

RINGKASAN

Peningkatan Performa Bio-Baterai Dari Limbah Kulit Nanas Dan Tomat Dengan Penambahan KCl Sebagai Alternatif Energi Terbarukan

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 20 Juni 2026

Vivi Octhaviana; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, M.S., IPM dan Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.

Improving The Performance Of Bio-Batteries From Pineapple And Tomato Peel Waste By Addition Of Kcl As An Alternative Renewable Energy

xx + 54 Halaman, 5 tabel, 17 gambar, 5 lampiran.

Peningkatan kebutuhan energi listrik dan keterbatasan sumber energi fosil mendorong pengembangan energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu teknologi yang berpotensi dikembangkan adalah bio-baterai, yaitu sistem elektrokimia yang memanfaatkan bahan organik sebagai elektrolit untuk menghasilkan energi listrik. Limbah kulit nanas dan limbah tomat memiliki kandungan asam organik yang dapat dimanfaatkan sebagai elektrolit alami, namun masih memiliki keterbatasan dalam konduktivitas. Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan kalium klorida (KCl) sebagai elektrolit pendukung untuk meningkatkan perpindahan ion dan performa bio-baterai. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik elektrokimia limbah kulit nanas dan limbah tomat sebagai elektrolit bio-baterai, menganalisis pengaruh penambahan kalium klorida (KCl) terhadap tegangan, arus, dan daya listrik, serta mengevaluasi performa bio-baterai berdasarkan tegangan, arus, daya, energi listrik, dan ketahanan selama pembebanan. Selain itu, penelitian juga dilengkapi dengan analisis *Life Cycle Assessment* (LCA) menggunakan perangkat lunak SimaPro untuk mengetahui potensi dampak lingkungan dari sistem bio-baterai yang dikembangkan. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan variasi waktu fermentasi selama 3, 5, 7, 9, dan 11 hari serta variasi penambahan kalium klorida (KCl). Sel bio-baterai menggunakan elektroda seng (Zn) dan tembaga (Cu). Parameter yang diamati meliputi pH, konduktivitas, tegangan, arus, daya, energi listrik, dan ketahanan bio-baterai dalam menyalakan lampu LED. Data dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi hubungan antara proses fermentasi, karakteristik elektrolit, dan performa bio-baterai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi dan penambahan kalium klorida (KCl) meningkatkan karakteristik elektrolit sehingga menghasilkan performa bio-baterai yang lebih baik. Kondisi optimum diperoleh pada hari fermentasi ke-5, ketika pembentukan asam organik dan konsentrasi ion berada pada kondisi paling efektif untuk mendukung reaksi elektrokimia. Enam sel bio-baterai limbah kulit nanas menghasilkan tegangan sekitar 4 V dan enam sel bio-baterai limbah tomat menghasilkan tegangan sekitar 2 V. Penyusunan kedua rangkaian secara seri menghasilkan tegangan sebesar 6 V sesuai dengan target penelitian. Penambahan kalium klorida (KCl) meningkatkan konduktivitas

elektrolit sehingga menghasilkan tegangan, arus, daya, serta energi listrik yang lebih tinggi dibandingkan bio-baterai tanpa KCl. Pada kondisi optimum diperoleh energi listrik maksimum sebesar 0,01134 Wh, sedangkan pengujian ketahanan menunjukkan bahwa bio-baterai dengan *kalium klorida* (KCl) mampu mempertahankan nyala LED lebih lama dibandingkan tanpa KCl. Kombinasi limbah kulit nanas, limbah tomat, dan *kalium klorida* (KCl) menghasilkan performa terbaik dengan waktu penyalaan LED mencapai 12 jam. Analisis LCA menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah kulit nanas dan limbah tomat sebagai elektrolit bio-baterai berpotensi mengurangi limbah organik sekaligus mendukung pengembangan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penambahan *kalium klorida* (KCl) mampu meningkatkan karakteristik elektrokimia, performa penyimpanan energi, dan ketahanan bio-baterai, sehingga limbah kulit nanas dan limbah tomat berpotensi dikembangkan sebagai bahan elektrolit alami untuk sistem penyimpanan energi skala kecil berbasis biomassa.

Kata Kunci: Bio-baterai, Limbah Kulit Nanas, Limbah Tomat, *Kalium Klorida* (KCl), Elektrokimia.

SUMMARY

Improving The Performance of Bio-Batteries from Pineapple and Tomato Peel Waste Through the Addition of KCl as an Alternative Renewable Energy Source

Scientific paper in the form of a Master's Thesis, June 20, 2026

Vivi Octhaviana; Supervised by Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, M.S., IPM and Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.

Peningkatan Performa Bio-Baterai Dari Limbah Kulit Nanas dan Tomat Dengan Penambahan KCl Sebagai Alternatif Energi Terbarukan

xx + 54 pages, 5 tables, 17 figures, 5 appendices.

The increasing demand for electrical energy and the depletion of fossil energy resources have encouraged the development of sustainable and environmentally friendly alternative energy sources. One promising technology is the bio-battery, an electrochemical system that utilizes organic materials as electrolytes to generate electrical energy. Pineapple peel and tomato peel waste contain organic acids that can serve as natural electrolytes; however, their relatively low electrical conductivity limits their performance. Therefore, this study employed potassium chloride (KCl) as a supporting electrolyte to enhance ion transport and improve the overall performance of the bio-battery. This study aimed to analyze the electrochemical characteristics of pineapple peel and tomato peel waste as bio-battery electrolytes, investigate the effect of potassium chloride (KCl) addition on voltage, current, and electrical power output, and evaluate the performance of the bio-battery based on voltage, current, power, electrical energy, and discharge endurance under load. In addition, a Life Cycle Assessment (LCA) was conducted using SimaPro software to evaluate the potential environmental impacts of the developed bio-battery system. An experimental method was employed using fermentation periods of 3, 5, 7, 9, and 11 days, combined with various concentrations of potassium chloride (KCl). The bio-battery cells were constructed using zinc (Zn) and copper (Cu) electrodes. The observed parameters included pH, electrical conductivity, voltage, current, power, electrical energy, and the endurance of the bio-battery in powering an LED lamp. The collected data were analyzed descriptively to evaluate the relationship between the fermentation process, electrolyte characteristics, and bio-battery performance. The results demonstrated that both the fermentation process and the addition of potassium chloride (KCl) improved the electrolyte characteristics, leading to enhanced bio-battery performance. The optimum condition was achieved on the fifth day of fermentation, when the formation of organic acids and ion concentration reached the most favorable level to support electrochemical reactions. Six bio-battery cells using pineapple peel waste produced approximately 4 V, while six bio-battery cells using tomato peel waste generated approximately 2 V. Connecting the two battery assemblies in series produced a total output voltage of 6 V, which met the target of the study. The addition of potassium chloride (KCl) increased the electrolyte conductivity, resulting in higher voltage, current, power output, and electrical

energy than those obtained from bio-batteries without KCl. Under optimum conditions, the maximum electrical energy generated was 0.01134 Wh. Furthermore, the endurance test indicated that the bio-battery with potassium chloride (KCl) maintained LED illumination for a longer duration than the bio-battery without KCl. The combination of pineapple peel waste, tomato peel waste, and potassium chloride (KCl) exhibited the best performance, achieving an LED operating time of up to 12 hours. The LCA results indicated that utilizing pineapple peel and tomato peel waste as bio-battery electrolytes has the potential to reduce organic waste while supporting the development of environmentally friendly alternative energy sources. Overall, this study demonstrates that the addition of potassium chloride (KCl) significantly enhances the electrochemical characteristics, energy storage performance, and endurance of bio-batteries, indicating that pineapple peel and tomato peel waste have strong potential as natural electrolyte materials for small-scale biomass-based energy storage systems.

Keywords: Bio-battery, Pineapple Peel Waste, Tomato Peel Waste, Potassium Chloride (KCl), Electrochemistry.