

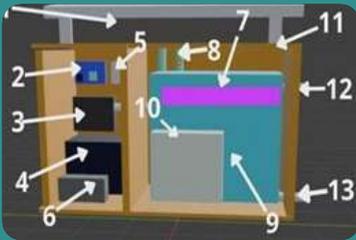


e-ISSN-3063-7198
p-ISSN-3063-9816

JURNAL KRISAKTI

KREATIVITAS INOVASI DAN AKTUALISASI TEKNOLOGI

BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN, RISET DAN INOVASI DAERAH KABUPATEN KEBUMEN



Lubang Resapan Biopori Sebagai Alternatif Pengolahan Sampah Organik Berkelanjutan

Afrie Nardiansyah



Inovasi Teknologi Pengembangan Wisata Cerdas (*Smart Tourism*) Studi Kasus Wisata Unggulan Kabupaten Kebumen

Dio Samudra, Muthmainnatun Mufidah



Inovasi Teknologi Ozonasi & Sinar UV untuk Filtrasi Limbah Batik Sekar Jagad Kebumen Guna Terwujudnya *Environmental Sustainability*

Hestin Wirasti



Saccharum-Briket: Pembuatan Biobriket dari Limbah Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai Alternatif Energi Terbarukan

Mai Satriyani, Annisa Rizmayanti, Yuninda Dewi



Inovasi Pupuk Alternatif PUKOBONAS Berbahan Dasar Limbah

Lusi Annafi Fauza, Lifia Nur Azizah, Bhekti Ardiningtyas

JURNAL KRISAKTI

Kreativitas Inovasi dan Aktualisasi Teknologi

Volume 2 No 1

- Diterbitkan oleh:** Badan Perencanaan Pembangunan, Riset dan Inovasi Daerah Kabupaten Kebumen
- Penanggung Jawab:** Kepala Badan Perencanaan Pembangunan, Riset dan Inovasi Daerah Kabupaten Kebumen
- Ketua Penyunting:** Kepala Bidang Riset dan Inovasi Pada Badan Perencanaan Pembangunan, Riset dan Inovasi Daerah
- Anggota Dewan Penyunting:** Jinggaarani Rosmala Dewi, S.IP, MPA
Aulia Ni'matu Fajar, S.H., M.H.
Kabul Trifiyanto, SE, MBA
- Mitra Bestari:** H. Sarwono, M.Kes
Dr. Irfan Helmi, S.E, M.M
Sigit Triwibowo, S.Pd
Mukhsinun, S.H.I, M.E.I
Sotya Partiw Ediwijoyo, M.M
Taukhid, SE
Aulia Rahmawati, M.P., C.Ed
Ari Susanto, SIP
Siti Fatimah, M.Pd
Muna Fauziah, M.Pd
Dr. Umi Arifah, S.Pd.I, M.M
Dr. Siti Nur Azizah S.E., M.M
- Sekretariat:** Ita Purnamasari, S.Pd
- Desain Grafis:** Zakiyal Fikri, S.T
- Pengiriman Jurnal:** BAPPERIDA Kabupaten Kebumen
Jalan Merdeka Nomor 2 Gedung F Kompleks Setda
Kabupaten Kebumen 54311 Telepon (0287) 381570



DAFTAR ISI

Lubang Resapan Biopori Sebagai Alternatif Pengolahan Sampah Organik Berkelanjutan

Afrie Nardiansyah

1 - 6

Inovasi Teknologi Pengembangan Wisata Cerdas (*Smart Tourism*) Studi Kasus Wisata Unggulan Kabupaten Kebumen

Dio Samudra
Muthmainnatun Mufidah

7 - 12

Inovasi Teknologi Ozonasi & Sinar UV untuk Filtrasi Limbah Batik Guna Terwujudnya *Environmental Sustainability*

Hestin Wirasti

13 - 22

Saccharum-Briket: Pembuatan Biobriket dari Limbah Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai Alternatif Energi Terbarukan

Mai Satriyani
Annisa Rizmayanti
Yuninda Dewi

23 - 31

Inovasi Pupuk Alternatif PUKOBONAS Berbahan Dasar Limbah

Lusi Annafi Fauza D
Lifia Nur Azizah
Bhekti Ardiningtyas

32 - 36

Lubang Resapan Biopori sebagai Alternatif Pengolahan Sampah Organik Berkelanjutan

Biopore Absorption Holes as an Alternative for Sustainable Organic Waste Management

Afrie Nardiansyah

Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen
Jl. Kutoarjo Km 05 Wonoboyo, Jatisari, Kec. Kebumen, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah 54317
Email: afrienardiansyah@umnu.ac.id

Naskah Masuk: 1 November 2024 Naskah Revisi: 18 Juni 2025 Naskah Diterima: 3 Juli 2025

ABSTRACT

Waste management has not yet become a community awareness and is still carrying out hereditary habits in its management. Waste in the community is not sorted and mostly just burned. This is a problem of environmental pollution. Organic waste is also not utilized properly. In addition, there are other problems related to puddles of water that are difficult to infiltrate into the ground at several points of the village road, causing water infiltration in Wonotirto Village, Karanggayam Subdistrict, Kebumen Regency to be less smooth. This study aims to determine the effectiveness of organic waste management by making biopore infiltration holes in Wonotirto Village. The research was conducted in August 2023. The method used in this activity is observation and then field practice for making biopore infiltration holes. The results obtained from observations are that the existence of biopore holes filled with organic waste is effective in decomposing waste, improving soil health, increasing water absorption and reducing flooding, and preserving the environment. The community also increased their awareness to keep their environment good because the community saw the process of making and the results for the environment. Therefore, biopore infiltration pits are effective in overcoming the problem of waterlogging about 70% and the management of unutilized organic waste.

Keywords: *biopore, organic waste, soil fertility, water catchment, waste management*

ABSTRAK

Pengelolaan sampah belum menjadi kesadaran masyarakat dan masih menjalankan kebiasaan turun-temurun dalam pengelolaannya. Sampah yang ada di masyarakat tidak dipilah dan kebanyakan hanya dibakar. Hal ini menjadi permasalahan pencemaran lingkungan. Limbah organik pun tidak dimanfaatkan dengan baik. Selain itu adanya permasalahan lain terkait dengan genangan air yang sulit teresap ke dalam tanah di beberapa titik jalan desa menyebabkan resapan air di Desa Wonotirto, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen kurang lancar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pengelolaan sampah organik dengan membuat lubang resapan biopori di Desa Wonotirto. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2023. Metode yang dilakukan dalam kegiatan ini yaitu observasi kemudian praktik lapang untuk pembuatan lubang resapan biopori. Hasil yang didapat dari observasi yaitu adanya lubang biopori yang diberi timbunan sampah organik efektif dalam penguraian sampah, peningkatan kesehatan tanah, meningkatkan resapan air dan mengurangi banjir, serta menjaga kelestarian lingkungan. Masyarakat pun meningkat kesadarannya untuk menjaga lingkungannya tetap baik karena masyarakat melihat sendiri proses pembuatan dan hasilnya untuk lingkungan. Oleh karena itu, lubang resapan biopori efektif dalam mengatasi permasalahan genangan air sebesar 70% dan pengelolaan sampah organik yang belum dimanfaatkan.

Kata kunci : *biopori, kesuburan tanah, pengelolaan sampah, resapan air, sampah organik*

PENDAHULUAN

Tantangan pengelolaan sampah organik yang terus meningkat merupakan masalah penting yang berdampak pada masyarakat perkotaan dan pedesaan di seluruh dunia. Sampah organik, termasuk sisa makanan, sisa

pertanian, dan sampah pekarangan, merupakan bagian yang signifikan dari aliran sampah, tetapi sering kali tidak dikelola dengan benar. Ketika dibiarkan terurai di tempat pembuangan akhir, sampah organik menghasilkan gas metana, gas rumah kaca yang kuat yang berkontribusi terhadap perubahan iklim (Ashari, 2024). Selain

itu, praktik pembuangan yang tidak efisien menyebabkan pemborosan sumber daya, karena nutrisi yang berharga dalam bahan organik hilang dan tidak didaur ulang kembali ke dalam tanah. Kurangnya strategi pengelolaan sampah organik yang tepat tidak hanya berdampak pada kelestarian lingkungan, tetapi juga menimbulkan risiko kesehatan dan menimbulkan beban ekonomi. Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, sangat penting untuk mengeksplorasi dan menerapkan metode yang efektif untuk mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang sampah organik, mengubahnya dari masalah menjadi sumber daya yang berharga.

Kesadaran masyarakat akan pengelolaan sampah organik di masyarakat desa sangat bervariasi, sering kali dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti akses terhadap pendidikan, infrastruktur, dan inisiatif pengelolaan sampah lokal. Berikut adalah beberapa poin penting mengenai tingkat kesadaran umum, seperti pengetahuan dan praktik tradisional, kurangnya informasi terstruktur, dampak lingkungan dan kesehatan, prakarsa berbasis komunitas, ketertarikan, serta intervensi pemerintah dan LSM.

Di banyak desa, sampah organik secara historis telah dimanfaatkan kembali, seperti menggunakan sisa makanan untuk pakan ternak atau membuat kompos dari limbah tanaman di ladang. Praktik-praktik tradisional ini berkontribusi pada kesadaran dasar pengelolaan sampah organik, meskipun mungkin tidak selalu selaras dengan pengomposan modern atau teknik pengelolaan sampah. Pendidikan formal tentang pengelolaan sampah masih terbatas, dan penduduk mungkin tidak sepenuhnya sadar akan dampak lingkungan dari pembuangan sampah organik yang tidak tepat. Tanpa kampanye informasi yang terstruktur, pemahaman mungkin terbatas pada praktik-praktik rumah tangga dan masyarakat, tanpa kesadaran yang lebih luas tentang manfaat lingkungan.

Kesadaran yang terbatas sering kali berarti bahwa penduduk mungkin tidak sepenuhnya mendapat informasi tentang risiko lingkungan dan kesehatan akibat membiarkan sampah organik terurai secara tidak benar, seperti emisi metana dan daya tarik hama. Meningkatkan kesadaran tentang risiko-risiko

ini dapat meningkatkan motivasi untuk mengadopsi praktik-praktik yang lebih baik.

Di mana ada program kesadaran atau inisiatif nirlaba, cenderung ada pemahaman dan keterlibatan yang lebih besar. Proyek pengomposan sampah yang dipimpin oleh masyarakat, inisiatif biopori, dan program pertanian organik skala kecil membantu meningkatkan kesadaran tentang manfaat mengelola sampah organik secara berkelanjutan.

Penduduk desa dapat menjadi lebih sadar dan terlibat dalam pengelolaan sampah organik jika mereka memahami nilai ekonomi dari kompos sebagai pupuk. Ketika anggota masyarakat menyadari bahwa sampah organik dapat berkontribusi pada peningkatan kesuburan tanah dan hasil panen, mereka akan lebih termotivasi untuk mengadopsi praktik-praktik yang berkelanjutan.

Pemerintah daerah atau LSM melakukan kampanye, pelatihan, atau menyediakan sumber daya seperti tempat sampah kompos atau peralatan biopori untuk meningkatkan kesadaran dan adopsi praktik pengelolaan sampah organik. Pendidikan dan sumber daya yang disesuaikan dengan konteks pedesaan sering kali efektif dalam mempromosikan praktik-praktik berkelanjutan. Meningkatkan kesadaran pengelolaan sampah organik di masyarakat desa membutuhkan program edukasi yang sesuai, demonstrasi manfaat praktis, dan sumber daya yang sesuai dengan praktik dan tantangan lokal. Kombinasi ini secara bertahap dapat mengarah pada praktik pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan di lingkungan pedesaan.

Lubang resapan biopori menawarkan cara yang efektif untuk mengelola sampah organik dengan mengubahnya menjadi sumber daya untuk pengayaan tanah dan penyerapan air. Lubang resapan biopori merupakan solusi inovatif dan ramah lingkungan untuk meningkatkan resapan tanah dan mengelola limpasan air perkotaan. Dikembangkan sebagai respons berkelanjutan terhadap tantangan lingkungan, lubang biopori adalah terowongan vertikal kecil yang dibuat di dalam tanah untuk meningkatkan penyerapan air dan meningkatkan permukaan air tanah. Dengan menyalurkan air hujan langsung ke dalam tanah, lubang-lubang ini mencegah penumpukan air di permukaan, mengurangi risiko banjir, dan

membantu mengisi ulang akuifer. Selain itu, lubang biopori juga berkontribusi terhadap kesehatan tanah dengan menumbuhkan keanekaragaman hayati dan meningkatkan proses penguraian, sehingga menjadi tambahan yang berharga bagi ruang hijau perkotaan, kebun, dan area pertanian. Dengan demikian, lubang resapan biopori tidak hanya merupakan metode yang efektif untuk mengelola air secara berkelanjutan, tetapi juga merupakan langkah menuju masyarakat yang lebih tangguh dan lebih hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mengelola sampah organik menjadi produk yang bermanfaat seperti pupuk dan menambah jumlah resapan air di Desa Wonotirto.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu observasi dan eksperimental. Hasil yang didapat disusun secara kualitatif dengan pendeskripsian. Analisis deskriptif dilakukan dengan menjabarkan data yang didapatkan dari hasil penelitian (Hikmah dan Saputra, 2020). Penelitian dilakukan di Desa Wonotirto, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen pada bulan Agustus 2023.

Tahapan-tahapan dalam kegiatan ini, antara lain dimulai dari survei lokasi untuk menentukan permasalahan yang terjadi, sosialisasi dan pelatihan pembuatan biopori bersama warga desa, mengelola sampah organik ke dalam lubang biopori, monitoring biopori saat terjadi hujan, pengamatan resapan, kemudian mengevaluasi kejadian genangan air serta hasil dari sampah organik yang ditimbun. Biopori yang dibuat mengadopsi dari Karuniastuti (2014), diameter lubang sebesar 25 cm dengan kedalaman tanah sebesar 100 cm dari permukaan tanah. Penempatan lubang biopori dibedakan menjadi beberapa titik, seperti tengah lahan, pinggir jalan, dan permukaan tanah yang cekung. Hasil observasi sebagai data primer ditulis secara deskriptif. Data sekunder dalam penelitian ini berupa studi literatur dari hasil penelitian terdahulu yang kajiannya sesuai dengan topik penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah cara kerja lubang resapan biopori dalam mengatasi masalah sampah organik yaitu penguraian sampah organik, peningkatan kesuburan tanah, meningkatkan

resapan air dan mengurangi banjir, serta menjaga kelestarian lingkungan.

1. Penguraian Sampah Organik

Lubang biopori dapat diisi dengan bahan sampah organik seperti sisa makanan, daun-daun kering, dan sampah kebun kecil. Sampah tersebut kemudian terurai secara alami di dalam lubang, terurai melalui aktivitas mikroba. Proses ini tidak hanya mengelola sampah secara lokal tetapi juga mengurangi jumlah sampah organik yang dikirim ke tempat pembuangan akhir, di mana sampah tersebut akan menghasilkan gas metana.

2. Peningkatan Kesuburan Tanah

Ketika bahan organik terurai di dalam lubang biopori, secara bertahap akan memperkaya tanah di sekitarnya dengan unsur hara penting. Kompos yang kaya nutrisi ini bertindak sebagai pupuk alami, meningkatkan kesehatan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penambahan bahan organik juga meningkatkan kapasitas tanah untuk menahan air dan mendorong keanekaragaman hayati dengan mendukung organisme tanah yang bermanfaat.

3. Meningkatkan Resapan Air dan Mengurangi Banjir

Dengan menggunakan lubang biopori untuk sampah organik, struktur tanah menjadi lebih baik, membuatnya lebih berpori. Porositas yang meningkat ini membantu air hujan meresap lebih efektif ke dalam tanah, mengurangi limpasan permukaan dan menurunkan risiko banjir. Hasilnya, lubang biopori memberikan manfaat ganda, yaitu pengelolaan sampah dan konservasi air.

4. Kelestarian Lingkungan

Lubang biopori menyediakan metode yang berkelanjutan bagi masyarakat untuk menangani sampah organik secara lokal. Pendekatan lokal ini meminimalisir kebutuhan pengangkutan sampah, menurunkan emisi gas rumah kaca dari penguraian sampah, dan mempromosikan pendekatan sirkular dalam pengelolaan sampah dengan mengembalikan unsur hara ke dalam tanah.

Dengan cara tersebut, lubang resapan biopori berkontribusi dalam memecahkan masalah sampah organik dengan mengintegrasikan pengelolaan sampah dengan praktik-praktik berkelanjutan yang bermanfaat bagi lingkungan dan mendukung ketahanan kota.

Lubang resapan biopori merupakan solusi efektif untuk mengatasi genangan air (Nurhayati *et al.*, 2018) dan mencegah genangan air di daerah yang rawan genangan air. Berikut ini cara kerja lubang resapan biopori untuk mengatasi masalah tersebut.

1. Meningkatkan Resapan Air

Lubang biopori dirancang untuk meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap air dengan cepat. Ketika air hujan bertemu dengan tanah yang padat, air hujan sering kali menggenang di permukaan, menciptakan genangan air. Namun, terowongan vertikal dari lubang biopori dapat menembus lapisan tanah yang padat, sehingga air dapat meresap lebih dalam ke dalam tanah. Hal ini mengurangi akumulasi air di permukaan dan mencegah terbentuknya genangan air (Setiawan *et al.*, 2018).

2. Mengurangi Limpasan dan Banjir

Dengan mengarahkan air hujan ke dalam tanah, lubang biopori membantu mengurangi limpasan yang berkontribusi terhadap genangan air dan banjir di perkotaan. Di daerah dengan curah hujan tinggi atau saat badai, lubang biopori menyediakan penyangga dengan menyerap kelebihan air, sehingga mengurangi volume air yang mengalir di atas permukaan dan mengurangi risiko banjir kecil maupun besar (Yasa *et al.*, 2022).

3. Meningkatkan Porositas Tanah

Seiring berjalannya waktu, lubang biopori akan meningkatkan porositas tanah di sekitarnya. Ketika bahan organik terurai di dalam lubang, hal ini akan memperkaya tanah, melonggarkan dan membuatnya lebih mampu menyerap air. Struktur tanah yang lebih baik ini memungkinkan drainase yang lebih baik bahkan setelah lubang biopori terisi oleh bahan organik yang membusuk.

4. Pencegahan Genangan Air yang Berkelanjutan

Dibandingkan dengan sistem drainase konvensional yang mungkin mahal untuk dipasang dan dipelihara, lubang biopori adalah alternatif yang murah dan mudah perawatannya. Lubang biopori mencegah genangan air dengan menggunakan proses infiltrasi alami daripada mengandalkan infrastruktur yang rumit, sehingga sangat cocok untuk taman, kebun, dan ruang terbuka lainnya yang sering terjadi genangan air. Melalui mekanisme ini, lubang resapan biopori membantu menjaga permukaan tetap kering, meningkatkan kesehatan tanah, dan mengurangi tantangan air perkotaan dengan cara yang ramah lingkungan.

Penelitian mengenai lubang resapan biopori telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam hal meningkatkan kesehatan tanah, meningkatkan penyerapan air, dan berkontribusi pada pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Berikut adalah beberapa temuan utama dari berbagai penelitian:

1. Peningkatan Resapan Air

Penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa lubang resapan biopori secara signifikan meningkatkan laju infiltrasi air, yang membantu mengurangi limpasan permukaan dan pembentukan genangan air. Di daerah dengan curah hujan yang tinggi, lubang biopori terbukti efektif dalam mengelola air hujan dengan mengalirkannya ke dalam tanah, yang membantu menurunkan risiko banjir lokal.

2. Peningkatan Kesehatan Tanah

Penelitian menunjukkan bahwa mengisi lubang biopori dengan sampah organik dapat meningkatkan siklus hara saat sampah terurai, memperkaya tanah dengan bahan organik dan unsur hara penting. Proses ini tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah tetapi juga meningkatkan aktivitas mikroba dan keanekaragaman hayati di dalam tanah, sehingga membuatnya lebih kuat dan produktif.

3. Pengurangan Sampah Organik

Studi menunjukkan bahwa lubang biopori menawarkan cara yang efektif untuk mengelola sampah organik secara lokal. Dengan mendorong pengomposan langsung di dalam tanah, lubang biopori

mengurangi volume sampah organik yang dikirim ke tempat pembuangan akhir, yang membantu meminimalkan emisi metana dan mengurangi jejak lingkungan yang terkait dengan pengangkutan dan pembuangan sampah (Widyastuty *et al.*, 2019).

4. Peningkatan Pengisian Ulang Air Tanah

Di beberapa daerah, penelitian telah menunjukkan bahwa lubang biopori berkontribusi pada pengisian ulang air tanah. Dengan membiarkan air hujan meresap jauh ke dalam tanah, lubang-lubang ini membantu mengisi kembali akuifer, yang sangat berharga di daerah-daerah yang rawan kekeringan atau kelangkaan air.

5. Efektivitas Biaya dan Aksesibilitas

Penelitian mengenai penerapan biopori di daerah perkotaan dan pedesaan menyoroti biayanya yang murah dan mudah diterapkan. Dibandingkan dengan sistem drainase atau pengelolaan sampah yang rumit, lubang biopori merupakan alternatif hemat biaya yang dapat diimplementasikan dengan pelatihan dan sumber daya yang minimal, sehingga dapat diakses oleh masyarakat dengan anggaran terbatas.

6. Keterlibatan Masyarakat dan Kesadaran Lingkungan

Studi yang berfokus pada proyek biopori berbasis masyarakat menemukan bahwa inisiatif ini sering kali meningkatkan kesadaran lingkungan di antara para peserta. Dengan melibatkan anggota masyarakat secara langsung dalam pemasangan dan pemeliharaan lubang biopori, masyarakat setempat menjadi lebih tertarik pada praktik-praktik berkelanjutan dan mengembangkan rasa kepedulian terhadap lingkungan yang lebih kuat.

Belum banyak masyarakat yang melakukan pengolahan sampah menjadi sesuatu produk yang lebih bernilai. Adanya dua permasalahan tersebut dapat di atas dengan pembuatan lubang resapan biopori untuk membantu peresapan air dan penyimpanan sampah organik sebagai pupuk.

Efektivitas pembuatan lubang biopori dapat dilihat dari penurunan kejadian genangan air di titik genangan yang sama dalam jangka

waktu tertentu. Dalam satu bulan, efektivitas penggunaan biopori dapat menurunkan 70% kejadian genangan air. Hal ini juga didukung dari penempatan biopori yang sesuai dengan titik genangan air saat terjadi hujan. Jika pembuatan biopori dilakukan pada titik yang sama akan lebih efektif dibanding pada titik yang tidak terjadi genangan sebelumnya.

Penempatan lubang biopori dibedakan menjadi beberapa titik, seperti tengah lahan, pinggir jalan, dan permukaan tanah yang cekung. Berdasarkan hasil observasi setelah pembuatan biopori, titik yang paling banyak mengalami kejadian genangan air sebelum pembuatan biopori yaitu pada permukaan tanah yang cekung sehingga menjadi titik kumpul air dari berbagai sisi. Hal ini dikarenakan air bergerak mengikuti gaya gravitasi (Setianto *et al.*, 2022), sehingga air berkumpul di permukaan yang cekung dan dengan adanya lubang resapan biopori air lebih mudah meresap ke dalam tanah melalui zona tidak jenuh air. Lubang resapan biopori memudahkan pori tanah terisi air menjadi cadangan air tanah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa lubang resapan biopori merupakan solusi yang efektif dan berkelanjutan untuk pengelolaan air dan sampah organik, dengan manfaat tambahan untuk kesehatan tanah, keterlibatan masyarakat, dan perlindungan lingkungan. Temuan ini mendukung adopsi lubang biopori yang lebih luas baik di perkotaan maupun di pedesaan sebagai bagian dari pendekatan terpadu untuk pembangunan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian ini disimpulkan bahwa adanya lubang resapan biopori dapat menurunkan genangan air sebesar 70% pada titik genangan. Selain itu, pembuatan lubang resapan biopori efektif dilakukan pada titik dengan kondisi permukaan tanah cekung dan sebelumnya sudah menjadi titik genangan. Adanya lubang resapan biopori juga dapat menjadi simpanan pupuk dalam pengelolaan sampah organik yang tidak termanfaatkan.

Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu perlu adanya pembuatan lubang resapan biopori

secara massal dengan mempertimbangkan hasil kajian ini, terutama pada daerah-daerah yang rawan terbentuk genangan air saat setelah hujan. Namun, lubang resapan biopori ini tidak dapat diterapkan pada semua lokasi, misalnya pada lokasi padat penduduk, maupun pada jalanan aspal atau beton, dan harus memilih lokasi yang kepadatan tanahnya sedang untuk memudahkan proses penggalian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashari, A.M. (2024). Pelatihan Pembuatan Kompos dari Campuran Limbah Daun Kering dan Basah. *Journal of Community Development*, 5(1), 101-107
- Hikmah, S.N. & Saputra, V.H. (2020). Studi Pendahuluan Hubungan Korelasi Motivasi Belajar dan Pemahaman Matematis Siswa terhadap Hasil Belajar Matematika. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*, 3 (1), 7-11
- Karuniastuti, N. (2014). Teknologi Biopori untuk Mengurangi Banjir dan Tumpukan Sampah Organik. *Jurnal Forum Teknologi*, 4(2), 60-68
- Nurhayati, I., Ratnawati, R., Shofwan, M. & Al Kholif, M. (2018). Lubang Resapan Biopori sebagai Strategi Konservasi Air Tanah di Desa Kalanganya Kecamatan Sedati Sidoarjo. *Prosiding Seminar Nasional Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat*, 34-41
- Setianto, D.I., Sriwanto, S. & Sarjanti, E. (2022). Kajian Pola Persebaran Air Tanah di Desa Dukuhwaluh Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas. *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, 9(1), 1-8
- Setiawan, M.F., Nopianto, D. & Purnomo, A. (2018). Fasilitasi Pembuatan Biopori di Perumahan Griya Sekar Gading Gunungpati Semarang. *Proceeding Seminar Nasional Kolaborasi Pengabdian Pada Masyarakat*, 1, 141-145
- Widyastuty, A.A.S.A., Adnan, A.H. & Atrabina, N.A. (2019). Pengolahan Sampah Melalui Komposter dan Biopori di Desa Sedapurklagen Benjeng Gresik. *Abadminas Adi Buana*, 3 (1), 21-32

Yasa, I.W., Suteja, I.W., Putra, I.B.G., Merdana, I.N., Sidemen, I.A.O.S. (2022). Biopori untuk Peresapan Limpasan Air Hujan dan Pengendalian Genangan di Dusun Tanah Embet Kecamatan Batulayar. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5 (4), 241-245

BIODATA PENULIS

Afrie Nardiansyah, lahir di Samarinda pada tanggal 20 April 1995. Magister Teknik Sipil di Universitas Islam Indonesia. Bekerja sebagai dosen di Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen.

Inovasi Teknologi Pengembangan Wisata Cerdas (*Smart Tourism*): Studi Kasus Wisata Unggulan Kabupaten Kebumen

Smart Tourism Development Technology Innovation: Study Case of Featured Tourism in Kabupaten Kebumen

Dio Samudra^{1) a)*}, Muthmainnatun Mufidah^{2) b)}

^{1) 2)} Universitas Islam Negeri KH. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

^{a) b)} Jl. Bojong-rowolaku, Kec. Kajen, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah 54311

^{*)}Email: diosamudra77@gmail.com

Naskah Masuk: 20 Januari 2025 Naskah Revisi: 5 Juni 2025 Naskah Diterima: 3 Juli 2025

ABSTRACT

This study focused on analysing the implementation of the smart tourism concept in several key tourism destinations in Kebumen Regency. By using a qualitative approach and literature review method, this research explored critical aspects related to technological readiness, implementation challenges, and strategies for developing smart tourism in the region. The study identified destinations such as Logending Beach, Jatijajar Cave, and Sempor Reservoir as areas with significant potential to be optimised through the adoption of smart tourism initiatives. The findings revealed that, despite Kebumen's strong natural attractions, there are several challenges to address. These included limitations in digital infrastructure, a lack of adequately skilled human resources (HR) for managing technology, and the need for more intensive collaboration among stakeholders, including local government, business actors, and local communities. The study offered recommendations for a phased implementation strategy, starting with the development of a digital platform serving as a hub for tourist information and interaction. It also suggested integrating Internet of Things (IoT) technologies to enhance service efficiency and strengthening the tourism ecosystem through HR training and cross-sector collaboration programmes. With these measures, Kebumen is expected to realise a technology-driven, competitive, and sustainable tourism destination.

Keywords: digital tourism, innovation, Kebumen tourism, smart destination, technology integration

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada analisis implementasi konsep wisata cerdas pada sejumlah destinasi wisata unggulan di Kabupaten Kebumen. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif dan metode kajian literatur, penelitian ini mengeksplorasi berbagai aspek penting yang berkaitan dengan kesiapan teknologi, tantangan implementasi, serta strategi yang dapat diterapkan untuk mengembangkan konsep smart tourism di wilayah tersebut. Dalam kajian ini, destinasi wisata seperti Pantai Logending, Goa Jatijajar, dan Waduk Sempor diidentifikasi sebagai kawasan yang memiliki potensi besar untuk dioptimalkan melalui pendekatan wisata cerdas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun Kebumen memiliki daya tarik alam yang kuat, terdapat sejumlah tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur digital, kurangnya kapasitas sumber daya manusia (SDM) yang memadai dalam pengelolaan teknologi, serta perlunya kolaborasi lebih intensif di antara pemangku kepentingan, termasuk pemerintah daerah, pelaku usaha, dan komunitas lokal. Penelitian ini memberikan rekomendasi berupa strategi implementasi bertahap, dimulai dengan pengembangan platform digital sebagai pusat informasi dan interaksi wisatawan, integrasi teknologi Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan efisiensi layanan, serta penguatan ekosistem pariwisata melalui pelatihan SDM dan program kolaborasi antar-sektor. Dengan langkah-langkah ini, Kebumen diharapkan dapat mewujudkan destinasi wisata berbasis teknologi yang berdaya saing tinggi dan berkelanjutan.

Kata kunci : destinasi cerdas, inovasi, integrasi teknologi, pariwisata Kebumen, wisata digital

PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam sektor pariwisata telah menghadirkan paradigma baru

dalam pengelolaan destinasi wisata melalui konsep *smart tourism*. Gretzel *et al.* (2020) mendefinisikan *smart tourism* sebagai pariwisata yang didukung oleh upaya terintegrasi di

destinasi untuk mengumpulkan dan memanfaatkan data yang berasal dari infrastruktur fisik, koneksi sosial, dan sumber organisasi, baik pemerintah maupun swasta, yang ditransformasikan menjadi pengalaman wisata yang bermakna. Dengan konsep ini, wisatawan tidak hanya menikmati keindahan destinasi, tetapi juga merasakan kemudahan dan kenyamanan melalui layanan berbasis teknologi yang terintegrasi (Gretzel et al, 2020).

Kabupaten Kebumen yang dikenal memiliki potensi wisata alam seperti Pantai Logending, Goa Jatijajar, dan Waduk Sempor, menghadapi tantangan besar dalam meningkatkan daya saing pariwisatanya di era digital. Berdasarkan data dari Dinas Pariwisata Kabupaten Kebumen (2023), tercatat peningkatan kunjungan wisatawan sebesar 15% setiap tahunnya. Namun, tingkat kepuasan pengunjung masih berada pada angka 65%, terutama terkait aksesibilitas informasi dan layanan digital. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk mengadopsi konsep *smart tourism* guna meningkatkan kualitas layanan, menarik lebih banyak wisatawan, dan memperkuat citra pariwisata daerah.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis kesiapan infrastruktur teknologi dalam mendukung *smart tourism* di Kabupaten Kebumen; (2) mengidentifikasi tantangan dan peluang dalam implementasi *smart tourism*; dan (3) merumuskan strategi pengembangan *smart tourism* yang efektif. Dengan pendekatan kualitatif dan metode kajian literatur, penelitian ini berfokus pada berbagai aspek, termasuk kesiapan teknologi, kapabilitas sumber daya manusia (SDM), kolaborasi antar-pemangku kepentingan, dan integrasi teknologi seperti *Internet of Things (IoT)* serta *big data* dalam ekosistem pariwisata. Infrastruktur teknologi di Kebumen masih memerlukan banyak peningkatan, misalnya konektivitas internet di kawasan wisata utama masih belum merata, sehingga menghambat penyediaan layanan berbasis digital. Selain itu, tingkat literasi digital di kalangan pengelola pariwisata lokal masih relatif rendah, yang berdampak pada kemampuan mereka untuk memanfaatkan teknologi secara optimal. Tantangan lainnya meliputi keterbatasan anggaran pemerintah daerah untuk investasi teknologi, kurangnya partisipasi sektor swasta dalam pengembangan

infrastruktur, serta minimnya promosi digital yang efektif untuk menarik wisatawan.

Kebumen memiliki keunggulan berupa potensi wisata yang unik dan belum sepenuhnya tereksplorasi, seperti wisata alam dan budaya yang kaya. Hal ini dapat menjadi daya tarik utama jika didukung oleh layanan berbasis teknologi yang memadai. Selain itu, meningkatnya penetrasi *smartphone* dan penggunaan media sosial di Indonesia membuka peluang besar untuk mempromosikan pariwisata Kebumen secara lebih luas melalui kampanye digital. Kolaborasi antara pemerintah daerah, sektor swasta, dan komunitas lokal juga menjadi peluang untuk mempercepat implementasi *smart tourism*.

Untuk mengatasi tantangan dan memanfaatkan peluang tersebut, penelitian ini merekomendasikan strategi pengembangan *smart tourism* yang bersifat bertahap dan terintegrasi. Langkah pertama adalah pengembangan infrastruktur digital yang mencakup peningkatan konektivitas internet di seluruh destinasi wisata utama. Pemerintah daerah dapat bekerja sama dengan penyedia layanan internet untuk memastikan akses internet yang stabil dan berkualitas. Selain itu, perlu ada investasi dalam pengembangan platform digital yang menyediakan informasi lengkap tentang destinasi wisata, termasuk panduan perjalanan, jadwal acara, ulasan wisatawan, dan layanan pemesanan *online*.

Langkah kedua adalah meningkatkan kapasitas SDM melalui pelatihan dan edukasi tentang literasi digital serta pengelolaan teknologi. Program pelatihan ini dapat melibatkan para pengelola destinasi wisata, pelaku usaha, dan komunitas lokal. Dengan meningkatkan pemahaman mereka tentang manfaat teknologi dalam pariwisata, diharapkan mereka dapat mengadopsi dan memanfaatkan teknologi secara lebih efektif.

Langkah ketiga adalah integrasi teknologi seperti *IoT* dan *big data* dalam ekosistem pariwisata. Misalnya, *IoT* dapat digunakan untuk memantau jumlah pengunjung secara real-time di destinasi wisata, yang berguna untuk mengelola keramaian dan menjaga kenyamanan wisatawan. *Big data* dapat dimanfaatkan untuk menganalisis tren wisatawan, seperti preferensi destinasi, durasi kunjungan, dan pola belanja, yang dapat digunakan untuk merancang strategi promosi yang lebih efektif.

Langkah keempat adalah memperkuat kolaborasi antar-pemangku kepentingan. Pemerintah daerah perlu menjalin kemitraan dengan sektor swasta, akademisi, dan komunitas lokal untuk mendukung pengembangan smart tourism. Misalnya, sektor swasta dapat berkontribusi dalam penyediaan teknologi, sementara akademisi dapat memberikan masukan berdasarkan penelitian terbaru. Komunitas lokal juga dapat dilibatkan dalam pengelolaan destinasi wisata untuk menciptakan pengalaman yang autentik dan mendukung keberlanjutan sosial.

Selain itu, promosi digital harus menjadi prioritas utama dalam strategi pengembangan smart tourism. Kampanye digital dapat dilakukan melalui media sosial, situs web, dan aplikasi mobile untuk meningkatkan visibilitas destinasi wisata Kebumen. Pemerintah daerah juga dapat bekerja sama dengan influencer atau *content creator* untuk mempromosikan keindahan dan keunikan wisata Kebumen kepada audiens yang lebih luas.

Implementasi strategi ini membutuhkan komitmen dan koordinasi yang baik di antara semua pihak yang terlibat. Pemerintah daerah berperan sebagai penggerak utama, sementara sektor swasta dan komunitas lokal berfungsi sebagai mitra strategis. Dengan pendekatan yang terencana dan kolaboratif, Kebumen dapat mewujudkan konsep *smart tourism* yang tidak hanya meningkatkan daya saing pariwisata daerah tetapi juga memberikan dampak positif bagi kesejahteraan masyarakat lokal.

Transformasi menuju *smart tourism* di Kebumen diharapkan tidak hanya meningkatkan kualitas layanan wisata, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan, ekonomi, dan sosial. Dengan memanfaatkan teknologi secara efektif, Kebumen dapat menciptakan pengalaman wisata yang lebih menarik, personal, dan bermakna bagi wisatawan, sekaligus menjaga kelestarian sumber daya alam dan budaya yang menjadi aset utama pariwisata daerah. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memberikan panduan strategis untuk mewujudkan visi tersebut dan menjadi acuan bagi daerah lain yang ingin mengadopsi konsep serupa.

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep *Smart Tourism*

Smart tourism merupakan evolusi dari konsep pariwisata (Rehman dkk., 2024), konvensional yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan pengalaman wisatawan dan efisiensi pengelolaan destinasi (La Torre dkk., 2024). Femenia-Serra & Neuhofer (2018) mengidentifikasi tiga komponen utama *smart tourism*:

1. *Smart Experience*: pengalaman wisata yang diperkaya teknologi
2. *Smart Business Ecosystem*: ekosistem bisnis yang terkoneksi digital
3. *Smart Destination*: destinasi dengan infrastruktur teknologi terintegrasi.

Teknologi Pendukung *Smart Tourism*

Internet of Things (IoT) dalam pariwisata memungkinkan pengumpulan data *real-time* melalui sensor dan perangkat terhubung (Kim dkk., 2024). Implementasi *AI* dan *big data analytics* membantu personalisasi layanan dan prediksi perilaku wisatawan (Papathomas & Konteos, 2024). *Mobile technology* berperan sebagai *interface* utama interaksi dengan wisatawan (Yadav dkk., 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode *systematic literature review*. Pengumpulan data dilakukan melalui analisis dokumen kebijakan dan laporan pengembangan pariwisata Kabupaten Kebumen, *review* artikel ilmiah terkait *smart tourism* dari *database* Scopus dan Google Scholar (2019-2024), serta analisis studi kasus implementasi *smart tourism* di berbagai destinasi wisata. Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan tematik dengan fokus pada infrastruktur teknologi, tantangan implementasi, strategi pengembangan, dan model bisnis *smart tourism*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menemukan bahwa infrastruktur digital di tiga destinasi wisata unggulan di Kabupaten Kebumen memiliki tingkat kesiapan yang beragam. Di Pantai Logending, cakupan jaringan *4G* mencapai 85% area wisata, dengan tiga titik *Wi-Fi* publik yang menyediakan *bandwidth* sebesar 10 Mbps. Sistem *ticketing* masih bersifat semi-digital dan belum dilengkapi sensor *IoT* untuk memantau

pengunjung. Di Goa Jatijajar, cakupan jaringan 4G/5G mencapai 90%, dilengkapi lima titik Wi-Fi publik dengan *bandwidth* 20 Mbps. Destinasi ini telah menggunakan sistem *ticketing* digital yang terintegrasi dan memiliki delapan CCTV dengan kemampuan analisis data. Sementara itu, Waduk Sempor memiliki cakupan jaringan 4G sebesar 75%, dua titik Wi-Fi publik dengan *bandwidth* 5 Mbps, serta sistem *ticketing* manual. Namun, Waduk Sempor sudah dilengkapi dengan sensor untuk memantau level air dan cuaca.

Aspek platform digital, penelitian ini mengidentifikasi beberapa kekurangan yang

signifikan. *Website* resmi pariwisata Kabupaten Kebumen belum dirancang untuk mendukung perangkat *mobile* secara optimal. Aplikasi "**Kebumen Tourism**" masih dalam tahap pengembangan, sementara media sosial yang aktif belum terintegrasi dengan layanan digital lainnya. Selain itu, belum tersedia fitur *virtual tour* maupun pengalaman berbasis *AR/VR* untuk mendukung kebutuhan wisatawan. Berikut merupakan penjabaran dalam bentuk tabel dari hasil penelitian yang dilakukan untuk pengembangan sistem, sebagai berikut

Tabel 1.
Hasil Penelitian Pengembangan Sistem

Destinasi Wisata	Cakupan Jaringan	Wifi Publik	Sistem Ticketing	Teknologi Tambahan
Pantai Logending	4G: 85% area wisata	3 titik, <i>bandwidth</i> 10 Mbps	Semi-digital, tanpa sensor IoT	Tidak tersedia
Goa Jatijajar	4G/5G: 90% area wisata	5 titik, <i>bandwidth</i> 20 Mbps	Digital terintegrasi	8 CCTV dengan kemampuan analisis data
Waduk Sempor	4G: 75% area wisata	2 titik, <i>bandwidth</i> 5 Mbps	Manual	Sensor untuk memantau level air dan cuaca

Sumber: Dio Samudra, 2019-2024

Tantangan implementasi *smart tourism* di Kabupaten Kebumen meliputi aspek teknologi, sumber daya manusia, dan regulasi (Klus & Müller, 2021). Dari aspek teknologi, menyoroti keterbatasan infrastruktur *backbone*, *interoperabilitas* sistem yang berbeda, masalah keamanan data, serta biaya perawatan yang tinggi. Aspek sumber daya manusia menunjukkan adanya gap kompetensi dalam literasi digital, kapasitas teknis untuk pemeliharaan sistem, analisis data pengunjung, dan pelayanan berbasis digital (Tulungen dkk., 2022). Dalam aspek regulasi, penelitian ini menemukan belum adanya standardisasi *smart tourism*, kebijakan privasi data yang belum komprehensif, keterbatasan anggaran, serta kurang optimalnya koordinasi lintas sektor (Shah & Patki, 2020). Untuk mengatasi tantangan ini, dirumuskan strategi pengembangan berbasis *roadmap* teknologi yang melibatkan tiga tahap utama (Tenschert dkk., 2024). Tahap pertama (2024-2025) fokus pada penguatan infrastruktur digital dasar, pengembangan platform terintegrasi, dan implementasi sistem *ticketing* digital. Tahap kedua (2025-2026) mencakup implementasi *IoT*

dan sensor, pengembangan pengalaman berbasis *AR/VR*, serta integrasi *big data analytics*. Tahap ketiga (2026-2027) diarahkan pada pengembangan sistem parkir pintar, layanan wisata yang dipersonalisasi, dan adopsi teknologi *blockchain* untuk transaksi (Wolf dkk., 2024).



Gambar 1.
Pengembangan Sistem Parkir Pintar



Gambar 2.
Suasana Wisata Kabupaten Kebumen

Model bisnis yang direkomendasikan untuk mendukung pengembangan *smart tourism* mencakup *Public-Private Partnership (PPP)*, pembagian pendapatan dengan UMKM digital, monetisasi data wisatawan, serta layanan berbasis langganan (Chen & Cao, 2023). Menekankan bahwa model bisnis ini dapat menjadi dasar yang kuat untuk mendukung keberlanjutan dan inovasi dalam pengelolaan destinasi wisata cerdas di Kabupaten Kebumen (Kessel & Graf-Vlachy, 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, terbukti bahwa infrastruktur digital di destinasi wisata Kebumen masih memerlukan pengembangan signifikan untuk mendukung implementasi *smart tourism*, tantangan utama mencakup aspek teknologi, SDM, dan regulasi yang membutuhkan pendekatan komprehensif. Selain itu, pengembangan *smart tourism* memerlukan *roadmap* bertahap dengan fokus pada penguatan infrastruktur, kapasitas SDM, dan model bisnis berkelanjutan.

Saran

Pemerintah Kabupaten Kebumen perlu memprioritaskan investasi infrastruktur digital di destinasi wisata unggulan. Pengembangan kapasitas SDM melalui pelatihan dan sertifikasi kompetensi digital juga perlu diperhatikan. Perlunya pembentukan tim khusus *smart tourism* yang melibatkan multipihak. Penyusunan regulasi pendukung implementasi *smart tourism* juga perlu dimulai.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, X., & Cao, Y. (2023). The Impact of Perceived Stress on Individual Performance of Bank Branch Personnel in Digital Transformation. *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*, 11(04), 759–768. <https://doi.org/10.4236/jhrss.2023.114042>
- Kessel, L., & Graf-Vlachy, L. (2022). Chief digital officers: The state of the art and the road ahead. *Management Review Quarterly*, 72(4), 1249–1286. <https://doi.org/10.1007/s11301-021-00227-8>
- Kim, B.-J., Kim, M.-J., & Lee, J. (2024). Code green: Ethical leadership's role in reconciling AI-induced job insecurity with pro-environmental behavior in the digital workplace. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1627. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04139-2>
- Klus, M. F., & Müller, J. (2021). The digital leader: What one needs to master today's organisational challenges. *Journal of Business Economics*, 91(8), 1189–1223. <https://doi.org/10.1007/s11573-021-01040-1>
- La Torre, G., Manai, M. V., Shaholli, D., Chiappetta, M., Cocchiara, R. A., & Casini, L. (2024). Are the size of the organizational units and the type of activities of an information technology company associated to the level of work-related stress indicators? Results of an observational study in Italy. *Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.1007/s10389-024-02318-8>
- Papathomas, A., & Konteos, G. (2024). Financial institutions digital transformation: The stages of the journey and business metrics to follow. *Journal of Financial Services Marketing*, 29(2), 590–606. <https://doi.org/10.1057/s41264-023-00223-x>
- Rehman, H. M., Adnan, N., & Moffett, S. (2024). Innovation bloom: Nurturing sustainability in urban manufacturing transformation amidst Industry 4.0 and aging workforce dynamics. *Annals of*

Operations Research.
<https://doi.org/10.1007/s10479-024-06421-7>

Samudra, D. (2024). The Strategies for Improving the Quality of Basic Services as a Foundation for Local Economic Development in Subang Regency. *Subang International Journal of Governance and Accountability (SINGA)*, 2(2), 30-34.

Shah, S. S., & Patki, S. M. (2020). Getting traditionally rooted Indian leadership to embrace digital leadership: Challenges and way forward with reference to LMX. *Leadership, Education, Personality: An Interdisciplinary Journal*, 2(1), 29-40. <https://doi.org/10.1365/s42681-020-00013-2>

Tenschert, J., Furtner, M., & Peters, M. (2024). The effects of self-leadership and mindfulness training on leadership development: A systematic review. *Management Review Quarterly*. <https://doi.org/10.1007/s11301-024-00448-7>

Tulungen, E. E. W., Saerang, D. P. E., & Maramis, J. B. (2022). TRANSFORMASI DIGITAL: PERAN KEPEMIMPINAN DIGITAL. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 10(2). <https://doi.org/10.35794/emba.v10i2.41399>

Wolf, L., Ehlen, R., Bardmann, M.-M., Ruiner, C., Lanzl, J., Schoch, M., & Gimpel, H. (2024). The role of internal CSR in guiding the digitalisation of work. *International Journal of Corporate Social Responsibility*, 9(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s40991-024-00089-9>

Yadav, U. S., Ghosal, I., Pareek, A., Khandelwal, K., Yadav, A. K., & Chakraborty, C. (2024). Impact of entrepreneurial orientation and ESG on environmental performance: Moderating impact of digital transformation and technological innovation as a mediating construct using Sobel test. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1), 86. <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00443-y>

BIODATA PENULIS

Dio Samudra lahir di Pemalang pada 4 Desember 1998. Telah menempuh pendidikan jurusan Magister Ekonomi UIN KH. Abdurrahman Wahid. Pekerjaan staf akademik Institusi Teknologi Bisnis Adias.

Muthmainntun Mufidah lahir di Mojokerto pada 10 Juli 1999. Pendidikan terakhir Magister Ekonomi di UIN KH. Abdurrahman Wahid. Pekerjaan menjadi pengajar di SMP Al-Fushah Pekalongan.

Inovasi Teknologi Ozonasi & Sinar UV untuk Filtrasi Limbah Batik Guna Terwujudnya *Environmental Sustainability*

Innovation of Ozonation & UV Ray Technology for Filtration of Batik Waste to Realize Environmental Sustainability

Hestin Wirasti

MAN 2 Kebumen

Jl. Pemuda, Panjer, Kecamatan Kebumen, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah 54312

*Email: Hestin@man2kebumen.sch.id

Naskah Masuk: 21 April 2025 Naskah Revisi: 20 Mei 2025 Naskah Diterima: 3 Juli 2025

ABSTRACT

Kebumen has one of the heritage product, called batik. Batik production produced liquid, solid, and gas waste which contain pollutants. The purpose of this study is to filter and adsorb batik waste so that it does not pollute the surrounding environment. The methods used are ozonation and UV (Ultraviolet) light and the addition of H₂O₂ to remove organic chemical contaminants. The results of the TSS parameters showed a decrease of 92%, the pH parameter decreased by 14.7%, the COD percentage parameter decreased by 88.7%, the BOD percentage decreased by 98.4%, and the Cr-T percentage decreased by 97.7%. The results of the study showed that the initial pH test was 8.6 and the TDS was 500.2 mg/L. Then at 6 hours of testing, the pH results were 8.4 and the TDS was 395 mg/L. At 9 hours of testing, the pH results were 8.1 and the TDS was 270 mg/L. At 12 hours, the pH results were 7.9 and the TDS was 234 mg/L. While at 15 hours, the pH results were 7.4 and the TDS was 146 mg/L, so that at 15 hours the filtration water would come out as specified. The greater water volume, the longer the time required.

Keywords: adsorption, batik, filtration, waste

ABSTRAK

Kebumen memiliki salah satu kekayaan budaya yaitu batik. Produksi batik menghasilkan limbah cair, padat, dan limbah gas yang umumnya mengandung bahan pencemar. Tujuan penelitian ini diharapkan dapat memfiltrasi dan mengadsorpsi limbah batik sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar. Metode yang digunakan adalah dengan ozonasi dan sinar UV (Ultraviolet) serta penambahan H₂O₂ untuk menghilangkan kontaminan zat kimia organik. Hasil dari parameter TSS didapatkan penurunan sebesar 92%, pada parameter pH penurunan sebesar 14,7 %, pada parameter persentase COD penurunannya sebesar 88,7%, persentase BOD penurunan sebesar 98,4%, dan pada persentase Cr-T penurunan sebesar 97,7%. Hasil penelitian menunjukkan pengujian awal pH sebesar 8,6 dan TDS sebesar 500,2 mg/L. Kemudian pada waktu 6 jam pengujian mendapatkan hasil pH sebesar 8,4 dan TDS sebesar 395 mg/L. Pada waktu 9 jam pengujian mendapatkan hasil pH sebesar 8,1 dan TDS sebesar 270 mg/L. Pada waktu 12 jam hasil pH 7,9 dan TDS sebesar 234 mg/L. Sedangkan pada waktu 15 jam mendapatkan hasil pH sebesar 7,4 dan TDS sebesar 146 mg/L, sehingga pada waktu 15 jam air filtrasi akan keluar sesuai dengan yang ditentukan. Makin banyak volume air, maka makin lama waktu yang dibutuhkan.

Kata kunci : adsorpsi, batik, filtrasi, limbah

PENDAHULUAN

Keanekaragaman di Indonesia sangatlah melimpah. Hampir setiap daerah memiliki keanekaragaman dan ciri khas masing-masing. Salah satunya adalah Kebumen yang memiliki Batik Sekar Jagad. Tempat produksinya berada di

Desa Tanuraksan Kecamatan Kebumen Kabupaten Kebumen. Proses pembuatan batik menggunakan pewarna sintetis dan bahan kimia menghasilkan air limbah mengandung zat-zat kimia yang meningkatkan kandungan BOD, COD, TSS, dan warna pada air limbah (Rofiqoh & Harmin, 2024). Menurut IPCC dalam Cahyadi, et

al. (2023) telah memaparkan bahwa *United Nations Framework Convention on Climate* (UNFCCC) mengelompokkan gas rumah kaca menjadi enam jenis, yaitu karbon dioksida (CO₂), nitro oksida (NO_x), sulfur heksafluorida (SF₆), gas metana (CH₄), hidrofluorokarbon (HFCS) dan perfluorokarbon (PFCS). Limbah cair industri juga merupakan penyebab terjadinya kerusakan lingkungan dan dampak bagi makhluk hidup. Kandungan senyawa kimia berbahaya khususnya logam yang terdapat pada air limbah industri secara umum seperti As, CN, Cr, Cd, formalin, Hidrogen peroksida dan fenol dapat membunuh mikroorganisme, serta ion Fe, Ca, Mg, Cl, dan SO₄²⁻, yang dapat mempengaruhi kualitas air (Rahayu *et al.*, 2021).

Industri tekstil batik merupakan sektor industri yang menghasilkan limbah, yang dihasilkan pada industri tekstil batik ialah limbah cair, padat, dan limbah gas. Menurut Rahmadanti *et al.* (2024) proses pembuatan batik yang memerlukan penggunaan air antara lain pencucian kain (*clear starch*), pencelupan kain ke dalam cairan pewarna (*dyeing*), dan pelepasan malam (*wax removal*). Limbah batik menjadi salah satu penyebab pencemaran lingkungan yang memiliki dampak negatif bagi ekosistem kehidupan makhluk hidup. Kandungan limbah cair batik terdiri dari zat kimia dan logam dari pewarna sintesis yang digunakan dalam proses pewarnaan. Menurut Subagyo, & Soelistyowati (2023) zat pewarna sintesis yang digunakan oleh industri tekstil menghasilkan logam berat, antara lain yaitu logam berat Seng (Zn), Tembaga (Cu), Timbal, (Pb), Krom (Cr), Kadmium (Cd), Arsen (As). Selain itu proses pengolahan kain dan pewarnaan, menghasilkan limbah cair yang mengandung zat-zat kimia yang berpotensi meningkatkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan warna air limbah, sedangkan pada kegiatan pelorotan, limbah cair yang dihasilkan memberikan kontribusi meningkatnya *Biological Oxygen Demand* (BOD) air limbah (Apriyani, 2018). Dalam proses pengsteman dan pemanasan lilin industri tekstil batik terdapat asap yang dapat mencemari udara. Limbah gas pada industri tekstil batik memiliki kandungan yang berbahaya karena dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan serta lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pengolahan limbah batik sekar jagad diolah menggunakan karbon. Pengolahan limbah batik menggunakan karbon

belum bisa menyerap senyawa kimia secara optimal.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, dampak limbah industri tekstil batik dari limbah cair dan gas yang dihasilkan dapat menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, peneliti pada penelitian ini menyumbangkan solusi yang inovatif yaitu inovasi teknologi filtrasi dengan kombinasi ozonasi dan sinar UV (Ultraviolet) berbasis otomasi sebagai filtrasi limbah gas dan cair pada industri tekstil batik. Peneliti menggunakan metode ozonasi dengan penambahan H₂O₂. Ozonasi merupakan gas yang bersifat desinfektan atau dapat membunuh mikroorganisme yang bersifat merusak. Limbah gas akan dikondensasikan menjadi cair dengan menggunakan metode pirolisis. Pirolisis yang dimaksud adalah dengan menggunakan kondensor atau pengembunan, supaya gas beracun berbahaya tidak lepas ke atmosfer sehingga terjadinya krisis iklim. Filtrasi limbah cair industri adalah pengolahan air limbah industri menjadi air bersih terkontaminasi bakteri dan senyawa kimia yang bertujuan untuk mewujudkan *sustainable environment* atau lingkungan yang berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah mengolah hasil limbah produksi Industri menjadi air bersih sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia). Hasil dari filtrasi tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan kembali oleh industri tekstil batik untuk pencucian kain, sehingga tidak memerlukan pengeboran air dan tidak mencemari lingkungan sekitar.

TINJAUAN PUSTAKA

Ozonasi

Ozonasi merupakan gas yang bersifat desinfektan atau dapat membunuh mikroorganisme yang bersifat merusak. Fungsi ozon pada saat ini digunakan untuk membunuh alga, mengoksidasi bahan organik, sehingga dapat menghilangkan rasa, bau, dan warna yang tidak diinginkan yang diakibatkan oleh reaksi bahan organik (Yulianto *et al.*, 2020). Ozon merupakan suatu oksidan sangat kuat dan dapat digunakan dalam proses air limbah melalui proses oksidasi lanjutan berbasis ozon (AOPs). AOP sangat efisien dan membutuhkan waktu perawatan yang singkat jika dibandingkan dengan proses tradisional tanpa produksi

lumpur biologis. Ozonasi air limbah memiliki beberapa keuntungan lain seperti peningkatan oksigen terlarut, penurunan kebutuhan oksigen kimia, dan penurunan kekeruhan dan warna. Selain itu, juga berfungsi sebagai oksidan molekul anorganik dan organik, bantuan koagulan, desinfektan, penghilang rasa dan bau, mengendalikan ganggang dan mikroba lainnya (Fathar *et al.*, 2022).

Sinar UV (Ultraviolet)

Ultraviolet merupakan suatu radiasi elektromagnetik yang panjang gelombangnya pendek berkisar antara 100–400nm. Sinar ultraviolet memiliki kemampuan dalam menonaktifkan bakteri, virus, dan protozoa tanpa mempengaruhi komposisi kimia air. Sinar Ultraviolet-c tersebut akan berpenetrasi melalui membran sitoplasma dan membran sel mikroorganisme dan akan melakukan penyusunan ulang molekul DNA mikroorganisme sehingga mikroorganisme tersebut akan berhenti untuk bereproduksi dan akan mati. (Yasmin, 2023).

Liquid Waste

Limbah batik cair merupakan limbah cair yang berasal dari proses pengolahan, pewarnaan dan pencucian pada industri batik, proses ini menghasilkan limbah cair yang mengandung zat-zat berbahaya yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Berdasarkan Jannah I., N dan Muhimmatin I (2019) menyatakan bahan-bahan kimia pada industri batik berasal dari proses pewarnaan, pada proses pewarnaan menggunakan bahan pewarna sintetis. Sifat pewarna sintesis yang stabil ini membuat pewarna ini lebih sulit dan lebih lama untuk bisa terurai dilingkungan sehingga menjadi polutan dan mengganggu keseimbangan lingkungan perairan. Pada pewarna sintetis mengandung senyawa kimia berupa logam berat seperti senyawa logam berat yang terdapat pada buangan industri batik cetak, diduga adalah tembaga (Cu), krom (Cr), Timbal (Pb), Mangan (Mn) dan Nikel (Ni). Limbah cair batik selain mengandung senyawa berbahaya juga dapat meningkatkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) air sehingga dapat mengganggu ekosistem perairan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Eksperimen dilakukan pada limbah batik yang diperoleh dari limbah batik sekar jagad Kebumen.

Waktu dan Tempat Penelitian

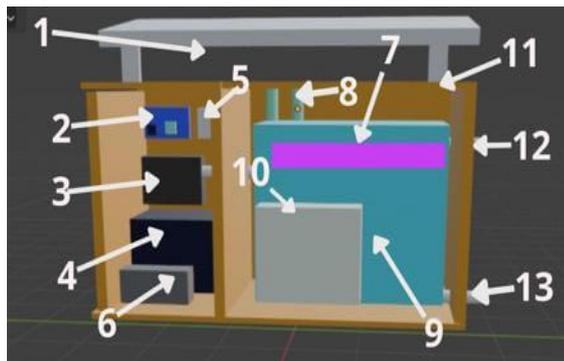
Penelitian ini akan dilakukan mulai dari bulan Mei hingga September 2024. Penelitian ini bertempat di laboratorium kimia dan laboratorium komputer MAN 2 Kebumen Jl. Pemuda, Desa Panjer, Kecamatan Kebumen, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Pengambilan sample limbah batik bertempat di Desa Kampung Batik, Tanuraksan, Kebumen. Pengujian sample berada di UPTD Laboratorium Lingkungan, Pejagoan, Kebumen.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pembuatan prototipe pada penelitian ini yaitu panel surya 10 wp, kontroler 30A, aki kering, kondensator, generator ozon, sinar UV 15 watt, stopkontak, pompa air, selenoid, sensor pH, sensor TDS, sensor ultrasonik, relay, stepdown, kabel jumper, kabel listrik, Arduino UNO, LCD. Adapun bahan yang digunakan antara lain yaitu pipa, kayu, baut, obeng, limbah gas dan cair, kaca akrilik, H₂O₂ (Hidrogen peroksida) 50%, lem pipa, lem kaca, selang.

Rancangan dan Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis data kuantitatif yaitu data yang diperoleh melalui objek penelitian dengan data yang dinyatakan dalam bentuk angka. Teknik perolehan data pada penelitian ini yaitu dengan cara melakukan eksperimen, observasi, dan studi literatur. Adapun cara memperoleh data yaitu dengan hasil pengujian sample awal dan akhir dalam bentuk tabel, grafik maupun diagram batang supaya lebih mudah dalam menganalisis data. Penelitian diawali dengan pengambilan limbah batik, eksperimen menggunakan alat yang sudah dirancang, pengujian sampel di Laboratorium UPTD Kebumen tertera pada Gambar 1.



Gambar 1.

Desain Alat Filtrasi (Dokumentasi Pribadi)

Berikut ini merupakan penjelasan pada Gambar 1.

1. Panel surya sebagai sumber energi dengan mengkonversi energi surya menjadi energi Listrik.
2. Kontroler digunakan mengatur energi yang didapatkan dari panel surya.
3. Generator ozon digunakan untuk ozonasi limbah batik.
4. Aki digunakan untuk penyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya.
5. Stopkontak digunakan untuk menghubungkan listrik ke lampu ultraviolet dan generator ozon.
6. Black Sistem sebagai tempat penyimpanan sensor otomatis.
7. Lampu Ultraviolet digunakan untuk mempercepat proses ozonasi limbah batik.
8. Sensor PH dan TDS digunakan untuk mendeteksi PH dan TDS air limbah saat difiltrasi.
9. Bak dari kaca akrilik sebagai tempat untuk menampung limbah batik saat difiltrasi.
10. Bak dari kaca akrilik sebagai tempat untuk penyimpanan H_2O_2 .
11. Sensor Ultrasonik untuk memberikan informasi kepada selenoid untuk buka tutup otomatis.
12. Selenoid digunakan untuk buka tutup otomatis untuk limbah cair batik masuk dan akan menutup ketika bak sudah penuh.
13. Sesudah sesuai dengan PH dan TDS yang ditentukan, maka air bersih maka air akan

keluar untuk dialirkan kepenampungan air bersih menggunakan pompa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah industri tekstil batik merupakan salah satu limbah yang mencemari lingkungan bahkan dapat menyebabkan penyakit bagi kesehatan makhluk hidup. Pramesti, T. (2022) menyatakan bahwa bahan kimia yang digunakan antara lain soda kostik ($NaOH$), soda abu (Na_2CO_3), soda kue ($NaHCO_3$), asam sulfat (H_2SO_4), sulfida, nitrit, dan teepol, sedangkan pewarna yang digunakan antara lain pewarna asam, pewarna basa, pewarna langsung, pewarna reaktif, pewarna naftol, dan pewarna bejana. Menurut Gala (2023) bahwa pencemaran limbah batik umumnya ditandai dengan kenaikan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), serta logam berat. Kenaikan COD dan BOD menunjukkan tingginya kandungan senyawa organik pada air yang berkorelasi terhadap penurunan kemurnian air.

Salah satu logam berat yang sering dijumpai pada limbah batik adalah krom heksavalen atau Cr (VI) sangat beracun karena tidak memiliki fungsi biologis dan berpotensi menyebabkan kanker, serta kemampuannya untuk larut dalam air yang lebih tinggi, sehingga lebih mudah memasuki tubuh makhluk hidup. Hasil pengujian parameter air limbah digunakan untuk mengetahui kandungan pada limbah cair batik. Berikut merupakan hasil dari uji parameter limbah cair batik awal pada Tabel 1. Hasil pengujian parameter limbah cair batik awal atau sebelum filtrasi, diketahui bahwa limbah cair batik di daerah penelitian yang melebihi baku mutu yaitu TTS, COD, dan BOD. Limbah cair batik dihasilkan dari hasil pengeloran atau pencucian untuk menghilangkan sisa warna pada kain batik. Selain itu, obat atau pewarna yang sudah terpakai juga sangat mencemari lingkungan karena sudah tidak terpakai kembali dan belum dimanfaatkan, sehingga sisa pewarna atau obat tersebut sangat mempengaruhi TTS, COD, dan BOD secara signifikan.

Tabel 1.
Hasil Uji Limbah Cair Batik Awal

No.	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI	BAKU MUTU**)	METODE UJI
1.	Total Padatan Tersuspensi (TTS)	mg/L	96,33	50	SNI 6889.3:2019
2.	pH	-	8,76	6-9	SNI 6889.11:2019
3.	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	740,8	150	SNI 6889.2:2019
4.	Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)	mg/L	493,7	60	SNI 6889.72:2009
5.	Chrom Total, Cr-T	mg/L	0,97	1,0	SNI 6889.17:2019

Adapun hasil uji yang di bawah baku mutu yaitu pH dan Cr-T. Hasil parameter pH di daerah penelitian tidak melebihi baku mutu air limbah yaitu 6-9. Menurut Rizki *et al.*, (2021) bahwa air basa atau alkali adalah air dengan pH 7,6 sampai 9,5. Air alkali bila rutin diminum ias membantu mencegah timbulnya penyakit dalam tubuh manusia. Adapun Chrom Total (Cr-T) yang hampir mendekati baku mutu yaitu 0,97. Konsentrasi Cr tersebut melewati ambang baku mutu menurut peraturan Gubernur Kalsel No. 4 Tahun 2007 di mana kandungan Cr total maksimum yang diizinkan adalah 0,1 mg/L. Konsentrasi Cr yang berlebih akan menimbulkan terganggunya biota perairan dan kesehatan manusia seperti iritasi kulit, anemia berat, kerusakan susunan saraf dan lain-lain yang dapat

terjadi dalam waktu jangka panjang (Hayati *et al.*, 2018).

Adapun hasil uji TDS limbah awal pada penelitian ini yaitu 500,2 mg/L yang diketahui tidak melebihi baku mutu air limbah, akan tetapi dikatakan sangat buruk pada baku mutu air bersih.

Limbah gas industri tekstil batik juga dapat menyebabkan polusi udara. Limbah gas ini dihasilkan dari hasil memanaskan lilin untuk malam pada batik tulis dan hasil dari penguncian dengan proses dikukus pada batik cap ataupun *printing*. Pengujian parameter limbah gas batik digunakan untuk mengetahui kandungan limbah gas batik yang berbahaya seperti CO, NO₂, dan SO₂. Berikut merupakan hasil pengujian parameter limbah gas batik yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2
Hasil Uji Parameter Ambien Limbah Gas Batik

No.	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI	BAKU MUTU**)	METODE UJI
1.	Suhu Udara	°C	35	-	Higrometer
2.	Tekanan Udara	mm/Hg	715	-	Barometer
3.	Kelembaban	%RH	51	-	Higrometer
4.	Kondisi Cuaca	-	Cerah	-	Visual
5.	CO	µg/m ³	20,4	-	CO Single gas Detector
6.	NO ₂	µg/m ³	0,29	200	SNI 7119.2-2017
7.	SO ₂	µg/m ³	1,30	150	SNI 7119.7-2017

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Parameter Ambien Limbah Gas Batik (Agustus, 2024)

Berdasarkan hasil uji parameter ambien limbah gas batik pada Tabel 2 bahwa gas berbahaya CO, NO₂, dan SO₂ pada udara sekitar tidak melebihi baku mutu sehingga tidak terlalu bahaya. Limbah gas pada penelitian ini diambil pada proses penguncian pada batik cap. Emisi yang dihasilkan oleh industri batik dapat berasal dari beberapa sumber emisi Gas Rumah

Kaca (GRK), dominan berasal dari proses pembatikan dan pelorodan yang menggunakan bahan bakar minyak tanah, gas, listrik. Emisi udara yang dikeluarkan tersebut pada umumnya mengandung bahan pencemar berupa partikulat (debu), ataupun berupa gas seperti NO₂, CO₂ dan SO_x. Sementara konsumsi energi yang digunakan untuk kegiatan

pengolahan limbah cair dan padat pada industri batik juga memberi kontribusi terhadap perhitungan emisi GRK (Indrayani, 2019). Sedangkan suhu udara, tekanan udara, kelembaban, serta kondisi cuaca pada penelitian ini dapat dikatakan masih dalam kondisi normal. Limbah gas akan di kondensasi untuk mengubah gas menjadi uap air, sehingga dapat difiltrasi menjadi satu dengan limbah cair. Hasil dari pengujian limbah gas menjadi cair yaitu dengan pH 7,15 dan TDS di bawah 150 sehingga didapatkan hasil netral atau normal untuk pH dan TDS.



Gambar 2.
 Desain Alat yang Digunakan

Gambar 2 merupakan gambar alat pada penelitian ini untuk menghilangkan kontaminan dari limbah industri batik agar dapat memenuhi standar pembuangan atau penggunaan kembali. Proses ini melibatkan berbagai teknik untuk memisahkan padatan, cairan, dan gas dari limbah yang dihasilkan selama proses industri.

Filtrasi dilakukan melalui proses oksidasi dengan menggunakan kombinasi antara ozonasi dan penambahan H_2O_2 dan radiasi sinar ultraviolet. Senyawa H_2O_2 (hidrogen peroksida) adalah agen pengoksidasi yang berinteraksi dengan ozon dalam proses oksidasi. Ketika ozon dan H_2O_2 digunakan bersama, mereka dapat menghasilkan radikal hidroksil (OH) yang reaktif. Selanjutnya terjadi reaksi fotokalis ozon (O_3) fotolisis ozon adalah proses di mana ozon (O_3) terurai ketika terkena radiasi ultraviolet (UV). Proses ini menghasilkan oksigen (O_2) dan radikal oksigen (O), yang berinteraksi dengan hidrogen peroksida (H_2O_2), untuk menghasilkan radikal hidroksil (OH) yang reaktif.

Radikal hidroksil (OH) yang dihasilkan dari kombinasi ozon, H_2O_2 , dan UV efektif dalam mengoksidasi dan memecah senyawa organik dalam limbah batik, termasuk pewarna, memecah senyawa organik dan penurunan parameter kualitas air TSS, PH, COD, BOD dan Cr Total. Radikal hidroksil akan menyerang ikatan dalam senyawa organik, menguraikan senyawa kompleks menjadi produk yang lebih sederhana, yang sering kali lebih mudah terurai. Proses tersebut dilakukan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan untuk menentukan konsentrasi yang efektif untuk filtrasi limbah. Berikut merupakan hasil perbandingan konsentrasi sampel limbah batik.

Tabel 3
 Hasil Perbandingan Konsentrasi Sampel Limbah Batik

NO.	WAKTU	H_2O_2 50%	UKURAN	WARNA
1.	0 (kondisi awal)	0 ml	1000 ml	

NO.	WAKTU	H ₂ O ₂ 50%	UKURAN	WARNA
2.	6 jam	2 ml	1000 ml	
3.	9 jam	2,5 ml	1000 ml	
4.	12 jam	3 ml	1000 ml	

Berdasarkan Tabel 3, hasil perbandingan konsentrasi sample limbah batik pada waktu 6 jam dengan penambahan H₂O₂ 50% sebesar 2 ml/L didapatkan penurunan kadar warna menjadi oranye sedikit pudar. Pada hasil analisa 9 jam dengan penambahan H₂O₂ 50% sebesar 2,5 ml didapatkan penurunan kadar warna limbah batik menjadi oranye sangat pudar. Pada hasil analisa 12 jam dengan penambahan H₂O₂

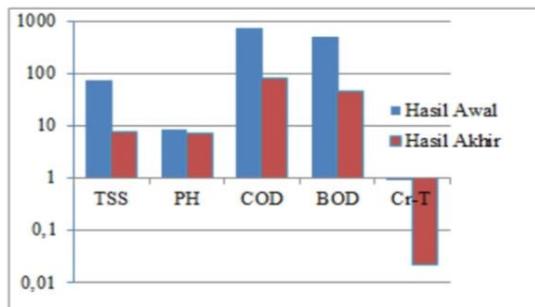
50% sebesar 3 ml didapatkan penurunan kadar warna limbah batik menjadi bening/tidak berwarna. Dari data diatas didapatkan hasil konsentrasi yang terbaik adalah 12 jam dengan penambahan H₂O₂ 50%sebesar 3 ml/L sehingga dapat mengubah warna limbah merah pekat menjadi tidak berwarna. Setelah mengetahui hasil yang terbaik maka akan di uji parameter akhir. Hasil uji parameter akhir dapat diketahui pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4
 Hasil Uji Parameter Akhir

No.	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI	BAKU MUTU	METODE UJI
1.	Total Padatan Tersuspensi (TTS)	mg/L	7,67	50	SNI 6889.3:2019
2.	pH	-	7,47	-	SNI 6889.11:2019
3.	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	83,73	150	SNI 6889.2:2019
4.	Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)	mg/L	45,96	60	SNI 6889.72:2009
5.	Chrom Total, Cr-T	mg/L	0,022	1,0	SNI 6889.17:2019

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Lingkungan Kebumen Parameter Akhir (September, 2024)

Berdasarkan hasil uji laboratorium pada Tabel 4, dapat dikatakan bahwa filtrasi pada penelitian ini telah menurunkan kadar TSS, pH, COD, BOD, dan Cr-T yang signifikan dan tidak lebih dari baku mutu yang telah ditentukan. Tabel 4 menunjukkan hasil TSS yaitu 7,67 mg/L yang telah menurun dan tidak melebihi baku mutu. Adapun hasil pH adalah 7,47 yang dapat dikatakan pH telah normal. Pada COD mendapatkan penurunan yang signifikan yaitu menghasilkan 83,73 mg/L. Pada BOD mendapatkan hasil 45,96 mg/L dan tidak melebihi baku mutu. Adapun hasil dari Chrom Total (Cr-T) yaitu 0,022 mg/L. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa setelah di filtrasi kadar menurun drastis dan tidak melebihi baku mutu limbah dengan metode uji SNI, sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar. Berikut merupakan grafik perbedaan konsentrasi awal dan akhir serta perbandingan sensor otomatis.

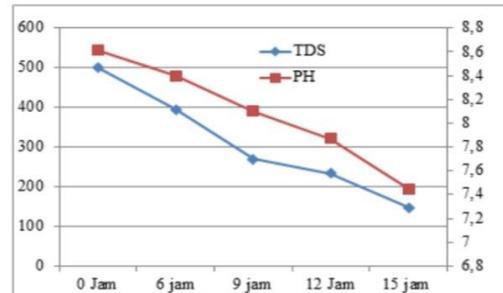


Gambar 3

Grafik Perbandingan Uji Awal & Akhir

Gambar 3 menunjukkan grafik perbandingan uji parameter limbah awal dan limbah akhir yang telah difiltrasi. Pada gambar tersebut hasil dari parameter TSS didapatkan penurunan sebesar 92%, pada parameter pH penurunan sebesar 14,7%, pada parameter persentase COD penurunannya sebesar 88,7%, pada persentase BOD penurunan sebesar 98,4%, dan pada persentase Cr-T penurunan sebesar 97,7%. Pada data tersebut dapat diketahui penurunan persentase perbandingan parameter menurun secara signifikan, hal ini dikarenakan adanya penambahan H₂O₂ 50% dan adanya metode ozonasi yang memecah

partikel-partikel serta penambahan sinar UV, sehingga dapat mempercepat reaksi pada filtrasi.



Gambar 4

Grafik Hasil Uji Alat

Gambar 4 merupakan grafik hasil uji alat dengan pengujian sistem otomatis pada alat dengan keterangan pada bagian kanan adalah data perhitungan pada pH, sedangkan bagian kiri merupakan keterangan. Sistem otomatis menggunakan sensor pH dan sensor TDS untuk menguji alat. Pada grafik tersebut didapatkan hasil awal yaitu pH sebesar 8,6 dan TDS sebesar 500,2 mg/L. Kemudian pada waktu 6 jam mendapatkan hasil pH sebesar 8,4 dan TDS sebesar 395 mg/L. Pada waktu 9 jam mendapatkan hasil pH sebesar 8,1 dan TDS sebesar 270 mg/L. Pada waktu 12 jam hasil pH sebesar 7,9 dan TDS sebesar 234 mg/L. Sedangkan pada waktu 15 jam mendapatkan hasil pH sebesar 7,4 dan TDS sebesar 146 mg/L, sehingga pada waktu 15 jam air filtrasi akan keluar sesuai dengan yang ditentukan. Perbedaan pada volume air sangat berpengaruh pada waktu sehingga apabila volume air makin banyak, maka akan makin lama waktu yang dibutuhkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil dari parameter TSS didapatkan penurunan sebesar 92%, pada parameter pH penurunan sebesar 14,7%, pada parameter persentase COD penurunannya sebesar 88,7%, persentase BOD penurunan sebesar 98,4%, dan pada persentase Cr-T penurunan sebesar 97,7%. hasil awal pada alat yaitu pH sebesar 8,6 dan TDS sebesar 500,2 mg/L. Kemudian pada

waktu 6 jam mendapatkan hasil pH sebesar 8,4 dan TDS sebesar 395 mg/L. Pada waktu 9 jam mendapatkan hasil pH sebesar 8,1 dan TDS sebesar 270 mg/L. Pada waktu 12 jam hasil pH 7,9 dan TDS sebesar 234 mg/L, sedangkan pada waktu 15 jam mendapatkan hasil pH sebesar 7,4 dan TDS sebesar 146 mg/L, sehingga pada waktu 15 jam air filtrasi akan keluar sesuai dengan yang ditentukan. Perbedaan pada volume air sangat berpengaruh pada waktu sehingga apabila volume air makin banyak, maka akan makin lama waktu yang dibutuhkan.

Saran

Penelitian ini perlu dikembangkan lagi agar mencapai hasil yang lebih maksimal. Peran dan dukungan dari berbagai pihak dibutuhkan dalam keberlanjutan inovasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, E. B., Yuniarto, A. H. P., Rachman, D. A., & Dewi, A. T. (2022). Pengaruh Jarak Elektroda dan Waktu Terhadap Kandungan COD dan TSS Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Batik. *Lontar Physics Today*, 1(1), 45–50. <https://doi.org/10.26877/lpt.v1i1.10669>
- Apriyani, N. (2018). Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 3(1), 21–29. <https://doi.org/10.33084/mitl.v3i1.640>
- Cahyadi, N. H., Vanny Nastiti, Anugerah Ekha Gusti Audryadmaja, & Denny Oktavina Radianto. (2023). Perancangan Sistem Penentuan Kualitas Lingkungan Kerja Berdasarkan Multy Parameter Input Menggunakan Metode Mamdani Fuzzy Inferensi System (FIS). *Journal of Health (JoH)*, 10(2), 119–128. <https://doi.org/10.30590/joh.v10n2.646>
- Correa, E. F. M. d. G. C., 2019. Advanced Oxidation Processes for the Removal of Antibiotics from Water. *Water*.
- Fauzia, L., Hardian, H., & Sumekar, T. (2015). Hubungan Antara Paparan Asap Pembakaran Lilin Batik Dengan Fungsi Paru Pengrajin Batik Tulis. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 4(4), 1119–1131.
- Gala, K. A., Pangaribuan, S. B., Priyabekti, Y. S., & Hartanto, S.T. M.Eng, D. T. (2023). Bioremediasi Limbah Cair Batik Di Yogyakarta Menggunakan Bahan Alami yang Diintegrasikan dengan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Lomba Karya Tulis Ilmiah*, 4(1), 69–87. Retrieved from <https://journal.ittelkom-sby.ac.id/lkti/article/view/283>
- Hamzah, A. H. P. (2022). Pemanfaatan Ozon Sebagai Teknologi Berkelanjutan Daur Ulang Air Limbah Domestik Hotel X Lembang. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(2), 96–103. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i2.234>
- Hayati, G. I., Pertiwi, B., & Ristianingsih, Y. (2018). Pengaruh Variasi Konsentrasi Adsorben Biji Trembesi Terhadap Penurunan Kadar Logam Kromium (Cr) Total Pada Limbah Industri Sasirangan. *Konversi*, 5(2), 1. <https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4760>
- Indrayani, L. (2019). Perhitungan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Dari Sektor Industri Batik Berdasarkan Metode Ipcc Guidelines (2006). *Jurnal Envirotek*, 11(1). <https://doi.org/10.33005/envirotek.v11i1.1305>
- Jannah, I. N., & Muhimmatin, I. (2019). Pengelolaan Limbah Cair Industri menggunakan Mikroorganisme di Kecamatan Cluring Kabupaten Banyuwangi. *Warta Pengabdian*, 13(3). <https://doi.org/10.19184/wrtp.v13i3.12262>
- Puspitasari, A., Tania, A. P., & Triana, N. W. (2023). Pengolahan Limbah Cair Batik dengan Metode Ozonasi untuk Menurunkan Kadar COD dan TSS. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(2). https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v17i2.3781
- Rahayu, A., Fadhillah Hanum, F., Aldilla Fajri, J., Dwi Anggraini, W., & Khasanah, U. (2021). Review: Pengolahan Limbah Cair Industri dengan Menggunakan Silika a Review: Industrial Liquid Waste Treatment Using Silica. *Open Science and Technology*,

- 02(01), 2776-169. Retrieved from <https://opscitech.com/journal>.
- Rahmadanti, T., Utami, A., Gomareuzzaman, M., Muryani, E., & Algary, T. A. (2024). *Evaluasi Tingkat Pencemaran Air Tanahakibat Limbah Cair Industri Batik menggunakan Metode Indeks Pencemaran di Kalurahan Wukirsari, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumian SATU BUMI, 5(1). <https://doi.org/10.31315/psb.v5i1.11633>
- Rizki, L., Hakim, L., Zulnazri, Z., Muhammad, M., & Jalaluddin, J. (2021). Pembuatan Air Minum Alkali Menggunakan Metode Elektrolisis. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 1(3), 27. <https://doi.org/10.29103/cejs.v1i3.4805>
- Rofiqoh, A. N., & Titah, H. S. (2024). Penurunan Kandungan BOD, COD, TSS, dan Warna pada Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Cyperus papyrus dan Eleocharis dulcis dengan Sistem Reed Bed. *Jurnal Teknik ITS*, 13(2), F77-F82.
- Subagyo, P. K., & soelistyowati, soelistyowati. (2023). Pengaruh Zat Pewarna Sintetis Terhadap Pewarnaan Kain Batik. *Folio*, 2(2). Retrieved from <https://journal.uc.ac.id/index.php/FOLIO/article/view/3476>
- Yasmin, H. Z. (2023). Efektivitas Kombinasi Konsentrasi Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Dan Waktu Kontak Sinar Ultraviolet-C Terhadap Penurunan Bakteri Coliform Pada Limbah Cair Rs Pku Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 72-82. <https://doi.org/10.14710/jkm.v11i1.34578>
- Yulianto, R., Prihanto, R. L., Redjeki, S., & Iriani, I. (2020). Penurunan Kandungan COD dan BOD pada Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Ozonasi. *ChemPro*, 1(01), 9-15. <https://doi.org/10.33005/chempro.v1i01.27>

BIODATA PENULIS

Hestin Wirasti, lahir pada tanggal 12 Februari 1997 di Kebumen. Pendidikan terakhir Magister Pendidikan Kimia dan bekerja sebagai guru di MAN 2 Kebumen.

Saccharum-Briket: Pembuatan Biobriket dari Limbah Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai Alternatif Energi Terbarukan

Saccharum-Briquettes: Making Biobriquettes from Sugarcane Bagasse Waste (*Saccharum officinarum*) as a Renewable Energy Alternative

Mai Satriyani^{1) a) *}, Annisa Rizmayanti^{2) b)}, Yuninda Dewi^{3) c)}

^{1) 2) 3)} Universitas Tidar

a) b) c) Jl. Kapten Suparman No. 39 Potrobangsari, Kec. Magelang, Kota Magelang, Jawa Tengah 56116

*Email: maisatriyani28@gmail.com

Naskah Masuk: 28 April 2025 Naskah Revisi: 9 Juni 2025 Naskah Diterima: 3 Juli 2025

ABSTRACT

The role of the young generation in realizing the 17 important goals listed in the SDGs is one of them in point 7 regarding clean and affordable energy ensuring access to affordable, reliable, sustainable, and modern energy sources. The current problem which is heard is the energy crisis. Petroleum is predicted to run out within the next 18 years. Renewable energy is an effective choice in the long term to overcome the threat of an energy crisis. Sacharum-Briket is a solutive contribution in its role of achieving energy security. This type of study using qualitative and quantitative analysis. The sampling technique is simple random sampling. Data collection techniques by observation using a questionnaire. Variables and indicators include education about energy, socialization of biobriquettes, practice of making biobriquettes, and trials. The objects of this study are 30 participants of young generation between 20–49 years old who have and who have not known the making of biobriquettes. The results are innovative alternative materials of making biobriquettes that can support energy security. It is expected that Sacharum-Briket could be implemented in industrial companies both nationally and internationally so as to realize the projection of SDGs in 2030.

Keywords: *alternative energy, sacharum-briquettes, young generation*

ABSTRAK

Peran generasi muda dalam mewujudkan 17 tujuan penting yang tertera pada SDGs salah satunya pada poin ke 7 mengenai energi bersih dan terjangkau yang bermuara dalam menjamin akses terhadap sumber energi yang terjangkau, terpercaya, berkelanjutan, dan modern. Berkaitan dengan energi berkelanjutan, saat ini permasalahan yang terdengar ialah terjadinya krisis energi. Bahan bakar minyak bumi diprediksi akan habis dalam waktu 18 tahun mendatang. Energi terbarukan merupakan pilihan efektif dalam jangka panjang untuk mengatasi ancaman krisis energi. Sacharum-Briket menjadi kontribusi solutif dalam perannya mencapai ketahanan energi. Tipe kajian ilmiah ini menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif. Teknik pengambilan sampel dengan cara simple random sampling. Adapun teknik pengambilan data dengan observasi menggunakan alat berupa kuisioner. Variabel dan indikator meliputi edukasi mengenai energi, sosialisasi biobriket, praktik pembuatan biobriket dari limbah ampas tebu, dan uji coba. Objek kajian ilmiah ini ialah generasi muda baik rentang usia 20–49 tahun dengan 30 partisipan yang sudah maupun yang belum mengenal pembuatan biobriket. Hasil kajian ilmiah berupa inovasi bahan alternatif pembuatan biobriket yang mampu mendukung ketahanan energi. Diharapkan Saccharum-Briket dapat diimplementasikan pada perusahaan perindustrian baik lingkup nasional maupun internasional sehingga mampu mewujudkan proyeksi dari SDGs tahun 2030.

Kata kunci : *alternatif energi, generasi muda, sacharum-briket*

PENDAHULUAN

Masyarakat menjadi aset penting dalam melanjutkan estafet perjuangan bangsa. Peran masyarakat dalam mewujudkan 17 tujuan penting yang tertera pada SDGs sangat diperlukan. Salah satunya pada poin ke 7 mengenai energi bersih dan terjangkau. Hal ini bermuara dalam menjamin akses terhadap

sumber energi yang terjangkau, terpercaya, berkelanjutan, dan modern untuk semua orang. Berkaitan dengan energi berkelanjutan, saat ini permasalahan yang terdengar ialah terjadinya krisis energi. Bahan bakar minyak bumi diprediksi akan habis dalam waktu 18 tahun mendatang. Hal ini dikarenakan cadangan minyak bumi Indonesia diprediksi 9 miliar barel,

dengan tingkat produksi rata-rata 0,5 miliar barel/tahun.

Adapun jumlah cadangan batu bara diperkirakan 57 miliar ton dengan kapasitas produksi 131,72 juta ton/tahun. Jumlah ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan energi Indonesia, sehingga setiap tahunnya dilakukan impor minyak sebanyak 278 juta barel. Energi baru terbarukan merupakan pilihan efektif dalam jangka panjang untuk mengatasi ancaman krisis energi. *Sacharum-Briket* menjadi kontribusi solutif dalam perannya mencapai ketahanan energi. Keterlibatan langsung dengan masyarakat dalam pembuatan biobriket dari limbah ampas tebu mampu memberi edukasi baru dalam pemanfaatan energi

Tebu (*Saccharumofficinarum*) merupakan tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Umur tanaman ini dari sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia, tebu banyak dibudidayakan di Pulau Jawa dan Sumatera.

Ampas tebu atau lazimnya disebut *bagasse* adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu sehingga diperoleh limbah berserat atau yang dikenal sebagai ampas tebu. Ampas tebu sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7 mm sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro. Ampas tebu mengandung air 48–52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat ampas tebu tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, gula pentose, dan lignin.

Gula dari tanaman tebu ini mengalami peningkatan jumlah produksi dari tahun ke tahun sehubungan dengan pertambahan jumlah penduduk, hal itu menandai bahwa jumlah limbah ampas tebu juga mengalami peningkatan. Namun, adanya peningkatan limbah tebu tidak diimbangi dengan adanya pemanfaatan yang meningkat. Pengelolaan dari limbah ampas tebu belum dimanfaatkan nilai gunanya secara optimal. Salah satunya adalah limbah tebu yang berasal dari *home industry* es tebu belum dimanfaatkan secara optimal oleh pembuat es tebu maupun masyarakat sekitar.

Masih minim dan belum optimalnya pemanfaatan limbah ampas tebu memotivasi penulis untuk membuat inovasi terkait pengelolaan ampas tebu. Salah satu bentuk

optimalisasi pemanfaatan limbah tebu adalah dengan membuat bahan bakar berupa briket dari pengelolaan limbah ampas tebu. Hal itu juga merupakan suatu bentuk partisipasi masyarakat yang bisa dilakukan dalam mendukung program pemerintah dalam pengelolaan lingkungan.

Ampas tebu yang belum dimanfaatkan secara optimal dapat menjadi bahan bakar alternatif di tengah-tengah tingginya harga bahan bakar minyak. Untuk itu, diperlukan sebuah terobosan untuk memberdayakan sumber daya energi dan alternatif terbaru dari ampas tebu tersebut menjadi produk briket.

Peluang usaha briket ini sangat besar karena sebelumnya tidak pernah ada briket berbahan dasar ampas tebu, hal ini juga ditunjang dengan manfaat berlanjut sebagai cadangan bahan bakar di masa yang akan datang. Kebanyakan briket yang dipasarkan selama ini hanya berbahan dasar arang. Keuntungan dari pembuatan produk ini yaitu menciptakan peluang usaha baru yang dapat membuka lapangan pekerjaan bagi masyarakat di sekitar *home industry*. Dengan adanya peluang usaha ini, maka dapat menyerap tenaga kerja dan mengurangi pengangguran dan menghasilkan keuntungan bagi pemilik usaha maupun pekerja yang berasal dari lingkungan sekitar. Dengan adanya pemanfaatan limbah ampas tebu, kita juga turut melestarikan lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Sumber Daya sebagai Pendukung Tujuan SDGs

Upaya untuk memajukan dan mengembangkan peradaban manusia hingga kini terus dilakukan. Mulai dari pengembangan teknologi, ekonomi, hingga taraf hidup manusia. *Sustainable Development Goals* merupakan sebuah dokumen yang akan menjadi sebuah acuan dalam kerangka pembangunan dan perundingan negara-negara di dunia. Post-2015, juga dikenal sebagai (SDGs) didefinisikan sebagai kerangka kerja untuk 15 tahun ke depan hingga tahun 2030 (Wahyuningsih, 2017)

SDGs sendiri merupakan seperangkat elemen yang telah disepakati oleh hampir semua negara di dunia yang terdiri dari 17 tujuan dan 169 target. Semua elemen tersebut saling terintegrasi untuk diimplementasikan melalui keseimbangan ekonomi, sosial budaya, dan lingkungan untuk memenuhi kebutuhan baik

masa kini maupun generasi yang akan datang. Sumber daya merupakan salah satu elemen yang memegang peran dalam mengimplementasikan SDGs (Wahyuningsih, 2017). Pembangunan berkelanjutan harus menyeimbangkan kebutuhan saat ini dengan ketersediaan sumber daya jangka panjang (Tjahjanto et al., 2025).

Energi

Energi merupakan salah satu hal terpenting dalam kehidupan manusia serta pembangunan. Kekurangan pasokan energi akan menyebabkan terhambatnya bahkan terhentinya roda pembangunan. Oleh karena itu, kesinambungan pasokan energi yang merupakan hal yang harus dicapai untuk menjamin kesinambungan pembangunan nasional (Agustian, 2015).

Istilah energi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *energia* yang berarti aktivitas, *energias* yang berarti aktif (Sutarno, 2013). Energi adalah sumber daya yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan termasuk bahan bakar, listrik, energi mekanik, dan panas. (Daryanto, 2007). Energi selalu berasal dari sumber energi. Sumber energi adalah sesuatu yang dapat menghasilkan energi, baik secara langsung maupun melalui proses konversi atau transformasi (Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi pasal 1 ayat (2)). Sumber energi merupakan sebagian dari sumber daya alam yang meliputi minyak dan gas bumi, batu bara, air, panas bumi, gambut, biomassa, dan sebagainya, baik secara langsung atau tidak langsung dapat dimanfaatkan sebagai energi (Sa'adah et al., 2017)

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar untuk menopang keberlangsungan hidup manusia. Hiscock (2012) dalam bukunya *Earth Wars* mengungkapkan bahwa pangan, air, energi, dan logam adalah penggerak pertumbuhan industri, ekonomi, dan sosial. Seiring dengan meningkatnya penduduk dunia, maka akan semakin ketat juga persaingan terhadap akses sumber daya (Agustian, 2016).

Masalah dan Solusi di Bidang Energi

Penggunaan energi di Indonesia masih didominasi oleh penggunaan energi tak terbarukan yang berasal dari fosil, khususnya minyak bumi dan batu bara. Bahan bakar minyak (BBM) memegang posisi yang sangat dominan

dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional. Komposisi konsumsi energi nasional saat ini

adalah BBM: 52,50%; gas: 19,04%; batu bara: 21,52%; air: 3,73%; panas bumi: 3,01%; dan energi baru: 0,2%. Namun, seiring berjalannya waktu, ketersediaan energi fosil semakin menipis dan untuk mengantisipasinya energi baru terbarukan (EBT) merupakan alternatif terbaik.

Media Indonesia (2007) meliris laporan *Internal Energy Outlook* yang dikeluarkan Badan Informasi Energi Amerika Serikat menyebutkan kebutuhan energi dunia akan mencapai dua kali lipat kebutuhan saat ini, seiring dengan kemajuan teknologi dan informasi. Kebutuhan akan konsumsi permintaan tersebut terutama berasal dari bahan bakar minyak akan mencapai 118 juta barel pada tahun 2030. Kesenjangan antara permintaan dan penawaran akan berdampak serius dan berpotensi terjadinya krisis energi, sehingga perlu segera diatasi di antara lain yang paling bisa diterima adalah mengadopsi kebutuhan energi alternatif. Penggunaan energi baru dan terbarukan harus menjadi perhatian utama pemerintah. Indonesia tidak hanya sebagai upaya untuk mengurangi pemakaian energi fosil, melainkan juga untuk mewujudkan energi bersih atau ramah lingkungan.

Pengolahan bioenergi yang berasal dari sumber nabati. Apabila energi sumber nabati tersebut dapat dikembangkan masyarakat terutama di pedesaan, maka akan dapat diciptakan masyarakat yang mandiri energi terutama untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga sehari-hari. Menurut Mentan (Kompas, Januari 2013), pemenuhan kebutuhan pangan harus menjadi prioritas utama dalam perumusan kebijakan dan pengembangan bioenergi. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi untuk permasalahan tersebut yaitu dengan biobriket. Briket merupakan energi alternatif dari sisa bahan organik dalam padatan dan mengandung nilai kalor tinggi. Masyarakat yang memanfaatkan minyak tanah sebagai sumber energi dapat menggunakan briket sebagai salah satu energi alternatif. Hal ini dikarenakan volume minyak tanah semakin sedikit dan susah ditemukan serta harganya sangat mahal. Salah satu keuntungan dari pemanfaatan briket sebagai energi alternatif yaitu lebih ramah

lingkungan, lebih murah, dan termasuk energi terbarukan (Dharma, dkk., 2017).

Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu sebagai Alternatif Bahan Bakar

Limbah ampas tebu merupakan hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu (Apriani, 2015) yang merupakan salah satu bahan limbah yang di dalamnya masih terdapat lignin. Lignin merupakan bahan baku pembentuk Lignosulfonat. Lignosulfonat adalah salah satu jenis surfaktan anionik yang dapat digunakan sebagai bahan baku injeksi dalam metoda Injeksi surfaktan untuk meningkatkan perolehan produksi minyak pada industri perminyakan (Rini Setiati dkk., 2016).

Ampas tebu dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling. Dengan kandungan *ligno-cellulose* serta memiliki panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, ampas tebu gula akan mendukung kebutuhan industri gula, yang dalam proses pembuatan gula konsekuensinya akan menghasilkan limbah tebu yang cukup banyak. Jumlah produksi ampas tebu setiap tahunnya cukup melimpah, mudah didapatkan, dan harganya murah. Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), ampas tebu diperoleh sebanyak 32% dari berat tebu giling atau sekitar 10,2 juta ton/tahun atau permusim giling se-Indonesia (Husin, 2007). Ampas tebu atau *bagasse* ini adalah limbah padat industri gula tebu yang mengandung serat lignin, selulosa dan hemiselulosa yang merupakan hasil samping dari proses ekstraksi tanaman tebu. Berdasarkan analisis kimia, rata-rata ampas tebu memiliki komposisi kimia yaitu, abu 3,28%; lignin 22,09%; selulosa 37,65%; sari 1,81%; pentosan 27,97%; dan SiO₂ 3,01%. Ampas tebu ini dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling. Dengan kandungan *ligno-cellulose* serta memiliki panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro (Rini Setiati dkk. 2016).

Dari proses pemisahan lignin dari ampas tebu ini dapat memberi nilai tambah pemanfaatan ampas tebu sekaligus sebagai alternatif pengolahan ampas tebu sebagai bahan bakar, sehingga dapat penyediaan ataupun pengadaan energi alternatif di antaranya dicapai melalui pembuatan dan pengembangan bahan bakar briket berbasis ampas tebu. Seperti

diketahui tanaman tebu mampu memproduksi biomassa tidak kurang dari 100 ton/ha dalam waktu kurang 1 tahun, sehingga dengan demikian potensial sebagai sumber energi (Yahya K & H. Santoso, 2009).

Menurut Pritzelwitz dalam Hugot (1986), untuk tiap kilogram dalam batangan, ampas tebu memiliki nilai kalor sebesar 1825 kcal (Tegar Arief Pradana, 2023). Nilai tersebut dapat meningkat seiring dengan berkurangnya kadar air dan gula di dalam ampas tebu tersebut sehingga limbah ampas tebu tepat dijadikan briket.

Ketahanan Energi

Ketahanan energi ialah kemampuan negara untuk dapat menyediakan energi secara nasional dengan semaksimal mungkin memanfaatkan sumber daya lokal yang ada, tetapi juga menjamin keandalan pasokan energi untuk memenuhi kebutuhan energi nasional jangka panjang. Dengan demikian, tujuan ketahanan dan kemandirian energi nasional adalah untuk memenuhi kebutuhan energi nasional jangka panjang bagi seluruh sektor perekonomian dengan semaksimal mungkin memanfaatkan sumber daya lokal secara berkesinambungan.

Kondisi ini memunculkan dua hal yang penting yaitu keamanan dalam pasokan energi serta kemandirian dalam penyediaan energi. Keamanan pasokan energi (*Energy Supply Security*) merupakan kemampuan untuk menyediakan energi dalam jangka panjang dan ke seluruh pelosok tanah air. Di lain pihak, kemandirian energi adalah upaya untuk menyediakan energi dengan semaksimal mungkin memanfaatkan seluruh sumber daya yang ada secara nasional, baik sumber daya alam, manusia, finansial, infrastruktur, serta teknologi.

Dalam upaya mewujudkan ketahanan dan kemandirian energi nasional, suatu perencanaan energi yang matang, luas, terintegrasi, dan konsisten sangat diperlukan perencanaan energi merupakan salah satu faktor penting dalam ketahanan energi, khususnya dalam memberi gambaran tentang kondisi kebutuhan, penyediaan, teknologi, serta investasi untuk memenuhi kebutuhan energi bagi kelangsungan pembangunan nasional, antara lain dalam upaya: memenuhi kebutuhan energi nasional, wilayah dan sektoral secara berkelanjutan, dengan memperhatikan aspek

ekonomis, teknis dan lingkungan; mengembangkan berbagai potensi sumber daya energi yang dimiliki; merumuskan strategi penerapan teknologi energi yang optimal, baik di sisi produksi, proses/konversi, dan pengguna energi; memberi manfaat yang sebesar-besarnya bagi negara, daerah dan masyarakat melalui peningkatan ekonomi baik di tingkat nasional maupun daerah serta kesejahteraan masyarakat.

METODE PENELITIAN

Metode penulisan yang digunakan dengan menggabungkan beberapa data yang diperoleh.

1. Data Primer

Data primer pada penulisan ini diambil dari beberapa responden seperti ibu rumah tangga dan generasi muda secara langsung. Jumlah partisipan sebanyak 30 partisipan, dengan rentang usia 20–49 tahun dengan 3 sub pertanyaan yaitu edukasi, sosialisasi, dan praktik. Penulis menggunakan tipe kajian ilmiah dengan analisis kualitatif dan kuantitatif. Adapun kualitatif berupa eksperimen, sedangkan kuantitatif berupa kuisisioner sehingga mendapatkan penjelasan yang diharapkan mengenai implementasi *Sacharum-Briket*. Teknik pengambilan sampel pada kajian ilmiah ini dengan cara *simple random sampling*, di mana sampel dipilih secara acak sederhana untuk mengikuti kegiatan implementasi *Sacharum-Briket* dan teknik pengambilan data dengan observasi menggunakan alat berupa kuisisioner. Pemberian kuisisioner ini bertujuan untuk membandingkan skema responden antara sebelum dan sesudah terjadinya implementasi. Sementara itu, untuk mengukur perubahan yang terjadi menggunakan analisis secara kualitatif.

2. Data Sekunder

Data sekunder ialah data yang berasal dari buku-buku serta tulisan lain yang memberikan pengetahuan penulis selama proses penyusunan karya ilmiah. Data sekunder pada penelitian ini berasal dari berbagai literatur seperti artikel, jurnal, skripsi, ensiklopedia, dan kamus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Biobriket dari Limbah Ampas Tebu

Pada tahap implementasi, tahap pertama ialah masyarakat diberikan penjelasan mengenai tahapan pembuatan. Pada saat itu, telah tersedia ampas tebu yang dilakukan proses pembakaran secara sempurna serta ditumbuk sehingga praktik ini dapat berjalan lebih cepat tanpa harus menunggu waktu pembakaran.



Gambar 1.

Pembakaran Ampas Tebu

Tahap selanjutnya ialah pemberian perekat berupa lem dan tepung sagu yang telah dipanaskan bersama air. Pada kegiatan ini, dilakukan imbauan seperti tahapan edukasi untuk mengingatkan kembali bahwa pencampuran bubuk karbon ampas tebu dengan perekat harus mengikuti takaran komposisi bahan yang tepat. Hal ini dikarenakan apabila terlalu banyak perekat akan membuat biobriket menjadi basah dan sulit dibakar. Namun, apabila terlalu sedikit karbon ampas tebu akan menjadikan briket lebih remah.



Gambar 2.

Pemberian Perekat

Berikutnya ialah tahap penjemuran biobriket. Penjemuran dilakukan dibawah terik matahari langsung selama 3–4 hari tergantung intensitas cahaya yang diterima oleh biobriket.

Kegiatan penjemuran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3.
 Penjemuran Biobriket

Uji Coba Pembakaran Biobriket

Pembakaran biobriket dari ampas tebu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keberhasilan biobriket sebagai bahan bakar seperti yang terlihat pada Gambar 4. Kegiatan ini dilakukan setelah tahap penjemuran biobriket selesai. Biobriket dengan menghasilkan bara saat setelah pembakaran menandakan bahwa biobriket berhasil dalam pembuatan dan dapat dijadikan bahan bakar alternatif.



Gambar 4.
 Pembakaran Biobriket

Hasil Pelaksanaan

Pasca dilakukan pembakaran *Sacharum-Briket* terdapat hasil data yang akan diolah berdasarkan perhitungan dan analisis kualitatif dari data kualitatif yang ada pada kuisioner. Data tabulasi yang didapatkan setelah dilaksanakannya *Sacharum-Briket* dapat dilihat pada Tabel 1.

Data berupa hasil perhitungan nilai kuisioner yang telah dijawab oleh responden. Nilai tersebut menjadi indikator hasil evaluasi.

Tabel 1.
 Data Tabulasi

No.	Frekuensi	Capaian Nilai Total	Rata-rata Evaluasi	Hasil Evaluasi
1.	1	56	14	Tidak Baik
2.	3	57	14,25	Tidak Baik
3.	1	88	22	Cukup Baik
4.	2	90	22.5	Cukup Baik
5.	2	92	23	Cukup Baik
6.	1	98	24.5	Cukup Baik
7.	1	100	25	Baik
8.	6	102	25.5	Baik
9.	3	103	25.75	Baik
10.	1	106	26,5	Baik
11.	6	108	27	Baik
12.	1	111	27.75	Baik
13.	2	112	28	Baik

Sumber: Hasil Olahan Peneliti

Keterangan nilai:

$x \leq 15$: Tidak Baik
 $15 \leq x \leq 25$: Cukup Baik
 $x > 25$: Baik

Capaian Nilai Total = x minat + x kognitif + x afektif + x psikomotor

Capaian Nilai Total Maksimum = 40

Rata-rata Nilai Evaluasi = $\frac{\text{capaian nilai total}}{4}$

Dari hasil observasi, dapat diketahui terkait wawasan masyarakat mengenai biobriket memiliki wawasan yang minim terkait biobriket dan energi alternatif. Namun demikian, adanya salah satu langkah dan usaha kecil dalam pemberian edukasi dan pemahaman kepada masyarakat baik ibu rumah tangga dan pemuda mampu menjadi upaya nyata dalam menumbuhkan kepedulian dalam penggunaan energi alternatif.

Meninjau data tabulasi yang dipaparkan, dapat dikatakan bahwa implementasi *Sacharum-Briket* mampu memberi tingkat efektivitas pemanfaatan limbah tebu lebih tinggi dibandingkan tanpa adanya sosialisasi. Adanya edukasi dan sosialisasi yang disampaikan secara sederhana tidak hanya membentuk kepedulian mengenai energi alternatif, melainkan dalam pemanfaatan limbah menjadi barang bernilai guna.

Berdasarkan hasil tabulasi data yang ada, lebih dari setengah keseluruhan jumlah responden memberikan respon yang baik. Dapat dilihat pada Tabel 1 sebanyak 30 ibu rumah tangga memiliki hasil evaluasi baik dengan rentang nilai rata-rata 25,00–28,00; sedangkan sebanyak 6 responden memiliki rentang nilai rata-rata sekitar 22,00–24,50; yang menandakan hasil evaluasi cukup baik. Adapun pada rentang nilai rata-rata sekitar 14,00–14,25; menandakan hasil evaluasi tidak baik dengan jumlah responden sebanyak 4.

Dari data tabulasi (Tabel 1) dengan pertanyaan sebagai berikut:

1. Briket adalah sebuah blok bahan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memulai dan mempertahankan nyala api. Berdasarkan pernyataan tersebut, apakah Anda pernah mendengar/mengetahui mengenai briket?

2. Briket yang paling umum digunakan adalah briket batu bara, briket arang, briket gambut, dan briket biomassa. Dari ketiga briket tersebut, pernahkan Anda menggunakan briket? Briket jenis apakah itu? Pernahkah Anda mendengar dan menggunakan biobriket?
3. Penerapan biobriket membutuhkan alat dan bahan dengan biaya yang relatif murah, akan tetapi dibutuhkan wawasan dan keterampilan dalam melakukan pembuatannya. Biasanya biobriket (misalnya dari ampas tebu) membutuhkan ampas tebu dan tepung kanji sebagai bahan utamanya. Adanya biobriket dapat menjadi solusi dalam memanfaatkan limbah ampas tebu dan merupakan salah satu inovasi bahan bakar alternatif. Apakah Anda tertarik untuk membuat biobriket? Apakah Anda pernah menerapkan biobriket?

Data menunjukkan bahwa *Sacharum-Briket* dapat meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai biobriket dan energi alternatif, serta pentingnya pola hidup hemat energi. Nilai yang ada pada data tabulasi dapat dijadikan acuan bahwa proses *Sacharum-Briket* akan mempengaruhi input, sehingga *output* yang diharapkan dapat terbentuk.

Peningkatan nilai yang terjadi dapat membuktikan bahwa proses akan memengaruhi *output*. Penyebarluasan informasi mengenai biobriket dengan pemanfaatan limbah tebu dilakukan secara sederhana, di mana proses pembuatan dilakukan dengan menginovasikan limbah tebu menjadi bahan baku biobriket. Adanya edukasi yang disisipkan pada saat sebelum implementasi mampu meningkatkan wawasan masyarakat terhadap materi yang diberikan. *Sacharum-Briket* menjadi media yang dapat diterapkan untuk mempopulerkan eksistensi energi alternatif, serta menjadi salah satu media untuk menerapkan pola hidup hemat energi, sehingga *Sacharum Briket* mampu menjadi salah satu upaya dalam mewujudkan tujuan ke-7 dari *Sustainable Development Goals* (SDGs), yakni menjamin akses energi yang terjangkau, andal, berkelanjutan, dan modern untuk semua. produk *Sacharum Briket* dapat memberikan manfaat yang signifikan baik dari sisi lingkungan, ekonomi, maupun sosial. Manfaat yang diperoleh dengan adanya *Sacharum Briket* yaitu dapat digunakan sebagai

energi alternatif yang terjangkau, energi ramah lingkungan, pemanfaatan limbah, mendorong kemandirian energi lokal, serta penciptaan lapangan kerja, dan inovasi lokal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pembuatan biobriket dari limbah ampas tebu (*Saccharum officinarum*) mampu meningkatkan kualitas SDM dalam hal pemahaman, wawasan, dan keterampilan masyarakat terhadap pengolahan limbah ampas tebu sebagai energi alternatif biobriket, sehingga mampu mendukung tercapainya ketahanan energi sesuai dengan tujuan SDGs tahun 2030. Adanya inovasi pembuatan biobriket dari limbah ampas tebu (*Saccharum officinarum*) mampu menjadikan salah satu upaya untuk mendukung program pemerintah dalam pengelolaan lingkungan serta wujud upaya mencapai ketahanan dan kemandirian energi di tingkat terkecil yakni keluarga.

Saran

Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral dengan dinas lainnya hendaknya membantu melakukan penyuluhan dan sosialisasi kepada generasi muda dan masyarakat mengenai pentingnya biobriket sebagai alternatif bahan bakar sehingga bisa menjadi solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pemerintah Kabupaten Kebumen agar segera mewujudkan penyusunan program dan kebijakan terkait dengan pemanfaatan limbah ampas tebu yang berasal dari *home industry* sebagai biobriket sehingga dapat menjadi wadah untuk generasi milenial dalam melakukan kegiatan guna mencapai ketahanan energi sebagai tujuan dari SDGs.

DAFTAR PUSTAKA

Agustian, A. (2016). Pengembangan Bioenergi di Sektor Pertanian: Potensi dan Kendala Pengembangan Bioenergi Berbahan Baku Ubi Kayu. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 13(1), 19. <https://doi.org/10.21082/akp.v13n1.2015.19-38>.

Azhar, Muhamad dan Dendy Adam Satriawan. (2018). Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka

Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law & Governance Journal*, Vol. 1.

- Boedoyo M Sidik. (2015). *Pengembangan Teknologi Energi Alternatif untuk Mendukung Ketahanan dan Kemandirian Energi Nasional*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. ISBN: 978-3733-18-0
- Hasannudin dkk. (2014). *Analisis nilai kalor briket ampas tebu sebagai cikal bakal bahan bakar alternatif*. Prosiding Seminar Nasional PB3I ITM.
- Sa'adah, A. F., Fauzi, A., & Juanda, B. (2017). Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118-137. <https://doi.org/10.21002/jepi.v17i2.02>
- Sari Agutina Dessy dan Hadiyanto (2013). "Proses Produksi Bioenergi Berbasis Bioteknologi" *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(3).
- Setiani dkk. (2019). Analisis Proximate Briket Tempurung Kelapa dan Ampas Tebu. *Jurnal Presipitasi*, 16(2), 91-96.
- Setiati Rini. (2016). "Optimasi pemisahan lignin ampas tebu dengan menggunakan natrium hidroksida". *Ethos (Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat)*, 257-264.
- Tegar Arief Pradana, B. Y. M. (2023). 41033-95462-1-Pb. *Teknik Mesin S-1*, 11(3), 494-499.
- Tjahjanto, A., Ustriyana, N. G., & Diarta, K. S. (2025). *International Journal of Current Science Research and Review Sustainability Leadership and Employee Engagement: A Key Driver of Productivity in Indonesian Companies* Corresponding Author: Ari Tjahjanto Corresponding Author: Ari Tjahjanto. 8(2), 650-672. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V8-i2-10>
- Wahyuningsih, (2017). Millenium developent goals (mdgs) dan sustainable development goals (sdgs) dalam kesejahteraan sosial. *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, 11(3), 390 - 399.

BIODATA PENULIS

Mai Satriyani lahir pada tanggal 28 Mei 2000 di Kebumen. Merupakan lulusan Universitas Tidar Program Studi Manajemen.

Annisa Rizmayanti lahir di Bogor pada tanggal 28 Mei 1999 merupakan lulusan Program Studi Agroteknologi Universitas Tidar.

Yuninda Dewi lulusan dari Program Studi Manajemen Universitas Tidar yang lahir di Magelang pada 26 Juni 1999. Semoga penulisan ini dapat memberikan kontribusi positif serta bermanfaat dan berguna bagi sesama.

Inovasi Pupuk Alternatif Pukobonas Berbahan Dasar Limbah Innovation of Waste-Based Pukobonas Alternative Fertilizer

Lusi Annafi Fauza D¹⁾ a)*, Lifia Nur Azizah²⁾ b), Bhekti Ardiningtyas³⁾ c)

^{1) 2) 3)} SMA Negeri 1 Buluspesantren

a) b) c) Jurutengah, Waluyo, Buluspesantren, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah 54391

*Email: lusyannafiilusy@gmail.com

Naskah Masuk: 26 Mei 2025 Naskah Revisi: 10 Juni 2025 Naskah Diterima: 3 Juli 2025

ABSTRACT

The price of inorganic fertilizers is relatively expensive and their limited stock is a problem for farmers. Long-term use of inorganic fertilizers can also damage the environment. Straw, which looks beneficial, is also detrimental. Straw stalks have good resistance even though the straw part has been cut can cause the regrowth of plants called singgang which can hinder the pentractors in plowing the fields and disrupt the growth mechanism of the next planted crop. Fruits that are considered healthy can also pollute the environment. As with pineapple, not all parts of the pineapple can be processed, namely the leaves, skin and crown. The pineapple waste produces a pungent odor and damages aesthetics that can disturb the surrounding environment. Not only pineapple waste, but also animal waste such as cow dung and goat dung. Therefore, the innovation of processing these wastes into organic fertilizer was created. The purpose of making this product is to increase the use value of straw stumps and pineapple waste itself. The organic fertilizer can be used by the general public and farmers in particular without having to pay a high cost, so this innovation product is expected to be realized as a form of agricultural facilities.

Keywords: environment, fertilizer, straw, use value, waste

ABSTRAK

Harga pupuk anorganik relatif mahal dan stoknya terbatas dapat menjadi suatu permasalahan bagi petani. Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang juga dapat merusak lingkungan. Jerami yang terlihat menguntungkan, ternyata juga merugikan. Bonggol jerami memiliki ketahanan yang baik walaupun bagian jeraminya sudah dipotong. Hal itu dapat menyebabkan tumbuhnya kembali tanaman yang disebut singgang yang dapat menghambat para pentraktor dalam melakukan proses pembajakan sawah serta mengganggu mekanisme pertumbuhan tanaman yang ditanam selanjutnya. Buah yang dianggap menyehatkan, ternyata juga dapat mencemari lingkungan. Seperti pada buah nanas, tidak semua bagian nanas dapat diolah yaitu daun, kulit dan mahkotanya. Limbah nanas tersebut menghasilkan bau menyengat dan merusak estetika sehingga dapat mengganggu lingkungan sekitar. Tak hanya limbah nanas, kotoran hewan pun demikian seperti kotoran sapi dan kotoran kambing. Oleh karena itu, diciptakanlah inovasi pengolahan limbah-limbah tersebut menjadi pupuk organik. Tujuan dari pembuatan produk ini adalah untuk menambah nilai guna daripada bonggol jerami dan limbah nanas itu sendiri. Pupuk organik tersebut dapat digunakan oleh masyarakat umum dan para petani pada khususnya tanpa harus mengeluarkan biaya yang mahal, sehingga produk inovasi ini diharapkan dapat terealisasi sebagai wujud sarana pertanian.

Kata kunci: jerami, limbah, lingkungan, nilai guna, pupuk

PENDAHULUAN

Letak geografis dan iklimnya menjadikan Indonesia sebagai negara agraris. Luasnya lahan dan aneka ragam tanaman membuat sebagian besar masyarakat Indonesia bekerja di sektor pertanian. Dalam dunia pertanian, padi merupakan tanaman yang umum ditanam oleh para petani. Selain karena menjadi sumber makanan pokok, padi juga dapat dijual untuk

memenuhi kebutuhan ekonomi masyarakat. Saat ini tak hanya padinya saja yang bisa dimanfaatkan, jerami padi juga dapat dijadikan pakan ternak. Banyak petani yang memanfaatkan jerami untuk dijual kepada masyarakat yang memiliki ternak seperti sapi.

Namun, di lain sisi, dari tanaman padi juga dapat menimbulkan pengaruh negatif bagi para petani. Pengaruh itu ada pada bagian paling bawah tanaman padi atau dikenal dengan

bonggol jerami. Bonggol jerami memiliki ketahanan hidup yang baik. Walaupun bagian jeraminya sudah dipotong, pada bagian bonggol akan tumbuh lagi anak jerami yang oleh masyarakat disebut singgang. Hal ini tentu dapat menyulitkan para pentraktor dalam melakukan proses pembajakan sawah. Ketika petani kembali menanam padi ataupun palawija yang masih terdapat bonggol jerami, mekanisme pertumbuhan tanamannya justru akan terganggu karena tanah harus bekerja lebih ekstra untuk membantu pertumbuhan antara tanaman sekaligus bonggol jerami yang masih tumbuh. Alhasil, pertumbuhan tanaman menjadi terhambat akibat tanah yang tidak terarah pada satu tanaman.

Lingkungan memang seharusnya dirawat dan dijaga. Namun, banyak sekali pencemaran yang terjadi di mana-mana. Di antaranya pencemaran udara yang disebabkan oleh limbah, seperti limbah ternak dan buah. Buah memang makanan yang sehat untuk dikonsumsi. Selama bulan Ramadhan, masyarakat cenderung mengonsumsi lebih banyak buah-buahan dari biasanya. Salah satunya yaitu buah nanas yang dijadikan sebagai pelengkap pada es buah atau dibuat selai isian kue nastar. Namun, tidak semua bagian nanas dapat diolah seperti daun, kulit dan mahkota. Limbah nanas tersebut menghasilkan bau menyengat (busuk) dan merusak estetika (keindahan) sehingga dapat mengganggu lingkungan sekitar.

Tak hanya limbah nanas, limbah ternak pun demikian. Banyak masyarakat yang beternak sapi maupun kambing karena hewan tersebut memiliki nilai jual yang tinggi dan banyak peminatnya. Ternak tersebut dapat dijual untuk kurban dan diolah menjadi aneka makanan. Tak heran jika masyarakat senang beternak sapi maupun kambing. Namun, sapi dan kambing ternyata juga berpengaruh negatif terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar. Bau kotorannya yang menyengat membuat lingkungan tercemar dan masyarakat terganggu. Kotoran sapi yang teksturnya lembek membuat udara di sekitarnya lembab dan tempatnya basah. Sebaliknya, kotoran kambing yang teksturnya keras dan berbentuk bulat-bulat membuat sulit terurai.

Masyarakat Indonesia seperti di Kabupaten Kebumen mayoritas berprofesi sebagai petani. Salah satu kebutuhan petani yaitu pupuk. Namun, sekarang ini harga pupuk

anorganik relatif mahal, stoknya terbatas, dan tidak ramah lingkungan. Maka dari itu, perlu adanya pupuk alternatif. Dari masalah tersebut, penulis berinovasi dengan memanfaatkan limbah menjadi suatu pupuk organik yang dimanfaatkan oleh para petani atau pekebun sehingga dapat mengurangi pengaruh negatifnya pada masyarakat.

TINJAUAN PUSTAKA

Kandungan Bonggol Jerami

Bonggol jerami mengandung kalium yang merupakan unsur hara. Unsur hara tersebut sangat diperlukan tanaman. Hal ini menjadi dasar untuk melakukan pemanfaatan bonggol jerami padi sebagai bahan baku pupuk organik yang nantinya dapat digunakan oleh petani dalam proses pemupukan pada budidaya tanaman. Dalam penelitian Kim dan Dale pada tahun 2004, pupuk kompos jerami padi memiliki kandungan C organik yang tinggi. Menurut Tirtoutomo 2006 pemanfaatan jerami padi merupakan salah satu alternatif dalam mengurangi pupuk kimia. Kandungan hara pada jerami pada saat panen bergantung pada kesuburan tanah. Di Indonesia rata-rata kadar hara jerami ialah 0,4% N, 0,02% P, 1,4% K, dan 5,6% Si. Dalam satu ton gabah (GKG) tanaman padi menghasilkan 1,5ton gabah jerami yang mengandung 9kg N, 2kg P, 25kg K, 2 kg S, 70 kg si, 6 kg Ca dan 2kg Mg.

Kandungan Kohe Sapi dan Kambing

Kohe sapi merupakan salah satu bahan yang mempunyai potensi untuk dijadikan pupuk organik. Kotoran sapi mengandung unsur hara antara lain nitrogen 0,33%, fosfor 0,11%, kalium 0,13%, dan kalsium 0,26%. Pupuk ini terdiri dari 44% bahan padat dan 6,3% bahan cair. Komposisi unsur hara yang terkandung di dalam pupuk kandang sapi yaitu 1,36% N, 0,27% P dan 0,44% K, 0,57% Ca, dan 0,11% Mg. Pupuk kompos merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dan alami daripada bahan pembenah buatan/sintetis.

Sementara, kohe kambing kaya akan kandungan unsur hara mikro maupun makro yaitu fosfor, nitrogen, kalsium, dan kalium untuk memperbaiki struktur tanah. Dengan demikian akan memudahkan penetrasi akar, merangsang pertumbuhan batang dan daun, serta membuat tanah menjadi lebih gembur. Kandungan hara

pupuk yang menggunakan kotoran kambing dikisarkan memiliki kandungan air 64%; bahan organik 31%; nitrogen 0,7%; P2O5 0,4%; K2O 0,25%; CaO 0,4%; dan rasio C/N sebesar 20–25%.

Kandungan Limbah Nanas

Limbah nanas bisa dijadikan bahan campuran dalam pembuatan pupuk organik. Limbah kulit nanas mengandung nitrogen total sebanyak 0,88%. Unsur nitrogen ini nantinya akan membantu merangsang pertumbuhan pada tanaman terutama pada pertumbuhan vegetatif seperti pada daun tanaman.

Kandungan Limbah Tebu

Limbah tebu yang diaplikasikan pada kompos mengandung C Organik 13,61%; N 0,706%; P 0,417%; K 0,081%; serta rasio C/N 19. Penambahan pupuk kompos ampas tebu pada tanah ultisol ternyata mampu memperbaiki sifat biologi, kimia dan fisika tanah.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Pembuatan

Proses pembuatan pupuk organik (Pukobonas) ini dilaksanakan pada 27 Februari 2024 di SMA Negeri 1 Bulupasantren.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada proses pembuatan pupuk organik (Pukobonas) yaitu

1. terpal (untuk alas),
2. cangkul/sekop,
3. ember,
4. wadah fermentasi,
5. sarung tangan,
6. timbangan.
7. gelas ukur.

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk organik (Pukobonas) yaitu

1. kohe sapi 1 kg,
2. kohe kambing 1,5 kg,
3. bonggol damen 2 kg,
4. limbah nanas 2 kg,
5. limbah Tebu 50 ml,
6. air 500 ml.

Tahapan Pembuatan Pukobonas

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.

2. Memotong bonggol jerami dengan ukuran $\pm 1,5$ cm.
3. Mencampur setengah kohe dengan setengah takaran limbah nanas, kemudian diaduk hingga rata.
4. Menambahkan sisa takaran kohe dan 1 takaran bonggol damen, diaduk hingga rata.
5. Menambahkan sisa limbah nanas lalu diaduk kembali.
6. Mencampur limbah tebu dengan air, dituangkan ke dalam olahan pupuk kemudian diaduk hingga rata.
7. Memasukan hasil campuran ke dalam wadah fermentasi.
8. Wadah ditutup rapat dan disimpan selama 1 bulan. Dibuka 2 hari sekali untuk mengatur kadar airnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui efektivitas dan kualitas pupuk yang dibuat, penulis melakukan uji coba pada tanaman terong, pepaya, dan cabai. Dalam uji coba tersebut, penulis melakukan tiga perlakuan yang berbeda. Perlakuan yang pertama, penulis memberi PUKOBONAS pada tanaman terong, pepaya, dan cabai. Kemudian perlakuan yang kedua, penulis beri pupuk kimia atau anorganik pada tanaman pepaya dan cabai. Perlakuan yang ketiga yaitu penulis tidak memberikan pupuk sama sekali baik pupuk anorganik maupun PUKOBONAS. Kemudian penulis mengamati pertumbuhan ketiga tanaman tersebut.

Hasil pada Tanaman Terong

Berdasarkan hasil pengamatan yang penulis lakukan, tanaman terong yang diberikan PUKOBONAS daunnya berwarna hijau, lebih besar, dan lebih lebat. Hasil pada tanaman terong dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1.

Hasil pemberian PUKOBONAS pada Tanaman Terong

Hasil pada Tanaman Pepaya

Berdasarkan hasil pengamatan yang penulis lakukan, tanaman pepaya yang diberikan PUKOBONAS daunnya berwarna lebih hijau dan lebih sehat dibandingkan dengan tanaman yang dipupuk menggunakan pupuk kimia/anorganik maupun yang tidak diberikan pupuk sama sekali. Hasil uji coba pada tanaman pepaya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.

Hasil pemberian PUKOBONAS pada Tanaman Pepaya

Hasil pada Tanaman Cabai

Berdasarkan hasil pengamatan yang penulis lakukan, tanaman cabai yang diberikan PUKOBONAS daunnya juga lebih hijau, lebih banyak, dan lebih besar dibanding dengan tanaman yang diberikan pupuk kimia/anorganik dan tidak diberikan pupuk sama sekali. Menurut pengamatan penulis pada tanaman yang diberi pupuk kimia/anorganik justru terlihat daunnya berwarna kekuningan. Hasil uji pada tanaman cabai terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3.

Hasil pemberian PUKOBONAS pada Tanaman Cabai

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan yang sudah penulis lakukan, dapat disimpulkan bahwa tanaman yang diberi PUKOBONAS pertumbuhannya lebih bagus dan sehat, daunnya lebih banyak, besar, dan hijau. Selain itu, penggunaan PUKOBONAS juga ramah lingkungan, sehingga aman untuk tanah dan manusia. Selain dapat memelihara lingkungan agar tetap bersih dan terjaga, pupuk ini juga sebagai pengentas kemiskinan dan memberikan kemudahan terhadap bidang pertanian yang terletak pada aspek ekonominya.

Saran

Perlu diadakannya program sosialisasi pembuatan PUKOBONAS dalam skala yang lebih besar. Intervensi pemerintah dalam penerapan pupuk organik diperlukan untuk mendukung program ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Administrator. (2018). *Langkah-langkah cara menanam padi*. Yogyakarta.
- Fajarwati, Dita Nurul. (2023). *Manfaat Menjanjikan Dari Ternak Kambing*. Bogor: IPB Digitani.
- Hirst, K. Kris. (2008). *"The History of the Domestication of Goats"*. Wayback: Machine. About.com.
- Masnukho. (2023). *Bukan Hanya Kambing Ini Hewan yang Cocok Dipelihara di Desa Karena Menghasilkan*. Jakarta: PT Darta Media Indonesia.
- Pangestu, Dimas Rio Aji. (2021). *Jerami Padi Alternatif Unsur Hara Tanaman*.
- Pramesti, Tri Jata Ayu. (2014). *Terganggu Bau Kandang Hewan Milik Tetangga*. Jakarta: Hukum Online.
- Rosita, Hanifa Devi dan Arthur Frans Cesar Regar. (2022). *Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas dan Eceng Gondok Sebagai Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kangkung Darat*. Jawa Timur: Universitas Jember.

Suliyanto. (2023). *Pemodelan Indeks Ketahanan Pangan di Indonesia Berdasarkan Pendekatan Regresi Logistik Ordinal Data Panel Efek Acak*. Surabaya: Universitas Airlangga.

Syauqi, Achmad. (2021). *Indonesia Disebut Negara Agraris Artinya*. Jakarta: detikcom.

Taylor, R.E. (1998). *Scientific Farm Animal Production*. Prentice Hall: Animal Science.

Wilopo, Siswanto Agus. (2021). *Menuju Indonesia Maju 2045*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

BIODATA PENULIS

Lusi Annafi Fauza D, lahir di Kebumen pada 1 Oktober 2006. Menjadi seorang pelajar di SMA N 1 Buluspesantren Kebumen.

Lifia Nur Azizah lahir di Kebumen pada 13 Agustus 2007. Merupakan seorang pelajar sekolah menengah di SMA N 1 Buluspesantren Kebumen.

Bhekti Ardiningtyas lahir pada 11 Februari 2006 di Kebumen. Merupakan seorang pelajar di SMA N 1 Buluspesantren Kebumen.

**BAPPERIDA Kabupaten Kebumen
Jalan Merdeka Nomor 2 Gedung F Kompleks
Setda Kabupaten Kebumen 54311
Telepon (0287) 381570**