

# PERBANDINGAN HASIL UJI BUAH LEMON UTUH DAN EKSTRAK BUAH LEMON DENGAN MEMANFAATKAN ZAT ASAM SITRAT DARI BUAH LEMON

Efrian Haris Andriana, Agus Jamal, Anna Nur Nazila Chamim

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul Yogyakarta 55183, Telp. 0274-387656 Fax. 0274-387646  
Email: [hirsandri@gmail.com](mailto:hirsandri@gmail.com)

---

The design of this research is based on the consideration of the proposal of PT Perusahaan Listrik Negara (Persero), Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM) on the proposal of new and renewable energy (EBT) which can be used as an alternative material to help PLN related to high electricity base tariff for the future.

Renewable energy with batteries using whole lemons and lemon extracts by utilizing citric acid in lemon fruits can be used as a source of electrical energy and electrical alternatives for lighting of fruits that is, by utilizing the acid content in lemons. The design process, to obtain or utilize the content of citric acid compounds in lemon fruit, namely in the form of whole lemon fruit and lemon fruit that has been extracted. The design results can conduct electricity and turn on an LED light.

The experimental process that is done, the lemon fruit is still intact and the lemon fruit extraction, connected and assembled as a battery using copper plates (Cu) positive pole (anode) and zinc (Zn) negative pole (cathode) as the main electrode of the voltaic element. Thus, from lemons contained citric acid compounds to be joined and paired using copper electrode (Cu) positive pole and zinc electrode (Zn) negative pole can generate electricity for the resulting voltage is 3 Volts to 6 Volts and can turn 1 into 2 LED lamp with up to ten days maximum.

Keywords : *Fruit Battery, Alternative Battery, Alternative Energy, Renewable Energy, Electricity With Lemon*

## I. PENDAHULUAN

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) masih mengkaji usulan PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) dalam menambahkan komponen tarif dasar listrik dari kurs, inflasi dan Indonesia Crude Price (ICP) yang ditambah dengan bauran energi. Pelaksana Tugas (Plt) Menteri ESDM Luhut Binsar Pandjaitan menyebutkan, komponen bauran energi dalam formula tarif dasar listrik masih perlu pembahasan lebih lanjut. Pihaknya menerima usulan PLN terkait perubahan formula tarif dasar listrik yang harus mempertimbangkan penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT) sebagai bahan baku pembangkit listrik. Dalam

perkembangannya Kementerian ESDM mengusulkan beberapa proyek kepada Arab Saudi termasuk proyek Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) bertenaga batubara berkapasitas 2x500 mega watt (MW) di Sumatera. Hal ini dilakukan untuk mendukung megaprojek 35.000 MW yang diperkirakan pada 2019, 10.000 MW dalam tahap konstruksi dan 20.000 MW mulai beroperasi.

Direktur Perencanaan Korporat PLN Nicke Widyawati mengusulkan, agar formulasi tarif dasar listrik bisa diubah. Tujuannya untuk menyesuaikan perubahan penggunaan energi bahan baku pembangkit listrik. Pada formula yang lama, hanya diakomodasi formula

penggunaan bahan bakar minyak (BBM). penggunaan BBM saat ini hanya sebesar 6,7%. Hasilnya formula saat ini tak lagi mencerminkan keadaan yang ada dengan berubahnya penggunaan energi primer. Berdasarkan Laporan Bauran Energi PLN pada 2016, penggunaan energi di PLN dan Independent Power Producer (IPP) BBM pada Mei sebesar 7%, batubara 54,6%, gas alam 25,7%, panas bumi 4,4% dan air 8,3%. Sementara khusus IPP, pada Mei, penggunaan BBM sebesar 8,9%, batubara 50,7%, gas alam 29,9%, panas bumi 2,3% dan air 8,3%. "Fuel mix-nya sudah sangat berubah. Jadi kami hanya bilang kami usul, kalau formulanya men-consider fuel mix bukan hanya BBM.

Dari persoalan yang sudah dijelaskan diatas maka kebutuhan akan sumber energi baru sedang giat dicari. Tantangan- tantangan tersebut akan segera terjawab seiring dengan berkembangnya bioteknologi. Pencarian sumber energi listrik juga difokuskan berasal dari bahan-bahan organik yang ramah lingkungan, aman bagi manusia, mudah didapat serta dapat terus diperbaharui. Untuk itu diperlukan penelitian yang telah menemukan bahwa beberapa jenis buah dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Ternyata bahan organik yang bisa dimanfaatkan ialah kandungan senyawa asam yang banyak terdapat pada buah-buahan.

## **II. LANDASAN TEORI**

### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan, bahan masukan, dan bahan pertimbangan dalam penelitian ini antara lain yang dilakukan oleh Eko Budi Santoso (2012). Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat alat baterai bertenaga buah mangga.

Dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem yang pernah dibuat agar dapat digunakan, sebagai alternatif listrik untuk penerangan dari buah-buahan yakni dengan menggunakan alternatif buah-buahan lain yaitu buah lemon. Setelah mendapatkan dan memanfaatkan kandungan asam pada buah lemon dalam bentuk utuh dan buah lemon yang sudah diekstrak, untuk bisa menghantarkan listrik dan menghidupkan sebuah lampu LED, hasil buah lemon yang masih utuh dan ekstrak lemon akan dihubungkan dan dirangkai seperti baterai menggunakan lempeng tembaga (Cu) kutub positif (anode) dan lempeng seng (Zn) kutub negatif (katode) sebagai elektroda bagian utama elemen volta dari rangkaian tersebut akan dibandingkan hasilnya antara buah lemon yang masih utuh dan buah lemon yang diekstrak.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Ekstrak**

Ekstrak adalah zat yang dihasilkan dari ekstraksi bahan mentah secara kimiawi. Senyawa kimia yang diekstrak meliputi senyawa aromatik, minyak atsiri, ester, dan sebagainya yang kemudian menjadi bahan baku proses industri atau digunakan secara langsung oleh masyarakat.

Metode ekstraksi yang umum dilakukan yaitu:

- Distilasi, yaitu ekstraksi berdasarkan beda titik didih antara ekstrak dengan senyawa lainnya.
- Pemisahan berdasarkan beda massa jenis bahan yang tidak dapat bercampur.
- Penyaringan, yaitu ekstraksi berdasarkan beda jenis dan/atau ukuran partikel.
- Absorpsi, yaitu penyerapan senyawa ekstrak dari bahan baku dengan bahan

yang memiliki keterikatan atau kelarutan tinggi dengan senyawa ekstrak, misal menggunakan alkohol.

- Termal, yaitu pengambilan senyawa ekstrak dari bahan baku dengan menggunakan perubahan temperatur, seperti ekstraksi secara fluida super kritis
- Penumbukan, yaitu menghancurkan bahan hingga menjadi ukuran yang sangat kecil.

### 2.2.2 Pengertian Buah lemon (Citrus Limon) Sitrun

Sitrun, jeruk sitrun (dari bahasa Belanda, *citroen*), atau lemon adalah sejenis jeruk yang buahnya biasa dipakai sebagai penyedap dan penyegar dalam banyak seni boga dunia. Pohon lemon awalnya dibudidayakan di India, dan dibawa ke Italia sekitar tahun 200 Masehi, Selama abad kedelapan hingga kesebelas, pohon lemon terkenal di sebagian besar timur tengah dan mediterania, serta di Cina. Pohon lemon diperkenalkan ke amerika oleh penjelajah spanyol dan pertama kali ditanam di california pada pertengahan tahun 1700-an.

### 2.2.3 Tembaga (Cu)

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cu dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari bahasa latin *Curprum*. Tembaga (Cu) merupakan logam yang banyak sekali digunakan karena mempunyai sifat hantaran arus dan panas yang baik.

Sifat-sifat tembaga antara lain :

- Kuat dan Ulet
- Dapat ditempa
- Tahan Korosi

- Penghantar listrik dan panas yang baik
- Logam yang kurang aktif

### 2.2.4 Seng (Zn)

Dalam ilmu kimia kita kenal suatu atom pada golongan transisi II B yaitu zink atau seng, sebuah unsur kimia dengan lambang Zn, dengan nomor atom 30 dan massa atom relatif 65,39 g/mol. Dan ditemukan oleh Andreas Marggraf di Jerman pada tahun 1764. Seng adalah mikromineral yang ada di mana-mana dalam jaringan manusia/hewan dan terlibat dalam fungsi berbagai enzim dalam proses metabolisme.

Dalam industri zink mempunyai arti penting:

- Melapisi besi atau baja untuk mencegah proses karat.
- Digunakan untuk bahan baterai.
- Zink dan alinasenya digunakan untuk cetakan logam, penyepuhan listrik dan metalurgi bubuk.
- Zink dalam bentuk oksida digunakan untuk industri kosmetik (mencegah kulit agar tidak kering dan tidak terbakar sinar matahari), plastik, karet, sabun, pigmen warna putih dalam cat dan tinta (ZnO).
- Zink dalam bentuk sulfida digunakan sebagai pigmen fosfor serta untuk industri tabung televisi dan lampu pendar.

- Zink dalam bentuk klorida digunakan sebagai deodoran dan untuk pengawetan kayu.
- Zink sulfat untuk mordan (pewarnaan), stiptik (untuk mencegah pendarahan), sebagai supply seng dalam makanan hewan serta pupuk.

### 2.2.5 Reaksi Redoks dan Sel Volta

Reaksi Redoks adalah reaksi yang didalamnya terjadi perpindahan elektron secara berurutan dari satu spesies kimia ke spesies kimia lainnya, yang sesungguhnya terdiri atas dua reaksi yang berbeda, yaitu oksidasi (kehilangan elektron) dan reduksi (memperoleh elektron). Reaksi ini merupakan pasangan, disebabkan elektron yang hilang pada reaksi oksidasi sama dengan elektron yang diperoleh pada reaksi reduksi. Masing-masing reaksi (oksidasi dan reduksi) disebut *reaksi paruh (setengah reaksi)*, sebab diperlukan dua *setengah reaksi* ini untuk membentuk sebuah reaksi dan reaksi keseluruhannya disebut reaksi redoks.

Pada teori sel volta elektroda yang disebut anoda, yaitu elektroda yang menjadi tempat terjadinya reaksi oksidasi. Oleh karena anoda melepaskan elektron, maka anoda kaya akan elektron sehingga diberi tanda *negatif* (kutub negatif). Sementara, elektroda tembaga disebut katoda, yaitu elektroda yang menjadi tempat terjadinya reaksi reduksi. Oleh karena katoda menerima elektron, maka katoda kekurangan elektron sehingga diberi tanda *positif* (kutub positif).

### 2.2.6 LED

Diode pancaran cahaya (bahasa Inggris: light-emitting diode; LED) adalah suatu semi konduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. Karakteristik chip LED pada, umumnya adalah sama dengan karakteristik diode yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi. Namun bila diberikan tegangan yang terlalu besar, LED akan rusak walaupun tegangan yang diberikan adalah tegangan maju. Tegangan yang diperlukan sebuah diode untuk dapat beroperasi adalah tegangan maju ( $V_f$ ).

### 2.2.7 Indikator Asam Basa dan pH Meter

Asam dan basa didefinisikan oleh ahli kimia berabad-abad lalu dalam sifat-sifat larutan air mereka. Dalam pengertian ini suatu zat yang larutan airnya berasa asam, memerahkan lakmus biru, bereaksi dengan logam aktif untuk membentuk hidrogen dan menetralkan basa. Dengan mengikuti pola yang serupa, basa didefinisikan sebagai suatu zat yang larutan airnya berasa pahit, membirukan lakmus merah, terasa licin sabun dan menetralkan asam.

Beberapa konsep, asam dan basa diantaranya:

1. Asam dan basa Arrhenius
  - Asam ialah zat yang melarut kedalam air untuk memberikan ion  $H^+$ .
  - Basa ialah zat yang larut kedalam air untuk memberikan ion  $OH^-$ .

2. Asam dan basa Bronsted Lowry
  - Asam : donor proton
  - Basa : penerima proton
3. Asam dan basa Lewis
  - Asam ialah penerima pasangan electron
  - Basa ialah donor pasangan elektron.

### III. METODOLOGI

#### 3.1 Alat dan Bahan

Berikut adalah keterangan gambar alat dan bahan sebagai berikut:



Gambar 3.1. alat dan bahan

Berikut adalah keterangan daftar alat dan bahan dijelaskan pada tabel:

Tabel 3.1. Alat dan bahan

Alat	Bahan
Pelat tembaga	3 kg lemon utuh
Pelat seng	15 kg ekstrak lemon
Pengggaris 30cm	
Led super bright	

PCB berlubang	
Multi meter digital	
Jepit buaya	
Tang pengupas kabel	
Kabel merah & hitam	
Tang	
Kertas Lakmus biru	
pH meter digital	
Solder	
Sedot timah	
Tenol timah	
Alat peras jeruk & lemon	
Gelas ukur 200cc	
Gunting pelat	
Cutter	
Pisau	
Corong air	
Penyaring air	
Kertas karton	

Berikut adalah point-point penjelasan peran dan kegunaan alat dan bahan pada penelitian:

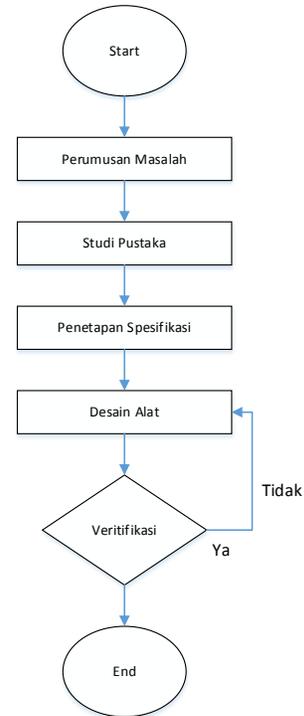
- Buah lemon : sebagai bahan baku untuk menghasilkan energi listrik yang daimanfaatkan zat asam sitratnya.
- Pelat tembaga : sebagai elektroda bagian utama elemen volta kutub positif (katode)
- Plat seng : sebagai elektroda bagian utama elemen volta kutub negatif (katode).

- Penggaris 30cm : sebagai alat ukur panjang dan lebar.
- Led super bright : digunakan sebagai beban dalam penelitian.
- Pcb berlubang : digunakan sebagai merakit komponen elektronik.
- Multi meter digital : sebagai alat ukur mengukur tegangan dan arus.
- Jepit buaya : sebagai jack/jepit yang dipergunakan untuk menyalurkan energi listrik dari sumber daya.
- Tang pengupas kabel: sebagai pengupas kabel
- Kabel merah dan hitam : sebagai media transmisi.
- Tang : berfungsi untuk menjepit atau memegang benda kerja.
- Kertas lakmus ; Suatu kertas yang kegunaannya mendeteksi asam atau basa suatu larutan.
- pH meter digital : sebagai alat ukur mengukur asam basa suatu larutan.
- Solder : sebagai alat untuk mematri merakit dan membongkar rangkaian elektronik pada rangkaian yang terdapat pada papan PCB.
- Sedot timah ; sebagai alat bantu dalam melepaskan atau mencabut komponen elektronik dari PCB yang telah terpatri kuat.
- Tenol timah : Tenol berfungsi sebagai alat yang menyambungkan antara dua buah komponen yaitu komponen perekat elektronika dengan papan pcb.
- Alat peras jeruk & lemon : sebagai alat untuk mengekstrak lemon.
- Gelas ukur 200cc : sebagai alat ukur volume pada larutan ekstrak buah lemon.
- Gunting pelat : sebagai alat pemotong pelat tembaga dan seng.
- Cutter : untuk memotong kabel.
- Pisau : sebagai alat memotong buah lemon.
- Corong air : untuk memudahkan larutan ekstrak buah lemon disimpan kedalam wadah.

- Kertas karton : digunakan sebagai petutup gelas ukur dan penyangga elektroda pada pengujian.

### 3.2 Langkah Kerja

Berikut adalah keterangan diagram alir penelitian:



Gambar 3.2. diagram alir penelitian

### 3.3 Metode Pengukuran

Berikut adalah metode-metode pengukurannya:

#### 3.3.1 Pengukuran Tanpa Beban

Berikut adalah point-point penting yang harus diketahui sebagai acuan teori tentang metode pengukuran tanpa beban:

- Pengujian buah lemon utuh dan buah lemon lemon ekstrak dengan kertas lakmus.
- Dengan menggunakan 6 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang sama.
- Dengan menggunakan 6 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang berbeda.
- Dengan menggunakan 900cc ekstrak buah lemon ketebalan elektroda yang sama.
- Dengan menggunakan 900cc ekstrak buah lemon ketebalan elektroda yang berbeda.

### **3.3.2 pengukuran dengan menggunakan beban**

Berikut adalah point-point penting yang harus diketahui sebagai acuan teori tentang metode pengukuran dengan menggunakan beban:

- Dengan menggunakan 4x1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang sama (1 Led).
- Dengan menggunakan 4x1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang berbeda (1 Led).
- Dengan menggunakan 7x1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang sama (2 Led).
- Dengan menggunakan 7x1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang berbeda (2 Led).
- Dengan menggunakan 4x150cc ekstrak buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang sama (1 Led).
- Dengan menggunakan 4x150cc ekstrak buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang berbeda (1 Led).
- Dengan menggunakan 7x150cc ekstrak buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang sama (2 Led).

- Dengan menggunakan 7x150cc ekstrak buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang berbeda (2 Led).
- Dengan menggunakan 4x150cc, 7x150cc ekstrak buah lemon pengukuran asam basa dengan beban dan ketebalan elektroda yang sama dan berbeda.

## **IV. Hasil dan pembahasan**

### **4.1 Pengukuran Tanpa Beban**

Berikut adalah point-point yang harus diketahui dalam pengujian dan analisa pengukuran tanpa beban.

#### **4.1.1 Pengujian buah lemon utuh dan buah lemon lemon ekstrak dengan kertas lakmus**

Berikut adalah hasil dalam pengujian dan analisa pengukuran tanpa beban pada buah lemon utuh dan ekstrak dengan kertas lakmus.

Pada pengujian asam basadengan kertas lakmus dengan 2 sampel buah lemon (lemon utuh, lemon ekstrak) selama 3 hari diketahui bahwa hasil indikator menunjukkan bahwa lakmus biru menjadi merah yang berarti sifat larutan asam.

#### **4.1.2 Pengujian Pengukuran Tanpa Beban menggunakan 6 buah lemon utuh, 900cc lemon ekstrak dan ketebalan elektroda yang sama dan berbeda**

Berikut adalah hasil pada pengujian dan analisa pengukuran tanpa beban:

Tabel 4.1 Hasil pengukuran tanpa beban menggunakan 6 buah lemon utuh, 900cc lemon ekstrak dan ketebalan elektroda yang sama dan berbeda

No	Bahan	Total Hari	(V) Total	
			(V) Max	(V) Min
1	Hasil pengukuran tanpa beban menggunakan 6 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang sama	12	5.75	5.54
2	Hasil pengukuran tanpa beban menggunakan 6 buah lemon menggunakan ketebalan elektroda yang berbeda	21	5.77	5.63
3	Hasil pengukuran tanpa beban menggunakan 900cc ekstrak buah lemon dan ketebalan elektroda yang sama	12	5.58	2.89
4	Hasil pengukuran tanpa beban menggunakan 900cc ekstrak buah lemon dan ketebalan elektroda yang berbeda	12	5.47	2.88

Analisa pengukuran tanpa beban menggunakan 6 buah lemon, utuh, 900cc lemon ekstrak dan ketebalan elektroda yang sama dan berbeda:

- Hasil pengukuran total tanpa beban menggunakan 6 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang sama selama 4 hari x 3 pengujian= 12 hari (total hari pengujian) dengan menggunakan 1 buah lemon, 2 buah lemon dan 3 buah lemon utuh tersebut menggunakan elektroda seng dan tembaga (5x0.03x2) dengan luas penampang dan ketebalan yang sama, didapatkan terukur tegangan maksimal di setiap sampel dengan, sampel satu menggunakan 1 buah lemon terukur 0.96V, pada sampel dua menggunakan 2 buah lemon terukur 1.91V dan pada sampel tiga menggunakan 3 buah lemon terukur 2.88V dan terukur tegangan minimal di

setiap sampel dengan, menggunakan 1 buah lemon 0.90V, 2 buah lemon 1.85V dan 3 buah lemon didapati 2.79V. maka didapatkan tegangan maksimal (V) Total (1 buah lemon (V) + 2 buah lemon (V) + 3 buah lemon (V)= 5.75V) dan tegangan minimal (V) Total (1 buah lemon (V) + 2 buah lemon (V) + 3 buah lemon (V)= 5.54V).

- Hasil pengukuran total tanpa beban menggunakan 6 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang beda selama 7 hari x 3 pengujian= 21 hari (total hari pengujian) dengan menggunakan 1 buah lemon, 2 buah lemon dan 3 buah lemon utuh tersebut menggunakan elektroda seng (5x0.02x2) dan tembaga (5x0.03x2) dengan luas penampang dan ketebalan yang sama, didapatkan terukur tegangan maksimal di setiap sampel dengan, sampel satu menggunakan 1 buah lemon terukur 0.96V, pada sampel dua menggunakan 2 buah lemon terukur 1.97V dan pada sampel tiga menggunakan 3 buah lemon terukur 2.96V dan terukur tegangan minimal di setiap sampel dengan, menggunakan 1 buah lemon 0.90V, 2 buah lemon 1.88V dan 3 buah lemon didapati 2.85V. maka didapatkan tegangan maksimal (V) Total (1 buah lemon (V) + 2 buah lemon (V) + 3 buah lemon (V)= 5.75V) dan tegangan minimal (V) Total (1 buah lemon (V) + 2 buah lemon (V) + 3 buah lemon (V)= 5.54V).
- Hasil pengukuran total tanpa beban menggunakan 900cc buah lemon ekstrak dan ketebalan elektroda yang sama selama 4 hari x 3 pengujian= 12 hari (total hari pengujian) dengan menggunakan 1x15cc buah lemon ekstrak, 2x150cc buah lemon ekstrak dan 3x150cc buah lemon ekstrak tersebut menggunakan elektroda seng

dan tembaga (4x0.03x8) dengan luas penampang dan ketebalan yang sama, didapatkan terukur tegangan maksimal di setiap sampel dengan, sampel satu menggunakan 1x150cc buah lemon ekstrak terukur 0.96V, pada sampel dua menggunakan 2x150cc buah lemon ekstrak terukur 1.82V dan pada sampel tiga menggunakan 3x150cc buah lemon ekstrak terukur 2.80V dan terukur tegangan minimal di setiap sampel dengan, menggunakan 1x150cc buah lemon ekstrak 0.47V, 2x150cc buah lemon ekstrak 0.97V dan 3x150cc buah lemon ekstrak didapati 1.45V. maka didapatkan tegangan maksimal (V) Total (1x150cc buah lemon ekstrak (V) + 2x150cc buah lemon ekstrak (V) + 3x150cc buah lemon ekstrak (V)= 5.58V) dan tegangan minimal (V) Total (1x150cc buah lemon ekstrak (V) + 2x150cc buah lemon ekstrak (V) + 3x150cc buah lemon ekstrak (V)= 2.89V).

- Hasil pengukuran total tanpa beban menggunakan 900cc buah lemon ekstrak dan ketebalan elektroda yang sama selama 4 hari x 3 pengujian= 12 hari (total hari pengujian) dengan menggunakan 1x15cc buah lemon ekstrak, 2x150cc buah lemon ekstrak dan 3x150cc buah lemon ekstrak tersebut menggunakan elektroda seng dan tembaga (4x0.03x8) dengan luas penampang dan ketebalan yang sama, didapatkan terukur tegangan maksimal di setiap sampel dengan, sampel satu menggunakan 1x150cc buah lemon ekstrak terukur 0.91V, pada sampel dua menggunakan 2x150cc buah lemon ekstrak terukur 1.85V dan pada sampel tiga menggunakan 3x150cc buah lemon ekstrak terukur 2.70V dan terukur tegangan minimal di setiap sampel

dengan, menggunakan 1x150cc buah lemon ekstrak 0.47V, 2x150cc buah lemon ekstrak 0.96V dan 3x150cc buah lemon ekstrak didapati 1.45V. maka didapatkan tegangan maksimal (V) Total (1x150cc buah lemon ekstrak (V) + 2x150cc buah lemon ekstrak (V) + 3x150cc buah lemon ekstrak (V)= 5.47V) dan tegangan minimal (V) Total (1x150cc buah lemon ekstrak (V) + 2x150cc buah lemon ekstrak (V) + 3x150cc buah lemon ekstrak (V)= 2.88V).

Pada analisa diatas. Yaitu dalam hal ini seng tereduksi dan tembaga teroksidasi. Pada sel volta, elektron mengalir dari logam seng menuju logam tembaga pada asam sitrat, elektron yang tertangkap oleh ion-ion  $\text{Cu}^{2+}$  dari kandungan larutan, sehingga terbentuk endapan tembaga akibatnya, lama kelamaan anode semakin tipis larut. Larutan anode (tembaga) bermuatan positif dan katode (seng) bermuatan negatif.

## 4.2 Pengukuran Dengan Menggunakan Beban

Berikut adalah point-point yang harus diketahui dalam pengujian dan analisa pengukuran dengan menggunakan beban:

### 4.2.1 Dengan menggunakan 4x1, 7x1, 4x150cc, 7x150cc buah lemon utuh dan ekstrak dengan ketebalan elektroda yang sama dan berbeda (1 Led & 2 Led)

Berikut adalah hasil pada pengujian dan analisa pengukuran dengan beban:

Tabel 4.2. Hasil pengukuran dengan beban menggunakan 4x1, 7x1, 4x150cc, 7x150cc buah lemon utuh dan ekstrak dengan ketebalan

elektroda yang sama dan berbeda (1 Led & 2 Led)

Pengujian	Tanpa Beban (V)	Waktu Jam/ Menit	V		μA		Output LED
			(V) Max	(V) Min	(μA) Max	(μA) Min	
1	3.88	230	2.57	2.16	72	0	1
2	3.92	192	2.59	2.16	94	0	1
3	6.68	172	4.99	4.32	39.3	0	2
4	6.55	180	4.88	4.3	37.7	0	2
5	3.55	8.32	2.55	2.12	340	0	1
6	3.64	17.4	2.51	2.14	180	0	1
7	6.25	6.3	5.05	4.12	98	0	2
8	6.26	14.6	5.03	4.2	80.5	0	2

Keterangan

Pengujian	Bahan
1	Hasil pengukuran dengan beban menggunakan 4x1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang sama
2	Hasil pengukuran dengan beban menggunakan 4x1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang berbeda
3	Hasil pengukuran dengan beban menggunakan 7 x 1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang sama
4	Hasil pengukuran dengan beban menggunakan 7 x 1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda yang berbeda
5	Hasil pengukuran dengan beban menggunakan 4 x 150cc buah lemon ekstrak dan ketebalan elektroda yang sama
6	Hasil pengukuran dengan beban menggunakan 4 x 150cc buah lemon ekstrak dan ketebalan elektroda yang berbeda
7	Hasil pengukuran dengan beban menggunakan 7 x 150cc buah lemon ekstrak dan ketebalan elektroda yang sama
8	Hasil pengukuran dengan beban menggunakan 7 x 150cc buah lemon ekstrak dan ketebalan elektroda yang berbeda

Analisa pengukuran dengan beban menggunakan 4x1, 7x1, 4x150cc, 7x150cc buah lemon utuh dan ekstrak

dengan ketebalan elektroda yang sama dan berbeda (1 Led & 2 Led):

- Pada pengukuran ini, hasil tegangan tanpa beban menggunakan 4 x 1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda tembaga (Cu) ukuran (2x0,03x5)cm dan seng (Zn) ukuran (2x0,03x5)cm didapatkan 3.88 V. Setelah diberikan beban, tegangan menjadi kurang lebih 2.57 V. Led dapat menyala akan tetapi pada hari ke-7 seiring penurunan tegangan nyala led semakin redup.
- Pada pengukuran ini, hasil tegangan tanpa beban menggunakan 4 x 1 buah lemon utuh dan ketebalan elektroda tembaga (Cu) ukuran (2x0,03x5)cm dan seng (Zn) ukuran (2x0,02x5)cm didapatkan 3.92 V. Setelah diberikan beban, tegangan menjadi kurang lebih 2.59 V. Led dapat menyala akan tetapi pada hari ke-6 seiring penurunan tegangan nyala led semakin redup.
- Pada pengukuran ini, 7 buah lemon utuh dan elektroda tembaga (Cu) ukuran (2x0,03x5)cm dan seng (Zn) ukuran (2x0,03x5)cm hasil tegangan tanpa beban didapatkan 6,68 V dan setelah diberikan beban, tegangan menjadi 4,99 V, Led dapat menyala akan tetapi pada hari ke hari pengamatan mengalami penurunan tegangan pada, hari ke-6 seiring penurunan tegangan nyala led semakin redup.
- Pada pengukuran ini, 7 buah lemon utuh dan elektroda tembaga (Cu) ukuran (2x0.03x5)cm dan seng (Zn) ukuran (2x0.02x5)cm hasil tegangan tanpa beban didapatkan 6,55 V dan setelah diberikan beban, tegangan menjadi 4,88 V, Led dapat menyala akan tetapi pada hari ke hari pengamatan mengalami penurunan tegangan pada, hari ke-6

seiring penurunan tegangan nyala led semakin redup.

- Pada pengukuran ini, hasil tegangan tanpa beban menggunakan 4 x 150cc buah lemon utuh dan ketebalan elektroda tembaga (Cu) ukuran (4x0,03x8)cm dan seng (Zn) ukuran (4x0,03x8)cm didapatkan 3.55 V. Setelah diberikan beban, tegangan menjadi kurang lebih 2.55 V. Led dapat menyala akan tetapi pada jam 20:00 pengamatan ke-11 seiring penurunan tegangan nyala led semakin redup.
- Pada pengukuran ini, hasil tegangan tanpa beban menggunakan 4 x 150cc buah lemon utuh dan ketebalan elektroda tembaga (Cu) ukuran (4x0,03x8)cm dan seng (Zn) ukuran (4x0,02x8)cm didapatkan 3.64 V. Setelah diberikan beban, tegangan menjadi kurang lebih 2.51 V. Led dapat menyala akan tetapi pada pada hari ke-2 seiring penurunan tegangan nyala led semakin redup.
- Pada pengukuran ini, 7 x 150cc buah lemon utuh dan elektroda tembaga (Cu) ukuran (4x0,03x8)cm dan seng (Zn) ukuran (4x0,03x8)cm hasil tegangan tanpa beban didapatkan 6.25 V dan setelah diberikan beban, tegangan menjadi 5.05 V, Led dapat menyala akan tetapi pada jam ke jam pengamatan mengalami penurunan tegangan pada, hari ke-1, jam 22:30 pengamatan ke-11 seiring penurunan tegangan nyala led semakin redup.
- Pada pengukuran ini, 7 x 150cc buah lemon utuh dan elektroda tembaga (Cu) ukuran (4x0,03x8)cm dan seng (Zn) ukuran (4x0,02x8)cm hasil tegangan tanpa beban didapatkan 6.26 V dan setelah diberikan beban, tegangan menjadi 5.03 V, Led dapat menyala akan tetapi pada jam ke jam pengamatan

mengalami penurunan tegangan pada, hari ke-2, jam 4:30 pengamatan ke-12 seiring penurunan tegangan nyala led semakin redup.

Pada pengujian dengan beban menggunakan 4x1, 7x1, 4x150cc, 7x150cc buah lemon utuh dan ekstrak dengan ketebalan elektroda yang sama dan berbeda. Didapatkan analisa, bahwa hal ini terjadi akibat efek galvani dan netralnya larutan elektrolit kuat menjadi larutan elektrolit lemah dan akibat efek korosi dan pengendapan pada elektroda sehingga jika logam seng telah melarut atau ion  $Cu^{2+}$  sudah mengendap, maka aliran elektron terhenti.

Tabel 4.3. Hasil menggunakan 4 x 150cc, 7 x 150cc ekstrak buah lemon pengukuran asam basa dengan beban dan ketebalan elektroda yang sama dan berbeda (1 Led & 2 Led)

Pengujian	Tanpa beban (V)	pH Max	pH Min	Waktu Jam/ Menit	(V) Max	(V) Min	(µa) Max	(µA) Min	Output LED
1	3.55	2.6	3	8.32	2.55	2.12	340	0	1
2	3.64	2.6	3.1	17.4	2.51	2.14	180	0	1
3	6.25	2.6	3.1	6.3	5.05	4.12	98	0	2
4	6.26	2.6	3	14.6	5.03	4.2	80.5	0	2

#### Keterangan

Pengujian	Bahan
1	Ekstrak lemon 4 x 150cc Cu(4 x 0.03 x 8) Zn(4 x 0.03 x 8)
2	Ekstrak lemon 4 x 150cc Cu(4 x 0.03 x 8) Zn(4 x 0.02 x 8)
3	Ekstrak lemon 7 x 150cc Cu(4 x 0.03 x 8) Zn(4 x 0.03 x 8)
4	Ekstrak lemon 7 x 150cc Cu(4 x 0.03 x 8) Zn(4 x 0.02 x 8)

Analisa menggunakan 4 x 150cc, 7 x 150cc ekstrak buah lemon pengukuran asam basa dengan beban dan ketebalan elektroda yang sama dan berbeda (1 Led & 2 Led):

- pada pengujian asam dan basa ekstrak lemon 4 x 150cc dengan ketebalan elektroda yang sama didapati pengukuran tanpa beban terukur 3.55 V, dan terukur tegangan maksimal 2.55 V (1 Led) sangat terang dan (pH 2.6), turun menjadi tegangan minimal 2.12 V (1 Led) tidak menyala dan (pH 3.0) dan didapatkan arus pada Ekstrak lemon 4 x 150cc dengan ketebalan elektroda yang sama dari 340  $\mu\text{A}$  (1 Led) sangat terang dan (pH 2.6) turun menjadi 0,0  $\mu\text{A}$  (1 Led) tidak menyala (pH 3.0).
- Pada pengujian ekstrak lemon 4 x 150cc dengan ketebalan elektroda berbeda diapati pengukuran tanpa beban terukur 3.64 V, dan terukur tegangan maksimal 2.51 V (1 Led) sangat terang (pH 2.6), turun menjadi tegangan minimal 2.14 V (1 Led) tidak menyala (pH 3.1) dan didapatkan arus ekstrak lemon 4 x 150cc dengan ketebalan elektroda yang berbeda dari 180  $\mu\text{A}$  (1 Led) sangat terang (pH 2.6) menjadi 0.0  $\mu\text{A}$  (1 Led) tidak menyala (pH 3.1).
- Pada pengujian ekstrak lemon 7 x 150cc dengan ketebalan elektroda berbeda diapati pengukuran tanpa beban terukur 6.25 V, dan terukur tegangan maksimal 5.05 V (2 Led) sangat terang (pH 2.6), turun menjadi tegangan minimal 4.12 V (2 Led) tidak menyala (pH 3.1) dan didapatkan arus pada ekstrak lemon 7 x 150cc dengan ketebalan elektroda yang sama dari 98  $\mu\text{A}$  (2 Led) sangat terang (pH 2.6) menjadi 0.0  $\mu\text{A}$  (2 Led) tidak menyala (pH 3.1).
- Pada pengujian ekstrak lemon 7 x 150cc dengan ketebalan elektroda berbeda diapati pengukuran tanpa beban terukur 6.26 V, dan terukur tegangan maksimal 5.03 V (2 Led) sangat terang (pH 2.6), turun menjadi tegangan minimal 4.20 V (2 Led) tidak menyala (pH 3.0) dan

didapatkan arus pada ekstrak lemon 7 x 150cc dengan ketebalan elektroda yang berbeda dari 80.5  $\mu\text{A}$  (2 Led) sangat terang dan (pH 2.6) turun menjadi 0,0  $\mu\text{A}$  (2 Led) tidak menyala (pH 3.0).

Pada pada analisa diatas, tegangan dan arus semakin menurun dan pH semakin naik menandakan kadar keasaman pada larutan ekstrak semakin menurun hal ini terjadi akibat efek galvanik.

## V. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian terhadap elektroda dan asam sitrat sampai dengan hasil dalam pembahasan yang telah dilakukan, maka peneliti menarik beberapa kesimpulan penting sebagai berikut :

1. Pada pengujian 4 x 1 ketebalan elektroda yang sama tegangan yang dihasilkan pada lemon utuh range dan daerah hasilnya 2.57 V nyala LED sangat terang, sedangkan pada buah lemon ekstrak 4 x 150cc ketebalan elektroda yang sama didapati 2.55 V nyala LED sangat terang. Tegangan yang dihasilkan buah lemon utuh lebih optimal 2.57 V.
2. Pada pengujian 7 x 1 ketebalan elektroda yang sama tegangan yang dihasilkan pada lemon utuh range dan daerah hasilnya 4.99 V nyala LED sangat terang, sedangkan pada buah lemon ekstrak 7 x 150cc ketebalan elektroda yang sama didapati 5.05 V nyala LED sangat terang. Tegangan yang dihasilkan

- lemon ekstrak lebih optimal 5.05 Volt, akan tetapi waktu hidup/*life time* baterai lemon utuh 7x1 lebih optimal yaitu 172 jam 34 menit dibandingkan waktu hidup/*life time* baterai ekstrak lemon 7x150cc yaitu 6 jam 3 menit.
3. Pada hasil pengujian tanpa beban diketahui bahwa dengan menggunakan ketebalan elektroda yang berbeda Cu (2x0.03x5)cm Zn (2x0.02x5) dan Cu (4x0.03x8)cm Zn (4x0.02x8)cm terukur satu buah lemon lebih optimal tegangan yang dihasilkan 0.98 Volt dibandingkan menggunakan ketebalan elektroda yang sama terukur satu buah lemon 0.96 Volt.
  4. Pada total jam waktu hidup/*life time* menggunakan beban LED, pada buah lemon utuh lebih optimal waktu hidup/*life time* dibandingkan ekstrak buah lemon, yaitu menggunakan buah lemon utuh waktu hidup/*life time* lebih optimal 236 jam 6 menit dibandingkan dengan menggunakan ekstrak buah lemon waktu hidup/*life time* yang dibutuhkan 17 jam 42 menit.

## 5.2 Saran

Adapun beberapa hal penting yang mungkin bisa dijadikan referensi dalam pengembangan penelitian ini adalah :

1. Hasil dari penelitian baterai menggunakan buah lemon utuh dan ekstrak buah lemon dengan memanfaatkan zat asam sitrat dari buah lemon ini bermanfaat baru

dalam tahap penelitian. Sehingga diharapkan penelitian selanjutnya dapat diaplikasikan untuk skala yang lebih besar lagi dan dilakukan untuk tegangan yang dihasilkan lebih besar mencapai 9 Volt sampai 12 Volt jumlah dan komposisi buah bisa ditambahkan lagi.

2. Penelitian kedepannya diharapkan bisa mengemas atau mempacking lebih sederhana serta bisa menggunakan metode ekstrak lainnya dan bagaimana cara mengatasi efek korosi pada elektroda.
3. Untuk penelitian selanjutnya dilakukan pemilihan bahan selain lemon dan elektroda yang berbeda selain seng dan tembaga guna untuk mengetahui kombinasi tegangan yang diperoleh.



## BIOGRAFI

Efrlan Haris Andriana lahir di Indramayu pada tanggal 3 Mei 1989. Saat ini sedang menempuh pendidikan akhir di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan mengambil konsentrasi ketenagaan (Power).