

TINJAUAN TENTANG PENERAPAN BERKELANJUTAN LIMBAH KULIT KACANG POHON

Cheryl Wendelin

Teknologi Pangan, Bina Nusantara University, Jl. Alam Sutera Boulevard No. 1,
Tangerang, 15325
E-mail: cheryl.wendelin@binus.ac.id

Abstract

Greenhouse gas emissions and water pollution are major causes of food waste, leading to environmental deterioration. Agricultural food waste is one of the significant contributors to environmental degradation. Hence, this review aims to study the utilization of agricultural waste, specifically nutshell waste from various types of tree nuts. A comprehensive literature research was conducted using Science Direct, Wiley Online Library, Springer, and Taylor and Francis. The search strategy involved keywords related to nut shell waste, tree nuts, and utilization. Studies published between 2013 and 2023 were covered and screened using the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) approach. A total of 21 studies exploring the utilization of tree nut shell waste were discovered. Findings revealed that tree nut shell waste can serve as adsorbents in the environmental remediation and water treatment sector. Cashew, walnut, and almond nut shells were found to be the most widely utilized due to their availability and favorable properties. However, limitations such as the large sample size and potential publication bias should be acknowledged. This review recommends further development of technologies for converting nut shells, and encourages industries to invest in these technologies to maximize the utilization of tree nut shell waste.

Keywords: *agricultural waste, environment, utilization, nut shell waste, tree nut*

Abstrak

Emisi gas rumah kaca dan polusi air merupakan penyebab utama limbah makanan, yang menyebabkan kerusakan lingkungan. Limbah makanan pertanian merupakan salah satu kontributor signifikan terhadap degradasi lingkungan. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan limbah pangan pertanian, khususnya limbah kulit kacang dari berbagai jenis kacang-kacangan. Penelitian literatur yang komprehensif dilakukan dengan menggunakan Science Direct, Wiley Online Library, Springer, dan Taylor and Francis. Strategi pencarian menggunakan kata kunci yang berkaitan dengan limbah kulit kacang, kacang pohon, dan pemanfaatannya. Studi yang diterbitkan antara tahun 2013 dan 2023 diliput dan disaring menggunakan metode PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses). Sebanyak 21 penelitian yang mengeksplorasi pemanfaatan limbah kulit kacang pohon ditemukan. Temuan mengungkapkan bahwa limbah kulit kacang pohon dapat berfungsi sebagai adsorben di sektor remediasi lingkungan dan pengolahan air. Kulit kacang mete, kenari, dan almond merupakan jenis yang paling banyak dimanfaatkan karena ketersediaan dan khasiatnya. Namun, keterbatasan seperti ukuran sampel yang besar dan potensi bias publikasi harus diketahui. Tinjauan ini merekomendasikan pengembangan lebih lanjut teknologi konversi kulit kacang, dan mendorong industri untuk berinvestasi pada teknologi ini guna memaksimalkan pemanfaatan limbah kulit kacang.

Kata Kunci: limbah pertanian, lingkungan, pemanfaatan, limbah kulit kacang, kacang pohon

PENDAHULUAN

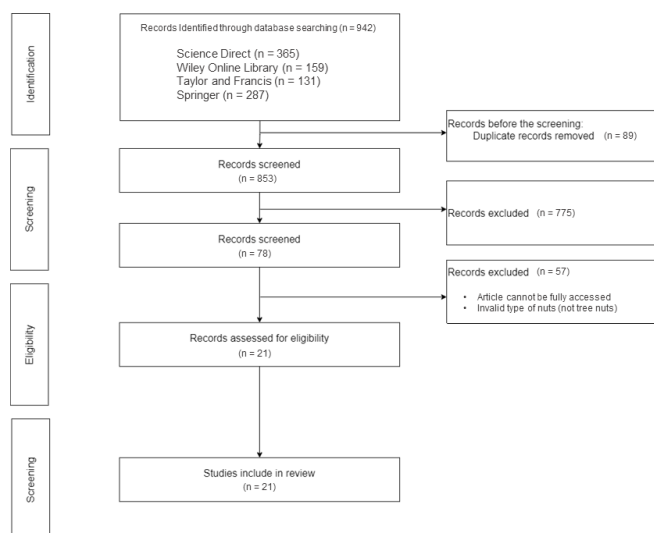
Limbah pertanian yang meliputi kotoran hewan, limbah pengolahan, sisa tanaman, dan limbah berbahaya merupakan produk sampingan yang signifikan dari praktik pertanian dan produksi pangan. Pembuangan dan pengelolaan limbah yang tidak tepat ini dapat berdampak buruk bagi lingkungan. Bahan kimia dan bahan organik dari kegiatan pertanian dapat mencemari tanah dan air, sedangkan penguraian limbah pertanian melepaskan gas rumah kaca, seperti metana dan dinitrogen oksida, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim (Ramawat et al., 2023). Saat ini, produksi limbah pertanian global diperkirakan mencapai 998 juta ton per tahun, dengan sisa tanaman menjadi penyumbang utama. Salah satu jenis sisa tanaman tertentu adalah limbah kulit kacang (Sadare et al., 2022). Limbah kulit kacang menimbulkan tantangannya sendiri karena membutuhkan waktu lama untuk terurai, yang pada akhirnya mengarah pada akumulasi limbah dari waktu ke waktu. Selain itu, penguraian limbah kulit kacang melepaskan gas-gas yang berbahaya bagi lingkungan. Alternatifnya, pembakaran langsung limbah kulit kacang tidak efektif karena massa jenisnya yang rendah dan ukurannya yang tidak rata, yang mengakibatkan efisiensi pembakaran yang buruk (Jeniček et al., 2023).

Akibatnya, banyak upaya telah dilakukan untuk mengeksplorasi cara-cara efektif untuk mengelola limbah singkat. Misalnya, sebuah penelitian yang dilakukan oleh Nuithitikul et al. (2020) memanfaatkan limbah kulit kacang mete yang diolah secara kimia sebagai adsorben ion timbal dalam air, kontaminan yang sangat beracun bagi manusia dan lingkungan. Kulit kacang diperlakukan dengan larutan asam sulfat, asam nitrat, dan natrium hidroksida untuk memodifikasi permukaan kulit kacang guna memaksimalkan kapasitas adsorpsinya. Studi lain yang dilakukan di Vietnam menyelidiki pemanfaatan residu kulit kacang macadamia untuk sintesis karbon aktif magnetik, yang bertujuan untuk menghilangkan ion seng dari air. Studi ini menunjukkan bahwa pendekatan berbiaya rendah dan ramah lingkungan ini menjanjikan sebagai adsorben yang efektif untuk menghilangkan logam berat. Para peneliti menyoroti banyaknya limbah kulit kacang padat, yang berfungsi sebagai bahan dasar yang tersedia untuk adsorben ini (Dao et al., 2021). Singkatnya, pendekatan inovatif ini tidak hanya menjawab tantangan pengelolaan limbah tetapi juga berkontribusi pada praktik berkelanjutan di berbagai bidang.

METODE PENELITIAN

Studi yang berpotensi relevan akan diidentifikasi dengan melakukan pencarian pada basis data ilmiah yang relevan seperti Scencedirect, Wiley Online Library, Springer, dan Taylor and Francis. Basis data ini mencakup berbagai literatur ilmiah, memungkinkan pendekatan yang komprehensif terhadap topik penelitian. Studi ini akan mengembangkan istilah penelusuran efektif yang menangkap konsep kunci terkait pemanfaatan limbah dari kulit kacang pohon di berbagai wilayah di seluruh dunia. Hasil pencarian akan dioptimalkan dengan menggunakan kata kunci tertentu. Studi ini akan menggunakan istilah penelusuran umum seperti "pemanfaatan" dan "limbah kulit kacang", bersama dengan nama jenis kacang pohon tertentu seperti "kacang almond", "kacang mete", "kacang kenari", dan "kacang macadamia" sebelum kata kunci "limbah kulit kacang".

Tinjauan dilakukan dengan mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA), yang menyediakan kerangka kerja terstruktur untuk melakukan dan melaporkan tinjauan sistematis. Gambar 1 menunjukkan hasil identifikasi dan penyaringan mengikuti PRISMA.

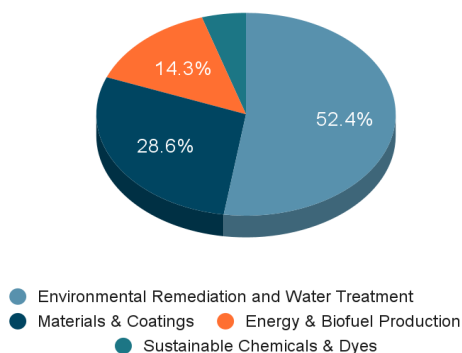


Gambar 1. Bagan Alur PRISMA

Pada akhirnya, total 21 artikel dipilih dan ditinjau secara kritis untuk mengekstrak informasi terkait tentang pemanfaatan limbah kulit kacang pohon. Temuan dari studi yang ditinjau dianalisis dan dilaporkan, memberikan gambaran yang komprehensif tentang pengetahuan terkini di bidang pemanfaatan limbah kulit kacang pohon.

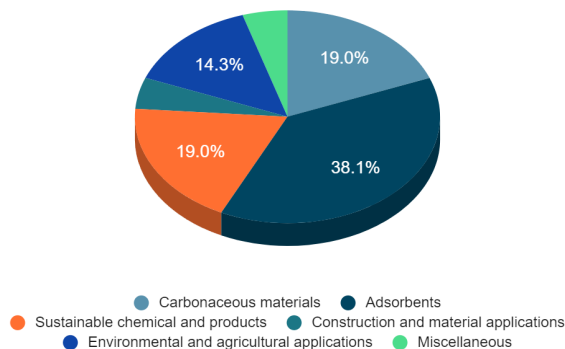
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinjauan sistematis ini mengeksplorasi bagaimana kulit kacang pohon dimanfaatkan, jenis kacang yang digunakan, produk yang dihasilkan, dan aplikasinya. Gambar 2 menggambarkan bidang pemanfaatan kulit pohon, menampilkan distribusi persentase dari berbagai kategori di mana limbah kulit pohon digunakan. Diagram lingkaran memberikan representasi visual dari keunggulan setiap kategori, menyoroti berbagai aplikasi dan proporsi relatif dalam kategori pemanfaatan keseluruhan.



Gambar 2. Kategori Fungsional Kulit Kacang Pohon

Gambar 3, yang menampilkan jenis-jenis produk yang berasal dari limbah kulit kacang, melengkapi temuan yang disajikan pada Gambar 2, yang mengeksplorasi bidang pemanfaatan kulit kacang. Dengan memeriksa distribusi kategori produk yang digambarkan pada Gambar 3, kami memperoleh wawasan lebih lanjut tentang aplikasi spesifik dalam bidang masing-masing kategori. Bersama-sama, angka-angka ini menawarkan gambaran komprehensif tentang kategori pemanfaatan dan menyoroti keragaman dan signifikansi produk yang berasal dari limbah kulit kacang pohon.



Gambar 3. Jenis Produk yang Berasal dari Limbah Kulit Kacang

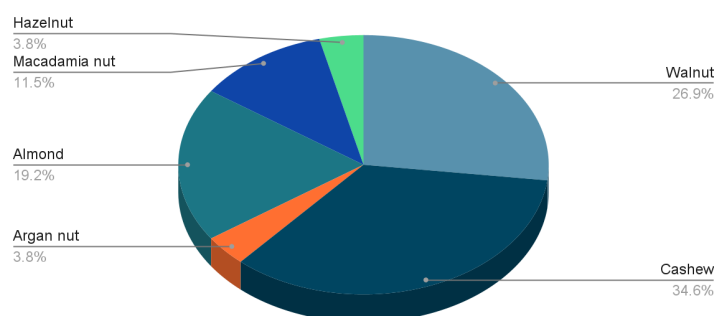
Data yang disajikan dalam diagram lingkaran (Gambar 2 dan Gambar 3) menunjukkan bahwa persentase pemanfaatan kulit pohon tertinggi, sebesar 52,4%, didedikasikan untuk remediasi lingkungan dan pengolahan air. Dalam kategori ini, sebagian besar (38,1%) didedikasikan untuk bertindak sebagai adsorben. Pemanfaatan yang signifikan ini mencerminkan karakteristik intrinsik kulit kacang yang membuatnya ideal untuk aplikasi semacam itu.

Kulit kacang, terutama yang berasal dari kacang pohon, memiliki beberapa karakteristik yang membuatnya berguna dalam proses pembersihan lingkungan dan pengolahan air. Pertama, kulit kacang kaya akan kandungan karbon, menjadikannya adsorben yang sangat baik untuk berbagai kontaminan. Struktur berpori kulit kacang memberikan luas permukaan yang luas, memfasilitasi adsorpsi polutan seperti logam berat, senyawa organik, dan pewarna dari air atau tanah (Khan, 2023). Kandungan karbonnya yang tinggi dan strukturnya yang berpori juga membuat nutshell menjadi kandidat ideal untuk proses karbonisasi, yang menghasilkan produksi biokarbon (Agweh et al., 2023).

Selain itu, kulit kacang telah ditemukan memiliki kemampuan pertukaran ion, memungkinkan mereka untuk menghilangkan ion dan kotoran tertentu dari air. Komposisi unik dan kimia permukaannya membuatnya efektif dalam menghilangkan kontaminan tertentu, seperti ion logam berat seperti timbal dan kromium, yang umumnya ditemukan dalam air limbah industri (Bartoli & Giorcelli, 2022). Dengan demikian, kulit kacang digunakan untuk membuat adsorben, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian oleh Yahya et al. ((2020) dan Güneş & Atav (2017), terbukti efektif dalam menghilangkan ion Cr dan Mn(II) dari air limbah dan pewarna hijau perunggu dari air limbah.

Selain itu, kulit kacang mengandung senyawa alami, seperti senyawa fenolik dan tanin, yang memiliki sifat antimikroba yang melekat. Senyawa bioaktif ini membantu menghilangkan mikroorganisme dan menghambat pertumbuhan bakteri, berkontribusi pada pemurnian sumber air. Inilah sebabnya mengapa kulit kacang dapat digunakan sebagai prekursor untuk film polimer antibakteri, seperti yang disebutkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Zafar et al. (2019). Dengan memasukkan ekstrak kulit kacang yang kaya akan senyawa fenolik dan tanin ke dalam matriks polimer, film yang dihasilkan menunjukkan aktivitas antibakteri yang ditingkatkan. Pemanfaatan kulit kacang sebagai prekursor untuk film polimer antibakteri merupakan pendekatan yang

berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk mengatasi tantangan kontaminasi mikroba di berbagai bidang (Srivastava et al., 2021).



Gambar 4. Varietas Kulit Kacang Pohon yang Dimanfaatkan

Menurut Gambar 4, kulit kenari, jambu mete, dan kacang almond lebih banyak digunakan dibandingkan dengan hazelnut, kacang macadamia, atau kacang argan. Ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor. Pertama, kacang kenari, kacang mete, dan kacang almond adalah salah satu kacang pohon yang paling umum dikonsumsi secara global, menghasilkan limbah cangkang dalam jumlah yang lebih besar dari kacang-kacangan ini. Misalnya, dilaporkan bahwa konsumsi kacang almond dan kacang pohon lainnya di seluruh dunia melebihi 4 juta ton pada tahun 2018, dengan kacang almond dan kenari sebagai varietas yang paling banyak dikonsumsi, diikuti oleh kacang mete, pistachio, dan hazelnut (Serna-Saldivar, 2022). Ketersediaan limbah cangkang yang lebih tinggi membuatnya lebih mudah diakses untuk tujuan pemanfaatan.

Selain itu, sifat fisik dan kimia kulit kenari, kacang mete, dan kacang almond membuatnya ideal untuk berbagai keperluan. Kulit kenari, misalnya, memiliki kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan dengan kulit kacang lainnya, menjadikannya prekursor yang sangat baik untuk memproduksi karbon aktif dan adsorben (Albatrni et al., 2022). Di sisi lain, kulit kacang mete mengandung cairan kulit kacang mete, yang sangat cocok untuk produksi bahan bakar nabati. Hal ini disebabkan tingginya konsentrasi asam anacardic, komponen fenolik yang secara kimiawi dapat diubah menjadi biodiesel melalui proses esterifikasi. Selain itu, cairan cangkang kacang mete dapat berkontribusi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dengan memproduksi biopolimer dan resin sebagai alternatif bahan bakar berbasis minyak bumi (Gurunathan

& Sahadevan, 2022). Temuan ini sejalan dengan studi yang dirangkum dalam Tabel 1, di mana kulit kacang mete banyak digunakan di sektor produksi energi dan biofuel.

SIMPULAN

Sebagai kesimpulan, tinjauan sistematis ini difokuskan pada pemanfaatan limbah kulit kacang pohon dan mengikuti pedoman PRISMA dengan total 21 artikel yang dipilih untuk dianalisis dan didiskusikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar limbah kulit kacang pohon dimanfaatkan sebagai adsorben untuk tujuan remediasi lingkungan dan pengolahan air. Di antara berbagai jenis kulit kacang pohon, kenari, kacang mete, dan almond ditemukan sebagai yang paling banyak digunakan. Namun, penting untuk mengetahui batasan tinjauan ini, termasuk ukuran sampel yang besar dan potensi bias publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agweh, K., Snowdon, M. R., Mishra, R. K., Chen, G., Vivekanandhan, S., Mohanty, A. K., & Misra, M. (2023). Production and characterization of waste nutshells derived biocarbon through slow pyrolysis: An investigation on the effects of pyrolysis temperature. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-023-03851-4>
- Albatrni, H., Qiblawey, H., & Al-Marri, M. J. (2022). Walnut shell based adsorbents: A review study on preparation, mechanism, and application. *Journal of Water Process Engineering*, 45, 102527. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102527>
- Bartoli, M., & Giorcelli, M. (2022). *Recent Perspectives in Pyrolysis Research*. BoD – Books on Demand.
- Biscoff, R. K., & Enweremadu, C. C. (2023). Cashew nutshell liquid: A potential inedible source of biodiesel for heavy duty vehicles in sub-Saharan Africa. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 45(1), 905–923. <https://doi.org/10.1080/15567036.2023.2174616>
- Dao, M.-T., Tran, T.-P.-L., Vo, D.-T., Nguyen, V.-K., & Hoang, L.-T.-T.-T. (2021). Utilization of Macadamia Nutshell Residue for the Synthesis of Magnetic Activated Carbon toward Zinc (II) Ion Removal. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2021, e2543197. <https://doi.org/10.1155/2021/2543197>
- Güneş, E., & Atav, R. (2017). The use of nutshell firstly as a natural dye for cotton and wool and then as a natural adsorbent for colour removal of basic dye effluent. *Coloration Technology*, 133(1), 88–93. <https://doi.org/10.1111/cote.12255>

- Gurunathan, B., & Sahadevan, R. (2022). *Biofuels and Bioenergy: A Techno-Economic Approach*. Elsevier.
- Jeníček, L., Tunklová, B., Malaťák, J., Velebil, J., Malaťáková, J., Neškudla, M., & Hnilička, F. (2023). The Impact of Nutshell Biochar on the Environment as an Alternative Fuel or as a Soil Amendment. *Materials*, 16(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/ma16052074>
- Khan, M. S. (2023). *Tropical Plant Species and Technological Interventions for Improvement*. BoD – Books on Demand.
- Nuithitikul, K., Phromrak, R., & Saengngoen, W. (2020). Utilization of chemically treated cashew-nut shell as potential adsorbent for removal of Pb(II) ions from aqueous solution. *Scientific Reports*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60161-9>
- Ramawat, K. G., Mérillon, J.-M., & Arora, J. (2023). *Agricultural Waste: Environmental Impact, Useful Metabolites and Energy Production*. Springer Nature.
- Sadare, O. O., Yoro, K. O., Moothi, K., & Daramola, M. O. (2022). Lignocellulosic Biomass-Derived Nanocellulose Crystals as Fillers in Membranes for Water and Wastewater Treatment: A Review. *Membranes*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/membranes12030320>
- Serna-Saldivar, S. O. (2022). *Snack Foods: Processing, Innovation, and Nutritional Aspects*. CRC Press.
- Srivastava, M., Srivastava, N., & Singh, R. (2021). *Bioenergy Research: Revisiting Latest Development*. Springer Nature.
- Yahya, M. D., Aliyu, A. S., Obayomi, K. S., Olugbenga, A. G., & Abdullahi, U. B. (2020). Column adsorption study for the removal of chromium and manganese ions from electroplating wastewater using cashew nutshell adsorbent. *Cogent Engineering*, 7(1), 1748470. <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1748470>
- Zafar, F., Khan, S., Ghosal, A., Azam, M., Sharmin, E., Rizwanul Haq, Q. M., & Nishat, N. (2019). Clean synthesis and characterization of green nanostructured polymeric thin films from endogenous Mg (II) ions coordinated methylolated-Cashew nutshell liquid. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117716. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117716>