

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baterai

Baterai Alat yang menghasilkan energi listrik. Baterai terdiri dari pergerakan elektron melalui media konduktif yang terdiri dari dua elektroda (anoda dan katoda) untuk menghasilkan arus dan beda potensial. Komponen utama baterai adalah elektroda dan elektrolit. Bahan dan permukaan elektroda dapat mempengaruhi besarnya beda potensial yang dihasilkan. Setiap bahan elektroda memiliki potensial elektroda (E_0) yang berbeda. Elektroda dengan luas permukaan yang berbeda dapat mengoksidasi lebih banyak elektron daripada elektroda dengan luas permukaan yang lebih kecil.

Baterai mengandung beberapa komponen penting: anoda (terminal negatif) dan katoda (terminal positif), jembatan garam, dan elektrolit. Dalam baterai, reaksi kimia terjadi antara elektroda dan elektrolit, menciptakan perbedaan potensial. Perbedaan potensial antara elektroda positif dan negatif menghasilkan tegangan sel baterai. Oleh karena itu, prinsip utama baterai adalah memanfaatkan reaksi yang timbul dari empat komponen yaitu katoda, anoda, jembatan garam dan elektrolit (Yulianti, 2016).

Pada dasarnya larutan asam dapat menghantarkan elektron dan menghasilkan arus listrik, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan biobattery. Prinsip kerja baterai ini pada dasarnya hanya melibatkan pengangkutan elektron antara dua elektroda yang dipisahkan oleh media penghantar (elektrolit) yang mampu menghasilkan arus dan beda potensial (Fadillah, 2015). Bahan dan permukaan elektroda dapat mempengaruhi besarnya beda potensial yang dihasilkan. Permukaan elektroda yang lebih besar dapat mengoksidasi lebih banyak elektron daripada elektroda dengan permukaan yang lebih kecil (Asmarani, 2017). Berdasarkan beberapa hasil penelitian baterai dari beberapa jenis sel elektrokimia yang sering digunakan dalam kehidupan kita sehari-hari yaitu aki (accu) baterai kering, baterai alkaline, baterai lithium dan lain sebagainya.

2.2 Elektrolit

Elektrolit merupakan larutan yang memiliki partikel-partikel berupa ion-ion yang dapat menghantarkan arus listrik. Elektrolit bisa berupa air, asam, basa atau berupa senyawa kimia lainnya. Perubahan kimia yang sering terjadi pada larutan elektrolit dapat dikenali dari perubahan warna, munculnya gelembung gas, dan endapan. Saat pengujian dengan menggunakan alat tester elektrolit, apabila semakin banyak ion yang terbentuk, semakin kuat sifat elektrolit dari larutan elektrolit.

Menurut Sintiya & Nurmasytah (2019), Larutan elektrolit adalah larutan yang tersusun dari banyak ion yang bersifat asam, basa, dan larutan garam. Asam yang menghasilkan banyak ion dihasilkan dari asam, asam yang menghasilkan sedikit ion dihasilkan dari asam lemah, apabila suatu larutan memiliki rasa yang lebih asam menghasilkan pH yang lebih rendah, dan kurang asam menghasilkan pH yang lebih tinggi.

2.2.1 Jenis-jenis Larutan Elektrolit

Menurut Ahdiatul (2016), larutan elektrolit terbagi menjadi 3 yaitu sebagai berikut:

- a. Larutan elektrolit kuat merupakan larutan yang memiliki daya hantar listrik yang sangat baik. Dimana zat elektrolit kuat akan terionisasi dengan sempurna, sehingga ion-ion bebas dapat dihasilkan dengan jumlah yang besar dan juga memiliki derajat ionisasi zat terlarut (α) sebesar 1. Ada beberapa kategori larutan elektrolit kuat antara lain : asam kuat (HCl), basa kuat (NaOH), dan garam yang mudah larut (NaCl).
- b. Larutan elektrolit lemah merupakan larutan yang terionisasi sebagian, sehingga ion-ion bebas yang dihasilkan hanya sedikit dan juga memiliki derajat ionisasi zat terlarut (α) berkisar antara 0 hingga 1 ($0 < \alpha < 1$). Ada beberapa kategori larutan elektrolit lemah antara lain : asam lemah (CH₃COOH), basa lemah (NH₃) dan garam yang sukar larut (AgCl).
- c. Larutan non elektrolit merupakan larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik, hal ini disebabkan karena zat terlarut tidak terionisasi menghasilkan ion-ion bebas. Dimana derajat ionisasi zat terlarut (α) yang dimiliki sebesar 0.

Senyawa yang berbasis karbon seperti larutan urea, larutan sukrosa, larutan glukosa, larutan methanol, larutan etanol merupakan larutan non elektrolit.

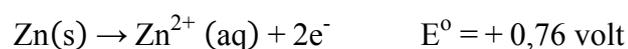
Kekuatan suatu elektrolit ditandai dengan suatu besaran yang disebut derajat ionisasi (α). Elektrolit kuat memiliki harga $\alpha = 1$, karena semua zat yang dilarutkan terurai menjadi ion. Elektrolit lemah memiliki harga $\alpha < 1$ karena hanya sebagian yang terurai menjadi ion, sedangkan non elektrolit memiliki harga $\alpha = 0$ karena tidak ada yang terurai menjadi ion (Sumanzaya, 2019).

2.3 Elektrokimia

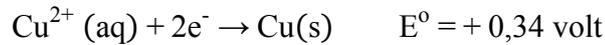
Elektrokimia adalah ilmu kimia yang mempelajari tentang perpindahan elektron yang terjadi pada sebuah media penghantar listrik (elektroda). Elektroda terdiri dari elektroda negatif dan elektroda positif. Hal ini dikarenakan elektroda tersebut akan dialiri oleh arus sebagai sumber energi dalam pertukaran elektron. Konsep elektrokimia didasari oleh reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dan larutan elektrolit. Reaksi redoks merupakan gabungan dari reaksi reduksi dan oksidasi yang berlangsung secara bersamaan. Pada reaksi reduksi terjadi peristiwa penangkapan elektron sedangkan reaksi oksidasi merupakan peristiwa pelepasan elektron yang terjadi pada media pengantar pada sel elektrokimia.

Proses elektrokimia membutuhkan media penghantar sebagai tempat terjadinya serah terima elektron dalam suatu sistem reaksi yang dinamakan larutan. Larutan dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu larutan elektrolit kuat, larutan elektrolit lemah dan larutan bukan elektrolit. Pada proses elektrokimia tidak terlepas dari logam yang dicelupkan pada larutan disebut elektroda yang terdiri dari katoda dan anoda. Sebagai contoh sebuah elektroda seng (Zn) dan (Cu) yang sudah dimasukkan kedalam sebuah larutan, tembaga (Cu) maka akan mengalami reaksi reduksi dan oksidasi (Harahap, 2016).

Prinsip kerja elektrokimia yaitu apabila dua buah elektroda yang berbeda jenisnya, misalnya Zn dan Cu dihubungkan dengan kawat dan terhubung dengan lampu dan jembatan garam, maka logam Zn akan teroksidasi menjadi Zn^{2+} dengan persamaan berikut:



Elektron yang dihasilkan oleh logam Zn mengalir melalui lampu menuju ke arah elektroda Cu, kemudian elektron yang ditangkap oleh ion Cu dalam larutan CuSO₄ dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Cu yang dihasilkan akan mengendap pada katoda dan menjadi kutub positif sedangkan logam Zn menjadi kutub negatif karena mengalami oksidasi (anoda). Larutan dianoda kelebihan muatan positif dengan terjadinya penambahan ion Zn akibat terjadinya perpindahan elektron (Sumanzaya, 2019).

Sel elektrokimia terdiri dari sel volta dan sel elektrolisis. Masing-masing sel sama-sama akan mengalami proses kimia.

2.3.1 Sel Volta

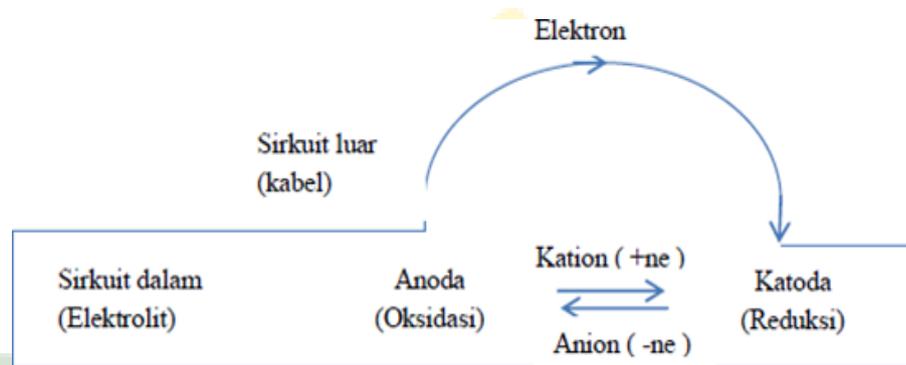
Sel galvanik atau sel volta adalah sel dimana energi bebas dari reaksi kimia diubah menjadi energi listrik (Dogra, 1990). Sebuah sel galvanik terdiri dari dua bagian, yaitu elektroda dan elektrolit. Elektroda adalah penghantar yang terdiri dari anoda dan katoda. Anoda adalah elektroda tempat berlangsungnya reaksi oksidasi dan katoda adalah elektroda tempat berlangsungnya reaksi reduksi. (Hiskia, 1992) Reaksi redoks dapat menghasilkan listrik jika oksidator dan reduktor tidak sama dalam larutan berair. Susunan demikian untuk pembangkitan arus listrik. Reaksi redoks terjadi ketika susunan yang ada dibawah terpenuhi (Rosenberg, 1996).

- Oksidator dan pereduksi tidak dalam kontak fisik terpisah satu sama lain, tetapi terdapat pada jarak yang terpisah. Inilah yang disebut setengah sel. Setiap masing – masing setengah sel berisi larutan dan sebuah konduktor logam (elektroda).
- Zat pereduksi dan pengoksidasi dalam setengah sel dapat berupa zat terlarut dalam elektroda itu sendiri atau larutan tempat elektroda berada.
- Kedua larutan setengah sel dihubungkan sehingga ion dapat bergerak di antara keduanya. Potensial yang terbentuk antara dua elektroda menyebabkan arus mengalir jika kedua elektroda itu dihubungkan satu sama lain dengan suatu rangkaian luar

Sirkuit listrik dalam sel terdiri atas dua bagian, yaitu sirkuit luar (dimana elektron mengalir melalui penghantar logam) dan sirkuit dalam (dimana ion

mengangkut muatan listrik melalui elektrolit). Cara kerja sel galvanik sebagai berikut (Hiskia, 1992)

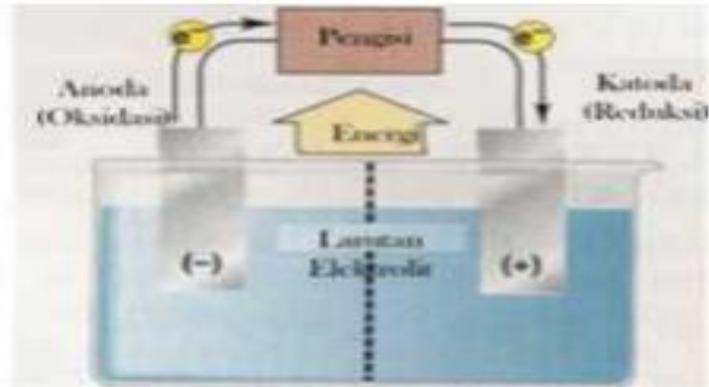
- Pada anoda terjadi oksidasi dan elektron bergerak menuju elektroda.
- Elektron mengalir melalui sirkuit luar menuju ke katoda
- Elektron berpindah dari katoda ke zat dalam elektrolit, zat yang menerima elektron mengalami reduksi.
- Dalam sirkuit dalam, muatan diangkut oleh kation ke katoda dan oleh anion ke anoda.



Gambar 2.1 Arah Elektron dan Ion Dalam Sel Galvani (Nurmiati, 2016)

Sel volta juga dapat diartikan sebagai sel elektrokimia yang menghasilkan energi listrik diperoleh dari reaksi kimia yang berlangsung spontan. beberapa literatur menyebutkan juga bahwa sel volta sama dengan sel galvanik, diperoleh dari gabungan ilmuwan yang bernama Alexander Volta dan Luigi Galvani pada tahun 1786. Bermula dari penemuan baterai yang berasal dari cairan garam Anoda dan katoda akan dicelupkan kedalam larutan elektrolit yang terhubung oleh jembatan garam. jembatan garam memiliki fungsi sebagai pemberi suasana netral (grounding) dari kedua larutan yang menghasilkan listrik (Harahap, 2016).

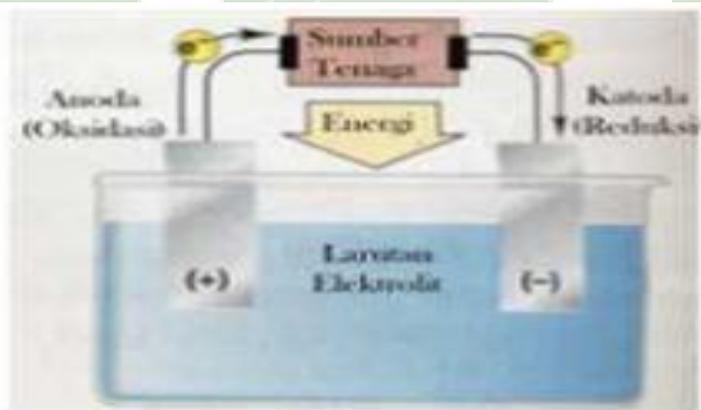
Adapun bagian dari sel volta adalah sebagai berikut: Lithium, Kalium, Barium, Calcium, Natrium, Magnesium, Aluminium, Mangan, Zinc, Chorium, Iron (Fe), Cadmium, Cobalt, Nickel, Tin (Sn), Lead (Pb), Hidrogen, Copper, Silver, Mercury, Platinum, dan Gold. Semakin ke kiri letak suatu logam deret volta makin kecil potensial kontakannya. Berdasarkan percobaan, GGL dapat dibangkitkan oleh dua logam berbeda yang dipisahkan oleh larutan elektrolit. Dalam peredeksi sel volta pereduksi yang paling kuat adalah mempunyai E paling negatif dan terletak paling kiri dalam deret volta (Achmad, 2001).



Gambar 2.2 Proses sederhana sel volta

2.3.2 Sel elektrolisis

Sel elektrolisis adalah sel elektrokimia yang dapat mengubah energi listrik menjadi reaksi kimia dengan cara penggunaan energi listrik untuk menjalankan reaksi redoks yang tidak spontan. reaksi redoks merupakan reaksi yang melibatkan reduksi dan oksidasi. Prinsip kerja sel elektrolisis adalah menghubungkan kutub negatif dari sumber arus searah ke katoda dan kutub positif ke anoda sehingga terjadi overpotensial yang menyebabkan reaksi reduksi dan oksidasi tidak spontan dapat berlangsung. Elektron akan mengalir dari katoda ke anoda. ion-ion positif cenderung akan tertarik ke katoda dan tereduksi, sedangkan ion-ion negatif akan cenderung tertarik ke anoda dan teroksidasi (Mawarnis, 2021).



Gambar 2.3 Proses sederhana sel elektrolisis

2.3.3 Elektroda

Sebuah elektroda dalam sel elektrokimia dapat disebut sebagai anoda dan katoda. Elektroda merupakan konduktor berupa logam yang dapat dilalui arus listrik dari satu media ke media lain (Susilawati, 2021). Dalam kasus arus searah (DC), elektron datang berpasangan dan dikenal sebagai anoda dan katoda. Pada baterai atau sumber DC lainnya anoda didefinisikan sebagai elektroda ketika elektron datang dari sel elektrokimia sehingga terjadi oksidasi sedangkan katoda didefinisikan sebagai elektroda ketika elektron memasuki sel elektrokimia dan terjadi reduksi. Setiap elektroda dapat menjadi sebuah anoda dan katoda tergantung dari tegangan listrik yang diberikan terhadap sel elektrokimia tersebut (Masthura & Abdullah, 2021).

Perbedaan kapasitas di antara elektroda menyebabkan alat canggih bertenaga listrik mengalir dari elektroda negatif (anoda) ke elektroda efektif (katoda). Perbedaan kapasitas yang ditemukan bergantung pada jenis bahan elektroda dan suhu larutan elektrolit. Fungsi elektroda yang sangat baik adalah untuk memiliki konduktivitas yang tinggi dan luas permukaan yang konsisten dengan unit untuk penyerapan.

Ketika elektroda bersama-sama dengan Cu-Zn terkait dengan larutan elektrolit, konsentrasi pemasok biaya yang efektif dan buruk menjadi tidak seimbang dan mungkin ada perbedaan kapasitas di antara mereka. Pertukaran penyalur muatan dari elektroda ke larutan elektrolit dan sebaliknya menyebabkan adanya aliran listrik (pembawa muatan) dalam rangkaian tertutup pada 2 elektroda. Perubahan kekuatan kimia melalui respon redoks ini menghasilkan gaya gerak listrik (Aristian, 2016).

- a. Anoda Pada sel galvanis atau sel volta, anoda adalah tempat terjadinya oksidasi, anoda bisa berupa logam maupun penghantar listrik bermuatan negatif disebabkan oleh reaksi kimia yang spontan dan elektron akan dilepaskan oleh elektroda. Sedangkan pada sel elektrolisis, sumber eksternal tegangan didapat dari luar, sehingga anoda bermuatan positif apabila dihubungkan dengan katoda. Ion-ion yang bermuatan negatif akan mengalir pada anoda untuk dioksidasi (Suciyati, 2019).

b. Katoda merupakan elektroda tempat terjadinya reduksi berbagai zat kimia. Katoda bermuatan positif bila dihubungkan dengan anoda yang terjadi pada sel galvani. Ion bermuatan positif mengalir ke elektroda untuk direduksi oleh elektron-elektron yang datang dari anoda. Ion-ion bermuatan positif (kation) mengalir ke elektroda untuk direduksi (Suciyati, 2019).

Potensial standar digunakan untuk membandingkan besar elektroda dari berbagai jenis logam ditunjukkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai Potensial Reduksi Deret Volta

Reaksi Reduksi	Logam	E° (Volt)
$\text{Li}^+ + \text{e}^-$	Li	-3,04
$\text{K}^+ + \text{e}^-$	K	-2,92
$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^-$	Ba	-2,90
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^-$	Ca	-2,87
$\text{Na}^{2+} + \text{e}^-$	Na	-2,71
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	Mg	-2,37
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$	Al	-1,66
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^-$	Mn	-1,18
$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	$\text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,83
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	Zn	-0,76
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^-$	Cr	-0,71
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	Fe	-0,44
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^-$	Cd	-0,40
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^-$	Co	-0,28
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$	Ni	0,25
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^-$	Sn	-0,14
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$	Pb	-0,13
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	H	0,00
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^-$	Sn^{2+}	0,13
$\text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^-$	Bi	0,30
$\text{Cu} + 2\text{e}^-$	Cu	0,34
$\text{Ag}^+ + \text{e}^-$	Ag	0,80
$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^-$	Pt	1,20
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$	Au	1,50

Asmarani, (2017) dalam jurnalnya menyatakan semakin ke kiri kedudukan suatu logam dalam deret volta, maka logam semakin reaktif (semakin mudah melepas elektron) dan logam merupakan reduktor yang semakin kuat (semakin mudah mengalami oksidasi), sebaliknya semakin ke kanan kedudukan suatu logam dalam deret tersebut semakin kurang reaktif dan logam merupakan oksidator yang semakin kuat.

2.3.4 Logam Tembaga (Cu) dan Logam Seng (Zn)

Ada beberapa jenis logam yang dapat dijadikan sebagai katoda dan anoda diantaranya sebagai berikut:

- a. Logam tembaga (Cu) adalah unsur logam transisi yang berwarna coklat kemerahan dan merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik. Tembaga merupakan unsur kimia dengan simbol Cu dengan nomor atom 29, lambangnya berasal dari bahasa latin Cuprum, unsur logam ini berbentuk kristal. Tembaga (Cu) termasuk logam berat non ferro (logam dan paduan yang tidak mengandung Fe dan C sebagai dasar) yang memiliki sifat konduktor panas dan listrik yang baik. Tembaga murni sifatnya halus dan lunak, dengan permukaan berwarna jingga kemerahan. produksi tembaga sebagian besar dipakai sebagai kawat karena dapat menghantarkan listrik. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia tembaga mempunyai berat atom 63,546 dan mempunyai daya hantar listrik yang tinggi yaitu $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Karena potensial elektroda standarnya positif, (+0,34 V untuk pasangan Cu/Cu^{2+}), tembaga tak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer. Selain mempunyai daya hantar listrik yang tinggi, daya hantar panasnya juga tinggi dan tahan kuat. Konduktivitas panas dan listrik dari tembaga masih lebih rendah dibandingkan dengan perak, namun lebih besar jika dibandingkan dengan aluminium (Amiruddin, 2018).
- b. Logam seng (Zn) merupakan salah satu unsur kimia dengan lambing kimia Zn, mineral yang mengandung seng di alam bebas antara lain kalaminit, franklinit, smithsonit, wellenit, dan zinkit. Logam seng ini cukup mudah untuk ditempa dan dilipat pada suhu $110\text{-}150 \text{ }^\circ\text{C}$. Dalam teknik listrik seng banyak dipakai untuk bahan selongsong elemen kering (kutub negatifnya), batang-batang (elektroda) elemen sel galvanik. Tahanan jenisnya yaitu $0,12 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$. Logam seng memiliki nomor atom 30 dan massa atom $65,37 \text{ g/mol}$. Seng memiliki warna putih kebiruan, berkilau dan bersifat diamagnetik, Seng digunakan sebagai pelindung dari karat, karena lebih tahan terhadap karat. Seng merupakan logam yang memiliki karakteristik cukup reaktif, berwarna putih kebiruan, pudar bila terkena uap udara dan terbakar bila terkena udara. Seng dapat bereaksi dengan asam, basa, dan senyawa non logam Seng

diperoleh secara elektrolisis dari pemurnian bahan oksida seng (ZnO). Warnanya abu muda dengan titik cair 419 °C dan titik didih 906 °C. Seng memiliki massa jenis 7,14 gr/cm³ dengan tahanan jenis seng yaitu 0,12 ohm mm²/m. seng banyak digunakan untuk bahan selongsong elemen kering (kutub negatifnya) (Surahman, 2017).

2.3.5 Elektron

Atom adalah materi atau zat yang terdiri dari partikel - partikel yang begitu sangat kecil. Sebuah atom terdiri dari partikel sub atom yang terdiri dari Neutron, proton, elektron. Elektron yang memiliki muatan negatif (-) listrik yang paling mendasar dengan massa elektron hanya sekitar $9,11 \times 10^{-28}$ gram atau 1 : 1836 dari massa proton dalam sebuah atom yang bermuatan netral nomor atom menunjukkan jumlah proton dan jumlah elektron yang sama. Elektron pertama kali setelah ditemukannya tabung katode yang memancarkan sinar berwarna hijau yang lemah. Ilmuwan yang pertama kali menemukan elektron adalah J.J. Thomson yang juga mengemukakan teori model atom. Atom elektron yang berada pada kulit terluar atom disebut elektron valensi. Jika energi panas, cahaya, atau energi listrik yang energi eksternal diberikan untuk materinya, maka elektron-elektron valensi tersebut akan mendapatkan energi sehingga elektron tersebut dapat berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Ketika energi yang diberikan telah cukup, maka setengah dari elektron-elektron valensi terluar akan meninggalkan atom dan diubah menjadi elektron bebas.

Akibat pergerakan elektron bebas ini menghasilkan arus listrik. listrik konduktor logam. Kemungkinan yang terjadi pada sebuah atom adalah bahwa separuh atom kehilangan elektronnya dan separuh lainnya mendapatkan elektron elektronik. Jadi dari situasi ini yang memunculkan kemungkinan terjadi Perpindahan elektron dari satu benda ke benda lain. Jika perpindahan ini terjadi, maka distribusi muatan positif dan negatif pada setiap benda berbeda akan tetap sama. Ketika suatu benda memiliki kelebihan jumlah elektron Polaritas listrik negatif (-), benda dengan sedikit elektron Ini memiliki polaritas listrik positif (+). Untuk benda besar, muatannya hal ini ditentukan oleh jumlah elektron dibandingkan dengan jumlah proton. memuat simbol elektron adalah Q dan satuannya coulomb (C) (Harahap, 2004).

2.4 Buah Mengkudu

Tanaman mengkudu merupakan tanaman tropis, pertumbuhannya bisa mencapai ketinggian 4-6 meter. Karena penampilannya yang selalu hijau sepanjang tahun, tanaman ini digolongkan sebagai tumbuhan evergreen (Tadjoedin & Iswanto, 2002). tanaman mengkudu memiliki buah yang muda berwarna hijau apabila makin tua kulit dari buah mengkudu akan menguning dan buah yang matang akan berwarna putih, menguning dan transparan. Buah yang matang dagingnya lunak ber air dan bau busuk (Ramadhani, 2019),. permukaan buah seperti sel-sel polygonal (Tadjoedin & Iswanto, 2002).

Tanaman mengkudu yang dihasilkan nilai produksinya pada tahun 2017 sebanyak 4.629.225 kg, tahun 2018 sebanyak 5.741.585 kg. perkembangan tanaman mengkudu dari tahun 2017 sampai 2018 sebesar 24,03%. Berkembangnya potensi tanaman mengkudu tidak di imbangi dengan tanggapan baik oleh para petani Indonesia. Oleh karena itu perlu inovasi dan teknologi baru dalam pengolahan buah mengkudu agar tercipta sebuah produk yang baru dan memiliki nilai harga tinggi (Ashshiddiqi & Setiawan, 2020).

Tabel 2.2 Komposisi kimia pada buah mengkudu dalam 100 gr

Komposisi	Jumlah (%)
Serat	52,42
Air	33,38
Abu	7,12
Lemak	4,82
Protein	1,51
Flavonoid	0,75
Fenol	0,12
Etanolik	5,97
Karbohidrat	4,094
Asam lemak kaprilat	0,022
Asam lemak kaproat	0,008
Asam askorbat	30,75

Jones, (2000) dalam bukunya menyatakan bahwa buah mengkudu memiliki berbagai senyawa kimia yang sangat penting untuk bio-baterai. beberapa hasil penelitian telah membuktikan bahwa buah mengkudu yang memiliki asam askorbat sangat bermanfaat untuk digunakan sebagai energi alternatif. Selain ketersediaan bahan baku buah mengkudu merupakan salah satu aspek penunjang proses produksi buah mengku.

Tabel 2.3 Kandungan Nutrisi pada buah mengkudu dalam 100 gr

Jenis Nutrisi	Jumlah
Kalori	167 Kalori
Vitamin A	395,83 IU
Vitamin C	175 mg
Niasin	2,50 mg
Tiamin	0,70 mg
Riboflavin	0,33 mg
Besi	9,17 mg
Kalsium	325 mg
Natrium	335 mg
Kalium	1,12 mg
Protein	0,75 g
Lemak	1,50 g
Karbohidrat	51,67 g

Jones, (200) dalam bukunya menyatakan dengan adanya kandungan vitamin C pada sari buah mengkudu tersebut sebanyak 175 mg memungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk energi alternatif bio-baterai. Kandungan Karbohidrat pada sari buah mengkudu juga dapat digunakan sebagai pelarut dalam serbuk sari buah mengkudu untuk dianalisis kelistrikan dari serbuk sari buah mengkudu tersebut.



Gambar 2.4 Buah Mengkudu

2.4.1 Kelebihan Buah Mengkudu

Buah mengkudu yang mengandung vitamin C (asam askorbat) sebagai protein anti oksidan dan mineral. kandungan asam pada buah mengkudu cukup potensial untuk digunakan sebagai elektrolit pada bio baterai. Kandungan

elektrolit buah mengkudu memiliki nilai tertinggi dimana larutan elektrolit sari buah mengkudu dapat menghidupkan baterai bekas selama 4 jam (Akbar, 2018).

Allah berfirman didalam Al-Qura'an surat Asy-Syu'ara/26 : 7, yaitu:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ (٧)

Artinya: *“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak kami tumbuhkan dibumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?”*

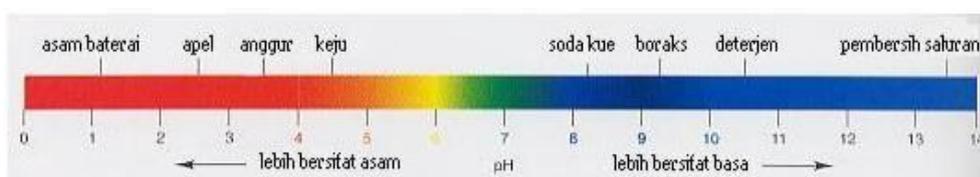
Ayat diatas menjelaskan bahwa setia ciptaan-Nya yang ada dibumi termasuk tanda-tanda kekuasaan Allah SWT. Menurut tafsir Al-Muyassar/Kementerian Agama Saudi Arabia, menafsirkannya sebagai berikut: mereka tidak memperhatikan bumi dimana kami menumbuhkan padanya semua jenis tanaman yang indah lagi berguna, yang tidak berkuasa menumbuhkannya kecuali tuhan semesta alam? sesungguhnya pada perkara ditumbuhkannya tanaman-tanaman dimuka bumi benar-benar terkandung bukti petunjuk yang jelas tentang kesempurnaan kuasa Allah.

Berdasarkan tafsir diatas, manusia hendaknya mengambil hikmah atas segala ciptaan Allah SWT yang ada dibumi ini. Sesungguhnya Allah Maha Kuasa menciptakan bumi dan segala isinya seperti halnya menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam dengan khasiat dan manfaat yang beragam pula. Segala ciptaan Allah SWT yang ada dibumi ini tidak lain adalah nikmat yang patut disyukuri dengan memanfaatkannya sebaik mungkin serta melakukan eksplorasi sebaik mungkin terhadap ciptaan-Nya.

2.5 Analisis pH

pH merupakan singkatan dari potensial hydrogen, ‘p’ adalah potenz dan ‘H’ adalah hidrogen. Sebutan pH pertama kali dijelaskan oleh ahli biokimia Denmark SPL Sorenson pada tahun 1909. pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau tingkat kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Pada dasarnya skala/tingkat keasaman suatu larutan bergantung pada konsentrasi ion H^+ dalam larutan. Makin besar konsentrasi ion H^+ makin asam larutan tersebut. Umumnya konsentrasi ion H^+ sangat kecil, sehingga untuk menyederhanakan penulisan, seorang kimiawan dari Denmark bernama Sorrensen mengusulkan konsep pH untuk menyatakan konsentrasi ion

H^+ . Nilai pH sama dengan negatif logaritma konsentrasi ion H^+ dan secara matematika diungkapkan dengan pH. Selain itu, pH yang merupakan konsentrasi ion *hidronium* dalam larutan ditunjukkan dengan skala secara matematis dengan nomor 0 sampai 14. Skala pH merupakan suatu cara yang tepat untuk menggambarkan konsentrasi ion-ion hidrogen dalam larutan yang bersifat asam, dan konsentrasi ion-ion hidroksida dalam larutan basa. Nilai pH sama dengan negatif logaritma konsentrasi ion H^+ dan secara matematika diungkapkan dengan pH.



Harjono, (2016) dalam jurnalnya menjelaskan bahwa untuk menyatakan konsentrasi H^+ yang ada dalam larutan dirumuskan sebagai berikut:

$$pH = -\log H^+ \dots\dots\dots (2.1)$$

Secara ringkas keasaman atau kebasaan suatu larutan dapat dinyatakan sebagai berikut, jika $pH = 7$ larutan bersifat netral, jika pH lebih kecil dari 7 larutan bersifat asam, jika pH lebih besar dari 7 larutan bersifat basa. Kekuatan asam dapat ditentukan dari pH larutan dengan konsentrasi yang sama. pH asam kuat lebih kecil dibandingkan pH asam lemah. (Siregar, 2017)

Di dalam laboratorium, pH suatu larutan dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung, pH larutan dapat diperoleh dengan menghitung konsentrasi H^+ . pH larutan dapat diukur dengan menggunakan pH meter dan indikator universal. indikator universal merupakan kertas lakmus tetapi perubahan warna yang terjadi dapat dicocokkan dengan pita warna yang kotaknya, sehingga pH larutan dapat yang diukur dapat diketahui. Kekuatan asam basa dapat ditentukan dari pH larutan dengan konsentrasi yang sama (Siregar, 2017).

2.6 Pengukuran Bio Baterai Larutan Buah Mengkudu

Kelistrikan merupakan suatu kalimat yang sudah sering di ucapkan dalam kehidupan sehari-hari. Benda yang memiliki sifat bereaksi atau bekerja dari adanya muatan listrik dinamakan kelistrikan. Dalam aktivitas sehari-hari kita sering mendengar beberapa kata yang berhubungan dengan kata listrik, yaitu

konduktivitas listrik, tegangan listrik, arus listrik, daya listrik, dan energi listrik. Beberapa alat yang sering digunakan dalam mengukur listrik seperti amperemeter, voltmeter, dan ohm meter. Listrik merupakan salah satu kebutuhan yang sudah layaknya seperti kebutuhan pokok manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Metode pengukuran daya listrik yaitu dengan mengukur arus dan tegangan menggunakan alat yang digunakan multimeter. Didalam multimeter terdapat voltmeter dan amperemeter (Masthura & Abdullah, 2021).

2.6.1 Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik merupakan ukuran dari kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik suatu larutan bergantung pada jenis dan konsentrasi ion didalam larutan. Ion yang mudah bergerak mempunyai daya hantar listrik besar. Konduktivitas larutan sangat bergantung pada konsentrasi ion dan suhu air. Semakin besar nilai daya hantar listrik kemampuan dalam menghantarkan listrik semakin kuat. Banyaknya ion didalam larutan juga dipengaruhi oleh padatan terlarut didalamnya. Semakin besar jumlah padatan terlarut didalam larutan maka kemungkinan jumlah ion dalam larutan juga akan semakin besar, sehingga nilai konduktivitas listrik juga semakin besar (Irwan & Afdal, 2016).

Untuk menentukan besarnya konduktivitas listrik pada buah mengkudu dapat menggunakan rumus berikut:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

σ = Konduktivitas ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

ρ = Resistivitas Bahan (Ω/m)

2.6.2 Tegangan Listrik

Tegangan listrik merupakan perbedaan jumlah elektron yang berada dalam suatu arus listrik. Disatu sisi sumber arus listrik terdapat elektron yang bertumpuk sedangkan disisi yang lain terdapat jumlah elektron yang sedikit. Hal ini terjadi karena adanya gaya magnet yang memengaruhi materi tersebut. Dalam arus listrik yang mengalir disuatu penghantar, ada dua hal yang perlu diketahui. Pertama, ada selisih potensial yang menyebabkan muatan dibawa melalui penghantar. Kedua,

muatan yang lewat melalui penghantar harus kontinu dan kembali ketitik awal ketika muatan itu mulai bergerak sehingga melalui penghantar dan seterusnya (Yulianti, 2016). Misalkan sebuah baterai memiliki tegangan sebesar 12,6 V, berarti setiap muatan 1 coulomb menyediakan energi 12,6 joule. Jika sebuah lampu dihubungkan ke baterai tersebut maka setiap muatan 1 coulomb yang mengalir melalui lampu akan mengkonversi energi sebesar 12,6 joule menjadi energi panas dan energi cahaya.

Untuk menentukan besarnya tegangan listrik menggunakan rumus: (Sumanzaya, Supriyanto, & Pauzi, 2019).

$$V = \frac{W}{Q} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

V = tegangan (V)

W = energi (J)

Q = muatan (C)

Untuk menentukan persen selisih dari tegangan listrik, arus listrik, daya listrik, dan energi listrik.

$$\% \text{ selisih} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

V₁ = data awal

V₂ = data akhir

2.6.3 Arus Listrik

Arus listrik merupakan banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian tiap satuan waktu yang di ukur dengan amperemeter. Muatan yang dimaksud mengalir dalam rangkaian adalah elektron. Arus listrik terbagi menjadi 2 yaitu arus listrik searah (DC) dan arus listrik bolak-balik (AC). Pada arus listrik searah muatan listrik mengalir dalam satu arah contohnya sumber tegangan yang berasal dari baterai sedangkan pada arus listrik bolak-balik muatan listrik mengalir dalam dua arah (bolak-balik) contohnya sumber tegangan yang berasal dari PLN.

Kuat arus listrik arus yang tergantung pada banyak sedikitnya elektron bebas yang pindah melewati suatu penampang kawat dalam satuan waktu.

untuk menentukan besarnya arus listrik menggunakan rumus: (Yulianti, 2016).

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

I = kuat arus listrik dengan satuan ampere (A)

ΔQ = jumlah muatan yang mengalir dengan satuan coulomb (C)

Δt = waktu dengan satuan sekon (s)

Arus listrik adalah jumlah muatan yang mengalir melalui penampang penghantar dalam tiap satuan waktu. Besaran ini dilambangkan dengan I satuan ampere. Arus listrik bergerak dari kutub positif (+) menuju kutub negatif (-), sedangkan aliran listrik dalam kawat logam terdiri dari aliran elektron yang bergerak dari kutub negatif (-) menuju kutub positif (+), arah arus listrik dianggap berlawanan dengan arah gerakan elektron (Yulianti, Supriyanto, & Pauzi, 2016).

2.6.4 Daya Listrik

Daya listrik atau dalam bahasa inggris *Electrical Power* merupakan jumlah energi yang dihasilkan dalam sebuah rangkain yang diperlukan dalam satuan waktu atau energi yang digunakan dalam jangka waktu tertentu. Daya dilambangkan dengan P dan Satuan SI dari daya adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik) (Sumanzaya, Supriyanto, & Pauzi, 2019).

untuk menentukan daya listrik menggunakan rumus: (Hakimah, 2019).

$$P = V I \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

P = daya (W)

I = arus (A)

V = Beda Potensial (V)

2.6.5 Energi Listrik

Energi listrik adalah energi yang berasal dari muatan listrik yang menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya elektron pada konduktor

(penghantar listrik) atau ion (positif atau negatif) pada zat cair atau gas. energi listrik dibutuhkan oleh masyarakat untuk menghidupkan lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain (Prastuti, 2017). Energi listrik merupakan energi yang ditimbulkan oleh muatan listrik (statis) sehingga menyebabkan aliran muatan listrik (dinamis). Dalam teori dicontohkan yaitu beda potensial menimbulkan energi untuk menggerakkan muatan elektron dari titik potensial rendah menuju titik potensial tinggi.

Untuk menentukan energi listrik menggunakan rumus: (Hakimah, 2019).

$$W = V \times I \times t \dots \dots \dots (2.7)$$

keterangan:

W = energi listrik satuan Joule (J)

V = beda potensial satuan Volt (V)

I = kuat arus dengan satuan Ampere (A)

t = waktu dengan satuan Second (S)

2.7 Penelitian Yang Relevan

Mathura & Abdullah, (2021) dalam penelitiannya “Pemanfaatan Sari Nenas Sebagai Sumber Energi Alternatif Pembuatan Bio-Baterai” dengan variasi 50 ml, 100 ml, 150 ml, 200 ml, dan 250 ml. Dalam penelitian ini menggunakan elektroda Cu dan Zn. Hasil yang diperoleh: tegangan dari 1,94 Volt – 4, 96 Volt , arus dari 1,21 mA – 16,75 mA dan daya listrik dari 2,34 mW – 83,08 mW. sehingga dapat disimpulkan nilai arus yang diperoleh adalah stabil, larutan sari nenas dengan variasi penambahan volume menunjukkan peningkatan terhadap nilai tegangan, arus listrik dan daya listrik, semakin besar volume larutan yang digunakan maka akan semakin besar nilai tegangan arus listrik dan daya listrik yang dihasilkan bio baterai.

Akbar Said Ali, Dilla Armelanda & Muttaqin, (2018) dalam penelitiannya “Electrolyte Performance Of Noni Fruit Extracts (Morinda Citrifolia L) for C-Zn Batteries” penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan larutan elektrolit buah mengkudu yang diperoleh dengan pengeringan buah mengkudu kemudian dihaluskan dengan blender untuk mendapatkan serbuk buah mengkudu sebanyak kurang lebih 500 gr dengan pelarut etanol 96% perbandingan volume antara

serbuk dan pelarut yaitu 1:3, dengan variasi keadaan larutan segar, fermentasi 48 jam dan 72 jam. elektroda yang digunakan adalah Zn. Dari penelitian ini dapat diperoleh hasil pengukuran terbaik yaitu pada larutan elektrolit buah mengkudu fermentasi 72 jam sebesar 0,87 V dan larutan elektrolit buah mengkudu tidak dapat menghidupkan lampu LED.

Siregar, (2017) dalam penelitiannya “Pengaruh Bahan Elektroda Terhadap Kelistrikan Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) Sebagai Solusi Energi Alternatif Ramah Lingkungan” penelitian ini menghasilkan baterai aki basah dengan elektrolit belimbing wuluh dengan variasi katoda dan anoda, yaitu tembaga-seng, tembaga-aluminium, tembaga-timah, tembaga-besi, dan masing-masing plat berukuran 4,5 x 10 cm. analisis kelistrikan berupa nilai arus dan tegangan listrik dari belimbing wuluh yang memiliki Ph rendah yaitu 1,6 (asam kuat). pada pasangan elektroda tembaga-seng menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dibandingkan elektroda yang lain yaitu sebesar 3 volt dan kuat arus 0,6 A dengan hambatan 0,5 ohm, sedangkan tegangan yang paling rendah adalah pasangan elektroda tembaga-timah yaitu 1,5 volt dan arus sebesar 0,3 ampere.

Rizki, (2020) dalam penelitiannya “Analisis Karakteristik Larutan Elektrolit *Philanthus Acidus* Sebagai Sumber Energi Terbarukan” penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan buah cermai dengan variasi volume 100, 200, 300 dengan penambahan konsentrasi NaCl 1,67%, 3,33, 5,00%, 6,67%, 8,33%, dan 10%. dimana nilai terbaik diperoleh pada volume 300 dengan penambahan konsentrasi NaCl 10% dengan nilai pH 2,7, nilai tegangan 771 mV, dengan arus 3,63 mA.

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah energi alternatif bio-baterai dapat dihasilkan dengan memanfaatkan buah mengkudu (*Morinda Citrifolia L*) dengan menggunakan elektroda Cu dan Zn. Bio baterai yang dihasilkan dapat di aplikasikan untuk menyalakan lampu LED putih.