



IMPLEMENTASI MESIN HIDROTERMAL UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH POPOK BAYI

IMPLEMENTATION OF HYDROTHERMAL MACHINE FOR BABY DIAPERS WASTE PROCESSING

Esta Larosa¹, Abdi Gunawan Djafar², Niniek Pratiwi³, Syafriyani⁴,

Sartika Dewi Usman⁵, Sri Ayu Ashari⁶

^{1,2,3,4,5,6} Universitas Negeri Gorontalo

Email ¹esta@ung.ac.id, ²abdi_djafar@ung.ac.id, ³niniekat@ung.ac.id, ⁴syaf.riyani@ung.ac.id

⁵sartikadewi@ung.ac.id, ⁶sriayu@ung.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: Nov 2024

Disetujui: Nov 2024

Dipublikasikan:

Nov 2024

Kata Kunci:

limbah, mesin,
mesin
hidrotermal,
popok bayi

Keywords:

waste, machine,
hydrothermal
machine, diapers

Abstrak

Penggunaan popok bayi sekali pakai terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan perubahan gaya hidup yang mengutamakan kenyamanan. Namun, limbah popok bayi menjadi salah satu masalah lingkungan yang signifikan karena kandungan bahan sintesis dan kimia yang sulit terurai secara alami. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknologi mesin hidrotermal sebagai solusi pengolahan limbah popok bayi yang ramah lingkungan dan efisien. Teknologi hidrotermal memanfaatkan suhu dan tekanan tinggi untuk mendekomposisi bahan organik dan sintesis dalam limbah popok, menghasilkan produk yang dapat dimanfaatkan kembali, seperti bahan konstruksi, energi alternatif, atau pupuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses hidrotermal mampu mengurangi volume limbah popok hingga 90% serta menghasilkan material yang bermanfaat. Implementasi teknologi ini mendukung pengurangan limbah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan mendekati pada visi zero waste, menjadikannya solusi berkelanjutan untuk tantangan pengolahan limbah.

Abstract

The use of disposable baby diapers continues to increase in line with population growth and lifestyle changes that prioritize convenience. However, baby diaper waste has become a significant environmental issue due to its synthetic and chemical components that are difficult to decompose naturally. This study aims to apply hydrothermal machine technology as an environmentally friendly and efficient solution for processing baby diaper waste. Hydrothermal technology utilizes high temperatures and pressure to decompose organic and synthetic materials in diapers, resulting in reusable products such as construction materials, alternative energy, or fertilizers. The study results show that the hydrothermal process can reduce diaper waste volume by up to 90% and produce valuable materials. The implementation of this technology supports waste reduction at landfills (TPA) and advances the vision of zero waste, making it a sustainable solution for waste management challenges.

PENDAHULUAN

Penggunaan popok bayi terus meningkat, seiring dengan pertumbuhan populasi dan perubahan gaya hidup yang menuntut kenyamanan. Popok bayi sekali pakai telah menjadi salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan modern. (Ernyasih et al., 2023) (Amalia & Halomoan, 2023). Popok sekali pakai merupakan produk dengan daya serap tinggi yang dirancang untuk menampung sisa metabolisme, seperti urin dan feses. Popok ini terbuat dari bahan plastik yang dipadukan dengan berbagai campuran bahan kimia. (Sumarmi et al., 2021). Penggunaan popok bayi yang tinggi, jika tidak diikuti dengan sistem pengelolaan atau pemanfaatan limbah yang baik, dapat menimbulkan masalah besar bagi kebersihan dan kesehatan lingkungan (Firdausi et al., 2022), (Dwi Prasetyo et al., 2021), (Budiarso et al., 2023) serta memberikan kontribusi signifikan terhadap jumlah limbah domestik. Limbah popok bayi tergolong dalam limbah yang memiliki kategori Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) (Purwati et al., 2023) dan menjadi limbah rumah tangga di berbagai negara. In Mexico used disposable diapers account for 6.5% of the urban waste that is sent to landfills, as no alternative treatment or valorization options is available (Espinosa-Valdemar et al., 2014). Limbah ini sulit terurai secara alami karena bahan-bahan sintesis seperti plastik dan polimer penyerap, yang dirancang untuk meningkatkan daya serap dan kenyamanan pengguna. Hal ini menimbulkan tantangan besar dalam pengelolaan limbah, terutama di daerah perkotaan dengan tingkat populasi yang tinggi.

Dampak lingkungan dari limbah popok bayi sangat serius. Proses dekomposisi alami popok sekali pakai membutuhkan waktu hingga 500 tahun, yang memperburuk masalah penumpukan di tempat pembuangan akhir (TPA). Selain itu, limbah ini sering kali mencemari lingkungan sekitar, termasuk tanah dan air, karena kandungan bahan kimia berbahaya serta potensi penyebaran patogen. Kondisi ini menunjukkan perlunya solusi inovatif yang dapat mengatasi masalah limbah popok secara efektif dan ramah lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan teknologi mesin hidrotermal dalam pengolahan limbah popok bayi sebagai solusi yang ramah lingkungan dan efisien serta bernilai guna. Limbah popok bayi dapat diolah menjadi berbagai produk, seperti menjadi pot bunga (Rohani et al., 2023), bahan konstruksi bangunan yaitu dinding panel (Pratiwi et al., 2024), energi alternatif seperti briket (Habibah et al., 2024) dan biogas (Asrianti et al., 2021) bahan campuran batu bata ringan (Nuralfiliani et al., n.d.), menjadi pupuk tanaman (Ramdani et al., 2022).

Teknologi hidrotermal berfungsi dengan memanfaatkan suhu dan tekanan tinggi untuk memecah komponen organik dan sintesis dalam limbah, termasuk serat selulosa, polimer, dan bahan organik lainnya, yang biasa terdapat pada popok bayi. Proses ini tidak hanya berpotensi untuk mendaur ulang material-material tersebut, tetapi juga secara signifikan mengurangi volume limbah yang dihasilkan, sehingga mendukung upaya pengurangan limbah yang berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Penerapan teknologi ini selaras dengan gerakan zero waste, yang bertujuan untuk mengurangi limbah dengan pendekatan daur ulang, penggunaan ulang, dan pengurangan produksi limbah (Pratiwi et al., 2024). Dengan teknologi hidrotermal, bahan-bahan dalam popok bayi dapat diproses ulang dan digunakan kembali, mengurangi ketergantungan pada sumber daya baru dan memberikan kontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Penelitian yang telah dilakukan (PUTRI et al., 2023) menunjukkan bahwa teknologi hidrotermal karbonisasi mampu mengurangi volume sampah popok bayi rata-rata mencapai 74,06%. Teknologi ini membuka peluang untuk pemanfaatan kembali material yang ada dalam popok untuk aplikasi lain, seperti bahan baku industri atau energi, mendekatkan kita pada visi zero waste secara lebih luas.

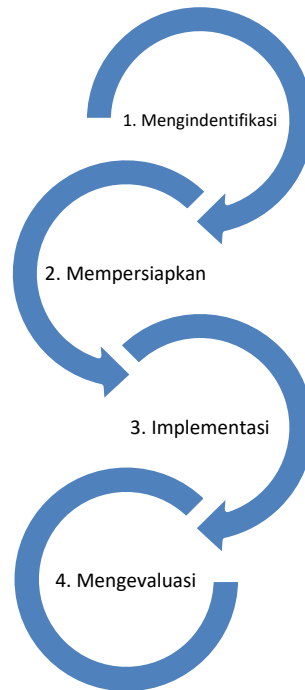
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dan pengujian teknis untuk mengimplementasikan mesin hidrotermal pada pengolahan limbah popok bayi. Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Pengumpulan dan Persiapan Limbah Popok Bayi
 - a. Mengumpulkan sampel limbah popok bayi yang telah digunakan, dengan memperhatikan berbagai kondisi limbah, seperti jenis popok, kadar air, dan kadar kontaminasi.
 - b. Menyiapkan popok bayi untuk proses hidrotermal.
2. Proses Hidrotermal
 - a. Menggunakan mesin hidrotermal yang telah dirancang untuk memproses limbah popok bayi dengan tekanan dan suhu yang telah ditentukan.
 - b. Proses pemanasan yang terjadi dengan menggunakan air bertekanan untuk mendekomposisi bahan organik dalam popok bayi (seperti gel penyerap dan bahan biodegradabel lainnya).
 - c. Menentukan waktu dan suhu pemrosesan optimal untuk degradasi bahan limbah secara efisien.
3. Hasil Pengolahan Limbah Popok Bayi
 - a. Melihat karakteristik produk akhir, peneliti menilai hasil dari pengolahan limbah popok bayi melalui proses hidrotermal, material yang telah terurai.
 - b. Menentukan potensi untuk memanfaatkan produk sampingan dari proses yang dihasilkan, bahwa material yang terurai dengan tekstur yang kering sempurna dapat dijadikan bahan untuk produk bangunan seperti bahan untuk membuat blok konstruksi ramah lingkungan.
 - c. Evaluasi Kualitas: Melakukan evaluasi terhadap kualitas produk akhir, baik dari segi keamanan lingkungan, kadar kontaminasi, maupun kemanfaatan sebagai bahan yang dapat didaur ulang atau digunakan kembali.
 - d. Mengukur emisi atau limbah gas yang dihasilkan selama proses hidrotermal untuk memastikan bahwa proses tersebut aman bagi lingkungan.
 - e. Menganalisis proses untuk potensi peningkatan efisiensi, mengurangi biaya operasional, serta meningkatkan kualitas hasil akhir.

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini untuk menguji implementasi mesin hidrotermal dalam pengolahan limbah popok bayi dengan tahapan sebagai berikut: (1) Mengidentifikasi sumber daya yang diperlukan seperti sampel limbah popok bayi, mesin hidrotermal dan perlengkapan lain untuk implementasi mesin (2)Menyiapkan sumber daya yang diperlukan, sampel limbah popok bayi dari berbagai sumber, serta bahan tambahan seperti air dan gas LPG sebagai bahan bakar; (3) Implementasi proses Pengolahan Limbah Menggunakan Mesin Hidrotermal; (3) mengevaluasi hasil dari limbah popok bayi yang telah diolah.



Gambar 1. Prosedur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan dan Persiapan Limbah Popok Bayi

Limah popok bayi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari berbagai jenis popok sekali pakai yang telah digunakan oleh bayi, peneliti hanya menggunakan limbah popok yang menampung urin(pipis). Sebelum diproses, popok bayi di gunting terlebihdahulu agar lebih mudah terurai selama proses hidrotermal.



Gambar 2. Pengumpulan popok

Pengumpulan limbah popok bayi dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pengambilan sampel secara selektif dari berbagai sumber dari rumah-rumah warga hingga tempat penitipan anak.



Gambar 3. Proses pengguntingan agar mudah terurai di dalam mesin

2. Proses Hidrotermal

- a. Menggunakan mesin hidrotermal yang telah dirancang untuk memproses limbah popok bayi
- b. Proses pemanasan yang terjadi dengan menggunakan air untuk mendekomposisi bahan organik dalam popok bayi.
- c. Menentukan waktu dan suhu pemrosesan optimal untuk degradasi bahan limbah secara efisien.



Gambar 4. Mesin Hidrotermal

Proses pemanasan dan tekanan yang diberikan mengakibatkan bahan-bahan dalam popok, seperti gel penyerap dan polimer, untuk terurai. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, ditemukan beberapa variabel yang mempengaruhi efisiensi proses ini:

1. Proses hidrotermal yang dilakukan menggunakan air sebanyak 1-2 liter menunjukkan hasil awal bahwa dalam waktu ± 20 menit, uap mulai terbentuk. Hal ini menandakan bahwa suhu di dasar tabung telah mencapai lebih dari 100°C , meskipun suhu udara yang terukur di dekat tutup tabung maksimal hanya mencapai 99°C .



Gambar 5. Proses memasukkan air sebanyak 1-2 liter.

2. Pembentukan Uap di Dasar Tabung, saat dipanaskan, suhu di dasar tabung tempat kontak langsung antara air dan sumber panas dari kompor dapat dengan mudah melebihi 100°C di bawah tekanan hidrotermal. Uap yang dihasilkan akan mengalir keluar



Gambar 6. Uap keluar dari tabung

3. Termometer yang diletakkan di sekitar tutup tabung hanya mengukur suhu udara atau uap di area tersebut. Suhu ini lebih rendah karena adanya kemungkinan:
 - a) Kehilangan Panas (Heat Loss): Uap yang bergerak ke atas kehilangan energi panas saat bersentuhan dengan dinding tabung yang lebih dingin.
 - b) Kebocoran Uap: Adanya kebocoran kecil di sistem dapat menyebabkan suhu maksimum yang terukur di dekat tutup tabung tidak dapat melebihi 99°C .
4. Tekanan dalam sistem yang benar-benar tertutup dan tidak ada kebocoran, tekanan uap akan meningkat, memungkinkan suhu udara dan cairan di dalam tabung untuk naik lebih dari 100°C . Kebocoran menghambat tekanan ini, sehingga suhu udara tetap mendekati titik didih air di tekanan atmosfer.

3. Hasil Pengolahan Limbah Popok Bayi



Gambar 7. Hasil dengan jumlah popok 10 dan ditambahkan air sebanyak 1-2 liter



Gambar 8. Popok yang telah melalui proses hidrotermal di jemur agar kering sempurna



Gambar 9. Limbah Popok yang sudah di jemur



Gambar 10. Hasil akhir dari pengolahan limbah popok bayi melalui proses hidrotermal

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa mesin hidrotermal merupakan solusi yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengolah limbah popok bayi, terutama yang digunakan untuk menampung urin. Proses hidrotermal dapat mendekomposisi bahan-bahan dalam popok bayi dengan baik, mengurangi volume limbah hingga 90%, dan menghasilkan produk sampingan yang dapat digunakan kembali, seperti bahan untuk konstruksi ramah lingkungan. Implementasi teknologi hidrotermal ini mendukung upaya pengurangan limbah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan memberikan kontribusi pada gerakan *zero waste*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini, yaitu:

1. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Program Dana Padanan Vokasi 2024, atas dukungan pendanaan dan fasilitas yang diberikan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Gorontalo atas bimbingan dan fasilitas akademik yang diberikan selama proses penelitian berlangsung.
3. Seluruh Tim dan Pihak Pendukung yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses pengumpulan data, pelaksanaan eksperimen, serta penyusunan hasil penelitian ini.

Dukungan dari berbagai pihak ini sangat berarti bagi keberhasilan penelitian ini dalam mengembangkan teknologi pengolahan limbah popok bayi yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, C. I., & Halomoan, N. (2023). Kajian Pemahaman Masyarakat Terhadap Sampah Popok Bayi Sekali Pakai Di Kota Bandung. *Prosiding FTSP, Jl. PHH. Mustopa 23 Bandung*.
- Asrianti, Kalla, R., N Nurjannah, & M Arman. (2021). *Produksi Biogas secara Anaerob dari Popok Bayi Bekas dan Limbah Organik (Biogas Production by Anaerobic from Used Baby Diapers and Organik Waste)*.
- Budiarto, R., PARANITA, N. A. I., Qolbi, R. J., Hanifah, R., Putri, L. R. H., Hasanah, S. K., Permana, A. Y., Kusumaningsih, T. R., Sulastri, E., & Sujono. (2023). Pengenalan Pengolahan Sampah Popok menjadi Media Tanaman Hias dalam Pemberdayaan Masyarakat untuk Pengelolaan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Pengabdian, Riset, Kreativitas, Inovasi, Dan Teknologi Tepat Guna, 1(2)*, 46–54. <https://doi.org/10.22146/parikesit.v1i2.9613>
- Dwi Prasetyo, F., Triastianti, R. D., & Ayuningtyas, E. (2021). *PEMANFAATAN LIMBAH POPOK BAYI (DIAPERS) SEBAGAI MEDIA TANAM* (Vol. 21, Issue 1).
- Ernyasih, Pratiwi, W. E., Andriyani, Lusida, N., & Mallongi, A. (2023). ANALISIS PENGETAHUAN, PENDIDIKAN DAN SIKAP MANAJEMEN POPOK SEKALI PAKAI. *Environmental Occupational Health and Safety Journal* •, 4(1), 75.
- Espinosa-Valdemar, R. M., Sotelo-Navarro, P. X., Quecholac-Piña, X., Beltrán-Villavicencio, M., Ojeda-Benítez, S., & Vázquez-Morillas, A. (2014). Biological recycling of used baby diapers in a small-scale composting system. *Resources, Conservation and Recycling, 87*, 153–157. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2014.03.015>
- Habibah, U., R.I.U, A., & Suwandi. (2024). Studi Potensi Briket Limbah Popok Bayi, Pembalut Wanita, Dan Tisu Toilet Dengan Lignoselulosa. *E-Proceeding of Engineering*.
- Nuralfiliani, Mustakim, & Jabir, M. (2024). Pemanfaatan Limbah Hidrogel Popok Bayi Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Bata Ringan. *Sultra Civil Engineering Journal (SCiEJ)*, 5.
- Pratiwi, N., Abdi Gunawan Djafar, M., Syafriyani, M., & Esta Larosa, Ma. (2024). *Eco-Blox Inovasi Pembuatan Dinding Panel Berbahan Dasar Limbah Popok Bayi dan Tongkol Jagung Untuk Mendukung Gerakan “Zero Waste”* GET PRESS INDONESIA. www.getpress.co.id
- Pratiwi, N., Abdi Gunawan Djafar, M., Syafriyani, M., & Esta Larosa, Ma. (2024). *Eco-Blox Inovasi Pembuatan Dinding Panel Berbahan Dasar Limbah Popok Bayi dan Tongkol Jagung Untuk Mendukung Gerakan “Zero Waste”* GET PRESS INDONESIA. www.getpress.co.id
- Purwati, S., Oktyajati, N., & Bila, I. S. (2023). *Potensi Implementasi Ekonomi Sirkular dalam Pengolahan Limbah Popok Bayi*. <http://ejournal.unis.ac.id/index.php/UNISTEK>
- PUTRI, G. A., Pratama, Y., DJAENUDIN, & Eriska Putra, H. (2023). *Potensi Pengolahan Sampah Popok Bayi Melalui Teknologi Hidrotermal Karbonisasi*.
- Ramdani, N., Mustam, M., & Azis, H. A. (2022). *POTENSI LIMBAH POPOK BAYI SEBAGAI MATRIKS PENGONTROL PELEPASAN PUPUK UREA PADA TANAMAN CABAI* (Vol. 7, Issue 1). <http://ejournal.uki.ac.id/index.php/edumatsains>

- Rohani, Karyawan, I. D. M. A., Hasyim, Suteja, I. W., Mahendra, M., Yuniarti, R., Widianty, D., Salehudin, Saidah, H., & Salsabila, F. F. (2023). Pengolahan Limbah Popok Bayi Bekas Menjadi Pot Bunga Di Desa Kuripan Utara Kecamatan Kuripan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(3), 870–873. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v6i3.5550>
- Sumarmi, Paulina, & Asmadi. (2021). *FAKTOR – FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN PERILAKU IBU RUMAH TANGGA DALAM PENGELOLAAN POPOK SEKALI PAKAI DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS SUKABANGUN*. <http://ejournal.poltekkes-pontianak.ac.id/index.php/SJK>