



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI

PITRAM 2026

Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia

Extended Abstract Book



11 dan 12 APRIL 2026

Dewan Berlian

Universiti Teknologi MARA

Cawangan Selangor

Kampus Puncak Alam



UNIVERSITI
TEKNOLOGI
MARA

Pusat
Asasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI



MAJLIS DEKAN/PENGARAH ASASI
UNIVERSITI AWAM MALAYSIA

EcoBriq: Inovasi Briket Bioarang Mesra Alam Berasaskan Sisa Industri Cendawan

Ameera Aisya Abdul Azim, Muhammad Lutfi Al-hakim Che Bakar, Nik Maira Myhani
Nik Samri, Muhammad Afiq Abdul Rahman, Azham Mohamad*

Pusat Asasi Sains Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia

*azham@upm.edu.my

ABSTRAK

Industri cendawan menghasilkan sisa substrat cendawan terpakai (SMS) dalam kuantiti yang besar dan berterusan. Dianggarkan bahawa bagi setiap 1 kg cendawan yang dihasilkan, sekitar 5 kg SMS terhasil, menjadikannya salah satu sumber utama sisa biojisim pertanian. Di Malaysia, pengeluaran cendawan mencapai 12,787 tan metrik pada tahun 2023, menunjukkan penjana SMS yang besar sepanjang tahun. Pelupusan SMS yang tidak teratur boleh menyebabkan pencemaran alam sekitar dan pembebasan gas rumah hijau. Kajian ini memperkenalkan EcoBriq sebagai inovasi dalam pemanfaatan SMS kepada bahan api pepejal melalui proses penukaran menjadi bioarang dan briket. Objektif kajian adalah untuk menilai potensi SMS sebagai bahan api boleh diperbaharui dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualiti briket yang dihasilkan. Metodologi kajian melibatkan ulasan literatur dan analisis konsep bagi proses pirolisis dan pemadatan menggunakan bahan pengikat semula jadi. Dapatan menunjukkan bahawa bioarang daripada SMS memiliki nilai kalori yang lebih tinggi berbanding bahan mentah asal, manakala briket menunjukkan peningkatan dari segi ketumpatan tenaga, kestabilan pembakaran, dan kekuatan fizikal. Cabaran utama termasuk variasi komposisi bahan mentah dan kandungan lembapan. Kesimpulannya, EcoBriq berpotensi sebagai penyelesaian lestari dalam pengurusan sisa pertanian dan alternatif bahan api yang mesra alam, menyokong ekonomi kitaran dan pembangunan tenaga boleh diperbaharui.

Kata kunci: sisa substrat cendawan; bioarang; briket; biojisim; tenaga boleh diperbaharui

1. PENGENALAN

Industri cendawan telah berkembang dengan pesat dalam beberapa dekad kebelakangan ini, menyumbang kepada penjana sisa substrat cendawan terpakai (SMS) dalam jumlah yang besar. SMS merupakan bahan buangan yang terhasil selepas proses penuaian cendawan selesai, terdiri daripada campuran bahan lignoselulosa seperti serbuk kayu, jerami, dedak, dan bahan tambahan lain yang digunakan sebagai medium pertumbuhan cendawan (Ma et al. 2025). Nisbah penjana SMS adalah menakjubkan dengan setiap 1 kg cendawan yang dihasilkan, kira-kira 5 kg SMS dibuang (Grimm dan Wösten 2018).

Di Malaysia, pengeluaran cendawan mencapai 12,787 tan metrik pada tahun 2023 (Jabatan Pertanian Malaysia 2024), bermakna lebih 63,000 tan SMS dijana setiap tahun. Pembuangan SMS yang tidak sistematik boleh menyebabkan pencemaran tanah, badan air,

dan penjanaan gas rumah hijau seperti metana dan karbon dioksida (Gupta et al. 2025). Justeru, keperluan untuk memanfaatkan SMS secara produktif adalah mendesak.

EcoBriq diperkenalkan sebagai inovasi bertujuan mengubah SMS daripada bahan buangan kepada bahan api pepejal bernilai tinggi. Melalui proses pirolisis, SMS ditukar kepada bioarang dengan nilai kalori yang lebih tinggi, seterusnya dipadatkan menjadi briket yang mudah dikendalikan dan digunakan. Kajian ini bertujuan untuk: (i) menilai ciri-ciri SMS sebagai bahan mentah bagi pengeluaran bioarang dan briket, (ii) menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualiti briket SMS, dan (iii) meneroka potensi ekonomi dan alam sekitar EcoBriq dalam konteks ekonomi kitaran.

2. METODOLOGI

Kajian ini dijalankan menggunakan pendekatan ulasan literatur sistematik dan analisis konsep. Sumber-sumber yang dikaji merangkumi artikel jurnal yang berkaitan dengan pengeluaran bioarang dan briket daripada biojisim lignoselulosa, khususnya SMS. Rangka kerja kajian meliputi dua proses utama: pengeluaran bioarang melalui pirolisis dan pengeluaran briket melalui pemadatan. Rajah 1 menunjukkan aliran proses EcoBriq secara keseluruhan.



Rajah 1. Aliran proses pengeluaran briket bioarang EcoBriq

2.1 Penghasilan Bioarang

SMS yang diperoleh dari ladang cendawan dikeringkan terlebih dahulu untuk mengurangkan kandungan lembapan pada tahap yang sesuai (di bawah 15%). Proses pengeringan dilakukan secara semula jadi di bawah Cahaya matahari. Selepas pengeringan, SMS menjalani proses pirolisis iaitu pemanasan pada suhu tinggi (300–600°C) dalam keadaan tanpa oksigen atau oksigen terhad. Proses ini mengurai bahan organik dalam SMS dan menghasilkan bioarang yang kaya karbon, cecair bio, dan gas boleh bakar. Suhu pirolisis merupakan faktor kritikal yang menentukan ciri bioarang yang terhasil, suhu lebih tinggi menghasilkan bioarang dengan nilai kalori lebih tinggi tetapi hasil yang lebih rendah (Liu et al. 2024).

2.2 Penghasilan Briket

Bioarang yang terhasil dikisar kepada saiz zarah yang seragam (0.5–2 mm) sebelum dicampur dengan bahan pengikat semula jadi seperti kanji ubi kayu, kanji jagung, atau campuran tanah liat. Nisbah campuran yang optimum antara bioarang dan bahan pengikat dikaji berdasarkan literatur sedia ada untuk memastikan kekuatan mekanikal dan nilai kalori yang terbaik. Campuran kemudiannya dipadatkan menggunakan acuan silinder atau bata pada tekanan tertentu, kemudian dikeringkan untuk menghasilkan briket EcoBriq yang siap untuk digunakan. Ujian asas seperti ujian kekerasan, pembakaran dan penghasilan asap dijalankan bagi mendapatkan formulasi yang terbaik.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Analisis literatur menunjukkan bahawa SMS memiliki komposisi lignoselulosa yang sesuai untuk pengeluaran bahan api pepejal. Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam SMS menyumbang kepada nilai kalori yang boleh ditingkatkan melalui proses terma. Proses pirolisis meningkatkan potensi SMS untuk digunakan sebagai bahan bakar yang berkesan.

3.1 Kesan Pirolisis Terhadap Nilai Kalori

Proses pirolisis terbukti secara konsisten meningkatkan nilai kalori SMS. SMS mentah biasanya mempunyai nilai kalori antara 14–17 MJ/kg, manakala bioarang yang dihasilkan pada suhu pirolisis 400–500°C boleh mencapai nilai kalori antara 25–30 MJ/kg (Koido et al. 2021). Peningkatan ini berlaku kerana proses pirolisis mengeluarkan komponen lembapan dan bahan organik yang mudah meruap, meninggalkan residu karbon yang lebih terpekut. Selain itu, bioarang SMS mengandungi struktur karbon stabil yang menyumbang kepada kestabilan semasa penyimpanan dan pembakaran (Liu et al. 2024).

3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualiti Briket

Beberapa faktor utama mempengaruhi kualiti briket SMS yang dihasilkan. Pertama, saiz zarah bioarang mempengaruhi ketumpatan dan kekuatan briket. Zarah yang lebih halus menghasilkan briket yang lebih padat dan kuat. Kedua, kandungan lembapan dalam campuran semasa pemadatan mempengaruhi kepadatan dan keupayaan pembakaran briket. Kandungan lembapan optimum antara 10–15% menghasilkan briket dengan kekuatan mekanikal yang baik. Ketiga, jenis dan nisbah bahan pengikat sangat mempengaruhi kekuatan mekanikal briket. Kajian menunjukkan bahawa kanji ubi kayu pada kepekatan 5–10% memberikan kekuatan ikatan yang baik tanpa menjejaskan nilai kalori secara ketara (Zhang et al. 2018).

3.3 Potensi Alam Sekitar dan Ekonomi

EcoBriq menawarkan manfaat berganda dari perspektif alam sekitar dan ekonomi. Dari segi alam sekitar, penggunaan SMS sebagai bahan mentah mengurangkan jumlah sisa pertanian yang perlu dibuang, sekaligus mengurangkan potensi pencemaran dan pembebasan gas rumah hijau. Proses pembakaran bioarang juga lebih bersih berbanding

pembakaran bahan api fosil dan biojisim mentah. Dari segi ekonomi, EcoBriq berpotensi menyediakan sumber pendapatan tambahan kepada pekebun cendawan melalui penjualan SMS sebagai bahan mentah, selain menyediakan pilihan bahan api yang lebih murah dan mampan kepada pengguna domestik dan industri.

3.4 Cabaran dan Limitasi

Walaupun berpotensi besar, beberapa cabaran perlu diatasi. Variasi dalam komposisi SMS bergantung kepada jenis cendawan, medium pertumbuhan, dan amalan pertanian boleh menyebabkan isu konsisten dalam kualiti bioarang dan briket yang dihasilkan. Selain itu, kekuatan mekanikal briket SMS pada umumnya lebih rendah berbanding briket arang batu, memerlukan ujian optimum berterusan dalam formulasi bahan pengikat dan parameter pemadatan. Pemindahan skala pengeluaran daripada makmal kepada skala komersial juga memerlukan pelaburan dalam peralatan dan infrastruktur.

4. KESIMPULAN

EcoBriq mewakili inovasi yang berpotensi tinggi dalam pemanfaatan sisa substrat cendawan terpakai sebagai bahan api pepejal lestari. Melalui proses pirolisis dan pemadatan, SMS yang sebelum ini merupakan bahan buangan pertanian dapat ditukar menjadi briket bioarang dengan nilai tenaga yang lebih tinggi, kestabilan pembakaran yang baik, dan kemudahan pengendalian yang lebih tinggi berbanding bahan mentah asal.

EcoBriq berpotensi sebagai: (i) penyelesaian lestari dalam pengurusan sisa industri cendawan, (ii) bahan api alternatif yang mesra alam untuk kegunaan domestik dan industri, dan (iii) penyumbang kepada matlamat tenaga boleh diperbaharui negara. Dari sudut pengkomersialan, EcoBriq boleh dipasarkan kepada industri makanan dan minuman, industri kecil, serta pengguna domestik sebagai alternatif kepada arang kayu konvensional.

Kajian lanjut perlu dijalankan untuk menguji pelbagai formulasi bahan pengikat, serta menilai prestasi EcoBriq melalui ujian pembakaran terkawal. EcoBriq berpotensi menjadi produk komersial yang berdaya saing dalam pasaran bahan api pepejal Malaysia dan serantau selain menjadikan industri cendawan lebih lestari dan mampan.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan penghargaan kepada Pusat Asasi Sains, Universiti Putra Malaysia atas sokongan akademik dan kemudahan penyelidikan yang disediakan. Terima kasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan projek inovasi EcoBriq ini.

RUJUKAN

- Department of Agriculture Malaysia. (2024). Perangkaan agromakanan 2023. Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan Malaysia.
- Grimm, D., & Wösten, H. A. B. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(18), 7795–7803. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8>
- Gupta, G., Maurya, S., & Singh, D. (2025). Waste to wealth: sustainable approach of alchemizing mushroom SMS into bioenergy. *Bioresource Technology*, 133767.
- Koido, K., Ogura, T., Matsumoto, R., Endo, K., & Sato, M. (2021). Spent mushroom substrate performance for pyrolysis, steam co-gasification, and ash melting. *Biomass and Bioenergy*, 145, 105954.
- Liu, B., Xing, Z., Xue, Y., Zhang, J., & Zhai, J. (2024). Effect of Pyrolysis Temperature on the Carbon Sequestration Capacity of Spent Mushroom Substrate Biochar in the Presence of Mineral Iron. *Molecules*, 29(23), 5712.
- Ma, X., Yan, S., & Wang, M. (2025). Spent mushroom substrate: A review on present and future of green applications. *Journal of Environmental Management*, 373, 123970.
- Zhang, G., Sun, Y., & Xu, Y. (2018). Review of briquette binders and briquetting mechanism. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 477-487.