada jam ke-35 tegangan naik lagi menjadi 0,95 volt hingga pada jam ke-40, dan terjadi penurunan tegangan pada jam ke-45 menjadi 0,9 volt dan konstan sampai pada jam ke-55.

#### ***Rangkaian tertutup pada baterai campuran tomat dan cabai tanpa penambahan air***

Percobaan keempat yaitu dengan membuat rangkaian tertutup sederhana dari baterai campuran tomat dan cabai dengan mengambil data beda potensial terbaik pada percobaan kedua dan ketiga. Rangkaian tertutup ini dihubungkan dengan lampu LED untuk mengetahui seberapa banyak baterai yang digunakan untuk menyalakan lampu LED dengan tegangan sekitar 2,4 volt yang kemudian diukur beda potensial dan arus yang mengalir pada rangkaian tersebut.

Tabel 21. Rangkaian tertutup 5 baterai cabai merah halus tanpa penambahan kadar air

no.	Jam	waktu	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (Daya)	Energi
1	10.45	0	4,05	70	0,000284	0,000000
2	11.15	30	3,5	55	0,000193	0,005775
3	11.45	60	3	35	0,000105	0,006300
4	12.15	90	2,75	20	0,000055	0,004950
5	12.45	120	2,5	10	0,000025	0,003000
6	13.15	150	2	5	0,000010	0,001500
7	13.45	180	2	2,5	0,000005	0,000900

Untuk menyalakan lampu LED dibutuhkan 5 (lima) rangkaian tertutup baterai cabai merah halus tanpa penambahan air. Diukur dengan selisih waktu 30 menit dengan pengukuran sebelumnya, dihasilkan tegangan awal sebesar 4,05 volt dengan arus 70  $\mu\text{A}$ . Tiga jam kemudian tegangan yang dihasilkan menurun menjadi 2 volt dengan arus sebesar 2,5  $\mu\text{A}$ .

Tabel 22. Rangkaian tertutup 5 baterai tomat tanpa penambahan air

no.	waktu(menit)	tegangan(volt)	arus( $\mu\text{A}$ )	vi (Watt)	Energi (Joule)
1	0	2,9	90	0,000261	0
2	30	2,8	80	0,000224	0,00672
3	60	2,2	70	0,000154	0,00924
4	90	2	60	0,00012	0,0108
5	120	1,6	10	0,000016	0,00192

Pada rangkaian tertutup baterai tomat tanpa penambahan air, juga dibutuhkan 5 baterai untuk menyalakan lampu LED dengan terang. Tegangan awal yang dihasilkan baterai 2,9 volt dan arus 90  $\mu\text{A}$ . Dan hanya bertahan sekitar 2 jam dengan daya  $1,6 \times 10^{-6}$  Watt.

Tabel 23. Rangkaian tertutup 5 baterai tomat 80% dan cabai 20% tanpa penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	2,75	60	0,000165	0,000000
2	30	2,5	45	0,000113	0,003375
3	60	2	30	0,000060	0,003600
4	90	2	10	0,000020	0,001800

5	120	1,75	5	0,000009	0,001050
---	-----	------	---	----------	----------

Pada tabel di atas dihasilkan tegangan awal pada baterai rangkaian tertutup dengan campuran tomat 80% dan cabai 20% sebesar 2,75 volt dan arus sebesar 60  $\mu$ A. Dan lampu LED juga bertahan sekitar 2 jam dengan daya  $9 \times 10^{-6}$  Watt.

Tabel 24. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 60% dan cabai 40% tanpa penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu$ A)	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	3	50	0,000150	0,000000
2	30	2,5	45	0,000113	0,003375
3	60	2,2	30	0,000066	0,003960
4	90	1,75	25	0,000044	0,003938
5	120	1,5	20	0,000030	0,003600

Pada tabel di atas untuk rangkaian tertutup baterai dengan komposisi tomat 60% dan cabai 40% tanpa penambahan air dihasilkan tegangan awal 3 volt dan arus sebesar 50  $\mu$ A. Pada dua jam berikutnya tegangan turun menjadi 1,5 volt dan arus sebesar 20  $\mu$ A dengan daya  $3 \times 10^{-5}$  Watt.

Tabel 25. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 50% dan cabai 50% tanpa penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu$ A)	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	3,5	75	0,000263	0,000000
2	30	2,75	60	0,000165	0,004950
3	60	2,5	45	0,000113	0,006750
4	90	2	30	0,000060	0,005400
5	120	1,75	5	0,000009	0,001050

Pada tabel rangkaian tertutup baterai tanpa penambahan air dengan komposisi tomat dan cabai masing-masing 50% dihasilkan tegangan awal 3,5 volt dan arus sebesar 75  $\mu$ A dengan daya  $2,63 \times 10^{-4}$  Watt. Dua jam berikutnya tegangan dan arus turun menjadi 1,75 volt dan 5  $\mu$ A dengan daya  $9 \times 10^{-6}$  Watt.

Tabel 26. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 40% dan cabai 60% tanpa penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu$ A)	vi (watt)	Energi (Joule)
----	---------------	-----------------	-----------------	-----------	----------------

1	0	3	55	0,000165	0,000000
2	30	2,5	40	0,000100	0,003000
3	60	2,2	25	0,000055	0,003300
4	90	1,75	10	0,000018	0,001575
5	120	1,5	5	0,000008	0,000900

Pada tabel di atas untuk rangkaian tertutup baterai dengan komposisi tomat 40% dan cabai 60% tanpa penambahan air dihasilkan tegangan awal sebesar 3 volt dan arus 55  $\mu\text{A}$  dengan daya  $1,65 \times 10^{-4}$  Watt. Dua berikutnya tegangan dan arus turun menjadi 1,5 volt dengan arus 5  $\mu\text{A}$  dengan daya  $8 \times 10^{-6}$  Watt.

Tabel 27. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 20% dan cabai 80% tanpa penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	2,75	60	0,000165	0,000000
2	30	2,5	55	0,000138	0,004125
3	60	2	35	0,000070	0,004200
4	90	2	20	0,000040	0,003600
5	120	1,75	10	0,000018	0,002100
6	150	1,5	5	0,000008	0,001125

Untuk rangkaian baterai tertutup dengan komposisi tomat 20% dan cabai 80% tanpa tambahan air dihasilkan tegangan awal 2,75 volt dan arus 60  $\mu\text{A}$  dengan daya  $1,65 \times 10^{-4}$  Watt. Dan 2,5 jam berikutnya tegangan dan arus turun menjadi 1,5 volt dan arus 5  $\mu\text{A}$  dengan daya  $8 \times 10^{-6}$  Watt.

#### ***Rangkaian tertutup baterai campuran tomat dan cabai dengan penambahan air***

Sama halnya dengan percobaan keempat, yaitu mengukur beda potensial dan arus pada rangkaian tertutup baterai campuran tomat dan cabai namundengan penambahan air pada proses pencampurannya. Dari percobaan dihasilkan data-data sebagai berikut :

Tabel 28. Rangkaian tertutup 5 baterai tomat 100% cabai 0% dengan penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	3,4	90	0,000306	0,000000
2	30	3	70	0,000210	0,006300



3	60	2,5	60	0,000150	0,009000
4	90	2,2	40	0,000088	0,007920
5	120	2	35	0,000070	0,008400
6	150	1,75	27,5	0,000048	0,007219
7	180	1,5	20	0,000030	0,005400

Pada tabel di atas untuk rangkaian tertutup baterai tomat dengan penambahan air dihasilkan tegangan awal 3,4 volt dan arus 90  $\mu\text{A}$  dengan daya  $3,1 \times 10^{-4}$  Watt. Dan 3 jam berikutnya tegangan dan arus turun menjadi 1,5 volt dan 20  $\mu\text{A}$  dengan daya  $3 \times 10^{-5}$  Watt.

Tabel 29. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 80% dan cabai 20% dengan penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	2,75	60	0,000165	0,000000
2	30	2,5	40	0,000100	0,003000
3	60	2,2	25	0,000055	0,003300
4	90	1,5	20	0,000030	0,002700
5	120	1	20	0,000020	0,002400

Pada rangkaian tertutup baterai tomat 80% dan cabai 20% dengan penambahan air dihasilkan tegangan awal 2,75 volt dan arus 60  $\mu\text{A}$  dengan daya  $1,65 \times 10^{-4}$  Watt. Selang 2 jam berikutnya tegangan dan arus turun menjadi 1 volt dan 20  $\mu\text{A}$  dengan daya  $2 \times 10^{-5}$  Watt.

Tabel 30. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 60% dan cabai 40% dengan penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	2,2	40	0,000088	0,000000
2	30	2	35	0,000070	0,002100
3	60	1,5	25	0,000038	0,002250
4	90	1	20	0,000020	0,001800
5	120	1	15	0,000015	0,001800

Pada tabel di atas untuk rangkaian tertutup baterai campuran tomat 60% dan cabai 40% dihasilkan tegangan awal 2,2 volt dan arus 40  $\mu\text{A}$  dengan daya  $8,8 \times 10^{-5}$  Watt. Dua jam berikutnya tegangan dan arus turun menjadi 1 volt dan 15  $\mu\text{A}$  dengan daya  $1,5 \times 10^{-5}$  Watt.

Tabel 31. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 50% dan cabai 50% dengan penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	3,5	80	0,000280	0,000000
2	30	3	75	0,000225	0,006750
3	60	2,5	65	0,000163	0,009750
4	90	2,2	50	0,000110	0,009900
5	120	2	35	0,000070	0,008400
6	150	2	25	0,000050	0,007500
7	180	1,75	20	0,000035	0,006300

Untuk rangkaian tertutup baterai dengan komposisi tomat dan cabai masing-masing 50% dengan penambahan air dihasilkan tegangan awal 3,5 volt dan arus 80  $\mu\text{A}$  dengan daya sebesar  $2,8 \times 10^{-4}$  Watt. Dan 3 jam berikutnya tegangan dan arus turun menjadi 1,75 volt dan 20  $\mu\text{A}$  dengan daya  $3,5 \times 10^{-5}$  Watt.

Tabel 32. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 40% dan cabai 60% dengan penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	3,2	50	0,000160	0,000000
2	30	2,5	45	0,000113	0,003375
3	60	2,2	30	0,000066	0,003960
4	90	2	20	0,000040	0,003600
5	120	1,75	15	0,000026	0,003150

Pada tabel rangkaian tertutup baterai campuran tomat 40% dan cabai 60% dengan penambahan air di atas dihasilkan tegangan awal 3,2 volt dan arus 50  $\mu\text{A}$  dengan daya  $1,6 \times 10^{-4}$  Watt. Namun mengalami penurunan tegangan dan arus, hingga dua jam berikutnya tegangan menjadi 1,75 volt dan arus 15  $\mu\text{A}$  dengan daya  $2,6 \times 10^{-5}$  Watt.

Tabel 33. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 20% dan cabai 80% dengan penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	4,5	90	0,000405	0,000000
2	30	4,2	85	0,000357	0,010710
3	60	3,75	80	0,000300	0,018000
4	90	3,5	65	0,000228	0,020475
5	120	3	55	0,000165	0,019800
6	150	2,75	50	0,000138	0,020625
7	180	2,5	35	0,000088	0,015750
8	210	2	10	0,000020	0,004200

Berdasarkan tabel di atas untuk rangkaian tertutup baterai tomat 20% dan cabai 80% dengan penambahan kadar air dihasilkan tegangan 4,5 volt dan arus 90  $\mu\text{A}$  dengan daya  $4,05 \times 10^{-4}$  Watt. Dan mampu bertahan sekitar 3,5 jam untuk menyalakan lampu LED dengan terang.

Tabel 34. Rangkaian tertutup 5 baterai campuran tomat 0% dan cabai 100% dengan penambahan air

No	waktu (menit)	tegangan (volt)	arus ( $\mu\text{A}$ )	vi (watt)	Energi (Joule)
1	0	3	75	0,000225	0,000000
2	30	2,75	60	0,000165	0,004950
3	60	2,5	55	0,000138	0,008250
4	90	2	30	0,000060	0,005400
5	120	2	25	0,000050	0,006000
6	150	1,75	15	0,000026	0,003938

Pada tabel di atas untuk rangkaian baterai tertutup cabai dengan penambahan air, dihasilkan tegangan awal sebesar 3 volt dan arus sebesar 75  $\mu\text{A}$  dengan daya  $2,25 \times 10^{-4}$  Watt. Selang 2,5 jam berikutnya tegangan dan arus turun menjadi 1,75 volt dan 15  $\mu\text{A}$  dengan daya  $2,6 \times 10^{-5}$  Watt.

### Pembahasan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat perbedaan hasil pengukuran tegangan pada saat menggunakan elektroda yang berbeda. Pada uji beda potensial tanpa dikemas ke dalam

baterai menggunakan elektroda Cu dan Fe dihasilkan bahwa 1 gram buah tomat yang telah dihaluskan menghasilkan beda potensial sebesar 0,015 volt dan 1 gram cabai merah halus menghasilkan beda potensial 0,01 volt. Sedangkan pada baterai, elektroda yang digunakan adalah C dan Zn dihasilkan bahwa 1 gram buah tomat merah dan cabai rawit merah halus menghasilkan beda potensial masing-masing sebesar 0,028 volt. Menurut deret volta Zn berada di sebelah kiri Fe, artinya Zn lebih reaktif dibandingkan Fe. Zn lebih mudah melepaskan elektron daripada Fe, itulah sebabnya beda potensial antara elektroda C dan Zn lebih besar daripada ketika diberi elektroda Cu dan Fe. Dari data hasil percobaan, hasil terbaik pengukuran tegangan untuk baterai campuran tomat dan cabai tanpa penambahan air adalah ketika komposisi cabai 100% dan untuk baterai campuran tomat dan cabai dengan tambahan air adalah ketika komposisi tomat 20% dan cabai 80%.

Rata-rata waktu nyala lampu LED pada masing-masing rangkaian tertutup baterai campuran tomat dan cabai baik tanpa air maupun dengan tambahan air adalah 2 – 4 jam. Dengan waktu nyala paling lama ketika komposisi tomat 20% dan cabai 80% dengan tambahan air sekitar 3,5 – 4 jam. Pada saat percobaan memang terdapat beberapa kendala yaitu kebocoran air pada baterai, meski sudah ditutup dengan menggunakan lakban sebagai bahan isolator dan mengantisipasi bocornya zat cair yang ada dalam kandungan campuran pasta tomat dan cabai.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan beberapa hal penting. Pertama, buah tomat merah dan cabai rawit merah memiliki potensi sebagai sumber energi listrik alternatif. Selanjutnya, uji beda potensial tanpa pengemasan ke dalam baterai dengan elektroda Cu dan Fe menunjukkan bahwa 1 gram buah tomat yang telah dihaluskan menghasilkan beda potensial sebesar 0,015 volt, sedangkan 1 gram cabai merah halus menghasilkan beda potensial sebesar 0,01 volt. Di dalam baterai dengan elektroda C dan Zn, 1 gram buah tomat merah dan cabai rawit merah halus menghasilkan beda potensial masing-masing sebesar 0,028 volt. Selanjutnya, pada pengukuran beda potensial baterai campuran tomat dan cabai tanpa penambahan air, hasil terbaik diperoleh pada komposisi cabai 100% dan tomat 0%, sedangkan dengan penambahan air, hasil terbaik terjadi pada komposisi tomat 20% dan cabai 80%. Waktu rata-rata nyala lampu LED pada rangkaian tertutup baterai campuran tomat dan cabai, baik tanpa air maupun dengan penambahan air, adalah 2–4 jam. Paling optimal, waktu nyala lampu LED terjadi pada komposisi tomat 20% dan cabai 80% dengan penambahan air, mencapai sekitar 3,5–4 jam.

## REFERENSI

- Alaudin, Abdul. 2013. <http://www.pantonanews.com/641-batu-baterai-sumber-energi>( diakses tanggal 13 juni 2013)
- Badan Pengembangan Modul. 1974. *Pedoman Penyusunan Modul*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Badrussalam. R. 2008.*Biogas dari Sayur Bekas*.Jakarta: Batara Cipta Prima Indocamp
- Bevington, Philip R. 2003. *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences*. New York: A division of the Mc graw-Hill Companies
- Clark, John O. E. 2009. *Materi Fisika I*. Bandung: Pakar Raya
- Daniellasari.2013. *Praktek Diversifikasi Energi Tomat sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif*. Blogger Daniella's inspiration (diakses tanggal 3 juni 2013)
- Eka, Firda. 2012. *Tomat Sebagai Sumber Alternatif Pembangkit Listrik*. Jombang
- Fa. 2011. *Lifting dan Konsumsi BBM 2011*. <http://djorky112.blogspot.com/2011/03/lifting-konsumsi-bbm-2011.html> (diakses tanggal 6 juni 2013)
- Gussow, M. (2002).*Dasar-dasar Teknik Listrik*.Jakarta: Erlangga.
- Hamalik, O. 1989.*Metodologi Pengajaran Ilmu Pengajaran*. Bandung: Remadya Karya
- Jo, D. "*Pengertian Logam Definisi Logam*". <http://dwi-jo.blogspot.com/2011/11/pengertian-logam-definisi-logam.html> (diakses tanggal 13 juni 2013)
- Kuswandi, B. 2001.*Pemanfaatan Baterai Bekas sebagai Elektroda Konduktansi sederhana*.Jurnal Ilmu dasar, Vol. 2. No. 1 : 34-40. Jember. Jurusan FMIPA Universitas Jember
- Muhadi, Riyanta. 1995. *Pintar IPA (Sains)*. Solo: CV Aneka
- Maryuanah N.dan Nana Sutresna.1999.*Kimia untuk Sekolah Menengah Umum Kelas III*. Bandung: Grafindo
- Parker, Steve. 2001. *Jendela Iptek Listrik*. Jakarta: Balai Pustaka
- Rostiyah, N. K. 1982. *Didaktik Metodik*. Jakarta: Bina Aksara
- Russel, J. D. 1974. *Modular Instructional*. Minnesota: Bur gess Publishing Co
- Sugiono.2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Septian, Belen. 2012. *Jurnal Energi Tomat*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung
- Tipler, P A. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik edisi ketiga*. Jakarta: Erlangga