

## **Identifikasi Potensi Energi Listrik Dari Sari Buah-Buahan**

A.Daffa Islamay Fasya Askari, Nadiva Az- Zahra dan Qaniyya Hanun Niswa  
Dewi Sartika, S.Pd  
SMA Islam Terpadu Al-Furqon Palembang  
[islamay.ahmad@gmail.com](mailto:islamay.ahmad@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk (1) Mengetahui hubungan jumlah elektron berdasarkan tingkat keasaman dari sari buah-buahan yang digunakan (2) Menganalisis perbedaan varietas sari buah-buahan yang digunakan terhadap pengaruh arus listrik yang didapatkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: elektroda, dengan katodanya menggunakan tembaga (Cu) dan anodanya menggunakan seng (Zn), multimeter, pH meter, kabel penghubung dan LED. Hasil pembahasan makalah ini bahwa (1) Tingkat keasaman pada sari buah-buahan mempengaruhi terhadap jumlah elektron yang dihasilkan, semakin tinggi tingkat keasaman suatu buah-buahan maka akan semakin banyak elektron yang ada didalamnya (2) Arus yang paling besar diperoleh dari belimbing wuluh dikarenakan belimbing wuluh mengandung senyawa kimia asam format (HCOOH) yang tidak terdapat pada buah lain, dan pada belimbing wuluh mempunyai nilai pH sebesar 1,4 jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai pH jeruk lemon sebesar 2,3 dan nilai pH tomat 4. Semakin kecil nilai pH dari buah-buahan maka akan semakin besar juga arus dan tegangan yang dihasilkan, begitu juga sebaliknya.

***Kata Kunci*** : Larutan elektrolit, arus Listrik, daya hantar listrik

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kebutuhan akan sumber energi saat ini sedang dicari, sehingga jika kita hanya memanfaatkan sumber daya alam, maka sumber daya alam dapat habis, salah satunya sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Masalah tersebut diharapkan dapat dicari solusinya melalui pemanfaatan energi alternatif yang berasal dari bahan-bahan yang tersedia dan belum dimanfaatkan secara lebih luas. Energi alternatif tersebut selain merupakan energi yang ramah lingkungan juga energi yang dapat diperbarui melalui pemanfaatan misalnya buah-buahan.

Energi alternatif merupakan sumber energi yang dihasilkan dari bahan-bahan yang belum pernah dimanfaatkan secara luas. Saat ini, penelitian mengenai energi alternatif lebih dititikberatkan kepada energi alternatif yang menggunakan bahan-bahan alami dan bersumber dari alam. Elektrolit dalam batu baterai bersifat asam, sehingga buah yang bersifat asam dapat digunakan menjadi elektrolit (Sutikno, 2008). Energi alternatif yang berasal dari buah-buahan dapat digunakan sebagai sumber energi. Buah-buahan yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi, sangat baik dalam menghantarkan arus listrik dan juga berpengaruh terhadap besar energi listrik yang dihasilkan. Seiring meningkatnya tarif listrik di tambah lagi masih ada warga Indonesia di daerah pedalaman yang belum tersentuh listrik, maka perlu dilakukan pengembangan sumber energi listrik alternatif yang mudah dan murah.

Beberapa buah dapat menghasilkan energi listrik. Buah-buahan yang memiliki kandungan asam, kandungan asam tersebut berasal dari sari buah, yang berupa larutan sehingga dapat menghantarkan elektron dan menghasilkan arus listrik (Pratama, 2007). Arus listrik inilah yang nantinya akan menjadi indikator, selain arus listrik indikatornya antara lain, tegangan dan nilai pH, sehingga dapat diketahui energi listrik yang terkandung dalam buah-buahan tersebut.

Elektron mengalir dibawa oleh ion-ion, sedangkan yang dapat menghasilkan ion antara lain asam, basa, dan garam. Asam terdiri atas asam kuat, yang banyak menghasilkan ion sedangkan asam lemah menghasilkan sedikit ion, dimana semakin asam suatu buah maka makin kecil pH-nya demikian pula semakin lemah tingkat keasaman suatu buah maka nilai pH-nya semakin besar. Apabila suatu buah yang memiliki larutan konduktor elektrolit memiliki tingkat keasaman yang tinggi (nilai pH kecil) maka semakin banyak ion yang dihasilkan sehingga arus listrik yang dihasilkan juga semakin besar dan akibatnya konduktivitas dari larutan buah elektrolit tersebut juga semakin besar.

Menggunakan larutan jeruk dan mangga dapat dinyatakan bahwa larutan buah yang memiliki tingkat keasaman besar atau nilai pH-nya lebih kecil dapat menghantarkan arus listrik yang besar (Kholida dan Pujayanto, 2015). Sebaliknya larutan buah yang memiliki tingkat keasaman kecil atau nilai pH-nya lebih besar menghantarkan arus yang kecil (Purnomo, 2010). Buah jeruk memiliki nilai pH yang lebih kecil dibandingkan dengan buah mangga sedangkan nilai kuat arus buah jeruk lebih besar dibandingkan buah mangga.

Penelitian ini merupakan pengembangan hasil penelitian dari Michel Faraday pada tahun 1884, Svarte Arrhenius mengemukakan teori tentang elektrolit yang sampai saat ini masih digunakan. Larutan elektrolit dalam air terdisosiasi menjadi partikel-partikel yang bermuatan positif dan negatif yang disebut dengan ion. Jumlah ion bermuatan positif akan selalu sama dengan jumlah ion bermuatan negatif, sehingga muatan pada ion-ion dalam larutan bersifat netral. Ion-ion inilah yang bertugas untuk mengantarkan listrik. Pada percobaan yang dilakukan Michael Faraday larutan elektrolit tersebut memberikan gejala kelistrikan yaitu berupa lampu yang dapat menyala dan timbulnya gelembung-gelembung gas dari dalam larutan. Berdasarkan teori itulah dapat dilakukan penelitian dengan mencelupkan dua logam yang termasuk deret volta seperti ujung kabel yang kemudian dihubungkan ke multimeter, sehingga kita mengetahui tegangan dan arus listrik pada larutan tersebut.



Pemanfaatan keragaman sumber energi listrik dari buah yang ada dilingkungan sekitar masih sangat kecil, maka dari itu peneliti memilih buah-buahan yang dengan mudah dapat ditemui dilingkungan sekitar untuk menjadi bahan dalam penelitian ini. Buah yang digunakan peneliti kali ini adalah jeruk lemon, belimbing wuluh dan tomat. Peneliti juga memilih berdasarkan tingkat keasaman yang berbeda serta tekstur buah yang berbeda, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dari ketiga buah-buahan tersebut.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Hana Kholida dan Pujayanto yang berjudul Hubungan Kuat Arus Listrik dengan Keasaman Buah Jeruk dan Mangga, maka dengan mempertimbangkan penelitian terdahulu yang dilakukan Hana Kholida dan Pujayanto dan berdasarkan permasalahan yang telah ada, maka dilaksanakan penelitian dengan judul “Identifikasi potensi energi listrik dari sari buah-buahan sebagai sumber energi”.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka permasalahan yang akan diambil dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hubungan jumlah elektron berdasarkan tingkat keasaman dari sari buah-buahan yang digunakan?
2. Bagaimana perbedaan varietas sari buah-buahan yang digunakan terhadap pengaruh arus listrik yang didapatkan?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui hubungan jumlah elektron berdasarkan tingkat keasaman dari sari buah-buahan yang digunakan.
2. Menganalisis perbedaan varietas sari buah-buahan yang digunakan terhadap pengaruh arus listrik yang didapatkan.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Secara umum penelitian ini diharapkan dapat mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Pengembangan sumber daya energi alternatif yang murah dan mudah.
2. Memberikan sumbangan positif bagi penduduk di daerah pedalaman sebagai sumber energi alternatif.
3. Variasi alat pembelajaran pada materi Listrik Dinamis.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Energi Listrik

Energi listrik diubah menjadi energi termal atau cahaya dalam alat-alat seperti itu dan terjadi banyak tumbukan antara elektron-elektron yang bergerak dalam atom-atom kawat. Pada setiap tumbukan, sebagian energi kinetik atom-atom kawat bertambah dan dengan demikian temperatur elemen kawat bertambah (Giancoli, 2014). Energi listrik adalah energi akhir yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik yang menghasilkan bentuk energi yang lain (Saptika dkk, 2013). Energi yang dihasilkan dapat berasal dari berbagai sumber misalnya air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari dan lainnya. Energi ini besarnya dari beberapa volt sampai ribuan hingga jutaan volt. Energi listrik yang dihasilkan dari energi kinetik dapat berubah bentuk menjadi energi cahaya, energi gerak, energi bunyi dan bentuk energi lainnya yang dibutuhkan oleh manusia. Besarnya energi listrik yang dikeluarkan sumber energi listrik dipengaruhi oleh besarnya tegangan, kuat arus, dan waktu sehingga apabila penghantar yang hambatannya  $R$  diberikan tegangan  $V$  pada ujung-ujungnya dan arus  $I$  melaluinya maka dalam waktu  $t$  detik besar energi listrik yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W = V I t \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$W$  = Energi Listrik (Joule)

$V$  = Potensial Listrik (Volt)

$I$  = Arus Listrik (Ampere)

$t$  = Waktu (Sekon)

Baterai bekerja dengan cara merubah energi kimia yang terdapat di dalam baterai menjadi energi listrik. Baterai mampu mempertahankan aliran elektron (arus listrik) pada rangkaian listrik, karena hal tersebut baterai dikatakan memiliki beda potensial pada terminalnya, beda potensial diukur dalam volt (V), jika usaha yang dilakukan ketika muatan listrik melewati dua titik percabangan, beda potensial atau tegangan diantara titik percabangan (Duncan dan Kennett, 2014). Tegangan seringkali orang menyebutnya dengan beda potensial adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan pada elemen atau komponen dari satu terminal atau kutub ke terminal atau kutub lainnya, atau pada kedua terminal atau kutub mempunyai beda potensial. Keterkaitan antara kerja yang dilakukan sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan sehingga pengertian diatas dapat dipersingkat bahwa tegangan adalah energi yang dikeluarkan.

Arus adalah sebaran gerak muatan dari satu daerah ke daerah lainnya (Young and Freedman, 2003). Arus listrik dapat diangkut melalui materi dengan jalan konduksi muatan listrik dari satu titik ke titik yang lain dalam bentuk arus listrik. Arus listrik dapat terjadi apabila dalam materi ada sarana pengangkut muatan listrik yang bergerak. Pada larutan mekanisme pengantaran listrik menjadi lebih kompleks. Pengangkutan muatan positif juga bergerak dalam air, muatan akan terurai menjadi ion-ion akan bergerak kearah elektroda yang bermuatan berlawanan. Medan listrik yang mempunyai ion positif akan bergerak ke arah elektroda negatif, sedangkan ion negatif bergerak kearah elektroda positif. Pergerakan ion-ion ini ekuivalen dengan aliran elektron sepanjang kawat logam. Arah arus listrik yang mengalir merupakan arah dari aliran muatan positif, dimana arah tersebut juga berlawanan dengan arah aliran elektron (Serwey dan John W. Jewett, 2006)

Satuan SI dari arus adalah ampere, satu ampere didefinisikan sebagai satu coulomb per detik ( $1A = 1 C/s$ ). Satuan ini diberikan untuk menghormati ilmuwan Perancis Andre Marie Ampere (1775-1836). Dapat didefinisikan



arus melalui luas penampang A sebagai muatan netto yang mengalir melalui luas itu per satuan waktu. Suatu muatan netto Q mengalir melalui sebuah luas dalam waktu  $t$ , maka arus  $I$  yang dianggap konstan adalah (Young and Freedman, 2003).

$$I = \frac{q}{t} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

$I$  = Arus Listrik ( Ampere)

$q$  = Muatan Listrik (Coulomb)

$t$  = Waktu (Sekon)

## **B. Penelitian Alessandro Volta**

Alessandro Volta lahir di Como, Italia pada tanggal 8 Februari 1745. Keluarga Alessandro Volta adalah termasuk keluarga berada, ayahnya adalah seorang bangsawan yang cukup disegani dikota tersebut. Keluarga mereka sangat menjunjung tinggi pendidikan dan ilmu pengetahuan. Lingkungan inilah yang membentuk Volta hingga sangat cinta dengan ilmu pengetahuan khususnya Fisika.

Pada tahun 1786, Luigi Galvani melakukan eksperimen yang tidak sengaja yaitu, mengikat kaki katak mati dengan kait tembaga dan tidak sengaja menyentuh besi hingga membuat kaki katak tersebut berdenyut. Volta yang juga mengetahui eksperimen itu membantah bahwa tidak mungkin daging atau kaki katak mengandung listrik. Listrik yang membuat kaki katak berdenyut itu berasal dari perbedaan tegangan antara tembaga yang mengikat kaki dengan besi yang secara tidak sengaja tersentuh kaki katak.

Selama 8 tahun Alessandro Volta melakukan penelitian itu, hingga mendapat kesimpulan bahwa listrik itu berasal dari logam bukan daging atau kaki katak yang telah mati. Efek ini muncul akibat dua logam tidak sejenis

yaitu besi dan tembaga dari pisau bedah Galvani waktu itu.

Volta pun kemudian membuat Baterai Volta (*Voltac Pile*) yang terbuat dari tembaga dan seng yang dicelupkan ke air garam dan dihubungkan tanpa bersinggungan. Para ilmuwan kemudian melakukan penyempurnaan baterai volta ini. Hal ini sekaligus membuktikan bahwa teori Alessandro Volta yang benar dan sekaligus menjatuhkan teori Galvani. Nama Alessandro Volta kemudian tercatat sebagai seorang penemu baterai dimana satuan tegangan listrik memakai namanya yaitu Volt.



Gambar 2.1 Baterai Volta (Sumber: artikelnesia.com)

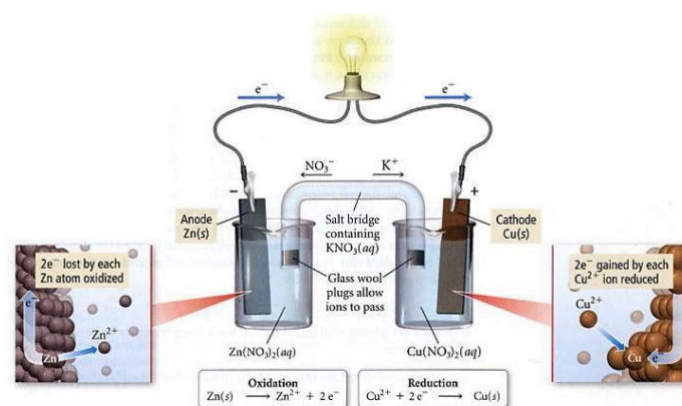
Penelitian Volta menyatakan bahwa jika suatu deretan zat dimasukkan ke larutan asam atau garam maka akan melepaskan muatan-muatan listrik. Berdasarkan hal tersebut peneliti melakukan percobaan dengan mencelupkan dua logam yang termasuk kedalam sel volta kedalam sari buah-buahan yang mengandung tingkat keasaman yang berbeda, kemudian menghubungkan menggunakan kabel ke lampu LED tanpa baterai, sehingga lampu akan menyala.

### C. Sel Volta

Sel volta merupakan sel elektrokimia yang dapat menghasilkan arus listrik. Sel galvani, anoda berfungsi sebagai elektroda bermuatan negatif dan

katoda bermuatan positif (Usman, dkk, 2017). Arus listrik mengalir dari katoda menuju anoda. Reaksi kimia yang terjadi pada sel volta berlangsung secara spontan. Sel volta adalah penataan bahan kimia dan penghantar listrik yang memberikan aliran elektron lewat rangkaian luar dari suatu zat kimia yang teroksidasi ke zat kimia yang di reduksi. Sel volta oksidasi bearti dilepaskan elektron oleh atom, molekul, dan ion. Reduksi bearti diperolehnya elektron oleh partikel-partikel atom molekul dan ion. Sel volta dibedakan menjadi tiga jenis yaitu sel volta primer merupakan sel volta yang tidak dapat diperbarui (sekali pakai) dan bersifat tidak dapat balik (*irreversible*) (Harapa, 2016). Contohnya baterai kering. Sel volta sekunder merupakan sel volta yang dapat diperbarui (sekali pakai) dan bersifat dapat balik (*reversible*) ke keadaan semula. Contohnya baterai aki. Sel volta bahan bakar adalah sel volta yang tidak dapat diperbarui tetapi tidak habis.

Prinsip kerja sel volta adalah energi hasil dari reaksi kimia dirubah menjadi energi listrik, reaksi yang terjadi merupakan reaksi redoks. Sel volta terdiri dari elektroda (lempeng seng dan lempeng tembaga), elektroda adalah elektrokimia didalam sel yang disebut sebagai anoda dan katoda, anoda dapat didefinisikan sebagai elektroda di anoda elektron datang dari sel elektrokimia dan oksidasi terjadi, sementara katoda dapat didefinisikan sebagai elektroda dimana elektron memasuki sel elektrokimia dan reduksi terjadi.



Gambar 2.2 Sel Volta (Sumber: sainskimia.com)

## D. Elektrolit

Tahun 1884 Svante Arrhenius, ahli kimia terkenal dari Swedia mengemukakan teori elektrolit. Menurut Arrhenius, elektrolit suatu zat yang terlarut ke dalam bentuk ion-ion yang bergerak bebas selanjutnya larutan menjadi konduktorelektrik, ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik. Ion-ion inilah yang menghantarkan arus listrik melalui larutannya. Larutan inilah yang dapat menghantarkan arus listrik. Larutan ini memberikan gejala berupa menyalanya lampu. Zat elektrolit dapat berupa senyawa ion dan senyawa polar.

1. Senyawa ion : Terdiri atas ion, jika senyawa ion dilarutkan dalam air maka ion dapat bergerak bebas dan larutan dapat menghantarkan arus listrik. Padatan atau kristal senyawa ion tidak dapat menghantarkan arus listrik, tetapi lelehan senyawa ion dapat menghantarkan arus listrik.
2. Senyawa kovalen polar : Molekul senyawa kovalen polar dapat diuraikan oleh air dan membentuk ion. Elektrolit jenis ini meliputi asam dan basa, tetapi lelehan senyawa kovalen terdiri atas molekul netral, maka tidak ada lelehan senyawa kovalen yang dapat menghantarkan arus walaupun bersifat polar.

Larutan elektrolit dibedakan menjadi dua yaitu larutan elektrolit kuat dan larutan elektrolit lemah.

### 1. Larutan Elektrolit Kuat

Larutan elektrolit kuat adalah ion-ion yang bergabung dengan molekul air sehingga larutan tersebut memiliki daya hantar listrik yang kuat. Hal ini disebabkan karena tidak ada molekul atau partikel lain yang menghalangi gerak ion-ion untuk menghantarkan arus listrik, sementara molekul-molekul air adalah sebagai media untuk pergerakan ion. Misalnya HCl dilarutkan ke dalam air, maka semua HCl akan bereaksi dengan air dan berubah menjadi ion-ion.

Larutan elektrolit kuat adalah larutan yang mempunyai daya hantar

arus listrik dengan daya yang kuat, karena zat terlarut yang berada didalam pelarut (biasanya air), seluruhnya dapat berubah menjadi ion dengan harga derajat ionisasi adalah satu ( $\alpha = 1$ ). Adapun yang tergolong elektrolit kuat adalah :

Asam kuat : HCl, HClO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>  
Basa kuat : NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>  
Garam kuat : NaCl, KCl, KI, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

## 2. Larutan Elektrolit Lemah

Larutan elektrolit lemah adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik secara lemah. Hal ini ditandai lampu menyala redup pada alat uji elektrolit dan terdapat gelembung gas pada permukaan elektrodanya. Contohnya antara lain larutan gula, larutan urea, larutan alkohol dan sebagainya.

Larutan elektrolit lemah adalah larutan yang mampu menghantarkan arus listrik dengan daya yang lemah, dengan harga derajat ionisasi lebih dari nol tetapi kurang dari satu ( $0 < \alpha < 1$ ). Yang tergolong elektrolit lemah adalah:

Asam lemah : CH<sub>3</sub>COOH, HCN, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S.  
Basa lemah : NH<sub>4</sub>OH, Ni(OH)<sub>2</sub>.  
Garam-garam yang sukar larut : AgCl, CaCrO<sub>4</sub>, PbI<sub>2</sub>

## E. Daya Hantar Listrik

Daya merupakan laju energi listrik yang ditransfer dari suatu tempat ke tempat lain maupun berubah dari satu bentuk ke bentuk lain (Duncan dan Kennett, 2014). Daya hantar listrik merupakan daya hantar listrik dari suatu benda atau suatu zat dan kemampuan benda itu sendiri untuk menghantarkan listrik. Daya hantar listrik (konduktivitas) adalah ukuran seberapa kuat suatu larutan dapat menghantarkan listrik (Sukardjo, 1997). Konduktivitas digunakan untuk ukuran larutan atau cairan elektrolit. Semakin besar jumlah

ion dari suatu larutan maka konduktivitasnya akan semakin tinggi nilainya. Jumlah muatan dalam larutan sebanding dengan nilai daya hantar molar larutan dimana hantaran molar juga sebanding dengan konduktivitas larutan. Konsentrasi elektrolit sangat menentukan besarnya konduktivitas molar ( $\Delta m$ ). Konduktivitas molar adalah konduktivitas suatu larutan apabila konsentrasi larutan sebesar satu molar. Larutan encer, ion-ion dalam larutan tersebut mudah bergerak sehingga daya hantarnya semakin besar. Larutan yang pekat, pergerakan ion lebih sulit sehingga daya hantarnya menjadi lebih rendah. Hal lain yang mempengaruhi daya hantar listrik selain konsentrasi adalah jenis larutan. Larutan elektrolit, yang mengantarkan arus listrik adalah ion-ion yang terdapat di dalam larutan tersebut. Jika didalam larutan tidak terdapat ion, maka larutan tersebut tidak dapat mengantarkan arus listrik. Partikel-partikel yang ada didalam larutan elektrolit kuat adalah ion-ion yang bergabung dengan molekul air, sehingga larutan tersebut memiliki daya hantar listrik yang kuat. Hal ini disebabkan karena tidak ada molekul atau partikel lain yang menghalangi gerak ion-ion untuk menghantarkan arus listrik, sementara molekul-molekul air digunakan sebagai media untuk pergerakan ion.

Daya hantar listrik larutan elektrolit dipengaruhi oleh banyaknya ion-ion yang terdapat didalam larutan tersebut. Jumlah ion yang ada tergantung dari jenis elektrolit (kuat atau lemah) dan konsentrasi selanjutnya. Pengenceran baik untuk elektrolit lemah atau kuat dengan memperbesar daya hantar dan mencapai harga maksimum pada pengenceran tidak berhingga. Semakin banyak jumlah ion yang ada dalam larutan maka semakin besar daya hantar listriknya dan sebaliknya (Agustyar, 2016).

## **F. Elektron**

Elektron merupakan bagian dari atom. Inti atom dikelilingi oleh elektron. Massa atom terpusat pada intinya sebab massa elektron jauh lebih kecil dari pada massa proton dan neutron. Elektron mempunyai muatan sebesar  $Q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , karena elektron suatu atom dapat berpindah ke atom yang

lain. Perpindahan elektron ini mengakibatkan suatu atom kekurangan atau kelebihan elektron (Atom menjadi bermuatan listrik ). Elektron tidak memiliki komponen dasar ataupun substruktur apapun yang diketahui, sehingga dapat dikatakan sebagai partikel elementer.

Elektron merupakan muatan dasar yang menentukan sifat listrik suatu benda. Elektron yang bermuatan negatif dipertahankan didalam atom itu oleh gaya tarikan listrik yang dikerahkan pada elektron oleh inti yang bermuatan positif (Young and Freedman, 2003).

## **BAB III**

### **METEDOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan alat dan bahan antara lain: jeruk lemon, belimbing wuluh, tomat, multimeter analog, kabel, penjepit buaya, suntikan 10 ml, pH meter, penggaris, blender, saringan, wadah plastik, tembaga (Cu) dan seng (Zn).

#### **B. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2022 di Laboratorium Fisika SMA IT Al-Furqon Palembang.

#### **C. Alat dan Bahan**

##### 1. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam melakukan penelitian ini antara lain:

- a. Multimeter analog, berfungsi untuk mengukur arus dan tegangan.
- b. pH meter, berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman sari buah-buahan.
- c. Jepit buaya, berfungsi untuk menghubungkan antar seng dan tembaga serta menghubungkannya ke lampu LED.
- d. Kabel, sebagai penghubung antar jepit buaya.
- e. Blender, untuk menghaluskan buah-buahan.
- f. Saringan, untuk mengambil sari buah-buahan setelah diblender.
- g. Mistar, untuk mengukur pelat saat pemotongan.
- h. Gunting, untuk memotong pelat.
- i. Suntikan, untuk mengukur volume cairan sari buah-buahan.
- j. Lampu LED, sebagai penghasil sumber cahaya.



- k. Pelat tembaga, sebagai katoda yang bermuatan positif.
  - l. Pelat seng, sebagai anoda yang bermuatan negatif.
2. Bahan
- Adapun bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini antara lain:
- a. Sari buah jeruk lemon.
  - b. Sari buah belimbing wuluh.
  - c. Sari buah tomat.

#### **D. Cara Kerja**

Adapun cara kerja yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

1. Sari buah-buahan di peroleh dari memblender buah-buahan kemudian diambil sarinya dengan cara menyaring menggunakan saringan.
2. Sari-sari buah dimasukkan ke wadah plastik, dengan masing-masing wadah berisi 10 ml yang diukur dengan menggunakan suntikan.
3. Lempeng tembaga dan seng dipotong menggunakan gunting dengan ukuran panjang 3 cm dan lebar 2 cm.
4. Jepit buaya dan kabel disambungkan keduanya.
5. Setelah alat dan bahan siap digunakan rangkai alat.
6. Mengukur tingkat keasaman pada sari buah jeruk, belimbing wuluh dan tomat dengan pH meter.
7. Masukkan larutan sari buah jeruk, belimbing wuluh dan tomat kedalam empat buah wadah dengan masing-masing wadah berisi larutan sebanyak 10 ml.
8. Jepit salah satu ujung jepit buaya ke pelat tembaga dan ujung lainnya ke pelat seng, begitu juga dengan jepit selanjutnya sampai wadah ke empat.
9. Wadah ke 1 jepit buaya di pelat tembaga digunakan sebagai anoda, lalu wadah ke 4 jepit buaya dijepitkan ke katoda. Kemudian ujung jepit buaya yang lainnya dijepitkan ke lampu LED .

10. Setelah semua sudah dirangkai selanjutnya, mengukur tegangan menggunakan multimeter analog, untuk tegangan menggunakan skala batas 10 dan skala maksimum 10.
11. Setelah tegangan diukur selanjutnya mengukur arus listriknya menggunakan multimeter analog, untuk arus menggunakan skala batas 2,5 mA dan skala maksimum 250.

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil**

Tabel 4. 1 Hasil pengamatan pada sari buah jeruk lemon

<b>Pukul (WIB)</b>	<b>Jam ke-</b>	<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (mA)</b>	<b>pH</b>
19.48	0	2,9	0,95	2,3
20.48	1	1,8	0,30	2,3
21.48	2	1,7	0,25	2,3
22.48	3	1,5	0,30	2,3
23.48	4	1,6	0,30	2,3
$\Sigma X$		9,5	2,1	11,5
$\bar{X}$		1,9	0,42	2,3

Tabel 4. 2 Hasil pengamatan pada sari buah belimbing wuluh

<b>Pukul (WIB)</b>	<b>Jam ke-</b>	<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (mA)</b>	<b>pH</b>
11.05	0	3,0	1,25	1,4
12.05	1	2,7	0,85	1,4
13.05	2	2,5	0,35	1,4
14.05	3	2,4	0,25	1,4
15.05	4	2,2	0,20	1,4
$\Sigma X$		12,8	2,9	1,4
$\bar{X}$		2,56	0,58	1,4

Tabel 4. 3 Hasil pengamatan pada sari buah tomat

Pukul (WIB)	Jam ke-	Tegangan (V)	Arus (mA)	pH
16.03	0	2,9	0,75	4,0
17.03	1	2,9	0,70	4,0
18.03	2	2,9	0,70	4,0
19.03	3	2,8	0,60	4,0
20.03	4	2,7	0,55	4,0
$\Sigma X$		14,2	3,3	20
$\bar{X}$		2,84	0,66	4,0

Tabel 4.4 Hasil pengamatan pengaruh tingkat keasaman dari sari buah-buahan

No	Sari Buah	pH	Arus
1.	Jeruk lemon	2,3	0,95
2.	Belimbing wuluh	1,4	1,25
3.	Tomat	4,0	0,75

Tabel 4. 5 Hasil perhitungan jumlah elektron pada setiap buah

No	Sari Buah	$I$	$t$	$q$	$n$
1.	Jeruk lemon	0,00095	1800 s	1,20 C	$1,05 \times 10^{19}$
2.	Belimbing wuluh	0,00125	1800 s	1,87 C	$2,25 \times 10^{19}$
3.	Tomat	0,00075	1800 s	0,54 C	$0,83 \times 10^{19}$

1. Sari buah jeruk lemon

$$\begin{aligned}
 q &= I \cdot t \\
 &= 0,00095 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s} \\
 &= 1,71 \text{ C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n &= \frac{q}{e} \\ &= \frac{1,71 \text{ C}}{1,62 \times 10^{-19}} \\ &= 1,05 \times 10^{19}\end{aligned}$$

2. Sari buah belimbing wuluh

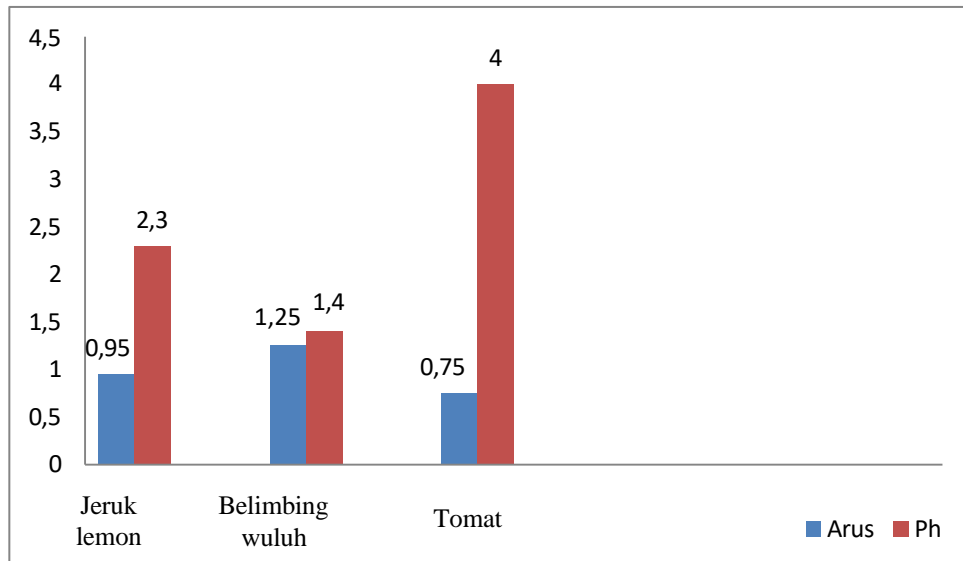
$$\begin{aligned}q &= I \cdot t \\ &= 0,00125 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s} \\ &= 2,25 \text{ C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n &= \frac{q}{e} \\ &= \frac{2,25 \text{ C}}{1,62 \times 10^{-19}} \\ &= 1,38 \times 10^{19}\end{aligned}$$

3. Sari buah tomat

$$\begin{aligned}q &= I \cdot t \\ &= 0,00075 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s} \\ &= 1,35 \text{ C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n &= \frac{q}{e} \\ &= \frac{1,35 \text{ C}}{1,62 \times 10^{-19}} \\ &= 0,83 \times 10^{19}\end{aligned}$$



Gambar 4. 3 Grafik hubungan nilai pH dengan arus yang dihasilkan pada sari buah-buahan

## B. Pembahasan

Hasil yang diperoleh dalam penelitian yang telah dilakukan peneliti akan dijabarkan dalam pembahasan berikut ini. Penelitian pertama yang dilakukan oleh peneliti adalah dengan menggunakan jeruk sitrun atau lemon (*C. medica*) pada tabel 1 tentang Hasil Pengamatan pada Sari Buah Jeruk Lemon, didapat data yang menunjukkan pengaruh pH dengan arus dan tegangan yang dihasilkan, didapatkan bahwa tegangan pertama yang dihasilkan dari sari buah jeruk lemon sebesar 2,9 volt sementara untuk arusnya sendiri didapatkan 0,95 mA dengan pH yang ditunjukkan pada pH meter sebesar 2,3 pH inilah yang dapat mempengaruhi arus yang dihasilkan dari sari buah-buahan tersebut.

Hasil pengukuran pada pH meter diperoleh nilai pH dari buah jeruk lemon sebesar 2,3 ini membuktikan bahwa buah lemon termasuk yang buah-buahan dengan kandungan asam yang cukup asam, karena jeruk lemon memiliki konsentrasi asam lemah berupa asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) yang lebih tinggi dibandingkan jenis jeruk lainnya. Sebagian besar asam organik yang terkandung didalam buah jeruk adalah asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ). Energi listrik dapat dihasilkan dari buah-buahan khususnya buah yang mengandung banyak

asam sitrat (Kartawidjaja, dkk, 2008). Hal ini karena suatu larutan asam dapat menghantarkan elektron dan menghasilkan arus listrik yang dapat digunakan sebagai bio-baterai. Reaksi yang terjadi pada bio-baterai merupakan reaksi oksidasi-reduksi dengan menggunakan elektroda tembaga (Cu) dan seng (Zn). Prinsip kerja pada penelitian ini sama seperti sel volta, yang mana jika elektroda yang berbeda dimasukkan di dalam larutan elektrolit dalam satu wadah maka akan menghasilkan energi listrik sebagai reaksi kimia secara spontan. Larutan elektrolit yang terdapat didalam sari buah-buahan terdapat ion-ion yang bergerak berbeda muatan dan dapat bergerak bebas, kation akan bergerak menuju katoda dan anion akan bergerak menuju anoda sehingga arus listrik mengalir kedalam sistem tersebut.

Selain itu didalam buah jeruk lemon terdapat beberapa mineral yang dapat berfungsi sebagai elektrolit, mineral yang terkandung dalam jumlah banyak didalam buah jeruk lemon adalah potassium atau kalium ( $K^+$ ), tidak hanya kalium ( $K^+$ ) mineral yang dapat mempengaruhi kelistrikan pada buah jeruk yaitu kandungan mineral fosfor ( $P_4^-$ ) dan air ( $H_2O$ ). Mineral fosfor ( $P_4^-$ ) merupakan elektrolit yang dapat meningkatkan konduktivitas dari suatu bahan, sementara air ( $H_2O$ ) mengandung partikel yang meliputi ion positif dan negatif yang dapat berperan dalam proses transfer elektron. Banyak sedikitnya jumlah ion-ion nantinya akan berperan dalam menghantarkan arus listrik. Cairan dari sari buah jeruk lemon yang mengandung ion-ion kemudian dimasukkan katoda dan anoda yang memiliki beda potensial maka ion-ion yang terdapat dalam cairan sari buah jeruk lemon akan terdisosiasi dan mengalami proses reaksi elektrolit. Proses elektrolit ini dapat mengakibatkan adanya pertukaran ion yang nantinya akan menyebabkan sebuah aliran elektron dari beda potensial yang menghasilkan tegangan dan arus listrik (Young and Freedman, 2012).

Penelitian pada objek kedua dengan menggunakan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*), pada tabel 2 Hasil Pengamatan pada Sari Buah Belimbing Wuluh yang menyatakan bahwa nilai pH dari belimbing wuluh

sangatlah kecil yaitu sebesar 1,4 sehingga dalam penelitian tersebut didapatkan tegangan sebesar 3,0 Volt dan arus yang juga tinggi yaitu sebesar 1,25 mA arus ini merupakan arus yang paling besar dibandingkan dari sari buah-buahan lainnya. Belimbing wuluh juga memiliki kandungan senyawa yaitu tannin, saponin, glukosa sulfur, asam format (HCOOH), peroksida, flavonoid, triteroenoid. Sementara kandungan asam lemah pada belimbing wuluh pada asam format (HCOOH). Kandungan asam yang dimiliki belimbing wuluh dapat digunakan sebagai larutan elektrolit. Suatu larutan dapat dikatakan sebagai larutan elektrolit jika zat tersebut dapat menghantarkan listrik, zat elektrolit dapat menghantarkan listrik berhubungan dengan ion-ion yang dihasilkan dari sari buah belimbing wuluh tersebut baik positif maupun negatif.

Suatu zat dapat menghantarkan listrik karena memiliki ion-ion yang bergerak bebas di dalam larutan tersebut, ion-ion inilah yang nantinya akan menjadi penghantar. Semakin banyak ion yang terdapat sari buah-buahan maka akan semakin baik pula larutan tersebut menghantarkan listrik, selain kandungan senyawa kimia, mineral juga berfungsi mempengaruhi kelistrikan dalam sari buah belimbing wuluh, mineral yang terdapat didalam sari buah belimbing wuluh adalah fosfor ( $P_4^-$ ) dan air ( $H_2O$ ), kandungan mineral fosfor ( $P_4^-$ ) didalam belimbing wuluh sama banyak dengan kandungan mineral berupa kalium ( $K^+$ ) yang ada dibuah belimbing wuluh. Mineral fosfor ( $P_4^-$ ) merupakan elektrolit yang dapat meningkatkan konduktivitas dari suatu bahan, sementara air mengandung partikel yang meliputi ion positif dan negatif yang dapat berperan dalam proses transfer elektron, oleh karena itu pada penelitian yang telah dilakukan dari sari buah belimbing wuluh, arus yang didapatkan besar yaitu 1,25 mA.

Belimbing wuluh juga memiliki kandungan asam format (HCOOH) sehingga berpotensi untuk menghasilkan listrik, senyawa kimia inilah yang terdapat didalam sari buah belimbing wuluh yang dapat menjadi elektrolit yang apabila bereaksi dengan elektroda dapat mengantarkan listrik. Elektrolit



merupakan suatu zat yang terurai kedalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktorelektrik, ion-ion merupakan elektrik, elektrolit bisa berupa air, asam, basa, atau berupa senyawa kimia lainnya, belimbing wuluh juga bersifat basa dapat digunakan sebagai elektrolit, sedangkan untuk elektrodanya bisa menggunakan lempeng seng dan tembaga sebagai penghantar arus listrik yang baik.

Penelitian terakhir dengan menggunakan buah tomat (*Solanum lycopersicum*), pada tabel 3 tentang Hasil Pengamatan pada Sari Buah Tomat, didapat data yang menunjukkan bahwa pH yang didapatkan dari buah tomat 4 sehingga tegangan dan arus yang dihasilkan kecil yaitu 2,9 Volt dan 0,75 mA, arus yang didapatkan pada penelitian buah tomat dihasilkan arus yang termasuk rendah atau kecil, begitu juga dengan tegangan yang didapatkan. Tomat merupakan klasifikasi buah maupun sayuran. Buah tomat terdiri dari 5-10 % berat kering tanpa air dan 1 % kulit dan biji, didalam buah tomat senyawa kimia berupa asam askorbat ( $C_5HO_6$ ), yang termasuk kedalam asam lemah, fosfor ( $P_4^-$ ), kalsium ( $Ca^+$ ), zat besi ( $Fe^+$ ), natrium ( $Na^+$ ), kalium ( $K^+$ ), vitamin A, B1, B2 dan C. Buah tomat terdapat kandungan mineral didalam buah tomat yang dapat berfungsi sebagai elektrolit, mineral yang terkandung dalam jumlah banyak didalam buah tomat adalah potassium atau kalium ( $K^+$ ), selain kalium mineral yang dapat mempengaruhi kelistrikan pada buah tomat yaitu fosfor ( $P_4^-$ ) dan air ( $H_2O$ ).

Mineral fosfor merupakan elektrolit yang dapat meningkatkan konduktivitas dari suatu bahan, sementara air mengandung partikel yang meliputi ion positif dan negatif yang dapat berperan dalam proses transfer elektron. Sari buah tomat yang bersifat elektrolit inilah yang menyebabkan pertukaran elektron dari seng ke tembaga yang menyebabkan terjadi aliran listrik yang searah, sehingga dapat menyebabkan elektron harus melalui kabel penghubung dan akan menghasilkan listrik lalu dari aliran listrik tersebut dapat menghidupkan lampu LED. Tomat juga mengandung seng dan magnesium. Sehingga mineral yang paling besar berpengaruh dalam

mengantarkan listrik adalah kalium dengan kandungannya didalam buah tomat sebanyak 237 mg. Magnesium (Mg) dan seng (Zn) juga berperan dalam menghantarkan dan menyimpan arus listrik searah. Asam merupakan sumber proton dimana proton jika bereaksi dengan elektroda menghasilkan elektron yang mengalir ke sirkuit luar sehingga dapat terjadi aliran listrik. Buah tomat memiliki arus listrik yang lebih kecil dikarenakan nilai pH yang besar pada buah tomat dikarenakan pada buah tomat penghasil elektrolit terbanyak hanya pada mineral saja dibandingkan dengan buah jeruk dan belimbing wuluh yang mengandung senyawa asam yang mampu menghasilkan arus listrik, hal inilah yang menyebabkan nilai pH pada buah tomat besar dan juga berpengaruh terhadap arus listrik yang dihasilkan.

Analisis perbedaan varietas sari buah-buahan yang digunakan terhadap perbedaan arus yang didapatkan yaitu, arus yang paling besar didapatkan pada buah belimbing wuluh dikarenakan nilai pH keasaman yang kecil yaitu 1,4 yang mempunyai kandungan senyawa kimia berupa asam format (HCOOH), selain kandungan asam pada belimbing wuluh juga terdapat kandungan lainnya berupa mineral fosfor dan air, mineral ini merupakan elektrolit yang dapat meningkatkan konduktivitas dari suatu bahan, sementara air mengandung partikel yang meliputi ion positif dan negatif yang dapat berperan dalam proses transfer elektron, oleh karena itu pada penelitian yang telah dilakukan dari sari buah belimbing wuluh, arus yang didapatkan besar, selain itu dikarenakan belimbing wuluh juga yang bersifat basa dan faktor lainnya yaitu belimbing wuluh termasuk buah dengan daging yang menyatu utuh sehingga tidak menyebabkan listrik yang dialirkan bocor keluar. Buah jeruk lemon memiliki nilai pH sebesar 2,3 memiliki arus yang lebih kecil dibandingkan belimbing wuluh hal dikarenakan tingkat keasaman yang lebih kecil dibandingkan dengan belimbing wuluh. Kandungan asam pada jeruk lemon berupa asam organik yang terkandung didalam buah jeruk adalah asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ). Buah tomat mendapatkan arus yang paling kecil dibandingkan dari kedua buah tersebut dengan nilai pH 4,0 dengan

mendapatkan arus hanya sebesar 0,75 mA, hal ini sesuai dengan konsep yang menyatakan bahwa semakin besar tingkat keasaman akan berpengaruh pada semakin besar arus yang akan didapatkan, hal itu karena pada buah tomat hanya terdapat satu asam lemah yang menyebabkan tingkat keasamannya lebih kecil dibandingkan dengan buah yang lain, hal inilah yang menyebabkan pengaruh terhadap arus listrik yang dihasilkan.

Hasil yang diperoleh dalam perhitungan tabel 5, diperoleh data yaitu pada larutan 40 ml jeruk lemon, terdapat jumlah elektron sebesar  $1,05 \times 10^{19}$ , nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan larutan 40 ml belimbing wuluh yaitu, sebesar  $2,25 \times 10^{19}$  dan yang paling kecil yaitu nilai larutan 40 ml tomat yang bernilai hanya  $0,83 \times 10^{19}$  hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi tingkat keasaman suatu buah maka akan semakin banyak jumlah elektron didalam suatu larutan yang akan menghasilkan arus listrik yang besar hal itu dikarenakan, elektron merupakan salah jenis partikel dasar pembentuk struktur atom yang terdapat di luar inti yang bermuatan negatif satu satuan  $1,6 \times 10^{-19}$  C. Elektron menghasilkan medan listrik yang menarik partikel bermuatan positif seperti proton menolak partikel lain yang bermuatan negatif. Elektron dapat terikat pada inti atom melalui gaya tarik-menarik Coulumb. Suatu sistem berelektron banyak yang terikat pada inti atom disebut sebagai atom. Jika jumlah elektron berbeda dari muatan listrik inti, atom tersebut dinamakan sebagai ion. Di mana jika sebuah benda memiliki elektron yang berlebihan atau kurang dari yang diperlukan untuk menyeimbangkan muatan inti atom yang positif, benda tersebut akan memiliki muatan listrik. Ketika terdapat elektron berlebihan benda tersebut dikatakan bermuatan negatif. Apabila terdapat elektron yang kurang dari jumlah proton dalam inti atom, benda tersebut dikatakan bermuatan positif. Ketika jumlah elektron dan jumlah proton adalah sama muatan keduanya meniadakan satu sama lainnya dan benda tersebut dikatakan bermuatan

netral. Elektron inilah yang nantinya akan teroksidasi selama reaksi elektrokimia, sehingga antara lempeng tembaga dan seng terjadi beda potensial, beda potensial inilah yang dapat menghantarkan arus listrik.

Dari keseluruhan pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa nilai pH dan kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam sari buah-buahan berpengaruh terhadap nilai arus dan tegangan yang dihasilkan. Setiap buah memiliki tingkat keasaman yang berbeda yang berpengaruh terhadap pH yang dihasilkan. Selain itu, tingkat keasaman juga dapat mempengaruhi jumlah elektron yang ada didalam larutan tersebut, jika tingkat keasaman tinggi maka dapat menghasilkan jumlah elektron yang banyak sehingga dapat menghantarkan arus listrik yang besar. Semakin kecil nilai pH dari suatu buah-buahan maka akan semakin besar juga arus dan tegangan yang dihasilkan, begitu juga jika semakin besar nilai pH dari suatu buah-buahan maka akan semakin kecil arus dan tegangan yang dihasilkan. Semakin banyak muatan listrik yang terkandung dalam sari buah-buahan, maka interaksi antar muatan listrik akan lebih banyak terjadi. Suatu zat dapat menghantarkan listrik karena zat tersebut memiliki ion-ion yang bergerak bebas didalam larutan tersebut. Ion-ion inilah yang nantinya akan menjadi penghantar. Semakin banyak ion yang dihasilkan semakin baik pula larutan tersebut menghantarkan listrik. Daya hantar listrik dapat diterima dari larutan elektrolit kuat, karena pada larutan elektrolit kuat dapat menghantarkan arus listrik dengan baik, adapun yang termasuk kedalam elektrolit kuat adalah asam kuat, basa kuat dan garam yang mudah terlarut, tetapi elektrolit lemah juga dapat menghantarkan arus listrik dengan daya hantar listriknya lemah, adapun yang termasuk kedalam elektrolit lemah adalah asam lemah, basa lemah, dan garam yang sukar larut.

Belimbing wuluh menghasilkan arus listrik yang tertinggi yaitu 1,25 mA dengan pH 1,4, sementara jeruk lemon menghasilkan kuat arus 0,95 mA dengan pH 2,3, dan kuat arus yang terendah dihasilkan oleh buah tomat yaitu 0,75 mA dengan pH 4,0.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Sebagaimana pada rumusan masalah dan tujuan dari penelitian ini, dimana data-data yang dihasilkan dari beberapa buah diantaranya jeruk lemon, belimbing wuluh dan tomat dapat disimpulkan, bahwa:

1. Tingkat keasaman pada sari buah-buahan mempengaruhi terhadap jumlah elektron yang dihasilkan hal ini terlihat pada larutan belimbing wuluh yang memiliki tingkat keasaman tertinggi dibandingkan dengan buah jeruk lemon dan tomat memiliki jumlah elektron terbanyak dibandingkan dengan buah jeruk lemon dan tomat, dimana jika suatu sistem berelektron banyak yang terikat pada inti atom disebut sebagai atom. Jika jumlah elektron berbeda dari muatan listrik inti, atom tersebut dinamakan sebagai ion. Ion-ion inilah yang akan berpengaruh terhadap daya hantar listrik yang dihasilkan, jika jumlah ion didalam suatu larutan.
2. Arus listrik yang paling tinggi dihasilkan oleh sari buah belimbing wuluh karena tingkat keasaman yang paling tinggi dibandingkan dengan jeruk lemon dan tomat. Belimbing wuluh juga menyimpan kandungan senyawa kimia berupa asam yang termasuk didalam belimbing wuluh berupa kandungan asam format ( $\text{HCOOH}$ ) yang tidak ada pada buah jeruk lemon dan tomat sehingga, dari senyawa kimia berupa asam yang itulah yang menyebabkan belimbing wuluh mempunyai tingkat keasaman yang tinggi. Energi listrik dapat dihasilkan dari belimbing wuluh yang memiliki tingkat keasamaan tinggi sehingga dapat menghantarkan ion dan elektron yang ada pada lempengan tembaga dan seng.

## **B. Saran**

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh selama melaksanakan penelitian dan hasil pengamatan dan pelaksanaan penelitian, maka peneliti menyarankan:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya, menggunakan buah-buahan yang tidak terlalu matang karena akan mengandung glukosa dan nilai keasaman menjadi berkurang sehingga akan menghambat aliran listrik.
2. Guru dapat memanfaatkan sebagai sarana pembelajaran alternatif pada listrik dinamis dengan menggunakan buah-buah yang ada dilingkungan sekitar.
3. Dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan teknologi yang lebih baik, sehingga dapat diketahui buah-buahan lain yang dapat dimanfaatkan sebagai penelitian bidang IPTEK.

## DAFTAR PUSTAKA

- Duncan, T., dan Kennet, H. 2014. *Cambridge IGSE Physics Third Edition*. UK : Cambridge University Press.
- A. T. Nugraha and R. Arifuddin, "Gas Pressure Measurement On Rocket Chamber Based On Strain Gauge Sensor," *JEEMECS (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)*, vol. 3, no. 2, Aug. 2020, doi: <https://doi.org/10.26905/jeemecs.v3i2.4585>.
- A. T. Nugraha and R. Arifuddin, "Water Purification Technology Implementation Design," *JEEMECS (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)*, vol. 3, no. 2, Aug. 2020, doi: <https://doi.org/10.26905/jeemecs.v3i2.4583>.
- A. T. Nugraha and R. Arifuddin, "O<sub>2</sub> Gas Generating Prototype In Public Transportation," *JEEMECS (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)*, vol. 3, no. 2, Aug. 2020, doi: <https://doi.org/10.26905/jeemecs.v3i2.4584>.
- Anggara Trisna Nugraha and D. Priyambodo, "Design of Pond Water Turbidity Monitoring System in Arduino-based Catfish Cultivation to Support Sustainable Development Goals 2030 No.9 Industry, Innovation, and Infrastructure," *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 2, no. 3, pp. 119–124, Oct. 2020, doi: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v2i3.6>.
- Anggara Trisna Nugraha and D. Priyambodo, "Analysis of Determining Target Accuracy of Rocket Launchers on Xbee-Pro based Wheeled Robots to Realize the Development of Technology on the Military Field," *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 2, no. 3, pp. 114–118, Oct. 2020, doi: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v2i3.5>.

- Anggara Trisna Nugraha and Dadang Priyambodo, "Prototype Hybrid Power Plant of Solar Panel and Vertical Wind Turbine as a Provider of Alternative Electrical Energy at Kenjeran Beach Surabaya," *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 2, no. 3, pp. 108–113, Oct. 2020, doi: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v2i3.4>.
- Anggara Trisna Nugraha and D. Priyambodo, "Development of Rocket Telemetry in Chamber Gas Pressure Monitoring with the MPXV7002DP Gas Pressure Sensor," *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 2, no. 3, pp. 103–107, Oct. 2020, doi: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v2i3.3>.
- A. N. Faj'riyah, A. S. Setiyoko, and A. T. Nugraha, "Rancang Bangun Prototipe Proteksi Motor Terhadap Overheat Serta Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Arduino Uno," *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 01, pp. 20–25, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriese.v11i01.1624>.
- Andika Dwicahyo, Hendro Agus Widodo, and Anggara Trisna Nugraha, "Purwarupa Monitoring Fresh Water Tank pada Kapal Berbasis Mikrokontroler," vol. 11, no. 01, pp. 12–19, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriese.v11i01.1623>.
- D. K. Riyanto, P. Asri, and A. T. Nugraha, "Monitoring Akselerasi Getaran dan Suhu Motor Induksi," *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 01, pp. 33–39, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriese.v11i01.1626>.
- A. Pramesta, P. Wulandari, U. Mudjiono, and A. T. Nugraha, "Implementasi Sensor LDR dan Sensor Raindrop pada Prototipe Automatic Sliding Roof System," *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 01, pp. 1–11, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriese.v11i01.1622>.
- Defta Firsalina, Hendro Agus Widodo, and Anggara Trisna Nugraha, "Fire Detection System Pada Box Panel dengan Berbasis SMS Gateway," vol.



11, no. 01, pp. 26–32, Jul. 2022, doi:  
<https://doi.org/10.47709/elektriase.v11i01.1625>.

Dwi Sasmita Aji Pambudi et al., “Main Engine Water Cooling Failure Monitoring and Detection on Ships using Interface Modbus Communication,” *Applied Technology and Computing Science Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 91–101, May 2022, doi: <https://doi.org/10.33086/atcsj.v4i2.2508>.

A. P. Utomo, A. T. N. Angga, D. S. A. Pambudi, and D. Priyambodo, “Battery Charger Design with PI Control Based on Arduino Uno R3,” *Applied Technology and Computing Science Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 78–90, May 2022, doi: <https://doi.org/10.33086/atcsj.v4i2.2398>.

M. Nico, Annas Singgih Setiyoko, and Anggara Trisna Nugraha, “Trainer Kit Detector Fire Alarm System pada Kapal,” vol. 11, no. 02, pp. 49–58, Aug. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v11i02.1660>.

Hikami Fachri Zaldi, Lilik Subiyanto, and Anggara Trisna Nugraha, “Sistem Monitoring Pengujian Tekanan pada Pipa Air PVC Berbasis Arduino dan IoT,” vol. 11, no. 02, pp. 40–48, Aug. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v11i02.1659>.

A. T. Nugraha, M. I. I.A, S. I. Yuniza, and N. Novsyafantri, “Penyearah Setengah Gelombang Tiga Fasa Tak Terkontrol Menggunakan Motor Induksi Tiga Fasa,” *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 02, pp. 78–88, Aug. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v11i02.1667>.

Muh. A. Rahman, J. E. Poetro, and A. T. Nugraha, “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Proteksi Motor 1 Fasa terhadap Gangguan Over Voltage dan Under Voltage,” *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 02, pp. 59–66, Aug. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v11i02.1665>.

Muh. R. I. Azam, A. S. Setiyoko, and A. T. Nugraha, “Rancang Bangun Mini Weather Station dengan Penerapan Panel Surya sebagai Sumber Energi Berbasis Mikrokontroler,” *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi*

Elektro, vol. 11, no. 02, pp. 67–77, Aug. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v11i02.1666>.

Anggara Trisna Nugraha and D. Priyambodo, “Design of a Monitoring System for Hydrogatics based on Arduino Uno R3 to Realize Sustainable Development Goal`s number 2 Zero Hunger,” *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 50–56, Jan. 2021, doi: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v3i1.8>.

D. Priyambodo and Anggara Trisna Nugraha, “Design and Build A Photovoltaic and Vertical Savonius Turbine Power Plant as an Alternative Power Supply to Help Save Energy in Skyscrapers,” *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 57–63, Jan. 2021, doi: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v3i1.9>.

Anggara Trisna Nugraha, A. M. Ravi, and D. Priyambodo, “Optimization of Targeting Rocket Launchers with Wheeled Robots,” *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 44–49, Jan. 2021, doi: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v3i1.7>.

M. H. Jamil, R. M. Rukka, A. N. Tenriawaru, R Achmad, A. T. Nugraha, and Y. T. Walangadi, “The existence of rice fields in Makassar City,” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 681, no. 1, pp. 012091–012091, Mar. 2021, doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/681/1/012091>.

Giancoli, Douglas c. 2001. *Fisika Dasar Jilid 2 Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.

Hana Kholida, dan Pujayanto. 2015. *Hubungan Kuat Arus Listrik dengan Keasaman Buah Jeruk dan Mangga*. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF) Ke-6. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Kartawidjaja, Rumeksa. E dan Abdurrochman. 2008. *Pencarian parameter Biobatre. Berbasis Asam Sitrat (C6H8O7)*. Prosiding Seminar Nasional

Sains dan Teknologi-II 2008. Universitas Lampung.

Serwey, R. A., dan John W. Jewett, J. 2006. *Principles of Physics: A CalculusBased Text Fouth Edition*. Belmont, USA: Thomson Learning.

Sukardjo. 2004. *Kimia Fisika*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Young, H.D and Freedman, R.A. 2012. *University Physics: With Moderen Physich thirteenth edition*. Francis Weston: Library of Congress Cataloging-in Publication Data.

Young, H.D and Freedman, R.A. 2003. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

## LAMPIRAN ALAT DAN BAHAN



1. Saringan



4. Jeruk Lemon



2. Wadah plastik



5. Belimbing Wuluh



3. Buah Tomat



6. Sari Buah Jeruk Lemon



7. Sari Belimbing Wuluh



10. pH Meter



8. Sari Buah Tomat



11. LED Merah



9. Jepit Buaya



12. Suntikan



12. Pelat Tembaga



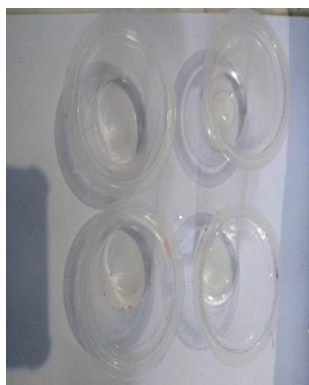
15. Multimeter analog



13. Pelat Seng



16. Blender

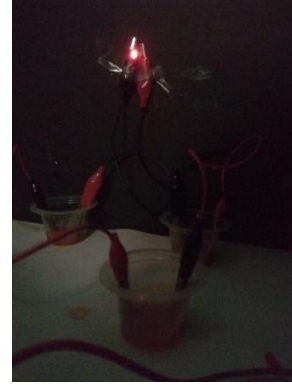


14. Wadah Plastik

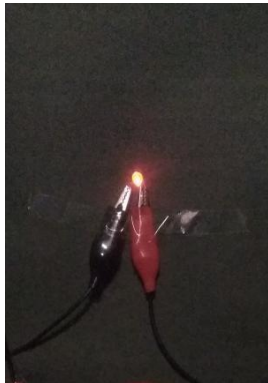
## LAMPIRAN RANGKAIAN ALAT



1. Rangkaian alat uji coba



2. Rangkaian alat dengan LED menyala



3. Lampu LED menyala redup



4. Lampu LED menyala terang