

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsumsi energi yang tinggi menyebabkan sumber energi konvensional seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara terus menipis dengan dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan berkelanjutan manusia (Syamsuddin et al., 2023). Pengembangan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan telah menjadi prioritas utama dalam menghadapi tantangan global terkait krisis energi dan perubahan iklim (Ammarnurhandy et al., 2023). Mengubah paradigma energi menuju sumber energi yang terbarukan dan ramah lingkungan menjadi krusial untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan memitigasi dampak negatifnya. Teknologi energi terbarukan seperti tenaga surya, tenaga angin, biomassa, dan hidroelektrik merupakan energi alternatif yang menunjukkan potensi besar dalam menyediakan energi yang bersih, terjangkau, dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi global sambil menjaga kelestarian lingkungan (Azmi et al., 2023).

Pengembangan teknologi baterai merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang penting. Baterai adalah sel elektrokimia yang menghasilkan tegangan konstan melalui reaksi kimia. Dalam baterai, elektroda yang mengalami oksidasi disebut anoda, sedangkan elektroda yang mengalami reduksi disebut katoda (Singgih & Ikhwan, 2018). Agar baterai dapat beroperasi, elektroda harus mampu menghantarkan elektron dengan daya hantar yang tinggi, namun tetap memerlukan separator untuk berfungsi dengan baik. Keunggulan utama baterai sebagai sumber

energi alternatif adalah kemampuannya untuk menyimpan energi dalam jangka waktu lama dan bisa diisi ulang (Kamilah et al., 2020). Pentingnya inovasi dalam teknologi baterai semakin meningkat dalam rangka mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan mendorong penggunaan energi terbarukan yang lebih luas (Nasution, 2023).

Penggunaan bahan alami seperti material organik yang mudah terurai atau sari tumbuhan dalam pembuatan baterai telah menjadi tren signifikan dalam teknologi baterai saat ini. Pendekatan ini tidak hanya berpotensi mengurangi dampak lingkungan dari produksi baterai, tetapi juga membuka peluang untuk mengembangkan baterai yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Harapan besar terhadap inovasi ini adalah mempercepat adopsi energi terbarukan dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional. Seiring dengan kemajuan ini, penelitian mendalam tentang aplikasi, efektivitas, serta dampak sosial dan lingkungan dari baterai berbahan alami menjadi semakin penting (Widyaningsih et al., 2023).

Bio-baterai, yang dapat menghasilkan energi listrik, menjadi alternatif menarik karena baterai konvensional saat ini terbuat dari bahan kimia yang berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan inovasi baru untuk mengatasi masalah ini. Salah satu solusinya adalah mengganti isi baterai dengan bahan yang ramah lingkungan (Sari et al., 2023).

Pada penelitian sebelumnya memanfaatkan limbah buah-buahan dan sayur-sayuran adalah cara inovatif untuk menghasilkan listrik. Buah-buahan dan sayur-sayuran, yang kaya akan vitamin dan asam, dapat berfungsi sebagai sumber

elektrolit. Kandungan asam yang tinggi dalam bahan-bahan ini memungkinkan perpindahan elektron bebas dari ion-ion dalam zat atau larutan, sehingga dapat menghasilkan listrik yang mengalir (Phi et al., 2017).

Penelitian yang memanfaatkan limbah kulit jeruk sebagai elektrolit baterai ramah lingkungan, dengan metode meliputi penghalusan kulit jeruk, pencampuran dengan air, dan pemisahan air dari campuran tersebut telah berhasil dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kulit jeruk dengan pH 3,8 dapat digunakan sebagai elektrolit baterai karena sifat asamnya. Elektrolit dari kulit jeruk mampu menghasilkan tegangan sebesar 0,81 volt dan kuat arus 0,049 mA dengan beban resistor 4,7 K Ω . Kapasitas baterai yang dihasilkan dari kulit jeruk adalah 4,752 mAH dengan tegangan 0,8 volt (Salafa et al., 2020).

Penelitian yang memanfaatkan limbah kulit pisang sebagai alternatif ramah lingkungan untuk membuat baterai. Metode penelitian melibatkan persiapan kulit pisang yang dipotong dan dihaluskan sesuai kebutuhan. Tiga perlakuan dilakukan tanpa garam, dan dengan penambahan garam sesuai keinginan. Setelah pasta kulit pisang terbentuk, pasta tersebut dimasukkan ke dalam baterai. Diperlukan sekitar 5 gr kulit pisang untuk membuat satu bio-baterai, sehingga satu kulit pisang dapat menghasilkan sekitar enam baterai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kulit pisang barangan menghasilkan elektrolit dengan tegangan 1,12 volt dan kuat arus 2,0 mA. Kapasitas baterai yang dihasilkan dari kulit pisang barangan adalah 2,24 watt (Pulungan et al., 2017).

Penelitian ini menggunakan limbah organik, khususnya kulit durian, sebagai bahan pengisi dalam pembuatan baterai untuk menciptakan sumber energi alternatif

yang ramah lingkungan. Modifikasi dilakukan pada massa bahan pengisi baterai yang berasal dari kulit durian, dengan menggunakan metode pengeringan oven dan penambahan asam. Massa bahan pengisi baterai dari kulit durian yang diolah dengan metode pengeringan oven dan penambahan asam menunjukkan hasil yang lebih baik, dibandingkan dengan kulit durian yang hanya dijemur selama 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baterai yang menggunakan kulit durian yang diolah dengan metode pengeringan oven dan penambahan asam mampu menghasilkan tegangan tertinggi sebesar 1,67 volt untuk 10 gr massa kulit durian. Proses ini juga dapat dilakukan secara efisien dalam waktu singkat, sekitar 2,5 jam, dengan kulit durian sebagai bahan utama dalam pembuatan baterai ramah lingkungan (Gifron et al., 2018).

Rohmawati & Komariyah (2021) telah melakukan penelitian yang mengeksplorasi potensi penggunaan limbah tomat busuk dan ampas kelapa sebagai sumber energi alternatif dalam baterai alami yang ramah lingkungan. Tomat busuk dihaluskan untuk menghasilkan filtrat tomat busuk murni, yang kemudian dicampur dengan tepung ampas kelapa dalam berbagai konsentrasi. Baterai dirakit dengan mengganti elektrolit baterai AA, kemudian diuji untuk mengukur beda potensial dan kuat arus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baterai dengan komposisi 10% ampas kelapa dan 90% filtrat tomat busuk menghasilkan performa optimal, dengan beda potensial 1,46 volt dan kuat arus 2,1 mA. Penambahan tepung ampas kelapa meningkatkan kerapatan elektrolit, yang berkontribusi pada peningkatan performa baterai. Penemuan ini mengindikasikan bahwa limbah tomat busuk dan ampas kelapa dapat menjadi sumber energi alternatif yang efektif dalam baterai alami,

dengan komposisi 10% ampas kelapa dan 90% filtrat tomat busuk menunjukkan hasil yang optimal.

Penelitian bio-baterai dari ampas kulit nanas menggunakan elektroda seng (Zn) dan tembaga (Cu) juga telah dilakukan. Variabel yang diuji meliputi ampas kulit nanas murni serta dengan tambahan garam seperti NaCl, KCl, dan MgCl₂. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan massa garam pada ampas kulit nanas berkorelasi positif dengan peningkatan tegangan, kuat arus, dan kecerahan lampu LED dalam elektrolit (Fitrya et al., 2023).

Selain ampas kulit nanas, penelitian juga mempertimbangkan lidah buaya sebagai sumber potensial untuk elektrolit dalam bio-baterai. Lidah buaya adalah tanaman sukulen yang dapat menyimpan air dalam jaringannya dan biasanya hidup di daerah kering. Tanaman ini memiliki batang pendek dan daun panjang yang tersusun dalam bentuk roset. Menurut A. Jatnika dan rekan-rekannya (2009), lidah buaya mengandung mineral-mineral dengan potensi tinggi sebagai larutan elektrolit yang dapat menghantarkan listrik. Ini menjadikan lidah buaya cocok untuk dikembangkan dalam energi terbarukan dan bioenergi. Pemanfaatan kandungan mineral dari lidah buaya dapat menjadi solusi untuk menciptakan baterai ramah lingkungan yang dapat didaur ulang, mendukung upaya mencapai target penggunaan energi baru dan terbarukan (Hendrawati et al., 2020).

Selain itu, NaCl telah menjadi sumber ion yang menarik dalam penelitian bio-baterai. Ion natrium (Na⁺) dan klorida (Cl⁻) dalam NaCl berperan penting dalam proses elektrokimia untuk membentuk potensial sel baterai (Lestari & Pitri, 2023). Penelitian sebelumnya telah mengungkap potensi penggunaan NaCl dalam

pembuatan bio-baterai. Garam dapur ini menawarkan keuntungan sebagai sumber ion yang mudah diakses dan murah, serta tersedia luas di lingkungan sekitar. Dengan memanfaatkan NaCl, bio-baterai dapat menjadi lebih efektif dan berkelanjutan dalam menghasilkan energi dari sumber-sumber biologis seperti mikroba atau biomassa. Terobosan ini berpotensi memberikan dampak positif dalam pengembangan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan dan ekonomis (Putri et al., 2015).

Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi potensi NaCl sebagai sumber ion dalam elektrolit bio-baterai, yang mendukung aliran arus listrik dan menghasilkan energi melalui proses biokimia. Sarah dan timnya melakukan penelitian pada tahun 2014 untuk mengeksplorasi potensi penggunaan kulit pisang kepok sebagai bahan baku bio-baterai yang ramah lingkungan. Pada tahun 2014, Sarah dan timnya mengeksplorasi penggunaan kulit pisang kepok sebagai bahan baku bio-baterai ramah lingkungan. Penelitian ini fokus pada analisis tegangan, arus, dan masa pakai bio-baterai menggunakan pasta dari kulit pisang kepok. Metodenya melibatkan pengujian bio-baterai dengan pasta kulit pisang kepok serta tambahan cuka apel dan NaCl untuk meningkatkan performa. Hasilnya menunjukkan bahwa kulit pisang kepok dapat menghasilkan tegangan maksimum 1,38 volt dan arus maksimum 0,95 A, dengan masa pakai rata-rata 92,5 jam. Meskipun belum setara dengan baterai konvensional, bio-baterai dari kulit pisang kepok menunjukkan potensi sebagai alternatif yang efisien untuk aplikasi sehari-hari dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan performanya (Sarah et al., 2024).

Penelitian yang lain menggunakan limbah kulit pisang sebagai bahan bio-baterai telah dilakukan juga. Tiga varietas yang digunakan adalah pisang raja sere, pisang raja bulu, dan pisang ambon, masing-masing dengan sampel seberat 5 gram. Pasta bio-baterai dibuat dengan menambahkan garam (NaCl, MgCl₂, dan KCl) sebanyak 0,25 gram dan 0,75 gram, serta kanji sebanyak 0,3 gram pada kulit pisang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pisang raja bulu memiliki tegangan dan daya tahan terbaik, dengan tegangan maksimum mencapai 1,28 volt. Penambahan garam KCl sebanyak 0,75 gram menghasilkan tegangan optimal 1,40 volt, sementara penambahan kanji pada pisang raja bulu menghasilkan tegangan 1,42 volt. Bio-baterai ini mampu menyuplai listrik untuk lampu selama 5880 menit. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa limbah kulit pisang dengan penambahan garam dapat menjadi sumber energi alternatif yang efisien, dengan pisang raja bulu menunjukkan hasil yang paling optimal (Fadilah et al., 2015).

Penelitian Jumiati et al., (2023) mengeksplorasi bio-baterai menggunakan sari buah mengkudu dengan penambahan NaCl (0%, 10%, 20%), menggunakan elektroda tembaga (Cu) dan seng (Zn). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan NaCl sebesar 20% pada sari buah mengkudu memberikan nilai tertinggi untuk pH (2,5), konduktivitas listrik (4915 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$), tegangan listrik (2,32 volt), arus listrik (3,12 mA), dan daya listrik (7,23 mW). Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa penambahan konsentrasi NaCl sebesar 20% pada sari buah mengkudu menghasilkan performa optimal dalam menghasilkan energi listrik.

Penelitian ini mengembangkan baterai ramah lingkungan menggunakan sari lidah buaya menghasilkan tegangan 71,5 v dalam rangkaian seri, yang dapat

digunakan untuk menyalakan lampu LED, lampu pijar 6 v, dan mini panel kontrol listrik 12 v. Keunggulan baterai lidah buaya mencakup ramah lingkungan, kemampuan untuk diisi ulang, biaya produksi yang lebih rendah, dan kapasitas energi yang lebih besar dibandingkan dengan baterai konvensional (Setiawan & Suryanto, 2021).

Berdasarkan data-data penelitian yang telah dilakukan diatas, peneliti terdorong untuk melakukan penelitian untuk mengembangkan baterai dengan pendekatan yang lebih sederhana dan berbahan dasar ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, struktur baterai yang akan diterapkan adalah bagian anoda baterai akan menggunakan lembaran grafit, sedangkan katoda akan menggunakan lembaran aluminium. Komponen elektrolitnya akan menggunakan elektrolit padatan yang terdiri dari tepung tapioka sebagai matriks dan campuran garam dapur dengan sari buah mengkudu sebagai sumber ion. Tepung tapioka merupakan bahan yang menjanjikan sebagai matriks dalam pembuatan biobaterai. Bahan ini berasal dari singkong dan memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pembuatan matriks baterai karena sifatnya yang mudah terurai secara alami. Selain itu, tepung tapioka juga berfungsi sebagai pengikat yang membantu dalam pembentukan pasta atau adonan yang diperlukan dalam struktur biobaterai. Penggunaan tepung tapioka sebagai matriks dalam bio-baterai tidak hanya meningkatkan aspek ramah lingkungan dalam teknologi baterai, tetapi juga membuka peluang untuk pengembangan baterai yang lebih berkelanjutan (Bulathgama et al., 2020) Proses pembuatan elektrolit padatan akan dilakukan dengan metode pencampuran sederhana. Penggunaan material yang terjangkau dan ramah lingkungan, serta

pendekatan produksi yang sederhana, diharapkan dapat menghasilkan baterai yang tidak hanya ekonomis tetapi juga ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa besar nilai arus dan tegangan yang dihasilkan oleh baterai yang menggunakan elektrolit padatan yang terbuat dari sari lidah buaya dengan variasi volume dan tepung tapioka?
2. Berapa besar nilai arus dan tegangan yang dihasilkan oleh baterai yang menggunakan elektrolit padatan yang terbuat dari sari lidah buaya dengan volume optimum dan ditambahkan variasi NaCl, serta tepung tapioka?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis besar arus dan tegangan bio-baterai yang dapat dihasilkan dari sari lidah buaya dengan variasi massanya?
2. Menganalisis variasi massa garam dapur (NaCl) ke dalam elektrolit padatan berbasis sari lidah buaya dengan volume optimum terhadap besar arus dan tegangan baterai?

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sari lidah buaya dari lahan sekitaran Plaju serta garam dapur yang di beli dari pasar.

2. Variasi volume sari lidah buaya 12 ml, 14 ml, 16 ml, 18 ml, dan 20 ml, sedangkan variasi massa NaCl 1 gr, 1,5 gr, 2 gr, 2,5 gr, dan 3 gr.
3. Plat C (grafit) digunakan sebagai katoda (kutub positif) dengan dimensi 3 cm x 2 cm dan ketebalan 0,2 mm, sementara plat Al (aluminium) difungsikan sebagai anoda (kutub negatif) sifat kelistrikan yang akan diteliti adalah tegangan listrik, dan arus listrik.
4. Perhitungan diambil pada angka titik optimum.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Secara Khusus :

Untuk mengetahui komposisi optimum dari sari lidah buaya dan NaCl dalam larutan tepung tapioka yang dapat menghasilkan arus dan tegangan maksimum baterai.

2. Secara Umum :

Dapat menambah wawasan atau inovasi baru mengenai pemanfaatan sari lidah buaya, NaCl dan tepung tapioka dalam pembuatan bio-baterai ramah lingkungan.