

Proyek STEM: Pembuatan Bio Baterai sebagai Energi Alternatif dari Bahan Limbah Organik

Tri Aprilia Fatikhah¹, Kemala Sari Wabula², Andi Ayu Febriani³, Jamilatul Munawaroh⁴

^{1,2,3,4}Prodi Pendidikan IPA Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta

kelamasari.webula@gmail.com

Abstrak

Proyek STEM ini bertujuan untuk mengembangkan bio baterai sebagai sumber energi alternatif dengan memanfaatkan bahan limbah organik. Dengan meningkatnya kebutuhan energi dan ketergantungan terhadap sumber daya fosil yang berdampak buruk terhadap lingkungan, pencarian sumber energi terbarukan menjadi sangat penting. Salah satu solusi potensial adalah pengembangan bio baterai yang menggunakan bahan organik sebagai elektrolitnya. Proyek ini melibatkan penggunaan limbah organik, seperti kulit pisang dan ampas tebu, yang diproses menjadi elektrolit untuk menghasilkan energi listrik. Penelitian ini mencakup tahap perancangan, pembuatan, dan pengujian bio baterai, serta analisis kinerja dari bio baterai yang dihasilkan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa bio baterai yang terbuat dari limbah organik memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan ekonomis. Proyek ini tidak hanya memberikan solusi terhadap isu energi, tetapi juga mendukung pengurangan limbah organik yang dihasilkan di sekitar kita, sekaligus memberikan pengalaman praktis dalam penerapan prinsip-prinsip STEM.

Kata Kunci: proyek STEM; bio baterai; energi alternatif

Abstract

This STEM project aims to develop bio-batteries as an alternative energy source by utilizing organic waste materials. With the increasing need for energy and dependence on fossil fuels that have a negative impact on the environment, the search for renewable energy sources is very important. One potential solution is the development of bio-batteries that use organic materials as electrolytes. This project involves the use of organic waste, such as banana peels and sugarcane bagasse, which are processed into electrolytes to produce electrical energy. This research includes the design, manufacturing, and testing stages of bio-batteries, as well as performance analysis of the resulting bio-batteries. The results of the experiment show that bio-batteries made from organic waste have the potential as an alternative energy source that is environmentally friendly and economical. This project not only provides a solution to the energy issue, but also supports the reduction of organic waste generated around us, while providing practical experience in the application of STEM principles.

Keywords: STEM project; bio-battery; alternative energy

Pendahuluan

Energi listrik merupakan energi yang banyak dibutuhkan dalam segala aspek kehidupan. Semakin meningkatnya populasi manusia akan semakin banyak kebutuhan yang harus dipenuhi terutama kebutuhan akan energi listrik. Disisi lain permasalahan sampah masih menjadi masalah mendasar yang sampai hari ini masih terus dicari penanganannya. Sampah memiliki potensi yang cukup besar dalam menghasilkan masalah bagi kesehatan dan merusak lingkungan. Salah satu solusi mengatasi masalah tersebut adalah mengurangi kapasitas dan volume sampah dengan memanfaatkan sampah sebagai bahan baku pembangkit energi listrik (Sari, & Yuliana 2019). Sampah dapat diolah menjadi energi listrik karena dalam sampah mengandung kadar air yang cukup tinggi, khususnya sampah organik. Sampah organik memiliki komposisi berupa air, asam dan basa sebagai penghasil energi sel, yang dalam kondisi tertentu bahan kimia tersebut bertindak sebagai elektrolit. Salah satunya dapat dibuat menjadi bio-baterai (Arief, & Purnomo, 2018).

Bio-Baterai adalah sebuah baterai yang memiliki komposisi bahan dari limbah organik dengan kandungan air yang cukup tinggi berkisar antara 85 - 90% pada limbah buah dan sayur (Fadilah, 2018). Sampah atau limbah organik dari buah dan sayur memiliki kandungan yang sangat tinggi berupa asam askorbat, asam sitrat, dan juga Nikotinamida Adenosin Dinukleotida Hydrogen (NADH) yang berfungsi sebagai penghasil energi sel dan dalam keadaan tertentu bisa menjadi elektrolit yang dapat menghantarkan listrik (Widodo, & Hasanah, 2021). Baterai sendiri adalah alat elektro kimia yang berfungsi untuk menyimpan tenaga listrik dalam bentuk tenaga kimia (Lestari, & Prasetyo, 2020).

STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) merujuk pada pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu tersebut untuk mengembangkan keterampilan problem solving, berpikir kritis, dan kemampuan praktis yang relevan dengan dunia nyata. Proyek STEM tidak hanya berfokus pada teori, tetapi juga pada penerapan praktis dalam menyelesaikan tantangan yang ada. Dalam konteks pendidikan, proyek STEM memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat langsung dalam eksperimen, penelitian, dan inovasi yang mendorong mereka untuk berpikir kreatif dan menerapkan pengetahuan mereka untuk menghasilkan solusi yang berguna bagi masyarakat (Beers, 2011).

Pentingnya proyek STEM terletak pada kemampuannya untuk mempersiapkan generasi muda dalam menghadapi tantangan global yang semakin kompleks, seperti perubahan iklim, krisis energi, dan perkembangan teknologi yang pesat. Pendekatan ini mendorong siswa untuk tidak hanya memahami teori, tetapi juga menguasai keterampilan praktis yang dapat mereka aplikasikan dalam kehidupan sehari-hari atau karier masa depan mereka (López, & Pozo, 2015). Sebagai contoh, proyek STEM seperti pembuatan bio-baterai dari limbah organik tidak hanya mengajarkan konsep-konsep ilmiah, tetapi juga memperkenalkan solusi inovatif yang berkelanjutan untuk masalah sampah dan energi, yang penting untuk keberlanjutan lingkungan (Stern, & Dietz, 2008). Selain itu, proyek ini memupuk kemampuan kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas, yang sangat dibutuhkan di dunia kerja masa depan (Saavedra & Opfer, 2012).

Proyek STEM ini bertujuan untuk mengembangkan bio-baterai sebagai sumber energi alternatif dengan menggunakan bahan limbah organik sebagai elektrolit. Dalam proyek ini, limbah organik akan diproses menjadi bahan yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik melalui bio-baterai, dengan tujuan untuk mengurangi limbah yang terbuang dan memanfaatkan sumber daya alam secara lebih efisien. Selain memberikan solusi terhadap permasalahan energi dan sampah, proyek ini juga diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam kepada siswa tentang penerapan prinsip-prinsip sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (STEM) dalam menciptakan inovasi yang bermanfaat bagi keberlanjutan lingkungan.

Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bio-baterai sebagai sumber energi alternatif dengan memanfaatkan bahan limbah organik sebagai elektrolit. Berikut adalah tahapan metode penelitian yang digunakan dalam proyek ini:

1. Desain dan Perancangan Bio Baterai

Limbah organik yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan-bahan yang mudah ditemukan, seperti kulit pisang, ampas tebu, dan daun-daunan. Pemilihan bahan ini didasarkan pada kandungan kimia yang terdapat dalam limbah tersebut, seperti kadar air, asam organik, dan bahan basa yang dapat berfungsi sebagai elektrolit. Prototipe bio-baterai dirancang dengan menggunakan bahan limbah organik sebagai elektrolit dan elektroda yang terbuat dari bahan konduktif yang mudah diakses, seperti karbon aktif atau logam murah.

2. Persiapan Bahan dan Pembuatan Bio Baterai

Limbah organik yang telah dipilih dibersihkan dan diproses untuk mengekstraksi kandungan kimia yang berguna sebagai elektrolit. Proses ini melibatkan pemotongan, pencucian, dan pengeringan bahan limbah organik. Limbah organik yang telah diproses dicampurkan dengan bahan lain, seperti air, untuk membuat elektrolit yang akan digunakan dalam sel bio-baterai. Elektroda dipasang dalam sel dan bahan elektrolit dimasukkan ke dalam kompartemen yang sesuai.

3. Pengujian dan Analisis Kinerja Bio Baterai

Prototipe bio-baterai diuji dengan mengukur tegangan dan arus listrik yang dihasilkan menggunakan multimeter. Pengujian dilakukan pada berbagai kondisi, seperti variasi bahan limbah organik dan variasi komposisi elektrolit, untuk mendapatkan data mengenai performa baterai. Daya tahan bio-baterai diuji dengan memantau perubahan performa baterai setelah pemakaian beberapa jam hingga beberapa hari untuk melihat stabilitas dan efisiensi baterai.

4. Pengolahan Data dan Analisis Hasil

Hasil pengujian tegangan dan arus akan dibandingkan dengan kinerja baterai konvensional serta dengan standar industri untuk mengevaluasi apakah bio-baterai dapat bersaing dengan sumber energi lain. Data yang diperoleh akan digunakan untuk

menganalisis potensi sampah organik sebagai sumber energi yang dapat diterapkan dalam skala rumah tangga atau masyarakat.

5. Evaluasi dan Pengembangan Prototipe

Berdasarkan hasil uji coba dan analisis kinerja, prototipe bio-baterai akan dievaluasi untuk menentukan kelebihan dan kekurangan. Penyempurnaan desain dan pembuatan akan dilakukan jika diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan daya tahan bio-baterai..

Hasil dan Pembahasan

Pembuatan bio baterai sebagai energi alternatif memiliki banyak manfaat yang relevan dalam konteks pendidikan, teknologi, dan keberlanjutan lingkungan. Sampah organik merupakan jenis limbah yang sering kali tidak dikelola dengan baik, sehingga berpotensi mencemari lingkungan, terutama jika dibuang sembarangan. Dengan memanfaatkan limbah organik untuk menghasilkan bio-baterai, proyek ini membantu mengurangi volume sampah yang menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA), mengurangi polusi, dan memperkenalkan konsep ekonomi sirkular di mana sampah diubah menjadi produk yang bermanfaat. Selain itu, teknologi bio-baterai ini juga menggunakan bahan yang ramah lingkungan, sehingga lebih berkelanjutan dibandingkan dengan teknologi energi tradisional berbasis fosil.

Kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan industri. Namun, sumber energi fosil yang dominan saat ini berkontribusi besar terhadap perubahan iklim dan polusi. Bio-baterai yang dihasilkan dari bahan limbah organik dapat menjadi solusi energi alternatif yang ramah lingkungan, karena menggunakan bahan yang dapat diperbaharui dan tidak menghasilkan emisi karbon berbahaya (Fien, & Tillbury, 2002). Pemanfaatan bahan organik seperti sisa makanan, daun, dan limbah pertanian, proyek ini dapat menjadi contoh penerapan teknologi energi terbarukan dalam skala kecil. Berikut merupakan langkah kerja dari pembuatan bio baterai menggunakan salah satu limbah organik berupa kulit pisang. Kalian dapat menggunakan variasi limbah organik lainnya dengan menggunakan langkah kerja yang sama. Berikut langkah kerja pembuatan bio baterai: (1) Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan (2) Buka tutup baterai menggunakan tang (3) Keluarkan karbon dari baterai (4) Haluskan kulit pisang hingga membentuk pasta (5) Tambahkan larutan NaCl sebagai penguat elektrolit (6) Masukkan pasta kulit pisang kedalam baterai (7) Tutup kembali baterai dan eratkan menggunakan selotip (8) Lakukan hal yang sama pada baterai lainnya (9) Hubungkan kedua baterai menggunakan perekat (10) Hubungkan kabel pada rangkaian baterai. Apabila lampu menyala, maka limbah organik dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif

Setelah bio baterai terangkai dengan baik dilanjutkan dengan percobaan/pengujian pada produk. Cara percobaan/pengujian bio baterai sebagai berikut: (1) Pastikan voltmeter dalam keadaan mati (off) (2) Hubungkan probe merah voltmeter ke terminal positif (+) baterai (3) Hubungkan probe hitam voltmeter ke terminal negatif (-) baterai. (4) Pastikan

koneksi antara voltmeter dan terminal baterai cukup kuat dan tidak ada kebocoran arus. (5) Nyalakan voltmeter dan atur ke skala volt yang sesuai dengan tegangan baterai yang akan diukur. Misalnya, jika baterai memiliki tegangan 6 volt, atur voltmeter ke skala 10 volt. (6) Baca hasil pengukuran tegangan pada layar voltmeter.

Proyek ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengaplikasikan prinsip-prinsip STEM (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika) dalam konteks dunia nyata. Melalui pembuatan bio-baterai, siswa akan belajar tentang proses elektrokimia, reaksi kimia dalam limbah organik, serta prinsip dasar dalam pembuatan baterai dan teknologi penyimpanan energi. Pengalaman langsung dalam merancang, mengembangkan, dan menguji bio-baterai membantu meningkatkan pemahaman konsep ilmiah mereka dan mendorong kreativitas dalam menciptakan solusi teknologi. Kegiatan ini bertujuan untuk menerapkan konsep rangkaian listrik, energi dan daya listrik, sumber energi listrik dalam kehidupan sehari-hari termasuk sumber energi listrik alternatif, serta berbagai upaya menghemat energi listrik. Analisis integrasi STEM dalam proses pembuatan bio baterai disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis Intergrasi STEM pada Pembuatan Bio Baterai

Kompetensi yang akan dicapai pada komponen STEM			
<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Mathematics</i>
Faktual: Jarum voltmeter akan bergerak menunjukkan besaran beda potensial Konseptual: elektrolit yang terkandung dalam limbah organik dapat menghantarkan listrik Prosedural: cara memperoleh energi listrik alternatif dari limbah organik	Rangkaian listrik Voltmeter sebagai alat untuk mengukur beda potensial	Mendesain bio baterai dari bahan limbah organik	Menerapkan konsep matematika dalam perhitungan beda potensial pada bio baterai

Bio-baterai sebagai sumber energi alternatif dapat membantu memenuhi kebutuhan energi di berbagai sektor, seperti rumah tangga, pertanian, dan industri kecil, terutama di daerah-daerah yang belum terjangkau oleh listrik dari jaringan utama. Dengan menggunakan bahan limbah organik yang melimpah, teknologi ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang terbatas, tetapi juga membuka peluang baru dalam menciptakan solusi energi lokal yang berkelanjutan. Melalui proyek ini, siswa dapat mengembangkan kesadaran akan pentingnya pelestarian lingkungan dan penggunaan sumber daya secara bijaksana. Proyek ini juga mengajarkan nilai-nilai keberlanjutan, pengelolaan sampah, dan inovasi dalam menghadapi tantangan global terkait energi dan perubahan iklim. Dengan memperkenalkan konsep-konsep tersebut sejak dini, proyek ini dapat membentuk generasi muda yang lebih peduli terhadap isu lingkungan dan siap untuk mengembangkan solusi teknologi yang lebih hijau.

Proyek pembuatan bio-baterai sebagai sumber energi alternatif tidak hanya memberikan manfaat dalam hal teknologi dan keberlanjutan, tetapi juga mengembangkan berbagai keterampilan penting pada siswa. Salah satu keterampilan utama yang diperoleh

adalah kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Frykholm, & Glasson 2005). Melalui proses perancangan, pembuatan, dan pengujian bio-baterai, siswa dilatih untuk menganalisis masalah teknis dan mencari solusi yang inovatif, seperti penggunaan limbah organik sebagai bahan baku bio-baterai. Siswa juga dapat mengasah kemampuan dalam kolaborasi dan kerja tim (Ritz, & Lee, 2013), karena proyek ini sering melibatkan kegiatan kelompok, di mana setiap anggota berperan dalam bagian tertentu dari pembuatan dan pengujian bio-baterai.

Selain itu, proyek ini memberikan keterampilan aplikasi praktis sains dan teknologi (De Jong, & Van 2007). Siswa belajar mengenai prinsip elektrokimia, reaksi kimia dalam bahan organik, dan konsep-konsep dasar dalam pembuatan dan pengoperasian baterai. Keterampilan ini memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang sains dan teknologi yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Savery, 2006; Liu, & Lin, 2013). Kegiatan ini juga mengajarkan keterampilan riset dan eksperimen (Anderson, & Mitchener, 2011), di mana siswa harus mengumpulkan data, menganalisis hasil, dan membuat keputusan berdasarkan temuan eksperimen.

Proyek bio-baterai ini juga sangat mendukung pengembangan kesadaran lingkungan. Dengan memanfaatkan limbah organik yang melimpah, siswa diajarkan pentingnya pengelolaan sampah dan bagaimana memanfaatkan sumber daya yang ada secara bijaksana untuk menciptakan solusi energi yang ramah lingkungan. Proyek ini mengajarkan siswa untuk berpikir tentang keberlanjutan dan dampak lingkungan dari pilihan teknologi yang mereka buat (Wang, & Li, 2018). Dalam jangka panjang, keterampilan ini akan membentuk generasi muda yang lebih peduli terhadap isu-isu lingkungan, perubahan iklim, dan sumber energi terbarukan. Sebagai tambahan, proyek ini mengajarkan nilai-nilai kewirausahaan dan inovasi, dengan memberi siswa kesempatan untuk menciptakan solusi yang dapat diaplikasikan dalam skala lebih luas, seperti di sektor rumah tangga, pertanian, dan industri kecil (Dori et al., 2013).

Dengan memperkenalkan konsep-konsep tersebut sejak dini, proyek ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan keterampilan teknis dan ilmiah, tetapi juga mempersiapkan siswa untuk menjadi individu yang memiliki kesadaran global dan inovatif dalam mengatasi tantangan besar dunia, seperti krisis energi dan perubahan iklim. Secara keseluruhan, proyek STEM ini bukan hanya memberikan solusi terhadap masalah sampah dan energi, tetapi juga membuka peluang untuk penelitian dan inovasi yang lebih luas di bidang energi terbarukan dan pengelolaan limbah. Proyek ini memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan teknologi ramah lingkungan, yang sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan global.

Simpulan

Pembuatan bio baterai menunjukkan potensi besar dalam memanfaatkan bahan limbah organik untuk menghasilkan energi listrik yang ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, limbah organik seperti kulit pisang, ampas tebu, dan daun-daunan terbukti dapat diolah menjadi elektrolit yang dapat digunakan dalam pembuatan bio-baterai. Bio-baterai yang dihasilkan memiliki kinerja yang cukup baik dalam menghasilkan energi listrik, meskipun masih memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi dan daya tahan baterai. Pentingnya proyek ini terletak pada kemampuannya untuk mengatasi dua masalah besar, yaitu pengelolaan sampah dan kebutuhan energi terbarukan. Pemanfaatan sampah organik sebagai bahan baku bio-baterai mengurangi volume sampah yang mencemari lingkungan dan membuka peluang untuk mengembangkan energi alternatif yang lebih berkelanjutan. Selain itu, proyek ini memberikan pembelajaran yang berharga dalam penerapan prinsip-prinsip STEM (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika) melalui eksperimen langsung, yang tidak hanya memberikan pemahaman lebih dalam tentang konsep ilmiah tetapi juga memperkenalkan siswa pada inovasi teknologi ramah lingkungan. Dalam pengembangan lebih lanjut, teknologi bio-baterai berbasis sampah organik memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam skala yang lebih luas, baik di tingkat rumah tangga maupun masyarakat. Ke depan, proyek ini diharapkan dapat menginspirasi riset lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi dan daya guna teknologi ini dalam penyediaan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- Anderson, C. W., & Mitchener, C. P. (2011). Learning Science Through Design: The Role of Inquiry and Experimentation in STEM Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(9), 991-1020.
- Arief, S., & Purnomo, E. (2018). Pemanfaatan Sampah Organik untuk Pembangkit Energi Listrik: Potensi dan Tantangannya. *Jurnal Energi Terbarukan*, 7(3), 155-164.
- Beers, S. Z. (2011). 21st Century Skills: Preparing Students for Their Future. STEM Education for the 21st Century: A New Approach to Teaching and Learning. Corwin Press.
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (2007). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 77(2), 79-103.
- Dori, Y. J., Mevarech, Z. R., & Baker, D. (2013). Assessing the Effectiveness of a Project-Based STEM Program. *Journal of STEM Education*, 14(3), 1-10.
- Fien, J., & Tillbury, D. (2002). Learning for a Sustainable Future: A Regional Approach to Environmental Education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 3(2), 140-157.
- Frykholm, J. A., & Glasson, G. E. (2005). Connecting Science and Mathematics Instruction: Pedagogical Context Knowledge for Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 1-11.
- Lestari, D., & Prasetyo, A. (2020). Pembuatan Bio-Baterai dari Sampah Organik Sebagai Energi Alternatif dan Solusi Lingkungan. *Jurnal Teknologi Energi*, 5(2), 78-88.

- Liu, O. L., & Lin, M. F. (2013). Students' Learning of Science Concepts in a Project-Based Learning Environment. *International Journal of Science Education*, 35(6), 985-1012.
- López, M. R., & Pozo, J. I. (2015). Learning Science for Sustainability: An Environmental Education Approach. *Environmental Education Review*, 14(3), 201-215.
- Ritz, J. M., & Lee, Y. (2013). Collaborative Learning in Project-Based STEM Education. *Journal of STEM Education*, 14(3), 42-50.
- Sari, R. A., & Yuliana, N. (2019). Potensi Pengolahan Sampah Organik Menjadi Energi Listrik: Teknologi dan Implementasi. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam*, 15(1), 45-58.
- Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2012). The Development of a Framework for Integrating STEM Education. *Educational Research Review*, 7(1), 69-91
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Teaching and Learning 21st Century Skills: Lessons from the Learning Sciences. Center for Curriculum Studies
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20.
- Stern, P. C., & Dietz, T. (2008). The Value of Learning about Environmental Sustainability in Education. *Environmental Education Research*, 14(5), 657-674.
- Wang, M., & Li, L. (2018). Sustainable Development and Environmental Education: A Global Perspective. *Environmental Education Research*, 24(4), 511-529.
- Widodo, R., & Hasanah, S. (2021). Pengembangan Energi Alternatif melalui Pengolahan Sampah Organik menjadi Listrik: Studi Kasus dan Analisis Teknologi. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 10(4), 232-243.