



Pemanfaatan Kulit Nanas Dan Tomat Busuk Pada Aplikasi Biobaterai Ramah Lingkungan

Sitti Nurrahmi^{1,a*}, Ihsan², Maelani Putri Trinita³, Maharani Amelia Putri⁴, Nursahida Salsabila⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Fisika, UIN Alauddin Makassar

^asitti.nurrahmi@uin-alauddin.ac.id

ABSTRACT: This research addresses the issue of waste management and the need for alternative energy by developing environmentally friendly biobatteries. The main objective of the research is to utilize a combination of pineapple peel and rotten tomato waste as electrolytes, as well as to reuse carbon from used batteries to improve the efficiency of electrochemical reactions. The experimental method involved making electrolytes from pineapple peel powder and rotten tomato juice with varying concentrations, which were then mixed with carbon from used batteries in different ratios. The performance of the biobatteries was analyzed based on the current, voltage, and electrical power generated. The test results showed that with a single electrolyte, 100% tomato had better performance than 100% pineapple peel. The most optimal composition was found in the mixture variation (25% pineapple peel + 75% tomato) with a ratio of 50% : 50% carbon, which produced a voltage of 1.43 V, a current 4.9 mA, and the highest power reaching 7.007 mW. This study concludes that the combination of organic waste and used carbon has great potential as a stable alternative energy source and is capable of reducing environmental pollution.

ABSTRAK: Penelitian ini mengangkat isu pengelolaan limbah dan kebutuhan energi alternatif dengan mengembangkan biobaterai ramah lingkungan. Tujuan utama penelitian adalah memanfaatkan kombinasi limbah kulit nanas dan tomat busuk sebagai elektrolit, serta memanfaatkan kembali karbon dari baterai bekas untuk meningkatkan efisiensi reaksi elektrokimia. Metode percobaan melibatkan pembuatan elektrolit dari tepung kulit nanas dan jus tomat busuk dengan variasi konsentrasi, yang kemudian dicampur dengan karbon baterai bekas dalam berbagai rasio. Kinerja biobaterai dianalisis berdasarkan nilai arus, tegangan, dan daya listrik yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada elektrolit tunggal, tomat 100% memiliki performa lebih baik dibandingkan kulit nanas 100%. Komposisi paling optimal ditemukan pada variasi campuran (kulit nanas 25% + tomat 75%) dengan rasio 50% : karbon 50%, yang menghasilkan tegangan sebesar 1,43 V, arus 4,9 mA, dan daya tertinggi mencapai 7,007 mW. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kombinasi limbah organik dan karbon bekas berpotensi besar sebagai sumber energi alternatif yang stabil dan mampu mengurangi pencemaran lingkungan.

Kata Kunci: Biobaterai, Kulit Nanas, Tomat, Arus Tegangan.

**corresponding author*

email: sitti.nurrahmi@uin-alauddin.ac.id

DOI: 10.24252/sainfis.v6i2.71192

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan pertumbuhan jumlah penduduk. Di sisi lain, penggunaan baterai konvensional yang didominasi oleh bahan kimia sintetis masih menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Baterai komersial umumnya mengandung logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), nikel (Ni), kromium (Cr), dan merkuri (Hg) yang termasuk limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Apabila limbah baterai tidak dikelola dengan baik, kandungan logam berat tersebut dapat mencemari tanah dan air serta memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia maupun ekosistem. Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan, mudah diperoleh, serta memanfaatkan bahan-bahan yang dapat diperbarui.

Salah satu inovasi yang berkembang dalam beberapa tahun terakhir adalah biobaterai, yaitu baterai yang menggunakan bahan organik sebagai elektrolit untuk menghasilkan energi listrik melalui reaksi elektrokimia. Prinsip kerja biobaterai sama dengan sel galvanik, yaitu memanfaatkan perpindahan elektron dari reaksi oksidasi dan reduksi yang berlangsung pada elektroda. Bahan organik yang memiliki kandungan asam organik, ion mineral, dan kadar air tinggi berpotensi menjadi elektrolit alami karena mampu menghantarkan ion selama proses reaksi berlangsung. Penggunaan limbah organik sebagai bahan baku biobaterai tidak hanya menghasilkan energi alternatif, tetapi juga menjadi solusi dalam mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan dari sektor pertanian dan rumah tangga.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil nanas terbesar di dunia dengan produksi yang terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan produksi tersebut berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah limbah kulit nanas yang sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit nanas diketahui mengandung berbagai asam organik, terutama asam sitrat, asam malat, dan asam oksalat yang dapat berfungsi sebagai elektrolit alami. Kandungan asam tersebut mampu meningkatkan mobilitas ion sehingga berpotensi menghasilkan beda potensial listrik pada sistem biobaterai. Selain itu, kulit nanas juga memiliki kandungan air dan karbohidrat yang dapat mendukung berlangsungnya reaksi elektrokimia.

Selain limbah kulit nanas, tomat busuk juga merupakan limbah organik yang melimpah dan sering dibuang begitu saja. Padahal tomat mengandung asam sitrat, asam askorbat (vitamin C), serta berbagai senyawa organik lain yang bersifat elektrolit. Kandungan asam dan kadar air yang tinggi memungkinkan tomat busuk menghasilkan konduktivitas ion yang lebih baik dibandingkan beberapa limbah organik lainnya. Oleh karena itu, pemanfaatan tomat busuk sebagai bahan elektrolit menjadi alternatif yang menarik dalam pengembangan biobaterai sekaligus memberikan nilai tambah terhadap limbah pangan yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa limbah organik memiliki potensi sebagai bahan penyusun biobaterai. Masthura dan Jumiati (2021) melaporkan bahwa peningkatan volume larutan kulit nanas mampu meningkatkan nilai tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan biobaterai. Fitrya dkk. (2023) juga menemukan bahwa penambahan garam pada pasta kulit nanas mampu meningkatkan performa listrik biobaterai melalui peningkatan konduktivitas elektrolit. Sementara itu, Abidin dkk. (2020) menunjukkan bahwa tomat busuk memiliki kemampuan menghasilkan energi listrik yang cukup baik sebagai bahan elektrolit alami. Hasil-hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa limbah organik memiliki prospek yang besar sebagai sumber energi alternatif yang murah dan ramah lingkungan.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada penggunaan satu jenis limbah organik sebagai elektrolit, sedangkan kajian mengenai kombinasi dua jenis limbah organik untuk memperoleh performa listrik yang lebih optimal masih sangat terbatas. Selain itu, pemanfaatan kembali karbon dari baterai bekas sebagai material konduktor dalam sistem biobaterai juga belum banyak dikaji. Kombinasi kulit nanas yang kaya akan asam sitrat dengan tomat busuk yang memiliki kadar air dan kandungan ion tinggi diperkirakan mampu menghasilkan sistem elektrolit yang lebih stabil. Penambahan karbon baterai bekas diharapkan dapat meningkatkan konduktivitas elektron sehingga memperbaiki efisiensi proses elektrokimia dan meningkatkan keluaran listrik biobaterai.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah kulit nanas dan tomat busuk sebagai bahan elektrolit pada aplikasi biobaterai ramah lingkungan serta mengkaji pengaruh variasi komposisi campuran terhadap nilai tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi pengaruh penambahan karbon dari baterai bekas terhadap peningkatan performa biobaterai. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi energi terbarukan berbasis biomassa sekaligus menjadi salah satu alternatif pemanfaatan limbah organik yang bernilai ekonomi, mendukung konsep *circular economy*, dan mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah pertanian, limbah pangan, maupun limbah baterai.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah kulit nanas dan tomat busuk sebagai bahan elektrolit pada aplikasi biobaterai ramah lingkungan. Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu persiapan bahan, pembuatan elektrolit, perakitan biobaterai, serta pengujian karakteristik listrik yang dihasilkan. Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi kulit nanas, tomat busuk, dan baterai bekas sebagai sumber karbon dan wadah sel biobaterai. Peralatan yang

digunakan terdiri atas oven, blender, mortar dan alu, ayakan berukuran 60 mesh, timbangan digital, kertas pH, multimeter digital, kabel penghubung, serta cutter.

Tomat busuk terlebih dahulu dihaluskan menggunakan mortar dan alu selama 20 menit tanpa penambahan air hingga diperoleh pasta yang homogen. Pasta tersebut kemudian disaring untuk memperoleh filtrat berupa jus tomat busuk yang selanjutnya disimpan dalam wadah tertutup. Tingkat keasaman filtrat diukur menggunakan kertas pH sebagai indikator karakteristik elektrolit yang akan digunakan dalam pembuatan biobaterai.

Kulit nanas yang telah dibersihkan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 4 jam hingga kadar airnya berkurang. Kulit nanas kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi tepung dan diayak menggunakan ayakan berukuran 60 mesh agar diperoleh ukuran partikel yang seragam. Tepung kulit nanas hasil pengayakan selanjutnya disimpan dalam wadah tertutup sebelum digunakan sebagai bahan elektrolit.

Elektrolit biobaterai dibuat dengan mencampurkan tepung kulit nanas dan filtrat jus tomat busuk menggunakan perbandingan massa terhadap volume (b/v) dengan komposisi kulit nanas 25% dan tomat busuk 75%. Campuran diaduk hingga homogen sehingga diperoleh elektrolit yang siap digunakan sebagai pengisi sel biobaterai. Selain itu, dilakukan pula variasi penambahan karbon yang berasal dari baterai bekas untuk mengetahui pengaruhnya terhadap peningkatan kinerja biobaterai.

Perakitan biobaterai dilakukan dengan memanfaatkan kembali tabung seng dan batang karbon dari baterai bekas. Pelapis luar baterai dilepaskan menggunakan cutter, kemudian bagian atas baterai dibuka secara hati-hati dan isi baterai dikeluarkan hingga tabung seng sebagai anoda tidak lagi mengandung elektrolit. Selanjutnya, tabung seng diisi menggunakan elektrolit yang telah disiapkan sesuai variasi komposisi, kemudian batang karbon dipasang kembali sebagai katoda dan baterai ditutup hingga rapat sehingga terbentuk satu sel biobaterai.

Pengujian kinerja biobaterai dilakukan menggunakan multimeter digital dengan menghubungkan kutub positif biobaterai ke terminal positif multimeter menggunakan kabel berwarna merah dan kutub negatif ke terminal negatif menggunakan kabel berwarna hitam. Parameter yang diamati meliputi nilai tegangan (V) dan arus listrik (mA) pada setiap variasi komposisi elektrolit. Selanjutnya, daya listrik dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$P=V \times I \quad (1)$$

Keterangan :

P = daya listrik (W),

V = tegangan (V), dan

I = kuat arus listrik (A).

Data hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh masing-masing variasi komposisi elektrolit untuk menentukan komposisi yang memberikan performa biobaterai paling optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian awal pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman (pH) filtrat tomat busuk yang digunakan sebagai salah satu bahan elektrolit biobaterai. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa filtrat tomat busuk memiliki pH sebesar 5, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Sedangkan berdasarkan penelitian Welly dkk. (2024) nilai pH untuk limbah kulit nanas sebesar 5,7.



Gambar 1. Pengujian tingkat keasaman tomat busuk

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa filtrat tomat busuk memiliki pH sebesar 5, yang menunjukkan sifat asam dan berpotensi digunakan sebagai elektrolit pada sistem biobaterai. Nilai pH tersebut menunjukkan adanya kandungan ion hidrogen (H^+) yang berperan sebagai pembawa muatan selama reaksi elektrokimia berlangsung. Semakin tinggi konsentrasi ion yang tersedia dalam elektrolit, semakin mudah perpindahan ion antara anoda dan katoda sehingga proses pembangkitan listrik berlangsung lebih efektif. Hasil ini sejalan dengan penelitian Christwardana et al. (2025) yang melaporkan bahwa limbah kulit kedondong dengan pH asam memiliki aktivitas elektrokimia yang lebih baik karena mampu meningkatkan laju reaksi redoks dan kapasitas baterai. Demikian pula, Welly et al. (2024) melaporkan bahwa limbah kulit nanas yang diperkaya elektrolit menghasilkan peningkatan tegangan dan arus akibat meningkatnya konduktivitas ionik. Kesamaan hasil tersebut

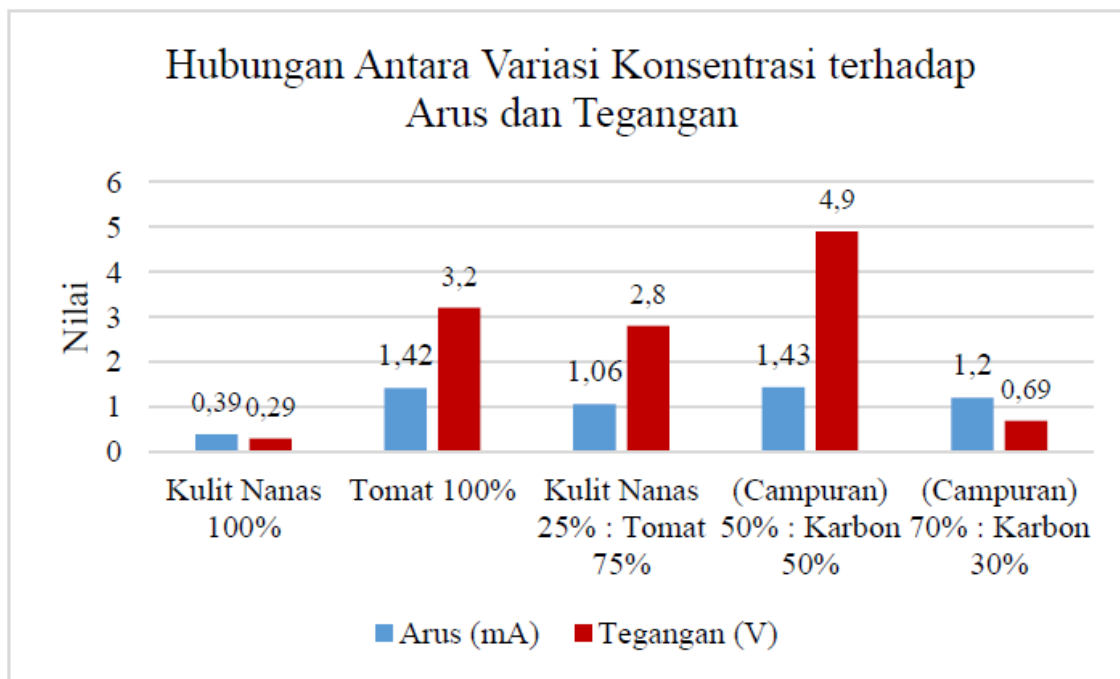
menunjukkan bahwa derajat keasaman merupakan salah satu faktor utama yang menentukan performa biobaterai berbasis limbah organik.

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap lima variasi komposisi elektrolit untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan biobaterai. Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Biobaterai dari Kulit Nanas dan Tomat Busuk

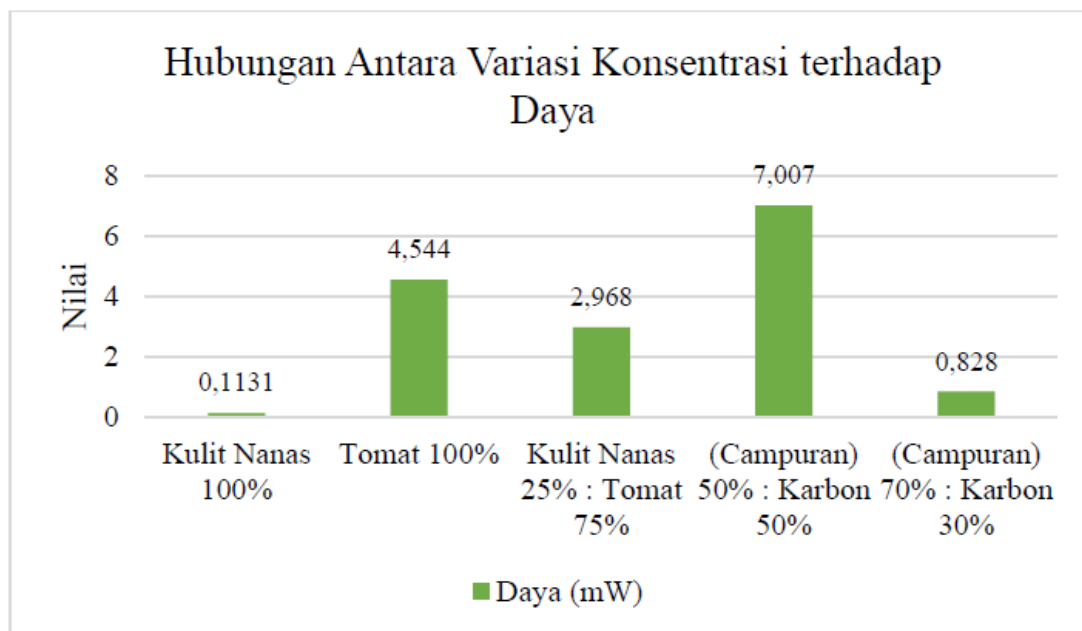
Konsentrasi	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (mW)
Kulit nanas 100%	0,39	0,29	0,1131
Tomat 100%	1,42	3,20	4,544
Kulit nanas 25% : Tomat 75%	1,06	2,80	2,968
(Kulit nanas 25% + Tomat 75%) 50% : Karbon 50%	1,43	4,90	7,007
(Kulit nanas 25% + Tomat 75%) 70% : Karbon 30%	1,20	0,69	0,828

Berdasarkan Tabel 1, elektrolit tomat 100% menghasilkan tegangan sebesar 1,42 V dan arus 3,20 mA, lebih tinggi dibandingkan kulit nanas 100% yang hanya menghasilkan 0,39 V dan 0,29 mA. Hasil ini menunjukkan bahwa tomat memiliki kemampuan menghantarkan ion yang lebih baik dibandingkan kulit nanas. Tingginya kandungan air, asam sitrat, dan asam askorbat pada tomat memungkinkan proses disosiasi ion berlangsung lebih optimal sehingga hambatan internal sel menjadi lebih kecil. Temuan ini konsisten dengan penelitian Performance Analysis of Bio-batteries from Organic Waste for Alternative Electric Energy (2025) yang menunjukkan bahwa limbah buah dengan kandungan elektrolit alami tinggi menghasilkan tegangan dan arus yang lebih besar dibandingkan biomassa dengan kandungan serat tinggi. Sebaliknya, penelitian Fitrya et al. (2023) menunjukkan bahwa pasta kulit nanas memerlukan penambahan garam atau elektrolit lain agar konduktivitas ioniknya meningkat secara signifikan. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa tomat busuk mampu berfungsi sebagai elektrolit alami yang lebih efektif dibandingkan penggunaan kulit nanas secara tunggal. Hubungan antara variasi konsentrasi elektrolit terhadap nilai tegangan dan arus ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Variasi Konsentrasi terhadap Tegangan dan Arus

Penambahan karbon dari baterai bekas pada komposisi 50% meningkatkan tegangan menjadi 1,43 V, arus menjadi 4,90 mA, dan menghasilkan daya tertinggi sebesar 7,007 mW. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa karbon berfungsi sebagai material konduktif yang mempercepat perpindahan elektron sehingga hambatan internal sel menjadi lebih kecil. Hasil ini sesuai dengan penelitian Welly et al. (2024) yang melaporkan bahwa penggunaan material karbon dan elektrolit yang lebih padat mampu meningkatkan tegangan hingga 181% dan arus hingga 100% dibandingkan tanpa modifikasi. Penelitian Octhaviana et al. (2026) juga menunjukkan bahwa penambahan bahan aditif elektrolit mampu meningkatkan efisiensi transfer muatan dan menghasilkan tegangan yang lebih stabil pada sistem biobaterai berbasis limbah tomat dan kulit nanas. Oleh karena itu, peningkatan performa pada penelitian ini diduga berasal dari meningkatnya jalur konduksi elektron yang dibentuk oleh karbon sehingga reaksi oksidasi dan reduksi berlangsung lebih efisien. Besarnya daya listrik yang dihasilkan pada masing-masing variasi ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Variasi Konsentrasi terhadap Daya

Nilai daya tertinggi diperoleh pada variasi campuran kulit nanas 25% dan tomat 75% dengan karbon 50%, yaitu 7,007 mW. Daya listrik merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus sehingga peningkatan kedua parameter tersebut secara langsung meningkatkan performa biobaterai. Namun, ketika karbon diturunkan menjadi 30%, daya turun menjadi 0,828 mW. Kondisi ini menunjukkan bahwa jumlah material konduktor yang terlalu sedikit menyebabkan jalur perpindahan elektron tidak terbentuk secara optimal. Fenomena tersebut sejalan dengan penelitian Christwardana et al. (2025) yang menunjukkan bahwa setiap biomassa memiliki rasio optimum elektrolit untuk memperoleh kapasitas dan densitas daya maksimum. Selain itu, Chebil et al. (2025) menjelaskan bahwa material karbon berperan penting dalam membentuk jaringan konduktif sehingga mampu meningkatkan efisiensi perangkat elektrokimia berbasis biomassa. Dengan demikian, rasio karbon yang seimbang menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi konversi energi kimia menjadi energi listrik.

Fenomena tersebut dapat dijelaskan berdasarkan teori difusi ion dan Hukum Fick yang menyatakan bahwa perpindahan ion dipengaruhi oleh gradien konsentrasi. Pada kondisi konsentrasi optimum, mobilitas ion menuju elektroda berlangsung lebih cepat sehingga reaksi redoks menjadi lebih efektif. Namun, apabila komposisi campuran tidak seimbang atau jumlah partikel konduktor terlalu sedikit, hambatan difusi meningkat sehingga laju perpindahan ion menurun. Akibatnya, nilai arus, tegangan, dan daya listrik yang dihasilkan

juga mengalami penurunan. Hasil penelitian ini sejalan dengan Pertiwi et al. (2022) yang menyatakan bahwa material karbon memiliki peran penting dalam membentuk jalur konduksi elektron sehingga mampu meningkatkan performa perangkat penyimpan energi berbasis biomassa.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi limbah kulit nanas dan tomat busuk berpotensi digunakan sebagai elektrolit biobaterai ramah lingkungan. Penambahan karbon dari baterai bekas terbukti mampu meningkatkan karakteristik kelistrikan biobaterai, dengan komposisi kulit nanas 25% + tomat busuk 75% dan karbon 50% sebagai variasi yang menghasilkan performa terbaik. Temuan ini memberikan alternatif pemanfaatan limbah organik sekaligus mendukung pengembangan sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa limbah kulit nanas dan tomat busuk memiliki potensi yang layak digunakan sebagai bahan baku elektrolit biobaterai. Sampel dengan (kulit Nanas 25%+tomat 75%) 50% : karbon baterai 50% menghasilkan tegangan sebesar 1.43 V dan arus sebesar 4.5 mA, menunjukkan bahwa limbah ini mampu menghantarkan listrik dan mendukung proses elektrokimia. Kombinasi konsentrasi (kulit Nanas 25% + tomat 75%) 50% : (karbon baterai) 50% terbukti menghasilkan daya tertinggi sebesar 7.007 mW, yang secara signifikan meningkatkan efisiensi konversi energi kimia menjadi energi listrik. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi massa dan konsentrasi larutan memberikan komposisi ionik yang ideal dan volume bahan yang cukup untuk menghasilkan performa listrik yang stabil dan tahan lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, M., Hafidh, A.F., Widyaningsih, M., Yusuf, M., Murniati, A., 2020. Pembuatan Biobaterai Berbasis Ampas Kelapa dan Tomat Busuk. *AK* 7, 28–34. <https://doi.org/10.15575/ak.v7i1.6511>
- Chebil, A., El Golli, A., Achour, B., Ben Messaoud, N., & Lufrano, F. (2025). Towards a sustainable future: Advances and roadmap of activated carbon as a cost-effective bio-nanomaterial for electrochemical devices. *Sustainable Materials and Technologies*, 46, e01603. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2025.e01603>
- Christwardana, M., Pramudita, R. A. P., & Ngadiwiyana. (2025). Electrochemical Characteristics of Ambarella Peel Waste as Liquid Electrolyte for Zn-Cu Biobattery. *Applied Science and Engineering Progress*, 18(2). <https://doi.org/10.14416/j.asep.2024.11.001>

- Dalimunthe, L.H., Fitrya, N., Wirman, S.P., 2024. Pemanfaatan Kulit Nenas dengan Variasi KCL, Gliserol dan Air Semen sebagai Elektrolit untuk Aplikasi Biobaterai Ramah Lingkungan. *JFU* 13, 117–124. <https://doi.org/10.25077/jfu.13.1.117-124.2024>
- Fitrya, N., Wirman, S.P., Halwani, P., 2023. Uji Karakteristik Elektrolit Ampas Kulit Nanas dengan Penambahan $MgCl_2$, $NaCl$, dan KCl . *Photon* 13. <https://doi.org/10.37859/jp.v13i2.4394>
- Masthura, M., Jumiaty, E., 2021. Pengaruh Variasi Volume Larutan Kulit Nenas Terhadap Sifat Kelistrikan Bio-Baterai. *physics, physics education* 7, 1. <https://doi.org/10.24114/jiaf.v7i3.26618> JFT | 11
- Oktaviani, W.A., Maulana, A., 2021. Design and Build of 1000 V Joule Thief Inverter by Utilizing Pineapple as an Energy Source. *Journal of Robotics and Control* 3, 55–61. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i1.10198>
- Performance Analysis of Bio-batteries from Organic Waste for Alternative Electric Energy. (2025). *Journal of Innovation in Applied Natural Science*. <https://doi.org/10.58723/jinas.v1i1.16>
- Pertiwi, D., Yanti, N., Taslim, R., 2022. High potential of yellow potato (*Solanum Tuberosum* L.) peel waste as porous carbon source for supercapacitor electrodes. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2193, 012019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/012019>
- Prasetyo, J., Pratama, K.E., Lastriyanto, A., 2019. Efek Tegangan Searah (DC) Terhadap Dewatering Pasta Tomat Menggunakan Metode Electroosmosis Dewatering. *JRPB* 7, 256–263. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i2.145>
- Suciyati, S.W., Asmarani, S., Supriyanto, A., 2019. Analisis Jeruk dan Kulit Jeruk sebagai Larutan Elektrolit terhadap Kelistrikan Sel Volta 7.
- Sutisna, N.A., 2021. Rancang Bangun Mesin Uji Universal Untuk Pengujian Tarik dan Tekuk Bertenaga Hidrolik. *JMEM* 6, 32. <https://doi.org/10.33021/jmem.v6i1.1481>
- Syahirah, A.N., Cahyati, R., 2021. Electric Energy Potential from Pineapples and Potatoes. *IJCST* 4, 61. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v4i2.27597>
- Tuhuteru, S., Rumbiak, R.E.Y., Ronald, Wanimbo, A., 2021. Pelatihan Pengolahan Limbah Kulit Buah Nanas Menjadi Pupuk Organik Cair di Distrik Bokondini. *jpni* 2, 45–52. <https://doi.org/10.35870/jpni.v2i2.35>
- Welly, I.S., Fitrya, N., Wirman, S.P., Dalimunthe, L.H., 2024. Elektrolit Padat Biobaterai Limbah Kulit Nanas dengan Penambahan $NaOH$ dan Aki Bekas untuk Meningkatkan Tegangan dan Nilai Arus. *JIPFRI* 8, 1–8. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v8i1.2769>