

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Listrik

Energi listrik merupakan energi yang dibutuhkan oleh manusia dalam menunjang kehidupan sehari-hari. Dalam energi listrik sering ditemui tegangan, arus, dan daya listrik. Arus listrik merupakan kondisi di mana elektron bebas dapat dibuat untuk melayang melalui sebuah objek pada kondisi arah tertentu, dengan kata lain arus ialah laju muatan listrik yang berpindah di sekitar sirkuit. Jumlah arus yang mengalir melalui sistem rangkaian dapat dihitung dengan membagi jumlah muatan yang melewati suatu titik tertentu dengan waktu yang diperlukan. Arus listrik memiliki satuan yang ditandai dengan ampere (A). Persamaan arus listrik seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.1 (Robertson, 2008).

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.1)$$

Tegangan adalah perbedaan potensial antara satu titik dan titik lainnya dalam sebuah rangkaian listrik yang di mana menyebabkan muatan listrik dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Tegangan memiliki satuan yang sering disebut volt (V). Persamaan tegangan listrik seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.2 (Robertson, 2008).

$$V = I \times R \quad (2.2)$$

Daya listrik adalah energi yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan pemindahan muatan listrik dalam satuan waktu. Persamaan daya seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.3 (Robertson, 2008).

$$P = V \times I \quad (2.3)$$

Penjelasan mengenai arus, tegangan, dan daya listrik didapatkan tanda dan besaran arus ditandai dengan I dengan satuan pengukuran yaitu ampere, tegangan atau beda potensial ditandai dengan V dengan satuan pengukuran volt, dan daya listrik ditandai dengan P dengan satuan pengukuran watt.

Kapasitas baterai dinyatakan dalam *ampere hour* (Ah). Tegangan yang ada pada baterai dapat dialokasikan menjadi *watt hour* seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.4.

$$Ah \times V = \text{Watt-hour} \quad (2.4)$$

Kapasitas pada baterai ditentukan oleh nilai C yang diberikan pada baterai. Kapasitas baterai juga sangat berpengaruh terhadap kondisi seperti beban yang dialiri kelistrikan oleh baterai, suhu, dan lain sebagainya (Rahmawan, 2018). Menentukan kapasitas baterai yang terdapat pada satu sel baterai seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.5 (Susanti dkk., 2019):

$$\text{Waktu Pemakaian} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Arus}} \quad (2.5)$$

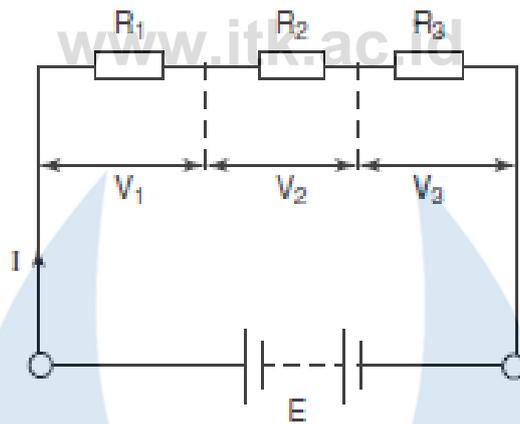
2.2 Seri dan Paralel

Rangkaian listrik terdapat beberapa macam rangkaian. Rangkaian yang tersusun dapat berupa rangkaian seri, rangkaian paralel, dan juga rangkaian seri paralel. Masing-masing rangkaian memiliki tujuan dan fungsi yang di mana dapat memperbesar tegangan listrik atau memperkecil tegangan listrik, dan memperbesar arus listrik atau memperkecil arus listrik. Rangkaian seri yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 komponen resistor tersusun segaris pada rangkaian. Perumusan rangkaian seri dapat dituliskan seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.6 (Robertson, 2008).

$$E = V1 + V2 + V3 \quad (2.6)$$

Perhitungan resistansi pada rangkaian seri dapat dilakukan dengan penambahan jumlah resistansi pada rangkaian. Persamaan resistansi pada rangkaian seri dapat dituliskan seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.7

$$R = R1 + R2 + R3 \quad (2.7)$$



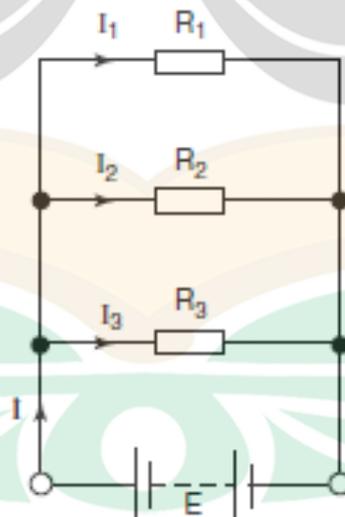
Gambar 2. 1 Rangkaian Seri

Rangkaian paralel yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, di mana komponen resistor tersusun bertingkat pada rangkaian. Perumusan rangkaian paralel dapat dituliskan seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.8 (Robertson, 2008).

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (2.8)$$

Perhitungan resistansi pada rangkaian paralel dapat dilakukan dengan penambahan jumlah resistansi pada rangkaian. Persamaan resistansi pada rangkaian paralel dapat dituliskan seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.9 (Robertson, 2008).

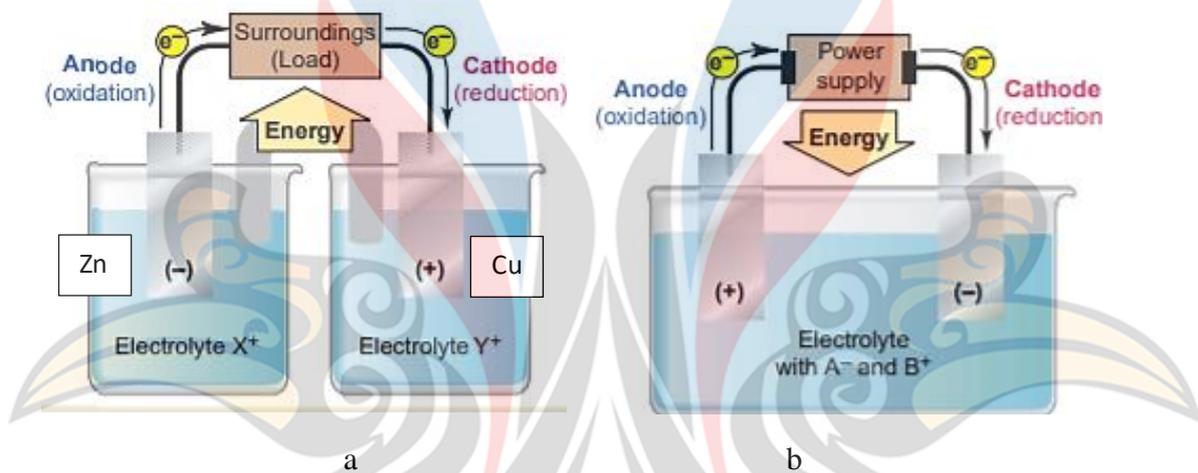
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (2.9)$$



Gambar 2. 2 Rangkaian Paralel

2.3 Elektrokimia

Elektrokimia merupakan ilmu yang menjelaskan tentang hubungan antara perubahan kimia dan kerja listrik yang biasa ditemukan setelah dilakukan percobaan dengan menggunakan sel elektrokimia yang menggabungkan reaksi redoks untuk menghasilkan energi listrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Proses elektrokimia yang berkaitan dengan dua reaksi (reduksi-oksidasi), reaksi reduksi menerima elektron bebas, sedangkan reaksi oksidasi melepas elektron bebas dalam satu skema dengan tujuan penyetaraan elektron (Silberberg, 2010).



Gambar 2. 3 (a) Sel Volta dan (b) Rangkaian Sel Elektrolisis (Silberberg, 2010)

Dasarnya reaksi reduksi-oksidasi (redoks) melibatkan transfer elektron dari zat yang mereduksi dan zat teroksidasi pada larutan elektrolit. Menggunakan metode setengah reaksi untuk melakukan penyeimbangan elektron pada atom. Aplikasi dari reaksi redoks dapat digunakan untuk menghasilkan listrik yang dibutuhkan aplikasi ini sering disebut dengan sel volta. Sel volta menggerakkan reaksi tidak spontan dengan menambahkan anoda dan katoda pada larutan elektrolit yang menyebabkan terjadi oksidasi pada anoda dan reduksi pada katoda, akibat penambahan ini dapat menghasilkan listrik secara spontan hasil dari reaksi redoks yang terjadi dan ditambah oleh larutan elektrolit. Contoh reaksi redoks dapat dilihat pada Persamaan 2.10 dan Persamaan 2.11 (Silberberg, 2010).



Penelitian ini menggunakan prinsip sel volta. Energi yang dihasilkan setelah terjadi reaksi merupakan energi listrik. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi redoks yang menggunakan anoda dan katoda, reduksi pada katoda akan menghasilkan energi bermuatan positif dan oksidasi pada anoda menghasilkan muatan listrik. Susunan deret volta ditunjukkan pada Tabel 2.1, menunjukkan semakin turun unsur deret volta maka akan semakin mudah untuk direduksi dan sulit untuk dioksidasi, sedangkan semakin naik deret volta semakin mudah untuk dioksidasi dan sulit tereduksi serta semakin aktif. Dalam penelitian ini digunakan pelat tembaga (Cu) sebagai katoda dan pelat seng (Zn) sebagai anoda dalam pembuatan sel volta.

Tabel 2. 1 Deret Volta

No	Deret Volta
1	Li (Lithium)
2	K (Kalium)
3	Na (Natrium)
4	Mg (Magnesium)
5	Al (Aluminium)
6	Mn (Mangan)
7	Zn (Zinc)
8	Fe (Feron)
9	Ni (Nikel)
10	Si (Silikon)
11	Pb (Timbal)
12	H ⁺ (Hidrogen)
13	Cu (Tembaga)
14	Hg (Raksa)
15	Ag (Perak)
16	Pt (Platina)
17	Au (Emas)

(Murah dan Soepomo, 2014)

2.4 Baterai

Baterai terdiri dari satu atau lebih sel elektrokimia yang terpisah. Baterai adalah alat yang berfungsi untuk menyimpan energi hasil dari reaksi kimia yang berubah menjadi energi listrik. Reaksi kimia yang terjadi pada baterai menghasilkan elektron dan melalui rangkaian listrik dapat menyalurkan arus listrik yang saat ini sangat dibutuhkan. Dalam komposisi baterai terdapat elektroda, untuk negatif dinamakan anoda dan untuk positif dinamakan katoda. Anoda menghasilkan elektron yang didapatkan karena adanya reaksi elektrokimia dan menghasilkan ion positif yang bercampur dengan larutan elektrolit. Elektron menciptakan arus listrik menuju katoda, di mana bergabung dengan positif ion bermuatan dari elektrolit. Dan ion yang memiliki muatan positif mengalir melalui larutan elektrolit dari anoda ke katoda untuk menjaga keseimbangan muatan (Remler dkk, 2020).

Baterai berfungsi untuk menyimpan energi listrik. Terdapat dua jenis baterai di antaranya baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang ketika digunakan hingga tidak memiliki muatan listrik maka baterai primer tidak dapat diisi muatan listrik kembali, sedangkan baterai sekunder merupakan baterai yang dapat diisi muatan listrik kembali ketika tidak terdapat muatan listrik pada baterai (Hudaya, 2011). Baterai sekunder yang saat ini berkembang ditunjukkan pada Tabel 2.2. Baterai lithium adalah jenis baterai sekunder (*rechargeable battery*) yang dapat diisi ulang kembali dan merupakan baterai yang ramah lingkungan (Perdana, 2021).

Tabel 2. 2 Baterai Sekunder

No	Jenis	Voltage (V)	Capacity (Wh/kg)	Charge (CRate)	Discharge (CRate)	Cycle Life	Aplikasi
1	Lithium Cobalt Oxide (LiCoO ₂)	3,60	150-200	0.7-1C; 4,2 V	1C; 2,5 V Cut Off	500- 1000	tablet, laptop, camera , telepon

No	Jenis	Voltage (V)	Capacity (Wh/kg)	Charge (CRate)	Discharge (CRate)	Cycle Life	Aplikasi
2	Lithium Manganese Oxide (LiMn ₂ O ₄)	3.70	100-150	0.7-1C; 4.2 V	1C; 2.5 V Cut Off	300-700	Power tools
3	Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide	3.60-3.70	150-220	1-2C; 4.20 V	1C-2C; 2.50 V cut off	1000 - 2000	E-Bikes
4	Lithium Iron Phosphate (LiFePO ₄)	3.20-3.30	90-120	1C; 3.65 V	1C-25C; 2.50 V cut off	1000 - 2000	Portable and stationary
5	Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide (LiNiCoAlO ₂)	3.60	200-260	0.7C; 4.2V	1C; 3.0 V Cut Off	500	Tesla
6	Lithium Titanate (Li ₄ Ti ₅ O ₁₂)	2.40	50-80	1C-5C; 2.85V	10C-30C; 1.8 V	3000 - 7000	Electric Power Train

(Perdana, 2021)

2.5 Kopi

Kopi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 adalah minuman yang sangat terkenal dan populer di seluruh dunia, kopi dikonsumsi berdampak

menyegarkan bagi tubuh. Kopi yang menghasilkan beberapa jumlah residu baik kulit kopi dan bubuk kopi setelah kopi melewati proses pengolahan. Bubuk kopi saat ini tergolong limbah yang lumayan banyak karena diperoleh dari pembuatan kopi bubuk. Sebanyak 50% dari seluruh dunia melakukan produksi kopi yang berdampak menghasilkan sekitar 6 juta ton per tahun (Ballesteros dkk, 2014). Limbah bubuk kopi dan limbah kulit kopi *polysccharides* merupakan kandungan yang melimpah pada dua limbah tersebut, selain *polysccharides* kandungan yang ada pada kopi dapat dilihat pada Tabel 2.3.



Gambar 2. 4 Biji Kopi

Limbah bubuk kopi dapat menjadi elektroda yang dapat menggantikan pelat grafit bipolar dalam baterai dengan memanfaatkan reaksi redoks vanadium. Bubuk kopi dinilai relatif baik ketika terjadi transfer muatan elektrokimia dari reaksi redoks vanadium, dan juga menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi, serta efisiensi yang lebih tinggi dalam tegangan pada uji sel statis (Krikstolaityte dkk, 2018). Limbah bubuk kopi menjadi anoda karbon karena dinilai dapat membantu memperlambat difusi ion Na. pada penelitian ini, untuk memperbesar pori-pori pada karbon yang berasal dari bubuk kopi. Proses aktivasi dengan menggunakan larutan KOH yang merupakan larutan basa kuat (Chiang dkk, 2020).

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Limbah Bubuk Kopi

NO	Chemical Components	Composition (g/100 g dry material) Spent Coffee Ground
1	<i>Cellulose (Glucose)</i>	12.40±0.79
2	<i>Hemicellulose</i>	39.10±0.09
3	<i>Arabinose</i>	3.60±0.52
4	<i>Mannose</i>	19.07±0.85
5	<i>Galactose</i>	16.43±1.66
6	<i>Xylose</i>	Tidak Terdefinisi
7	<i>Lignin</i>	23.90±1.70
8	<i>Insoluble</i>	17.59±1.56
9	<i>Soluble</i>	6.31±0.37
10	<i>Fat</i>	2.29±0.30
11	<i>Ashes</i>	1.30±0.10
12	<i>Protein</i>	17.44±0.10
13	<i>Nitrogen</i>	2.79±0.10
14	<i>Carbon/nitrogen (C/N ratio)</i>	16.91±0.10
15	<i>Total dietary fiber</i>	60.46±2.19
16	<i>Insoluble</i>	50.78±1.58
17	<i>Soluble</i>	9.68±2.70

(Ballesteros, Teixeira dan Mussatto, 2014)

2.6 Sintering

Sintering adalah metode pembuatan material berbahan dasar serbuk dengan menggunakan proses pemanasan bersuhu tinggi agar terjadi pengikatan bersama antar partikel. Terdapat dua jenis dapur *sinter* yaitu, *batch furnace* dan *continuous furnace*. *Batch furnace* digunakan pada saat proses *sinter* yang membutuhkan temperatur yang diinginkan pada suatu material. *Continuous furnace* terdapat komponen sabuk yang terdiri dari susunan kawat yang diletakan *green body*. Sabuk bergerak menuju daerah pemanasan, lalu menuju daerah pendinginan. Dua jenis dapur *sinter* yang telah dijelaskan terdapat perbedaan dalam jumlah produksi. Proses *sinter* dengan *batch furnace* digunakan pada siklus *sintering* dengan

produksi terbatas, sedangkan *continuous furnace* memproduksi dalam jumlah banyak (Setiyanto, 2019). Temperatur *sintering* untuk pemanasan bubuk kopi pada 600°C, 700°C, 800°C, dan 900°C selama 1 jam untuk pemanasannya. Suhu *sintering* karbon pirolisis tidak memiliki efek yang signifikan pada kestabilan siklus bahan elektroda, akan tetapi memiliki efek besar pada penyimpanan kapasitas natrium. Temperatur tinggi pada proses *sintering* akan mengakibatkan penghancuran struktur ukuran pori kecil yang berganti oleh pembentukan ukuran pori besar. Struktur pori besar memiliki dampak untuk mengurangi jumlah ion natrium yang masuk dan juga menurunkan kapasitas (Gao dkk, 2018).

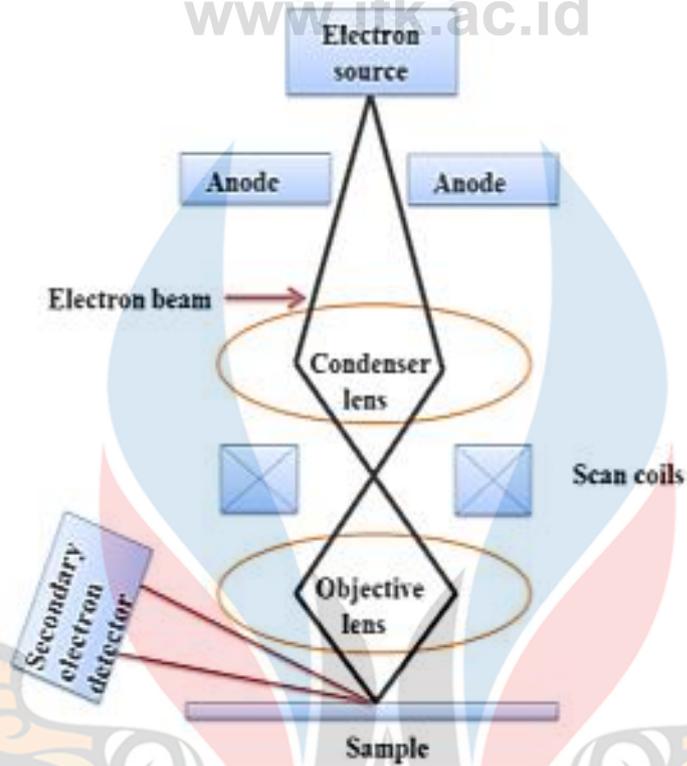
2.7 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Scanning electron microscope atau SEM yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 merupakan alat yang berfungsi untuk mengetahui bentuk struktur, komposisi, dan cacat yang terjadi pada material. Pemindaian yang dilakukan menggunakan SEM dengan elektron yang diarahkan pada spesimen seperti pada mikroskop. Sinar elektron yang sudah terkonsentrasi ditembakkan dari tembakan elektron yang terletak di bagian atas dari alat SEM. Perangkat SEM terdapat dua tembakan di antaranya elektron utama merupakan emisi medan yang dapat menghasilkan medan listrik kuat yang menembus elektron dari atom, dan termionik yang dapat membuat elektron menjadi bebas hasil dari filamen yang dipanaskan. SEM melakukan pemindaian pada permukaan sampel dengan elektron yang berenergi tinggi. Hasil yang didapatkan pada pengujian SEM berbeda dengan mikroskop optik karena SEM menggunakan gelombang cahaya untuk membuat hasil gambar yang diperbesar. Pada alat SEM, ketika elektron telah mengenai spesimen permukaan akan langsung berinteraksi dengan spesimen dengan memancarkan sinar x dan tiga jenis elektron yang dipancarkan di antaranya elektron primer, elektron sekunder, dan elektron auger (Titus dkk, 2019) .



Gambar 2. 5 *Scanning Electron Microscope*

Scanning electron microscope, atau SEM adalah alat yang digunakan untuk melihat objek yang berukuran sangat kecil. Cara kerja alat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 SEM bekerja dengan menggunakan elektron yang dapat membentuk gambar dalam mikroskop. Hasil pengujian SEM diperoleh dengan memindai elektron yang memiliki energi tinggi pada permukaan sampel. Berdasarkan panjang gelombangnya elektron dapat melihat detail material yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia dibandingkan cahaya optik. SEM dapat memperbesar objek hingga satu juta kali lipat dari ukuran aslinya dan dapat menyelesaikan secara detail pada sampel yang berdimensi lebih kecil dari 1 nm. Interaksi dari elektron dengan spesimen menjadikan alat SEM memancarkan sinar x yang dapat mendeteksi komposisi spesimen yang diperiksa. Pengujian SEM banyak digunakan untuk proses karakterisasi karena hasil yang didapatkan memberikan informasi tentang struktur permukaan, komposisi, dan cacat yang terjadi pada spesimen. SEM dapat digunakan juga untuk mengamati permukaan pada tingkat sub mikron dan nano mikron untuk material yang sulit dalam mengetahui informasi dari material yang diperiksa dengan SEM (Ul-Hamid, 2018).



Gambar 2. 6 Sistem Kerja SEM (Titus dkk, 2019)

2.8 XRD (*X-Ray Diffraction*)

X-Ray Diffraction atau XRD merupakan alat yang digunakan untuk menentukan proporsi unsur jika sebuah sampel dalam bentuk campuran. Derajat kristalinitas, tergantung dari penyimpangan elemen tertentu dari idealnya komposisi, dan juga kondisi struktur juga dapat diatur sesuai dengan interaksi antara sinar x dengan bidang atom yang berdampak menghasilkan transmisi parsial, dan sisanya diserap, dibiaskan, dihamburkan, dan didifraksikan oleh sampel. Akan tetapi sinar-x didifraksikan oleh setiap elemen dengan cara yang berbeda, tergantung pada jenis dan susunan atom. Sinar-x adalah radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang yang relatif pendek yang dihasilkan ketika partikel bermuatan energi yang cukup diperlambat dapat memunculkan sinar x (Titus dkk, 2019).



Gambar 2. 7 *X-Ray Diffraction*

X-ray diffraction (XRD) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7, merupakan alat yang tergolong sangat dibutuhkan dalam mineralogi. XRD digunakan untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengkarakterisasi dalam kumpulan material kompleks. XRD dalam pengujian suatu material termasuk ke dalam pengujian tidak merusak. Puncak XRD dihasilkan oleh pancaran dari monokromatik sinar-x yang tersebar pada sudut tertentu dari setiap bidang sisi dalam pengujian. Intensitas puncak ditentukan oleh posisi atom dalam bidang sampel. Pola yang dihasilkan dari XRD merupakan susunan atom yang telah terlihat dari hasil XRD. Persamaan yang digunakan dalam *X-ray diffraction* yang ditunjukkan pada Persamaan 2.12 (Mittal, 2019).

$$n\lambda = 2d_{hkl}\sin\theta \quad (2.12)$$

Dengan (n) jumlah derajat difraksi, (λ) panjang gelombang sinar-x, (d_{hkl}) jarak antar bidang yang dihasilkan, (θ) sudut difraksi yang menggambarkan posisi puncak (Hakim dkk, 2019).

2.9 FTIR (*Fourier Transform InfraRed*)

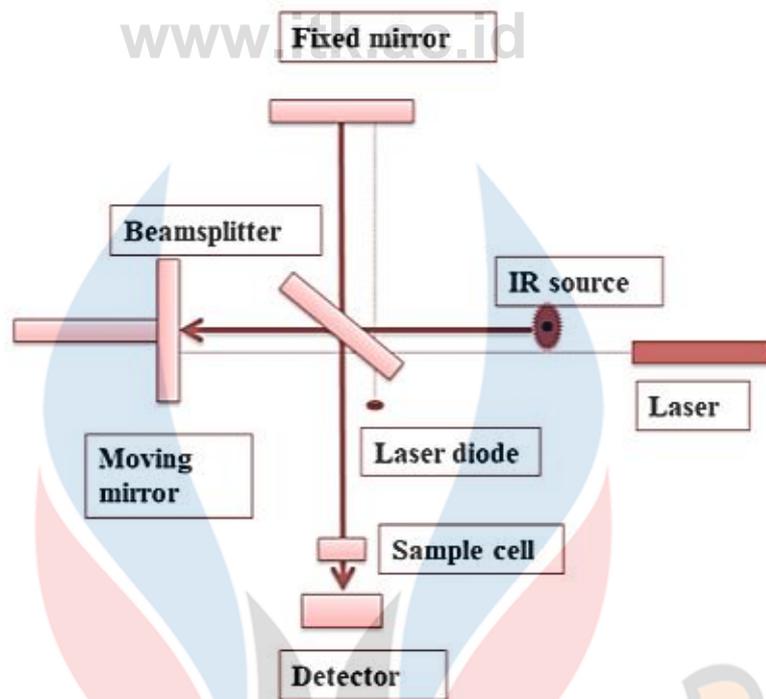
Fourier transform infrared, atau FTIR yang ditunjukkan pada Gambar 2.8 digunakan untuk mengidentifikasi bahan organik, anorganik, dan polimer yang kerjanya memanfaatkan sinar infra merah untuk memindai sampel. Perubahan yang terjadi pada karakteristik pola sampel menunjukkan adanya perubahan komposisi

pada bahan. FTIR juga dapat mengidentifikasi dan mengkarakterisasi bahan yang tidak diketahui, mendeteksi kontaminan yang terdapat pada bahan, menemukan zat aditif, mengidentifikasi dekomposisi dan oksidasi (Titus dkk, 2019).



Gambar 2. 8 *Fourier Transform Infrared*

Dalam skema FTIR yang dapat dilihat pada Gambar 2.9 dimana spectrometer FTIR memiliki beberapa komponen yang mencakup dalam suatu sistem yang terdiri dari sel sampel, detektor, penguat, konverter A/D, dan komputer. Radiasi yang dihasilkan dari sumber yang telah mencapai detektor setelah melewati interferometer. Sinyal yang diterima diperkuat dan diubah menjadi sinyal digital yang dilakukan oleh A/D konverter dan penguat. Perubahan sinyal ditransfer menuju komputer setelah transformasi *fourier* dilakukan. Radiasi inframerah yang bekerja pada alat ini berkisar sekitar 10.000 hingga 100 cm^{-1} yang melewati sampel kemudian dikirim dengan bagian radiasi yang diserap dan dilewati. Radiasi yang diserap diubah oleh sampel menjadi energi vibrasi atau rotasi. Sinyal yang dihasilkan dan diperoleh detektor adalah spektrum umum dari 4000 sampai dengan 400 cm^{-1} (Titus dkk, 2019).



Gambar 2. 9 Skema *Fourier Transform Infrared*

2.10 Penelitian Terdahulu

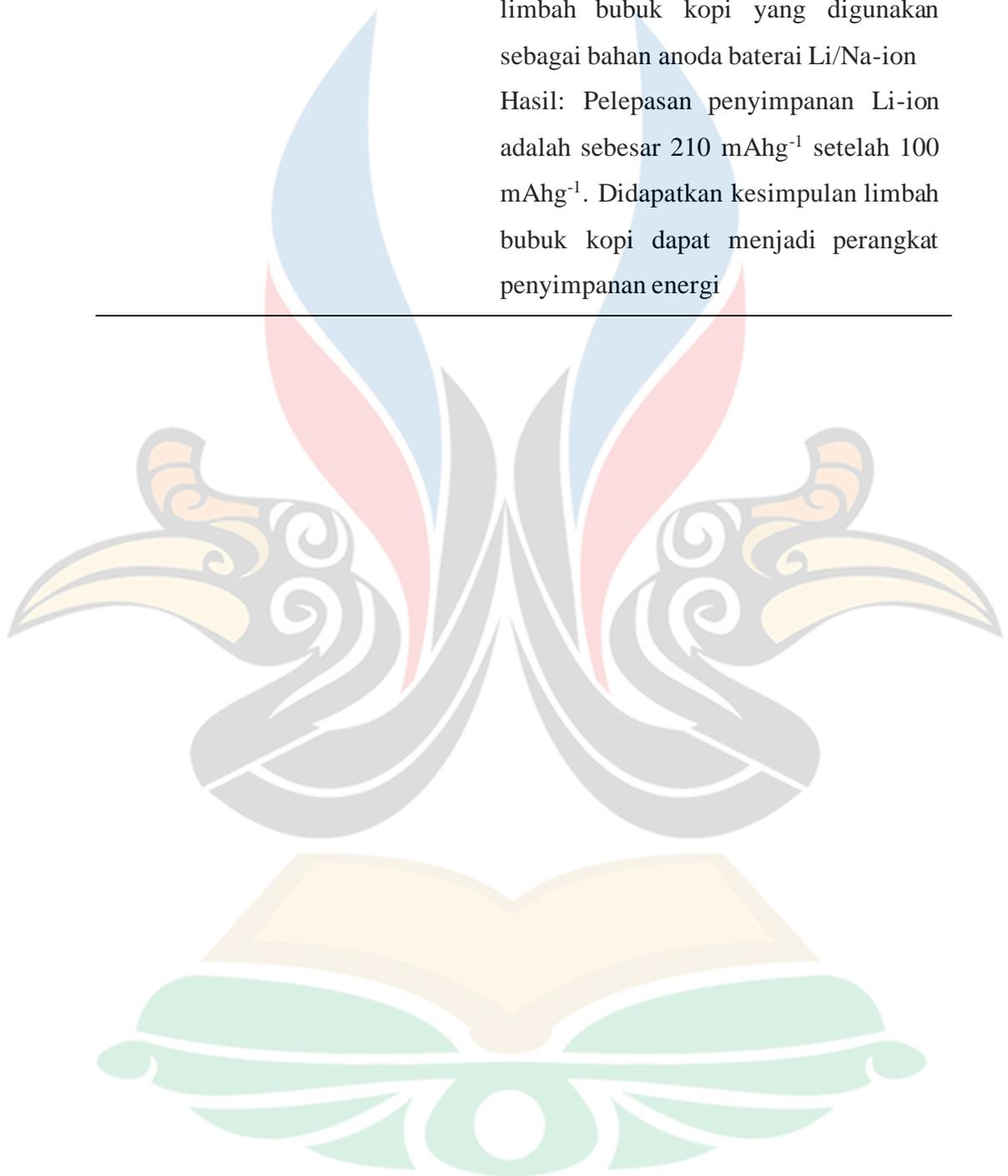
Berikut penelitian terdahulu sebagai acuan atau referensi yang memiliki keterkaitan dengan penelitian dalam pembuatan elektrolit dengan menggunakan limbah bubuk kopi yang akan dilakukan.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

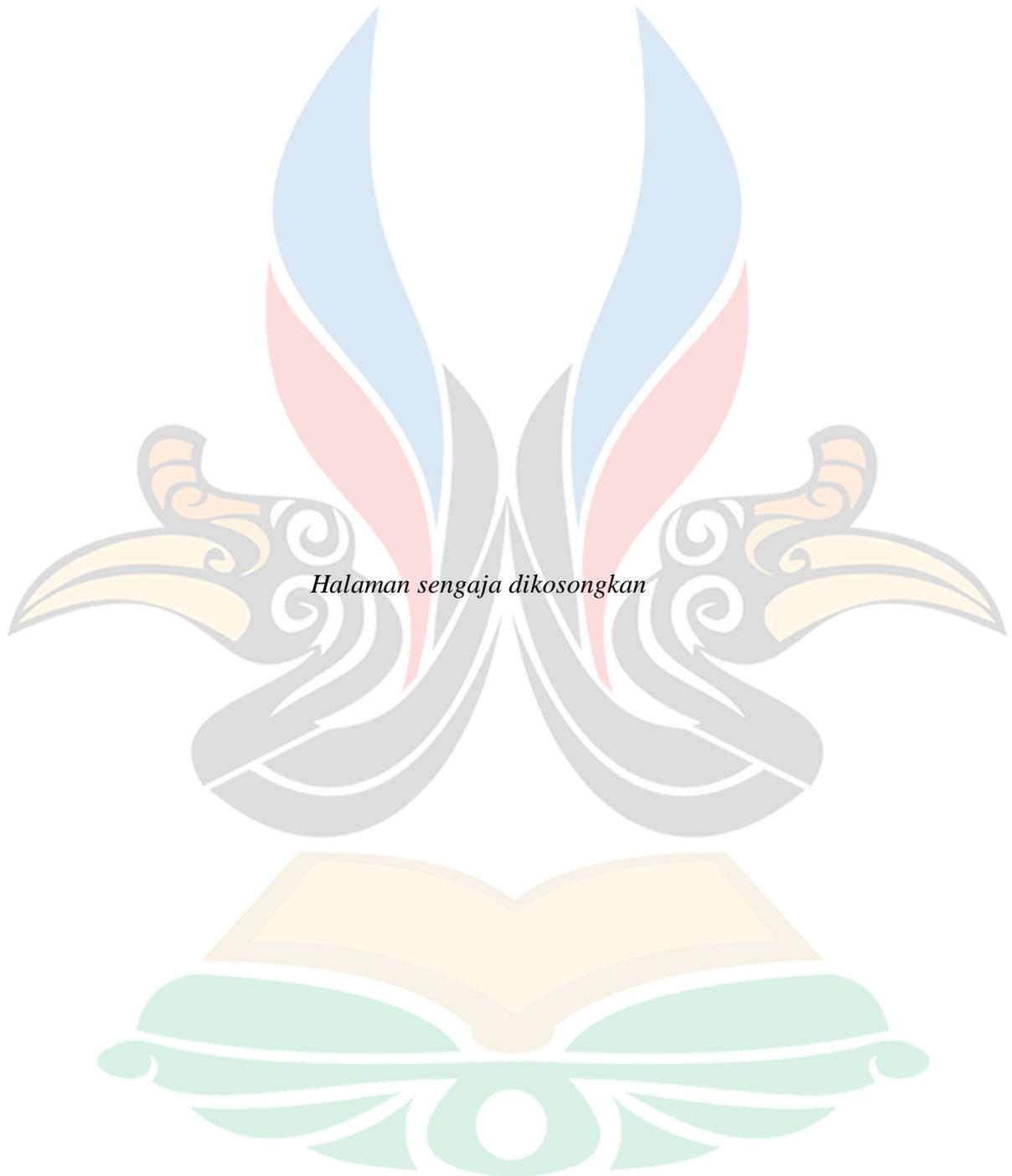
No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Gao dkk., 2018	Metode: Penelitian ini melakukan pemanasan <i>carbon pyrolytic</i> dari bubuk kopi bekas untuk digunakan sebagai bahan anoda pada baterai sodium ion. Hasil: Didapatkan kapasitas reversibel sebesar 154,2 mAhg ⁻¹ dan rapat arus sebesar 200 mAhg ⁻¹ .

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
2	Gómez-Urbano dkk., 2020	<p>Metode: Penelitian ini menggunakan bubuk kopi sebagai bahan komposit digabungkan dengan <i>graphene oxide</i> sebagai elektroda untuk kapasitor lithium ion.</p> <p>Hasil: penggabungan <i>graphene oxide</i> ke dalam karbon hasil dari bubuk kopi menjadikan peningkatan sebesar 40-70% tergantung arus yang ditetapkan</p>
3	Krikstolaityte dkk., 2018	<p>Metode: Penelitian ini menggunakan bubuk kopi yang digunakan sebagai material elektroda untuk baterai <i>vanadium redox flow</i>.</p> <p>Hasil: Penggunaan bubuk kopi berhasil dikonversi melalui proses pirolisis uap menjadi biochar dan karbon aktif, dan ketika proses elektrokimia telah terjadi menghasilkan efisiensi energi dan tegangan yang tinggi.</p>
4	Biegun dkk, 2020	<p>Metode: Pembuatan super kapasitor dengan memanfaatkan karbon aktif dari limbah bubuk kopi dengan pencampuran menggunakan KOH pada temperatur 800°C</p> <p>Hasil: Luas permukaan area spesifik bernilai $2906 \pm 19 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$. menunjukkan efisiensi elektrokimia yang tinggi dalam kombinasi dengan cairan ionik PYR13-TFSI sebagai elektrolit. Dengan nilai kapasitansi spesifik sebesar $178 \pm 12 \text{ Fg}^{-1}$ pada 50 12 Ag^{-1}</p>

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
5	Tsai dkk., 2019	<p>Metode: Penelitian ini menggunakan limbah bubuk kopi yang digunakan sebagai bahan anoda baterai Li/Na-ion</p> <p>Hasil: Pelepasan penyimpanan Li-ion adalah sebesar 210 mAhg⁻¹ setelah 100 mAhg⁻¹. Didapatkan kesimpulan limbah bubuk kopi dapat menjadi perangkat penyimpanan energi</p>



www.itk.ac.id



Halaman sengaja dikosongkan

www.itk.ac.id