

## PEMBANGKIT LISTRIK *ELECTRON POWER INVERTER* (EPI) DENGAN MEMANFAATKAN BUAH BELIMBING WULUH DAN KULIT PISANG

Wiwik Purwati Widyaningsih, Margana

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Tembalang, Kotak Pos 6199/SMS, Semarang 50329

Telp. 7473417, 7466420 (Hunting), fax. 7472396

### Abstrak

*Aki merupakan alat yang dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Aki banyak digunakan pada kendaraan bermotor dan untuk menyalakan lampu rumah saat terjadi pemadaman. Komponen aki terdiri dari elektroda dan elektrolit. Cairan elektrolit aki yang digunakan yaitu cairan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) atau biasa disebut aki zuur. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan campuran buah belimbing wuluh dengan kulit pisang sehingga dapat dijadikan pengganti alternatif elektrolit yang ramah lingkungan. Metode yang digunakan adalah menentukan perbandingan persentase volume dari buah belimbing wuluh dengan kulit pisang sehingga dapat menghasilkan tegangan DC dan arus yang maksimal kemudian diubah menjadi tegangan AC dengan menggunakan inverter. Perbandingan campuran buah belimbing wuluh dan kulit pisang dengan perbandingan 90%:10%;80%:20%;70%:30%. Aki dengan persentase buah belimbing wuluh dan kulit pisang 90% : 10% merupakan aki terbaik yang mempunyai ketahanan waktu selama 24 Jam dengan nilai tegangan sebelum dibebani yaitu 12,1 Volt, tegangan setelah dibebani yaitu 7,8 Volt dan arusnya sebesar 0,019 Ampere. Sedangkan 5 box aki menggunakan inverter dengan persentase 90% : 10% menghasilkan gelombang AC dengan tegangan 1,8 Volt ketika dibebani menjadi 1,4 Volt dengan arus listrik 0,0186 Ampere ketika beban 75 Ohm.*

**Kata Kunci:** Aki, Belimbing Wuluh, Kulit pisang, Inverter

### 1. PENDAHULUAN

Aki adalah alat yang digunakan untuk menyimpan energi dalam bentuk kimia. Apabila aki digunakan terus menerus akan habis sehingga perlu dilakukan pengisian ulang (*charging*) terlebih dahulu. Dalam jangka waktu kurang lebih satu tahun biasanya kerja aki mulai tidak maksimal.

Asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) atau biasa disebut aki zuur memiliki sifat yang berbahaya karena jika terkena kulit manusia akan terasa gatal-gatal dan panas, jika terkena kain akan berlubang, jika dibuang akan mengakibatkan lingkungan tercemar, sedangkan jika terkena besi akan mengakibatkan besi menjadi berkarat karena aki zuur ini mengandung asam sulfat.

Belimbing wuluh mengandung asam format ( $HCOOH$ ) dengan kadar

keasaman yang tinggi dengan nilai pH 2 (Orwa dkk, 2009 dalam wikanta) dan kulit pisang mengandung asam sitrat ( $CH_3COOH$ ) dengan nilai pH pada buah pisang yang masih berwarna hijau yaitu 5,02 – 5,6 dan pada pisang matang berkisar antara 4,2 – 4,75. (Pujimulyani, 2009). Dengan tingkat keasaman yang dihasilkan dari cairan buah belimbing wuluh dan kulit pisang, maka dapat dijadikan energi alternatif yang digunakan sebagai pengganti cairan elektrolit asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pada aki. Elektrolit dalam aki bersifat asam, sehingga buah yang bersifat asam dapat menjadi elektrolit (Sutikno, 2008).

Berdasarkan kebutuhan tegangan AC di Indonesia, maka melalui Penelitian ini diharapkan pemanfaatan buah belimbing wuluh dan kulit pisang sebagai

media sumber energi alternatif dengan penambahan inverter.

**Perumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian pemanfaatan buah belimbing wuluh dan kulit pisang sebagai pengganti akizur ( $H_2SO_4$ ) pada aki dengan penambahan inverter untuk energi alternatif adalah Berapakah persentase volume dari buah belimbing wuluh dan kulit pisang sebagai pengganti akizur yang baik untuk menghasilkan tegangan?

**Metode penelitian**

Dalam program penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan melakukan kegiatan studi litelatur yang terkait tentang pengujian kami, serta melakukan pengujian terhadap aki kami.

Untuk mendapatkan pemahaman yang *komprehensif*, langkah-langkah penelitian diuraikan seperti berikut. Persiapan langkah ini dilakukan berdasarkan objek penelitian meliputi jurnal-jurnal dan artikel dengan cara menelusuri di perpustakaan dan internet. Setelah melakukan studi pustaka maka didapatkan cairan yang dapat menghasilkan energi listrik dan alat elektronik yang sesuai untuk mengubah tegangan AC ke DC dengan arus yang kecil. Aki konvensional biasanya menggunakan elektroda Timbal (Pb) dan Timbal dioksida ( $PbO_2$ ) dengan elektrolit Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ). Pada pengujian ini kami menggunakan elektroda Seng (Zn) dan Tembaga (Cu) dengan elektrolit dari buah belimbing wuluh dan kulit pisang. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan persentase volume yang berbeda-beda yaitu 90% : 10%, 80% : 20%, 70% : 30% dengan menggunakan voltmeter untuk mengukur tegangan dan ampermeter untuk mengukur arus. Kemudian pengujian menggunakan inverter dengan persentase volume belimbing wuluh dan kulit pisang yang baik. Parameter yang digunakan adalah tegangan aki, arus aki,

tegangan input inverter, arus input inveter, tegangan output inverter, arus output inverter, lama waktu pengujian.

Kemudian mencatat parameter-parameter ke dalam tabel dan membuat analisa data, grafik dan kesimpulan.

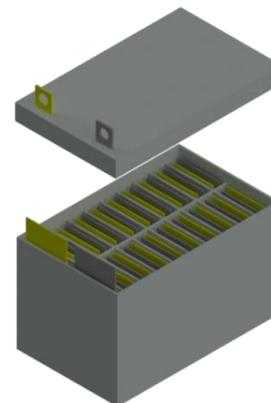
Tahap terakhir adalah menyusun laporan akhir dan artikel ilmiah.

Tabel 1. Data hasil pengukuran tanpa inverter

Persentase Belimbing Wuluh : Kulit Pisang	Tegangan (Volt)		Waktu (Jam)	Arus (A)
	Sebelum Dibeberi	Setelah Dibeberi		
100 : 0	12,8	-	-	-
90 : 10	12,1	7,8	24	0,019
80 : 20	11,4	7,3	19	0,018

**2. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Model casing aki yang kami gunakan untuk penelitian seperti gambar dibawah ini.



Gambar 1 Model Casing Aki untuk Larutan Belimbing Wuluh dan Kulit Pisang

Berikut ini adalah data hasil percobaan dan pengolahan data kami sajikan dalam bentuk table dan grafik.

Didapatkan kapasitas dan daya aki melalui perhitungan dan waktu efektif penyalan lampu pada tabel 1 dibawah.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran

Arus.hours (A.h)	Energi (Wh)		Waktu menyala (menit)		
	Sebelum Dibebani	Setelah Dibebani	Terang teori	Terang praktik	Redup
-	-	-	-	-	-
0,456	0	3,55	42,6	30	660
0,342	0	2,49	29,8 8	15	540

menggunakan Inverter

Persentase Belimbing Wuluh : Kulit Pisang	Tegangan Aki (VDC)		Tegangan Inverter (VAC)		Waktu (Jam)	Arus (A)	
	Sebelum Dibebani	Setelah Dibebani	Sebelum Dibebani	Setelah Dibebani		Pada input (I1)	Pada Output (I2)
90%:10%	12	7,8	1,8	1,4	15:00	0,08	0,019
	11,5	7,6	1,8	1,35	16:00	0,75	0,018
	11	6,6	1,6	1,3	17:00	0,072	0,018
	10	5,4	1,6	1,25	18:00	0,06	0,017
	9,5	4,2	1,4	1,2	19:00	0,05	0,016
	9,3	4,2	1,4	1,16	20:00	0,045	0,015
	9	4,1	1,3	1,14	21:00	0,04	0,014
	8,5	4,1	1,3	1,12	22:00	0,035	0,012
	8,2	4	1,2	1	23:00	0,03	0,013
	8	3,8	0	0	0:00:00	0,03	0
	7,8	3,6	0	0	1:00	0,028	0
	7,6	3,4	0	0	2:00	0,026	0
	7,5	3,4	0	0	3:00	0,025	0
	6	3	0	0	4:00	0,02	0
	5	2	0	0	5:00	0,015	0
	4,4	1	0	0	6:00	0,013	0
3	0	0	0	7:00	0	0	

(t) = 24 jam

2. Tegangan sebelum dibebani (V) = 12,1 Volt
3. Tegangan setelah dibebani

(V1') = 7,8 Volt

4. Arus listrik

(I) = 0,019 Ampere

Energi setelah dibebani:

$$W_1 = V_1 \cdot I \cdot t$$

$$= 7,8 \cdot 0,019 \cdot 24$$

$$= 3,55 \text{ Wh}$$

Persentase volume belimbing wuluh : kulit pisang	Daya (W)		Efisiensi (%)
	Pada input (P1)	Pada output (P2)	
90 % : 10 %	0,62	0,026	4,2
	0,57	0,024	4,4
	0,47	0,023	4,9
	0,32	0,021	6,5
	0,21	0,019	9,1
	0,18	0,017	9,2
	0,16	0,015	9,7
	0,14	0,013	9,3
	0,12	0,01	8,3
	0,11	0	0
	0,1	0	0
	0,09	0	0
	0,08	0	0
	0,06	0	0
	0,03	0	0
	0,01	0	0
0	0	0	

Perhitungan lama nyala lampu terang:

$$t = \left( \frac{W_1}{P_{\text{lampu}}} \right) \cdot \left( \frac{1}{h} \right)$$

$$= \left( \frac{3,55 \text{ Wh}}{5 \text{ W} \cdot \frac{1}{60 \text{ h}}} \right)$$

$$= \left( \frac{3,55}{5} \right) \cdot 60 \text{ menit}$$

$$= 42,6 \text{ menit}$$

Data perhitungan setelah penambahan inverter pada satu jam pertama.

1. Waktu sampai aki habis  
t1 = 16 jam
2. Waktu sampai tegangan inverter nol  
t2 = 9 jam
3. Tegangan aki  
V1 = 7,8 Volt
4. Arus pada input  
I1 = 0,08 Ampere
5. Tegangan pada inverter  
V2 = 1,4 Volt
6. Arus pada inverter  
I2 = 0,019 Ampere

Waktu ketahanan aki dalam satuan jam  
t = waktu awal pengujian sampai waktu akhir pengujian (jam)  
= 16 jam

Muatan Input Inverter (Q<sub>in</sub>)

$$Q_{in} = I_1 \cdot t_1 = 0,08 \cdot 16 = 1,28 \text{ Ah}$$

Daya Input Inverter (P<sub>in</sub>)

$$P_{in} = V_1 \cdot I_1 = 7,8 \cdot 0,08 = 0,62 \text{ W}$$

Energi Input Inverter (W<sub>in</sub>)

$$W_{in} = P_1 \cdot t_1 = 0,62 \cdot 16 = 9,98 \text{ Wh}$$

Muatan Output Inverter (Q<sub>out</sub>) Pengujian pada waktu 9 jam

$$Q_{out} = I_2 \cdot t_2 = 0,019 \cdot 9 = 0,171 \text{ Ah}$$

Daya output Inverter (P<sub>out</sub>)

$$P_{out} = V_2 \cdot I_2 \cdot \cos \phi = 1,4 \cdot 0,019 \cdot 1 = 0,026 \text{ W}$$

Cos φ dianggap 1 karena beban resistif

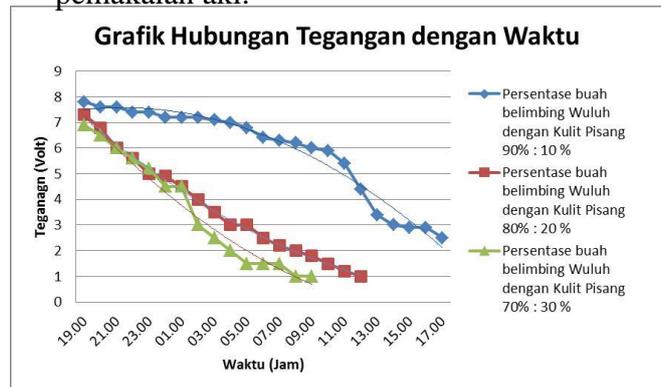
Energi Output Inverter (E<sub>out</sub>)

$$E_{out} = P_2 \cdot t_2 = 0,026 \cdot 9 = 0,234 \text{ Wh}$$

Effisiensi Inverter

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{0,026}{0,624} \times 100\% = 4,2 \%$$

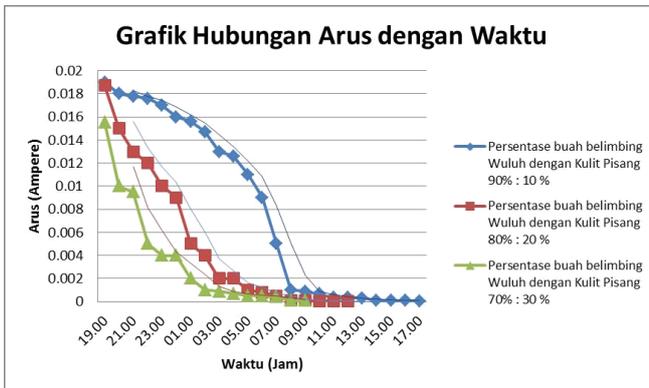
Berikut ini adalah karakteristik hubungan tegangan dengan waktu pada pemakaian aki.



Gambar 2 Grafik Hubungan Tegangan dengan Waktu Tiap Persentase Belimbing Wuluh : Kulit Pisang

Grafik hubungan antara tegangan terhadap waktu pada gambar 4.1, diperoleh dari data hasil pengujian pada 2 aki dengan persentase belimbing wuluh dan kulit pisang sebesar 90% : 10%, 80% : 20%, dan 70% : 30%. Persentase cairan belimbing wuluh dan kulit pisang 90% : 10% pada saat dibebani lampu dengan daya 5 Watt dan tegangan 12 VDC menghasilkan nilai tegangan terbaik yaitu 7,8 Volt. Sedangkan nilai tegangan persentase belimbing wuluh dan kulit pisang 80% : 20%, dan 70% : 30% setelah dibebani adalah 7,3V dan 6,9V. Hal ini disebabkan oleh transfer elektron oleh ion elektrolit persentase belimbing wuluh dan kulit pisang 90% : 10% lebih baik. Nilai tegangan setiap percobaan semakin menurun setiap jam nya lebih dari 0,4 V dalam kurun waktu 12 jam, jika penurunan lebih dari 0,4 V, maka hal tersebut mengindikasikan tahanan yang tinggi atau sambungan yang kotor atau longgar.

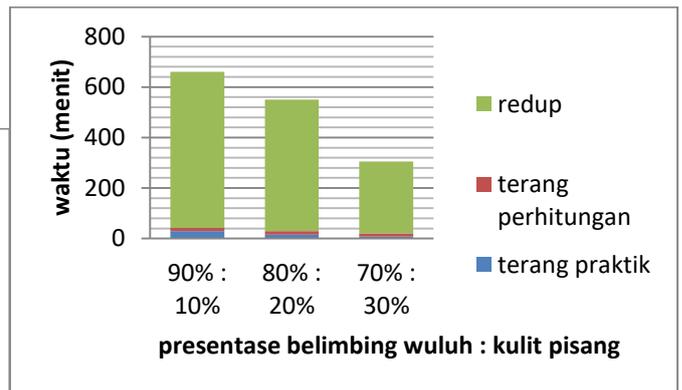
Berikut ini adalah karakteristik hubungan arus dengan waktu pada pemakaian aki.



Gambar 3 Grafik Hubungan Arus dengan Waktu Tiap Persentase Belimbing Wuluh : Kulit Pisang

Grafik hubungan antara arus terhadap waktu pada gambar 4.1, diperoleh dari data hasil pengujian pada 2 aki dengan persentase belimbing wuluh dan kulit pisang sebesar 90% : 10%, 80% : 20%, dan 70% : 30%. Persentase cairan belimbing wuluh dan kulit pisang 90% : 10% dibebani lampu 5 W, 12 VDC menghasilkan nilai arus terbaik yaitu 19 mA. Sedangkan nilai tegangan persentase belimbing wuluh dan kulit pisang 80% : 20%, dan 70% : 30% setelah dibebani adalah 18 mA dan 15,5 mA. Hal ini disebabkan oleh transfer elektron oleh ion elektrolit persentase belimbing wuluh dan kulit pisang 90% : 10% lebih baik. Nilai arus turun drastis setiap percobaan hal ini disebabkan oleh nilai beban yang tinggi dan nilai arus yang dihasilkan kecil setiap percobaan persentase belimbing wuluh dan kulit pisang 90% : 10%, 80% : 20%, dan 70% : 30% sebesar 1,9 mA, 18 mA dan 15,5 mA tidak memenuhi standart sebesar 0,42 A.

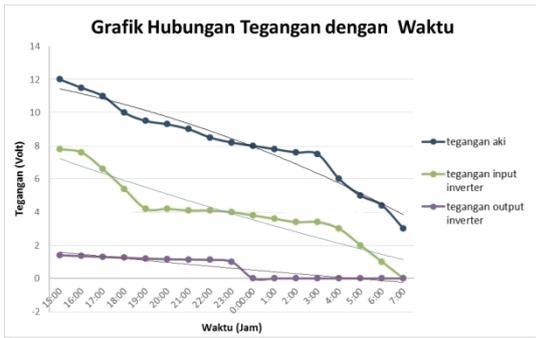
Berikut ini adalah waktu penyalaan lampu pada pemakaian aki.



Gambar 4 Grafik Hubungan Nyala lampu dengan Waktu Tiap Persentase Belimbing Wuluh : Kulit Pisang.

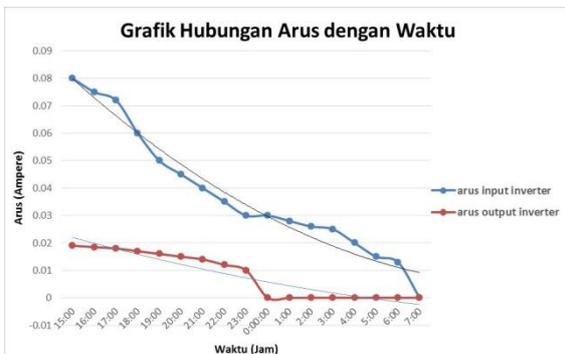
Grafik hubungan antara nyala lampu terhadap waktu tiap persentase pada gambar 4.3, diperoleh dari data hasil pengujian 2 aki dengan persentase buah belimbing wuluh dan kulit pisang 90% : 10%, 80% : 20%, dan 70% : 30%. Persentase cairan buah belimbing wuluh dan kulit pisang sebesar 90% : 10% pada saat dibebani lampu 5 W, 12 VDC menghasilkan periode waktu lampu menyala terang terbaik selama 30 menit dan 660 menit menyala redup. Sedangkan lama nyala lampu dengan persentase buah belimbing wuluh dan kulit pisang 80% : 20%, dan 70% : 30% adalah 15 menit menyala terang, 540 menyala redup dan 8 menit menyala terang, 300 menit menyala redup. Ketidakakuratan nilai lama lampu menyala terang antara perhitungan setiap percobaan persentase buah belimbing wuluh dan kulit pisang 90% : 10%, 80% : 20%, dan 70% : 30%, sebesar 42.6 menit, 29.88 menit dan 20.53 menit dengan praktik adalah rugi-rugi daya antara lain cairan elektrolit dari buah yang mengalami perubahan, elektroda dalam cairan mengalami perubahan, elektrolit menguap, sebagian elektroda tidak tercelup elektrolit.

Berikut ini adalah karakteristik hubungan tegangan dengan waktu pada pemakaian penambahan inverter.



Gambar 5 Grafik Hubungan Tegangan dengan Waktu pada Persentase Volume Belimbing Wuluh : Kulit Pisang (90% : 10%)

Berikut ini adalah karakteristik hubungan arus dengan waktu pada pemakaian penambahan inverter.



Gambar 6 Grafik Hubungan Arus dengan Waktu pada Persentase Volume Belimbing Wuluh : Kulit Pisang (90% : 10%)

Berikut ini adalah karakteristik hubungan efisiensi dengan waktu pada pemakaian penambahan inverter.



Gambar 7 Grafik Hubungan Efisiensi dengan Waktu pada Persentase Volume

Belimbing Wuluh : Kulit Pisang (90% : 10%)

Grafik hubungan antara arus input inverter, arus output inverter, tegangan aki, tegangan input inverter, tegangan output inverter, energi perjamnya input inverter, energi perjamnya output inverter, efisiensi terhadap waktu pada gambar 5-7 diperoleh dari data hasil pengujian pada 5 aki dengan persentase belimbing wuluh dan kulit pisang 90% : 10%. Tegangan aki sebesar 12 VDC. Kemudian aki dirangkai dengan inverter, tegangan aki menurun menjadi 7,8 VDC dengan arus perjam aki 0,08 A dan energi perjam 0,624 Wh. Output inverter 220 V dibebani dengan resistor 75 Ω, menghasilkan tegangan output inverter 1,4 VAC, arus perjam 0,019 A, energi perjam 0,026 Wh dan nilai efisiensi 4,263 %.

Nilai tegangan dan arus masuk inverter setiap percobaan menurun ketika masuk inverter setiap jamnya sehingga nilai output tegangan, energi perjam dan efisiensi tidak dapat dicapai. Hal ini disebabkan nilai hambatan pada inverter yang besar.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengujian 2 aki menggunakan cairan belimbing wuluh dan kulit pisang dengan perbandingan 90% : 10% menghasilkan energi sebesar 3,55 Wh, lama nyala lampu terang 30 menit dan mengalami redup selama 660 menit. Hal ini disebabkan oleh transfer elektron dari ion elektrolit yang baik.
2. Hasil praktik dan teori untuk penyalaan lampu tidak sesuai. Hal ini disebabkan oleh cairan elektrolit dari buah belimbing wuluh dan kulit pisang yang mengalami perubahan, elektroda dalam cairan mengalami perubahan, elektrolit menguap, sebagian elektroda tidak tercelup elektrolit, beban yang tinggi dan

sambungan yang kotor.

3. Pengujian inverter 5 box aki dengan tegangan masukan 12 VDC pada aki menghasilkan tegangan keluaran 1,4 VAC dengan beban 75 Ohm. Nilai tegangan keluaran AC tidak sesuai yang diharapkan, hal ini disebabkan oleh hambatan yang terlalu besar pada inverter dan adanya rugi-rugi daya di box aki sebelum inverter dan setelah inverter.
4. Aki hasil pemanfaatan campuran buah belimbing wuluh dan kulit pisang dengan menggunakan elektroda seng galvanis (Zn) dan tembaga (Cu) tidak dapat dijadikan pengganti asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) karena elektrolit dari belimbing wuluh dan kulit pisang tidak bisa dilakukan *charge* (pengisian) namun dapat menjadi alternatif pengganti cairan elektrolit pada aki.

## 5. DAFAR PUSTAKA

- Ahmad, Hiskia. 1992. *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*. PT Citra Aditya Bakti. Bandung.
- Ahmad, Hiskia. 1993. *Penuntun Dasar-dasar Praktikum Kimia*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- American Galvanizer Association. 2008. *Zink Metal Properties*.
- Arban. 2016. *Pembuatan Larutan Aki dengan Memanfaatkan Campuran Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa blimbi L.) dan Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia S.) Sebagai alternatif Pengganti Elektrolit Cairan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ )*. Politeknik Negeri Semarang.
- B. G. Wollard. 1999. *Elektronika Praktis*. PT: Pradnya Pramita. Jakarta.
- Bawotong, Vike Tiffani. Tanpa tahun. *Rancang Bangun Uninterruptible Power Supply Menggunakan Tampilan LCD Berbasis Mikrokontroler*. Manado.
- Bird, T. 1993. *Kimia Fisik untuk Universitas*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Chengel, A. Yunus and Boles, A. Michael. 2002. *Thermodynamics an Engineering Approach, Fourth Edition*. Mc Graw-Hill. New York.
- C, Douglas. 1998. *Physics (Principles with Applications), Fifth Edition*, Prentice-Hall International, Inc. Translate in Indonesia Language by Yuhilza Hanum. 2001.
- Dalimartha, S. 2005. *Ramuan Tradisional Untuk Pengobatan Diabetes Mellitus*. Jakarta: Penebar Swadaya. Bogor.
- Dogra, S.K. 1990. *Kimia Fisik dan Soal-Soal*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Herlih. 1993. *Pengaruh Air Perasan Belimbing Wuluh (Averrhoa blimbi Linn) terhadap Kadar Kolesterol Serum Darah Tikus Putih*. Skripsi Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Iptek. 2007. *Belimbing Asam*. <http://www.iptek.net.id/ind/pd/tanobat/view>.
- Jamal, N.A. 2008. *Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Modul Kima Kelas X (Sepuluh)*. <http://www.dikmenum.co.id>.
- Kartawidjaja, Rumeksa. E dan Abdurrochman. 2008. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008*. Universitas Lampung. Lampung.
- Lindstrom. (Tanpa tahun). *The Electric Fruits*.
- Orwa. 2009. *Averrhoa blimbi L. Agroforestry Database 4.0 dalam penelitian*
- Wikanta, Wiwi. 2011. *Pengaruh Penambahan Belimbing Wuluh (Averrhoa blimbi L.) dan Perebusan terhadap Residu Formalin dan Profil Protein Udang Putih (Letapenaeusa vannamei) Berformalin serta Pemanfaatannya sebagai Sumber Pendidikan Gizi dan Keamanan Pangan pada*