

Pemanfaatan limbah dan bahan alami sebagai upaya penerapan Green Chemistry

Siti Juwita Nur Salma

Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: sitijuwitanursalma@gmail.com

Kata Kunci:

Green chemistry; limbah biomassa; bahan alami; adsorben; sintesis hijau.

Keywords:

Green chemistry; biomassa waste; natural materials; adsorbent; green synthesis.

ABSTRAK

Peningkatan aktivitas industri dan penggunaan bahan kimia sintesis dapat menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan. Penerapan Green Chemistry menjadi salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif tersebut melalui penggunaan bahan yang lebih ramah lingkungan dan minim limbah. Artikel ini membahas pemanfaatan limbah biomassa dan bahan alami dalam mendukung penerapan green chemistry pada berbagai proses kimia. Penulisan artikel dilakukan menggunakan metode studi literatur dengan menelaah berbagai sumber ilmiah yang relevan. Pembahasan difokuskan pada pemanfaatan tempurung kawista sebagai bahan pembuatan briket arang, penggunaan adsorben alami dalam pengolahan limbah logam berat Pb, serta penggunaan asam L-askorbat sebagai reduktor alami pada sintesis oksida grafena tereduksi. Pemanfaatan limbah biomassa dan bahan alami menunjukkan potensi yang baik sebagai alternatif ramah lingkungan karena dapat mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya, menekan jumlah limbah, serta meningkatkan nilai guna limbah organik menjadi produk yang lebih bermanfaat. Penggunaan bahan alami dalam proses kimia juga mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih berkelanjutan. Pemanfaatan limbah dan bahan alami dapat menjadi salah satu alternatif dalam mendukung penerapan green chemistry di berbagai bidang kimia.

ABSTRACT

The increase in industrial activities and the use of synthetic chemicals can produce waste that has the potential to pollute the environment. The implementation of Green Chemistry has become one of the efforts to reduce these negative impacts through the use of environmentally friendly and low-waste materials. This article discusses the utilization of biomass waste and natural materials in supporting the implementation of green chemistry in various chemical processes. The article was written using a literature study method by reviewing various relevant scientific sources. The discussion focuses on the utilization of kawista shell waste as raw material for charcoal briquettes, the use of natural adsorbents in the treatment of Pb heavy metal waste, and the use of L-ascorbic acid as a natural reducing agent in the synthesis of reduced graphene oxide. The utilization of biomass waste and natural materials shows good potential as an environmentally friendly alternative because it can reduce the use of hazardous chemicals, minimize waste generation, and increase the value of organic waste into more useful products. The use of natural materials in chemical processes also supports more sustainable environmental management. The utilization of waste and natural materials can be an alternative in supporting the implementation of green chemistry in various fields of chemistry.



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pendahuluan

Perkembangan ilmu kimia memberikan banyak manfaat dalam berbagai bidang kehidupan, seperti industri, kesehatan, pertanian, dan teknologi. Namun, perkembangan tersebut juga diikuti dengan meningkatnya penggunaan bahan kimia sintesis yang dapat menghasilkan limbah berbahaya bagi lingkungan. Limbah kimia yang tidak dikelola dengan baik berpotensi mencemari air, tanah, dan udara serta memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan ekosistem (Yani et al., 2022). Kondisi tersebut mendorong munculnya konsep Green Chemistry sebagai pendekatan yang lebih ramah lingkungan dalam proses kimia.

Green chemistry merupakan konsep yang menekankan penggunaan bahan yang lebih aman, pengurangan limbah berbahaya, efisiensi energi, dan pemanfaatan sumber daya yang berkelanjutan (Vaishnavi Chauthi, 2026). Konsep ini tidak hanya berfokus pada pengolahan limbah, tetapi juga pada upaya pencegahan pencemaran sejak awal proses kimia berlangsung (Bhoite, 2026). Penerapan green chemistry menjadi penting karena berbagai aktivitas industri dan laboratorium menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak ditangani dengan baik. Selain itu, beberapa bahan kimia sintesis memiliki sifat toksik dan sulit terurai sehingga dapat menimbulkan dampak jangka panjang terhadap lingkungan.

Salah satu bentuk penerapan green chemistry adalah pemanfaatan limbah dan bahan alami dalam berbagai proses kimia. Limbah biomassa seperti tempurung kelapa, ampas tebu, dan tempurung kawista memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali menjadi produk yang lebih bernilai guna (Asyifa, 2025). Pemanfaatan limbah biomassa tidak hanya membantu mengurangi jumlah limbah organik, tetapi juga dapat menghasilkan produk ramah lingkungan yang memiliki nilai ekonomis. Dalam bidang kimia, limbah biomassa banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif, adsorben, dan bahan bakar alternatif seperti briket arang (Ikhwan et al., 2025).

Tempurung kawista merupakan salah satu limbah biomassa yang memiliki kandungan karbon cukup tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan briket arang (Yulianti et al., 2019). Proses aktivasi menggunakan natrium hidroksida (NaOH) dapat meningkatkan kualitas arang dengan memperbesar luas permukaan dan pori-pori karbon. Penggunaan perekat alami dalam pembuatan briket juga mendukung prinsip green chemistry karena dapat mengurangi penggunaan bahan sintesis yang berpotensi mencemari lingkungan. Pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan bakar alternatif dapat membantu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil sekaligus meningkatkan nilai guna limbah organik.

Selain dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif, limbah biomassa juga dapat digunakan sebagai adsorben alami dalam pengolahan limbah logam berat. Logam berat seperti timbal (Pb) merupakan salah satu pencemar lingkungan yang bersifat toksik dan dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup (Halim et al., 2022). Pencemaran Pb umumnya berasal dari limbah industri, baterai, dan aktivitas pertambangan. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengurangi kadar logam berat adalah adsorpsi menggunakan adsorben alami berbahan biomassa (Khoiroh et al., 2025). Penggunaan

adsorben alami dinilai lebih ramah lingkungan dan lebih ekonomis dibanding adsorben sintetis karena bahan bakunya mudah diperoleh dan berasal dari limbah organik.

Perkembangan green chemistry juga terlihat pada proses sintesis material kimia yang lebih aman dan ramah lingkungan. Pada metode sintesis konvensional, proses reduksi umumnya menggunakan bahan kimia sintetis yang bersifat toksik dan menghasilkan limbah berbahaya (Osman et al., 2024). Pengembangan metode green synthesis dilakukan dengan memanfaatkan bahan alami sebagai alternatif reduktor yang lebih aman. Salah satu contohnya adalah penggunaan asam L-askorbat sebagai reduktor alami dalam sintesis oksida grafena tereduksi (Putri et al., 2023). Penggunaan bahan alami pada proses sintesis dapat membantu mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya serta mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, pemanfaatan limbah dan bahan alami menunjukkan potensi yang besar dalam mendukung penerapan green chemistry di berbagai bidang kimia. Artikel ini membahas pemanfaatan limbah biomassa dan bahan alami sebagai upaya penerapan green chemistry melalui pembuatan briket arang, penggunaan adsorben alami dalam pengolahan limbah logam berat Pb, serta penggunaan bahan alami dalam sintesis ramah lingkungan.

Pembahasan

Konsep dan prinsip *green chemistry*

Perkembangan ilmu kimia memberikan banyak manfaat dalam berbagai bidang kehidupan, seperti industri, kesehatan, teknologi, dan pendidikan. Namun, penggunaan bahan kimia sintetis yang berlebihan juga dapat menghasilkan limbah berbahaya yang berpotensi mencemari lingkungan (Al Idrus et al., 2021). Limbah kimia yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran air, tanah, dan udara serta memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan ekosistem. Munculnya konsep green chemistry menjadi salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif proses kimia melalui penggunaan bahan yang lebih aman, efisiensi proses, dan pengurangan limbah berbahaya.

Green chemistry menekankan pentingnya pencegahan pencemaran sejak awal proses kimia berlangsung (Hadi, 2019). Konsep ini tidak hanya berfokus pada pengolahan limbah, tetapi juga pada pemilihan bahan baku, efisiensi energi, dan pengembangan metode sintesis yang lebih ramah lingkungan (Bhoite, 2026). Salah satu bentuk penerapannya dapat dilakukan melalui pemanfaatan limbah biomassa dan bahan alami sebagai alternatif bahan sintetis yang berpotensi mencemari lingkungan. Pemanfaatan limbah dan bahan alami dinilai mampu mendukung pengelolaan sumber daya yang lebih berkelanjutan karena limbah yang sebelumnya kurang dimanfaatkan dapat diolah kembali menjadi produk yang memiliki nilai guna dan nilai ekonomis.

Pemanfaatan limbah biomassa sebagai produk ramah lingkungan

Limbah biomassa merupakan limbah organik yang berasal dari sisa tumbuhan atau hasil pertanian, seperti tempurung kelapa, ampas tebu, dan tempurung kawista. Limbah biomassa memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi sehingga berpotensi

dimanfaatkan sebagai bahan baku produk ramah lingkungan (Irawati et al., 2020). Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah pembuatan briket arang dari tempurung kawista. Tempurung kawista yang sebelumnya dianggap sebagai limbah dapat diolah melalui proses karbonisasi dan aktivasi sehingga menghasilkan produk yang lebih bernilai guna.

Aktivasi arang menggunakan natrium hidroksida (NaOH) bertujuan meningkatkan kualitas arang dengan memperbesar luas permukaan dan pori-pori karbon (Yulianti et al., 2019). Proses tersebut dapat meningkatkan daya adsorpsi dan kualitas pembakaran briket sehingga lebih efektif digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Penggunaan perekat alami dalam pembuatan briket juga mendukung prinsip green chemistry karena dapat mengurangi penggunaan bahan sintesis yang berpotensi mencemari lingkungan. Pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan bakar alternatif membantu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil sekaligus menekan jumlah limbah organik yang dibuang ke lingkungan (Irawati et al., 2020).

Pemanfaatan tempurung kawista sebagai bahan pembuatan briket tidak hanya memberikan manfaat bagi lingkungan, tetapi juga meningkatkan nilai ekonomis limbah biomassa. Limbah yang sebelumnya kurang dimanfaatkan dapat diolah menjadi produk yang memiliki nilai jual dan manfaat yang lebih tinggi. Pemanfaatan limbah biomassa menjadi salah satu bentuk penerapan green chemistry yang mendukung pengelolaan sumber daya secara lebih efisien dan berkelanjutan.

Pemanfaatan adsorben alami dalam pengolahan limbah logam berat

Logam berat seperti timbal (Pb) merupakan salah satu pencemar lingkungan yang berbahaya karena bersifat toksik dan dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup (Mulyawan et al., 2015). Pencemaran Pb umumnya berasal dari limbah industri, baterai, cat, maupun aktivitas pertambangan. Paparan logam berat dalam jangka panjang dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti kerusakan saraf, gangguan ginjal, dan penurunan fungsi organ tubuh lainnya (Aminah & Nur, 2019). Kondisi tersebut mendorong perlunya metode pengolahan limbah yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengurangi pencemaran logam berat.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengolahan limbah logam berat adalah adsorpsi. Metode adsorpsi dinilai efektif karena prosesnya relatif sederhana dan mampu menurunkan konsentrasi logam berat dalam air limbah (Khoiroh et al., 2025). Dalam penerapan green chemistry, adsorben yang digunakan dapat berasal dari bahan alami atau limbah biomassa sehingga lebih ramah lingkungan dibanding adsorben sintesis. Karbon aktif berbahan biomassa memiliki kemampuan menyerap ion logam berat karena mempunyai luas permukaan dan pori-pori yang besar (Setyorini et al., 2023).

Penggunaan adsorben alami memiliki beberapa keunggulan, seperti biaya produksi yang relatif rendah, bahan baku mudah diperoleh, dan lebih aman bagi lingkungan. Selain membantu mengurangi pencemaran logam berat, pemanfaatan biomassa sebagai adsorben juga dapat meningkatkan nilai guna limbah organik. Pemanfaatan adsorben alami menunjukkan bahwa limbah biomassa tidak hanya dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif, tetapi juga dapat dimanfaatkan dalam proses pengolahan limbah kimia secara lebih berkelanjutan.

Pemanfaatan bahan alami dalam sintesis ramah lingkungan

Penerapan green chemistry juga berkembang dalam proses sintesis material kimia yang lebih aman dan ramah lingkungan. Pada metode sintesis konvensional, proses reduksi umumnya menggunakan bahan kimia sintesis yang bersifat toksik dan dapat menghasilkan limbah berbahaya (Sharma & Mudhoo, 2010). Pengembangan metode green synthesis dilakukan dengan memanfaatkan bahan alami sebagai alternatif reduktor yang lebih aman dan mudah terurai di lingkungan (Kulkarni et al., 2023).

Salah satu contoh penerapan green synthesis adalah sintesis oksida grafena tereduksi menggunakan asam L-askorbat sebagai reduktor alami (Putri et al., 2023). Asam askorbat dipilih karena memiliki toksisitas rendah, mudah diperoleh, dan lebih aman dibanding reduktor sintesis seperti hidrazin (Khosroshahi et al., 2018). Penggunaan bahan alami sebagai reduktor dapat membantu mengurangi dampak pencemaran lingkungan serta meningkatkan keamanan proses sintesis material kimia.

Penggunaan bahan alami dalam proses sintesis juga mendukung efisiensi penggunaan sumber daya dan pengurangan limbah berbahaya. Penerapan sintesis ramah lingkungan menunjukkan bahwa perkembangan teknologi kimia dapat dilakukan tanpa mengabaikan aspek keberlanjutan lingkungan. Pemanfaatan bahan alami dalam proses sintesis menjadi salah satu bentuk penerapan green chemistry untuk mendukung pengembangan proses kimia yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan.

Kesimpulan dan Saran

Penerapan green chemistry melalui pemanfaatan limbah dan bahan alami dapat menjadi salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif proses kimia terhadap lingkungan. Limbah biomassa seperti tempurung kawista dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan briket ramah lingkungan yang memiliki nilai guna dan nilai ekonomis. Selain itu, biomassa juga dapat digunakan sebagai adsorben alami dalam pengolahan limbah logam berat Pb. Penggunaan bahan alami seperti asam L-askorbat dalam proses sintesis menunjukkan bahwa bahan ramah lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti bahan kimia sintesis yang lebih berbahaya. Pemanfaatan limbah dan bahan alami menunjukkan potensi yang baik dalam mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih berkelanjutan. Pemanfaatan limbah dan bahan alami dalam penerapan green chemistry perlu terus dikembangkan, baik dalam bidang penelitian maupun penerapannya di masyarakat dan industri. Penggunaan limbah biomassa sebagai bahan ramah lingkungan dapat menjadi alternatif untuk mengurangi pencemaran sekaligus meningkatkan nilai guna limbah organik. Selain itu, diperlukan pengembangan metode pengolahan dan sintesis yang lebih efisien serta ramah lingkungan agar penerapan green chemistry dapat dilakukan secara lebih luas dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Al Idrus, S. W., Mutiah, M., Rahmawati, R., Junaedi, E., & Anwar, Y. A. S. (2021). Sosialisasi Prinsip Green Chemistry untuk Meningkatkan Kesadaran Akan Bahaya Limbah Kimia Terhadap Lingkungan pada Mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia FKIP UNRAM. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Indonesia*, 3(2). <https://doi.org/10.29303/jpmsi.v3i2.135>

- Aminah, U., & Nur, F. (2019). Biosorpsi Logam Berat Timbal (Pb) Oleh Bakteri. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 12(1). <https://doi.org/10.24252/teknosains.v12i1.7868>
- Asyifa, S. (2025). Strategi Bioproduksi Berkelanjutan dari Limbah Pertanian: Integrasi Konsep Circular Economy untuk Minimasi Emisi dan Nilai Tambah Tinggi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 14(1), 68–77. <https://doi.org/10.29103/jtku.v14i1.21667>
- Bhoite, Dipali. D. (2026). *Green Chemistry Principles and Applications*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.18707455>
- Hadi, K. (2019). Desain dan Uji Coba Praktikum Green Chemistry dengan Memanfaatkan Logam Bekas pada Sel Volta. *Konfigurasi : Jurnal Pendidikan Kimia Dan Terapan*, 3(2), 86. <https://doi.org/10.24014/konfigurasi.v3i2.7607>
- Halim, A., Romadon, J., & Achyar, M. Y. (2022). Pembuatan Adsorben dari Sekam Padi Sebagai Penyerap Logam Berat Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) Dalam Air Limbah. *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 3(2), 66–74. <https://doi.org/10.36441/seoi.v3i2.448>
- Ikhwan, M., Nisa, F., Nurfebruary, N. S., Rosnita, L., Rachman, A., & Azhari, M. (2025). Peningkatan Nilai Ekonomi Limbah Sekam Padi Melalui Pelatihan Pembuatan Briket Bioarang. *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*, 4(1), 49–57. <https://doi.org/10.29103/jmm.v4i1.21529>
- Irawati, D., Lukmandaru, G., Sulisty, J., Sunarta, S., Listyanto, T., Widada, J., Supriyatno, N., & Rizal, Y. (2020). Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Biomassa Sawit Ramah Lingkungan di PT Semen Baturaja. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 6(4). <https://doi.org/10.22146/jpkm.44874>
- Khoirah, L. M., Barroroh, H., Taufik, M., Royyanuddin, M., Akbar, F. A., Amaliyah, N. R., & Yulianti, E. (2025). Adsorptive Performance of Gelatin-Hematite Composite Synthesized from Iron Lathe Waste Using Guava Leaf Extract For Pb(II) Removal From Aqueous Solutions. 12(1). <https://repository.uin-malang.ac.id/24374/>
- Khosroshahi, Z., Kharaziha, M., Karimzadeh, F., & Allafchian, A. (2018). Green reduction of graphene oxide by ascorbic acid. 020009. <https://doi.org/10.1063/1.5018941>
- Kulkarni, D., Sherkar, R., Shirsathe, C., Sonwane, R., Varpe, N., Shelke, S., More, M. P., Pardeshi, S. R., Dhaneshwar, G., Junnuthula, V., & Dyawanapelly, S. (2023). Biofabrication of nanoparticles: Sources, synthesis, and biomedical applications. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11, 1159193. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1159193>
- Mulyawan, R., Saefumillah, A., & Foliatini, F. (2015). Biosorpsi Timbal oleh Biomassa Daun Ketapang. *Molekul*, 10(1), 45. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2015.10.1.173>
- Osman, A. I., Zhang, Y., Farghali, M., Rashwan, A. K., Eltaweil, A. S., Abd El-Monaem, E. M., Mohamed, I. M. A., Badr, M. M., Ihara, I., Rooney, D. W., & Yap, P.-S. (2024). Synthesis of green nanoparticles for energy, biomedical, environmental, agricultural, and food applications: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 22(2), 841–887. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01682-3>
- Putri, N. A., Hikmah, U., & Prasetyo, A. (2023). Green Sintesis Oksida Grafena Tereduksi dari Arang Tempurung Kelapa dan Kayu Dengan Menggunakan Reduktor Ramah

- Lingkungan Asam L-Askorbat. *Jurnal Kimia*, 82. <https://repository.uin-malang.ac.id/14738/>
- Setyorini, D., Arninda, A., Syafaatullah, A. Q., & Panjaitan, R. (2023). Penentuan Konstanta Isoterm Freundlich dan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Terhadap Asam Asetat. *Eksergi*, 20(3), 149. <https://doi.org/10.31315/e.v20i3.10835>
- Sharma, S. K., & Mudhoo, A. (Eds.). (2010). *Green Chemistry for Environmental Sustainability* (0 ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/EBK1439824733>
- Vaishnavi Chauthi, M. S. (2026). *Green Chemistry: A Sustainable Approach*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.18186449>
- Yani, D. A., Juliansyah, H., Puteh, A., & Anwar, K. (2022). Minimalisasi Biaya Produksi Usaha Tani Melalui Pemanfaatan Limbah Buah-buahan Sebagai Pupuk Organik cair. *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*, 1(2), 01. <https://doi.org/10.29103/jmm.v1i2.8237>
- Yulianti, E., Jannah, R., Khoiroh, L. M., & Istighfarini, V. N. (2019). Briket Arang Tempurung Kawista (*Limonia acidissima*) Teraktivasi NaOH dengan Perekat Alami. *al-Kimiya*, 6(1), 1–8. <https://repository.uin-malang.ac.id/5036/>