

Efektivitas Bioplastik Berbasis Limbah Pertanian sebagai Solusi Pengurangan Sampah Plastik: Tinjauan Literatur Sistematis

Eny Kamsiati^{1*}, Siti Rejeki², Lica Marlina², Alia Rusdin³, Mario Su'udi⁴

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara, Indonesia;

²Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat, Indonesia;

³Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Barat, Indonesia;

⁴Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Gorontalo, Indonesia.

Abstrak

Permasalahan limbah plastik yang semakin meningkat menjadi isu global yang mendesak, mendorong pencarian solusi alternatif seperti bioplastik berbasis limbah pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas bioplastik tersebut sebagai solusi pengurangan sampah plastik melalui tinjauan literatur sistematis. Metode penelitian mencakup pencarian, evaluasi, dan sintesis literatur dari berbagai sumber akademik yang membahas bahan baku, sifat, dan dampak lingkungan bioplastik berbasis limbah pertanian. Hasilnya menunjukkan bahwa bioplastik dari bahan seperti pati, serat selulosa, dan sisa biomassa memiliki potensi besar untuk menggantikan plastik konvensional dengan dampak lingkungan yang lebih rendah. Kontribusi penelitian ini terletak pada identifikasi tantangan dan peluang bioplastik dalam konteks keberlanjutan, serta rekomendasi untuk pengembangan kebijakan dan teknologi pendukung. Implikasi penelitian mencakup kebutuhan akan kolaborasi lintas sektor dan edukasi masyarakat untuk mendorong adopsi luas bioplastik sebagai solusi inovatif dan berkelanjutan.

Kata kunci

Bioplastik pertanian; Limbah plastik; Pengurangan sampah; Solusi berkelanjutan

Abstract

The increasing problem of plastic waste has become a pressing global issue, prompting the search for alternative solutions such as agricultural waste-based bioplastics. This study aims to evaluate the effectiveness of these bioplastics as a solution to reduce plastic waste through a systematic literature review. The research method includes researching, evaluating, and synthesizing literature from various academic sources that discuss the raw materials, properties, and environmental impacts of agricultural waste-based bioplastics. The results show that bioplastics from materials such as starch, cellulose fibers, and biomass residues have great potential to replace conventional plastics with lower environmental impacts. The contribution of this study lies in identifying the challenges and opportunities of bioplastics in the context of sustainability, as well as

recommendations for the development of supporting policies and technologies. Implications of the study include the need for cross-sector collaboration and public education to encourage the widespread adoption of bioplastics as an innovative and sustainable solution.

Keywords

Agricultural bioplastics; Plastic waste; Waste reduction; Sustainable solutions

Pendahuluan

Pada beberapa dekade terakhir, masalah limbah plastik telah menjadi isu global yang mendesak, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Limbah plastik yang terus meningkat tidak hanya mencemari lingkungan, tetapi juga mengancam kesehatan manusia dan ekosistem. Oleh karena itu, pencarian solusi alternatif untuk mengurangi penggunaan plastik konvensional menjadi sangat penting. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah pengembangan bioplastik berbasis limbah pertanian. Bioplastik ini tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada plastik berbasis fosil, tetapi juga memanfaatkan limbah yang melimpah dari sektor pertanian, yang sering kali terabaikan dan menjadi sumber pencemaran (Ramadhan and Nugraha, 2021).

Limbah pertanian, seperti sisa tanaman dan produk sampingan dari proses pertanian, memiliki potensi besar untuk diolah menjadi bioplastik. Menurut penelitian, limbah biji buah, jerami, dan sisa tanaman lainnya dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan bioplastik yang ramah lingkungan (Ramadhan and Nugraha, 2021; Ramadhani and Hadiangoro, 2023). Selain itu, teknologi pengolahan yang tepat dapat meningkatkan nilai tambah dari limbah tersebut, memberikan manfaat ekonomi bagi petani dan masyarakat sekitar (Jusman *et al.*, 2023). Melalui memanfaatkan limbah pertanian, kita tidak hanya mengurangi sampah plastik, tetapi juga membantu mengatasi masalah limbah yang dihasilkan dari aktivitas pertanian itu sendiri (Murdiono, Al Qomaru and Rosyadi, 2021).

Pengembangan bioplastik berbasis limbah pertanian juga sejalan dengan upaya untuk meningkatkan keberlanjutan dalam praktik pertanian. Dengan mengolah limbah menjadi produk yang berguna, seperti bioplastik, kita dapat mengurangi dampak negatif dari limbah pertanian terhadap lingkungan (Hidayat, Suciati and Sudarko, 2023). Selain itu, penggunaan bioplastik dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari produksi plastik konvensional, sehingga berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim (Rosyidah and Sa'diyah, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan sistematis terhadap efektivitas bioplastik berbasis limbah pertanian sebagai solusi untuk mengurangi sampah plastik, serta mengeksplorasi potensi dan tantangan yang dihadapi dalam pengembangan teknologi ini.

Meskipun bioplastik berbasis limbah pertanian telah menunjukkan potensi besar sebagai solusi untuk mengurangi ketergantungan pada plastik konvensional, terdapat beberapa kesenjangan penelitian yang perlu diperhatikan. Penelitian oleh (Khodijah and Tobing, 2023) menunjukkan bahwa limbah tanaman pangan dapat digunakan untuk menghasilkan plastik biodegradable, namun tidak dijelaskan secara mendalam mengenai metode produksi dan pengujian sifat mekanik dari bioplastik tersebut. Selain itu, (Uma Fadzilia Arifin, 2022) meneliti pengaruh pH pada gelatinisasi pati untuk sintesis bioplastik, tetapi tidak ada kajian yang mengaitkan hasil ini dengan aplikasi praktis dalam konteks pengurangan sampah plastik.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab masalah "Sejauh mana efektivitas bioplastik berbasis limbah pertanian dalam mengurangi sampah plastik, dan apa saja tantangan serta peluang dalam penerapannya secara luas?" Tujuan utama dari tinjauan ini adalah untuk mengevaluasi potensi bioplastik berbasis limbah pertanian sebagai solusi berkelanjutan dalam pengurangan sampah plastik, dengan menganalisis bahan baku, sifat material, dampak lingkungan, serta kendala yang dihadapi dalam implementasi industri dan penerimaan masyarakat. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi berbasis bukti untuk mendukung pengembangan kebijakan dan inovasi teknologi yang mendorong adopsi bioplastik sebagai alternatif plastik konvensional.

Penelitian ini menghadirkan kontribusi baru dengan memberikan analisis sistematis dan menyeluruh terhadap efektivitas bioplastik berbasis limbah pertanian dalam mengatasi permasalahan sampah plastik, yang selama ini belum banyak dibahas dalam konteks pengurangan limbah dan keberlanjutan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung berfokus pada aspek teknis seperti karakteristik material atau metode produksi, tinjauan ini mengintegrasikan berbagai aspek—termasuk potensi bahan baku, dampak lingkungan, serta tantangan implementasi skala industri dan penerimaan masyarakat. Selain itu, penelitian ini menawarkan rekomendasi kebijakan dan strategi kolaborasi lintas sektor yang dapat mendukung adopsi teknologi ini secara luas, menjadikannya relevan tidak hanya bagi akademisi tetapi juga bagi pemangku kepentingan di industri dan pemerintahan. Dengan pendekatan holistik ini, penelitian ini memberikan wawasan baru yang dapat mendorong inovasi berkelanjutan dalam pengelolaan sampah plastik dan pemanfaatan limbah pertanian.

Metode

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah tinjauan literatur sistematis, yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis penelitian yang ada mengenai bioplastik berbasis limbah pertanian dan dampaknya terhadap pengurangan sampah plastik. Proses pengumpulan data dimulai dengan pencarian literatur yang dilakukan melalui basis data akademik seperti Google Scholar, Scopus, dan PubMed. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian mencakup "bioplastik", "limbah pertanian", "pengurangan sampah plastik", dan "sustainability". Kriteria inklusi ditetapkan untuk memastikan bahwa hanya studi yang relevan dan berkualitas tinggi yang dimasukkan dalam analisis. Studi yang dipilih harus memfokuskan pada penggunaan limbah pertanian sebagai bahan baku bioplastik dan dampaknya terhadap lingkungan, khususnya dalam konteks pengurangan sampah plastik. Penelitian sebelumnya yang menunjukkan potensi bioplastik dari limbah pertanian, seperti pati dari limbah biji buah, menjadi salah satu fokus utama dalam tinjauan ini (Ramadhan and Nugraha, 2021).

Selanjutnya, setelah literatur yang relevan diidentifikasi, langkah berikutnya adalah mengevaluasi kualitas metodologis dari setiap studi. Penilaian ini dilakukan dengan menggunakan alat penilaian yang telah terstandarisasi, yang mencakup kriteria seperti desain penelitian, ukuran sampel, dan teknik analisis data. Hal ini penting untuk memastikan bahwa kesimpulan yang diambil dari tinjauan ini didasarkan pada bukti yang kuat dan dapat diandalkan. Misalnya, penelitian yang mengevaluasi sifat fisik dan mekanik bioplastik dari berbagai sumber pati, termasuk pati singkong dan kitosan, memberikan wawasan yang berharga tentang potensi aplikasi bioplastik dalam konteks pengurangan sampah plastik (Ramadhani and Hadianoro, 2023).

Analisis data dilakukan dengan cara mensintesis temuan dari berbagai studi yang telah dievaluasi. Sintesis ini mencakup pengelompokan hasil berdasarkan tema-tema kunci, seperti efektivitas bioplastik dalam mengurangi sampah plastik, karakteristik fisik dan mekanik bioplastik, serta dampak lingkungan dari penggunaan bioplastik. Selain itu, analisis juga mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan masyarakat terhadap bioplastik, termasuk pengetahuan dan sikap masyarakat terhadap pengurangan sampah plastik (Putri *et al.*, 2023). Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai efektivitas bioplastik berbasis limbah pertanian sebagai solusi untuk mengurangi masalah sampah plastik.

Hasil dari tinjauan literatur ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi pengembangan kebijakan dan praktik yang lebih baik dalam pengelolaan sampah plastik. Dengan memahami potensi bioplastik dari limbah pertanian, diharapkan dapat mendorong inovasi dalam pengembangan produk yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengurangan sampah plastik dan peran bioplastik sebagai alternatif yang lebih baik (Faridah, 2022). Dengan demikian, hasil dari penelitian ini tidak hanya akan memberikan kontribusi pada literatur akademik, tetapi juga pada praktik pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan di masyarakat.

Untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas penggunaan bioplastik, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi berbagai aspek, termasuk proses produksi, biaya, dan dampak lingkungan dari bioplastik berbasis limbah

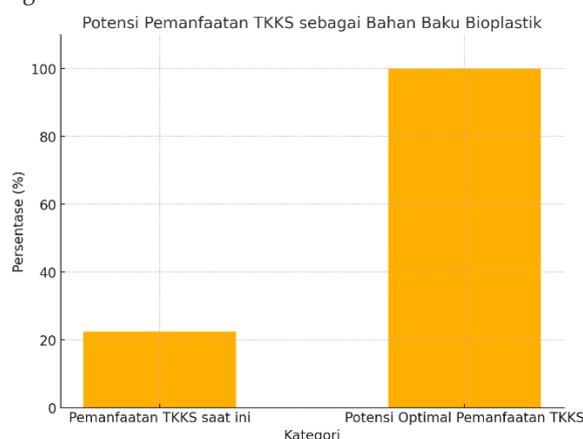
pertanian. Penelitian ini juga harus melibatkan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, industri, dan masyarakat, untuk menciptakan solusi yang holistik dan berkelanjutan dalam mengatasi masalah sampah plastik (Hermawan and Wibawa, 2022). Melalui pendekatan yang komprehensif dan kolaboratif, diharapkan dapat tercapai pengurangan signifikan terhadap sampah plastik dan peningkatan kualitas lingkungan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

A. Potensi Limbah Pertanian sebagai Bahan Baku Bioplastik untuk Pengurangan Sampah Plastik

Limbah pertanian seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS), memiliki potensi yang signifikan untuk digunakan sebagai bahan baku bioplastik. Pemanfaatan TKKS saat ini baru mencapai 22-23% seperti yang ditunjukkan pada gambar 1, padahal limbah ini dapat diolah menjadi bioplastik yang ramah lingkungan (Saputra, Panggabean and Simatupang, 2023). Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan meningkatkan pemanfaatan limbah pertanian, kita tidak hanya mengurangi sampah plastik tetapi juga meningkatkan nilai ekonomi dari limbah tersebut.



Gambar 1. Potensi Pemanfaatan TKKS Sebagai Bahan Baku Bioplastik

B. Isolasi Bakteri Penghasil Bioplastik dari Limbah Pertanian sebagai Sumber Bahan Baku Alternatif

Bakteri penghasil bioplastik dapat diisolasi dari limbah cair pabrik kelapa sawit dan tempat pembuangan sampah (Kresnawaty *et al.*, 2016). Dari 32 isolat bakteri yang diteliti, 10 di antaranya mampu menghasilkan polihidroksi alkanolat (PHA), yang merupakan bahan dasar bioplastik. Temuan ini menunjukkan bahwa limbah pertanian dan limbah organik lainnya dapat menjadi sumber yang berharga untuk produksi bioplastik, yang pada gilirannya dapat mengurangi ketergantungan pada plastik konvensional yang berbasis fosil.

C. Pemanfaatan Pati dari Limbah Biji Buah sebagai Alternatif Bahan Bioplastik Berkelanjutan

Selain itu, penelitian oleh (Ramadhan and Nugraha, 2021) mengidentifikasi potensi pati dari limbah biji buah sebagai bahan bioplastik. Melalui memanfaatkan limbah biji dari berbagai buah, seperti alpukat dan mangga, kita dapat mengembangkan bioplastik yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga biodegradable. Ini sejalan dengan upaya global untuk mengurangi penggunaan plastik sekali pakai dan mengalihkan perhatian pada solusi yang lebih berkelanjutan.

D. Nilai Ganda Limbah Pertanian: Sumber Pakan Ternak dan Bahan Baku Bioplastik

Pada konteks pengolahan limbah pertanian, (Farda, Laconi and Mulatsih, 2015) menekankan pentingnya pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan ternak. Dengan mengolah limbah pertanian menjadi pakan, kita tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga meningkatkan efisiensi produksi ternak. Hal ini menunjukkan bahwa limbah pertanian memiliki nilai ganda, yaitu sebagai sumber pakan dan bahan baku untuk bioplastik.

E. Pengembangan Pupuk Organik dari Limbah Pertanian untuk Produktivitas Berkelanjutan

Selanjutnya, penelitian oleh (Hidayat, Suciati and Sudarko, 2023) menunjukkan bahwa pengembangan pupuk organik berbasis limbah pertanian dapat meningkatkan produktivitas pertanian. Dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai pupuk, kita dapat memperbaiki kualitas tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman. Hal ini berkontribusi pada

pengurangan penggunaan pupuk kimia yang berpotensi merusak lingkungan, sekaligus memberikan alternatif bagi petani untuk meningkatkan hasil panen mereka.

F. Bioplastik dan Pengomposan Limbah Pertanian sebagai Solusi Pencemaran Lingkungan

Pada hal ini, bioplastik berbasis limbah pertanian juga dapat berfungsi sebagai solusi untuk masalah pencemaran lingkungan. Pengolahan limbah pertanian dan peternakan melalui metode pengomposan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Murdiono, Al Qomaru and Rosyadi, 2021). Dengan mengolah limbah menjadi produk yang bermanfaat, kita dapat mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir, yang sering kali menjadi sumber pencemaran.

G. Sinergi Limbah Pertanian untuk Pupuk dan Bioplastik

Lebih jauh lagi, penelitian oleh (Wijayanto, Riyanto and Triyono, 2018) menunjukkan bahwa teknologi pengolahan pupuk organik dapat membantu petani dalam memenuhi kebutuhan pupuk mereka. Dengan memanfaatkan sisa-sisa pertanian, petani dapat memproduksi pupuk organik yang berkualitas, yang pada gilirannya dapat meningkatkan hasil pertanian dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Ini menunjukkan bahwa ada sinergi antara pengolahan limbah pertanian dan produksi bioplastik yang dapat memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan.

H. Pemberdayaan Masyarakat melalui Pelatihan Pengelolaan Limbah

Pada konteks pelatihan dan pemberdayaan masyarakat, (Ariyanto *et al.*, 2022) menekankan pentingnya pelatihan dalam pembuatan biobriket dari limbah pertanian. Dengan memberikan pengetahuan dan keterampilan kepada masyarakat, kita dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah dan pemanfaatan sumber daya lokal. Pelatihan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan masyarakat tetapi juga mendorong mereka untuk berpartisipasi dalam upaya pengurangan sampah plastik melalui penggunaan bioplastik.

I. Pendekatan Holistik dalam Pengelolaan Limbah untuk Keberlanjutan

Penelitian oleh (Zahra *et al.*, 2022) menunjukkan bahwa pengelolaan limbah rumah tangga dan limbah ternak yang ramah lingkungan dapat dilakukan melalui program-program seperti bank sampah dan teknologi biogas. Ini menunjukkan bahwa pendekatan holistik dalam pengelolaan limbah dapat memberikan solusi yang lebih berkelanjutan untuk masalah sampah plastik. Dengan mengintegrasikan berbagai metode pengelolaan limbah, kita dapat menciptakan sistem yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Pembahasan

A. Potensi Limbah Pertanian sebagai Bahan Baku Bioplastik untuk Pengurangan Sampah Plastik

Saat ini pemanfaatan TKKS baru mencapai 22-23%, yang berarti terdapat potensi besar yang belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan mengolah TKKS menjadi bioplastik, kita tidak hanya dapat mengurangi jumlah sampah plastik yang mencemari lingkungan, tetapi juga meningkatkan nilai ekonomi dari limbah tersebut. Hal ini sejalan dengan upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada plastik berbasis fosil dan mengembangkan alternatif yang lebih berkelanjutan. Selain itu, peningkatan kualitas bahan baku, seperti melalui proses pengolahan yang tepat, dapat menghasilkan produk bioplastik yang lebih baik dan meningkatkan nilai jualnya (Yastica, 2022). Dengan demikian, pengembangan bioplastik berbasis limbah pertanian tidak hanya memberikan solusi terhadap masalah pencemaran plastik, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat yang terlibat dalam proses pengolahan limbah tersebut. Oleh karena itu, penting untuk mendorong penelitian lebih lanjut dan implementasi kebijakan yang mendukung pengembangan bioplastik dari limbah pertanian sebagai bagian dari strategi pengurangan sampah plastik di Indonesia.

B. Isolasi Bakteri Penghasil Bioplastik dari Limbah Pertanian sebagai Sumber Bahan Baku Alternatif

Isolasi bakteri penghasil polihidroksi alkanoat (PHA) dari limbah cair pabrik kelapa sawit dan tempat pembuangan sampah memberikan wawasan penting tentang potensi limbah organik sebagai sumber bahan baku bioplastik (Kresnawaty *et al.*, 2016). Dari 32 isolat bakteri yang diteliti, 10 di antaranya berhasil menghasilkan PHA, yang merupakan komponen utama dalam pembuatan bioplastik. Hal ini menunjukkan bahwa limbah pertanian dan limbah organik lainnya tidak hanya berfungsi sebagai masalah lingkungan, tetapi juga dapat dimanfaatkan secara produktif untuk menghasilkan material yang lebih ramah lingkungan dibandingkan plastik berbasis fosil. Karakteristik bioplastik yang dihasilkan dari bahan organik dapat ditingkatkan melalui penambahan kitosan dan gliserol, sehingga memperkuat argumen bahwa pemanfaatan limbah organik untuk produksi bioplastik dapat menghasilkan produk dengan kualitas

yang baik (Rahadi, Setiani and Antonius, 2020). Dengan demikian, pengembangan bioplastik dari limbah pertanian dan organik tidak hanya berkontribusi pada pengurangan sampah plastik, tetapi juga membuka peluang untuk inovasi dalam pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Bakteri penghasil bioplastik dapat diisolasi dari limbah cair pabrik kelapa sawit dan tempat pembuangan sampah

C. Pemanfaatan Pati dari Limbah Biji Buah sebagai Alternatif Bahan Bioplastik Berkelanjutan

Limbah biji buah seperti biji alpukat dan mangga, memiliki potensi yang signifikan untuk dijadikan bahan baku bioplastik. Pemanfaatan pati dari limbah biji buah ini tidak hanya memberikan solusi terhadap masalah limbah pangan, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan penggunaan plastik sekali pakai yang menjadi tantangan global saat ini. Melalui mengembangkan bioplastik yang biodegradable dari sumber daya yang terbarukan, kita dapat menciptakan alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan plastik konvensional yang berbasis fosil. Hal ini sejalan dengan tren global yang semakin mengarah pada keberlanjutan dan pengurangan dampak lingkungan dari produk-produk plastik. Selain itu, penelitian oleh (Alfarisi, Fitri and Nisa, 2021) juga menunjukkan bahwa penggunaan bahan alami dalam pembuatan bioplastik dapat meningkatkan sifat mekanik dan biodegradabilitas produk akhir, sehingga memperkuat argumen untuk memanfaatkan limbah biji buah sebagai sumber bahan baku bioplastik. Dengan demikian, pengembangan bioplastik dari limbah biji buah tidak hanya memberikan manfaat lingkungan, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat yang terlibat dalam pengolahan limbah tersebut.

D. Nilai Ganda Limbah Pertanian: Sumber Pakan Ternak dan Bahan Baku Bioplastik

Pentingnya pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan ternak tidak hanya berfungsi untuk mengurangi limbah tetapi juga meningkatkan efisiensi produksi ternak (Ramadhan and Nugraha, 2021). Dengan mengolah limbah pertanian menjadi pakan, kita dapat memanfaatkan sumber daya yang ada secara optimal, sehingga mengurangi biaya pakan dan meningkatkan produktivitas ternak. Hal ini menunjukkan bahwa limbah pertanian memiliki nilai ganda, yaitu sebagai sumber pakan dan juga sebagai bahan baku untuk bioplastik, yang sejalan dengan upaya untuk mengurangi ketergantungan pada plastik konvensional. Penelitian oleh (Pratama, Ariyanto and Mardwita, 2021) juga mendukung temuan ini dengan menunjukkan bahwa biji buah, seperti biji alpukat, dapat dimanfaatkan tidak hanya sebagai pakan ternak tetapi juga sebagai sumber energi alternatif. Dengan demikian, pendekatan yang holistik dalam pengelolaan limbah pertanian dapat memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan yang signifikan, serta mendorong keberlanjutan dalam sektor pertanian dan peternakan.

E. Pengembangan Pupuk Organik dari Limbah Pertanian untuk Produktivitas Berkelanjutan

Pada pembahasan ini, hasil penelitian oleh (Hidayat, Suciati and Sudarko, 2023) menunjukkan bahwa pengembangan pupuk organik berbasis limbah pertanian dapat secara signifikan meningkatkan produktivitas pertanian. Dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai pupuk, kita tidak hanya dapat memperbaiki kualitas tanah, tetapi juga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih optimal. Hal ini sejalan dengan temuan (Muas *et al.*, 2020), yang mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman secara nyata, serta memperbaiki kandungan hara dalam tanah. Selain itu, (Kurniasari, Suwanto and Sulistyono, 2023) juga mencatat bahwa pemupukan organik dapat meningkatkan berbagai karakter pertumbuhan tanaman sorgum, menunjukkan bahwa limbah pertanian memiliki potensi yang besar untuk digunakan dalam pertanian berkelanjutan. Dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang berpotensi merusak lingkungan, penggunaan pupuk organik dari limbah pertanian tidak hanya memberikan alternatif bagi petani untuk meningkatkan hasil panen mereka, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan ekosistem pertanian. Oleh karena itu, penting untuk mendorong adopsi pupuk organik di kalangan petani sebagai bagian dari strategi untuk mencapai pertanian yang lebih ramah lingkungan dan produktif.

F. Bioplastik dan Pengomposan Limbah Pertanian sebagai Solusi Pencemaran Lingkungan

Pengolahan limbah pertanian dan peternakan melalui metode pengomposan dapat menjadi solusi efektif untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Melalui mengolah limbah menjadi produk yang bermanfaat, seperti pupuk organik, kita dapat mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir, yang sering kali menjadi sumber pencemaran. Hal ini sejalan dengan penelitian (Hidayat, Suciati and Sudarko, 2023), yang menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah pertanian sebagai pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung

praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Selain itu, (Widowati *et al.*, 2022) menambahkan bahwa penggunaan kompos dari limbah pertanian dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, yang pada gilirannya berkontribusi pada produktivitas pertanian yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, pengembangan bioplastik berbasis limbah pertanian tidak hanya memberikan manfaat dalam mengurangi pencemaran plastik, tetapi juga mendukung praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan melalui pengolahan limbah yang efisien.

G. Sinergi Limbah Pertanian untuk Pupuk dan Bioplastik

Penelitian oleh (Wijayanto, Riyanto and Triyono, 2018) menunjukkan bahwa teknologi pengolahan pupuk organik dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memenuhi kebutuhan pupuk bagi para petani. Dengan memanfaatkan sisa-sisa pertanian, petani tidak hanya dapat memproduksi pupuk organik berkualitas, tetapi juga dapat meningkatkan hasil pertanian mereka secara keseluruhan. Hal ini sejalan dengan temuan (Kardina and Nursi, 2021), yang menekankan pentingnya penerapan sistem pertanian berkelanjutan melalui pengembalian bahan organik ke lahan, yang tidak hanya memperbaiki kesuburan tanah tetapi juga mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang berpotensi merusak lingkungan. Selain itu, (Hidayat, Suciati and Sudarko, 2023) menambahkan bahwa strategi pengembangan pupuk organik berbasis limbah pertanian dapat meningkatkan motivasi petani untuk beralih dari pupuk kimia ke pupuk organik, yang pada gilirannya mendukung keberlanjutan pertanian. Dengan demikian, sinergi antara pengolahan limbah pertanian dan produksi bioplastik tidak hanya memberikan manfaat ekonomi bagi petani, tetapi juga berkontribusi pada upaya perlindungan lingkungan dan keberlanjutan ekosistem pertanian secara keseluruhan.

H. Pemberdayaan Masyarakat melalui Pelatihan Pengelolaan Limbah

Penelitian oleh (Ariyanto *et al.*, 2022) menekankan pentingnya pelatihan dalam pembuatan biobriket dari limbah pertanian sebagai langkah strategis untuk pemberdayaan masyarakat. Dengan memberikan pengetahuan dan keterampilan kepada masyarakat, pelatihan ini tidak hanya meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah, tetapi juga mendorong partisipasi aktif dalam upaya pengurangan sampah plastik melalui penggunaan bioplastik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Gunawan, yang menunjukkan bahwa penyuluhan dan pelatihan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) di tingkat lokal. Selain itu, pendekatan ini juga mendukung pengembangan ekonomi berkelanjutan, di mana masyarakat dapat memanfaatkan sumber daya lokal secara optimal. Dengan demikian, pelatihan dalam pembuatan biobriket tidak hanya berkontribusi pada pengurangan limbah, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kualitas hidup dan keberlanjutan lingkungan.

I. Pendekatan Holistik dalam Pengelolaan Limbah untuk Keberlanjutan

Penelitian oleh (Zahra *et al.*, 2022) menunjukkan bahwa pengelolaan limbah rumah tangga dan limbah ternak yang ramah lingkungan dapat dicapai melalui program-program inovatif seperti bank sampah dan teknologi biogas. Pendekatan ini mencerminkan pentingnya strategi holistik dalam pengelolaan limbah, yang tidak hanya berfokus pada satu jenis limbah, tetapi juga mengintegrasikan berbagai metode untuk menciptakan solusi yang lebih berkelanjutan terhadap masalah sampah plastik. Dengan memanfaatkan bank sampah, masyarakat dapat lebih aktif dalam memilah dan mendaur ulang limbah, sementara teknologi biogas menawarkan alternatif energi yang ramah lingkungan dari limbah organik. Hal ini menekankan bahwa integrasi berbagai metode pengelolaan limbah dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam mengurangi dampak lingkungan. Dengan demikian, penerapan pendekatan holistik dalam pengelolaan limbah tidak hanya berkontribusi pada pengurangan sampah plastik, tetapi juga mendorong terciptanya sistem pengelolaan limbah yang lebih efisien dan berkelanjutan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas lingkungan hidup masyarakat.

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas bioplastik berbasis limbah pertanian sebagai solusi untuk mengurangi sampah plastik melalui pendekatan tinjauan literatur sistematis. Berdasarkan hasil tinjauan, bioplastik dari limbah pertanian menunjukkan potensi besar untuk menggantikan plastik konvensional, dengan manfaat tambahan berupa pengurangan limbah organik dan pemanfaatan sumber daya yang lebih berkelanjutan. Temuan menunjukkan bahwa bahan baku dari limbah pertanian seperti pati, serat selulosa, dan sisa biomassa lainnya dapat menghasilkan

bioplastik yang memiliki sifat biodegradable, ramah lingkungan, dan bernilai ekonomi. Namun, implementasi di tingkat industri masih menghadapi berbagai tantangan teknis dan finansial yang memerlukan perhatian lebih lanjut.

Keterbatasan utama dari penelitian ini adalah kurangnya data empiris yang komprehensif mengenai dampak lingkungan jangka panjang dan adopsi skala besar bioplastik dari limbah pertanian. Selain itu, sebagian besar literatur yang tersedia berfokus pada uji coba laboratorium, sementara studi tentang keberlanjutan dan efisiensi biaya pada skala komersial masih sangat terbatas. Implikasi dari keterbatasan ini menekankan pentingnya penelitian masa depan untuk mengeksplorasi pengembangan teknologi produksi bioplastik yang lebih hemat biaya, pengujian dampak lingkungan secara holistik, serta kebijakan pendukung yang mendorong adopsi bioplastik di sektor industri dan masyarakat.

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam literatur dengan menyajikan gambaran terkini tentang peluang dan tantangan bioplastik berbasis limbah pertanian. Implikasi praktisnya mencakup rekomendasi untuk mengembangkan kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, akademisi, dan industri guna mendorong adopsi teknologi ini. Selain itu, kesadaran masyarakat tentang manfaat bioplastik perlu ditingkatkan melalui program edukasi dan pelatihan yang terarah. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan bioplastik berbasis limbah pertanian dapat menjadi alternatif yang efektif untuk mengurangi sampah plastik sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan.

Konflik Kepentingan

Tidak ada potensi konflik kepentingan yang relevan dengan artikel ilmiah penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada afiliasi kami.

Daftar Pustaka

Alfarisi, C.D., Fitri, Y. and Nisa, D.K. (2021) 'Pengaruh Penambahan Tepung Biji Durian pada Pembuatan Bioplastik', *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 7(1), pp. 44–55. Available at: <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v7i1.385>.

Ariyanto, S. et al. (2022) 'Pelatihan Pembuatan Biobriket Arang Sekam Padi untuk Meningkatkan Ekonomi Masyarakat Desa Doroampel Kabupaten Tulungagung', *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains dan Teknologi*, 1(4), pp. 112–121. Available at: <https://doi.org/10.58169/jpmsaintek.v1i4.67>.

Farda, F.T., Laconi, E.B. and Mulatsih, S. (2015) 'Feed Potential of Agriculture Waste for Beef Cattle Development in Kuningan Regency, West Java', *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 40(3). Available at: <https://doi.org/10.14710/jitaa.40.3.167-175>.

Faridah, C.N. (2022) 'Potensi Bioplastik dengan Penambahan Agen Antibakteri sebagai Kemasan Aktif Ramah Lingkungan', *Edufortech*, 7(1), pp. 11–20. Available at: <https://doi.org/10.17509/edufortech.v7i1.44977>.

Hermawan, S. and Wibawa, A. (2022) 'Evaluasi Peran Pemerintah Daerah dalam Upaya Mengurangi Sampah Plastik di Indonesia', *Supremasi Hukum: Jurnal Penelitian Hukum*, 31(1), pp. 29–47. Available at: <https://doi.org/10.33369/jsh.31.1.29-47>.

Hidayat, A.S., Suciati, L.P. and Sudarko, S. (2023) 'Strategi Pengembangan Pupuk Organik Berbasis Limbah Ternak dan Limbah Pertanian di Kabupaten Jember', *Jurnal Agribest*, 7(1), pp. 40–53. Available at: <https://doi.org/10.32528/agribest.v7i1.9309>.

Jusman, Y. et al. (2023) 'Pelatihan Pengolahan Limbah Pertanian di Desa Ngeposari', *Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 7(1), pp. 77–83. Available at: <https://doi.org/10.36341/jpm.v7i1.3861>.

- Kardina, K. and Nursi, M. (2021) 'Peningkatan Kapasitas Pertanian UKM Kelompok Tani Desa Balleanging Desa Sombapalioi', *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 4(1). Available at: <https://doi.org/10.29303/jppm.v4i1.2511>.
- Khodijah, S. and Tobing, J.M.L. (2023) 'Tinjauan Plastik Biodegradable dari Limbah Tanaman Pangan sebagai Kantong Plastik Mudah Terurai', *Teknotan*, 17(1), p. 21. Available at: <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n1.3>.
- Kresnawaty, I. *et al.* (2016) 'Penapisan Bakteri Penghasil Bioplastik Polihidroksi Alkanoat dari Tanah Tempat Pembuangan Sampah dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Screening of Bioplastics Polyhydroxy Alkanoic Producing Bacteria from Landfill and Palm Oil Mill Effluents', *E-Journal Menara Perkebunan*, 82(1). Available at: <https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v82i1.28>.
- Kurniasari, R., Suwanto and Sulistyono, E. (2023) 'Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Varietas Numbu dengan Pemupukan Organik yang Berbeda', *Buletin Agrohorti*, 11(1), pp. 69–78. Available at: <https://doi.org/10.29244/agrob.v11i1.46616>.
- Muas, I. *et al.* (2020) 'Pengaruh Pemberian Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Buah Naga (The Influence of Organic Fertilizer to Growth and Production of Dragon Fruit)', *Jurnal Hortikultura*, 30(1), p. 21. Available at: <https://doi.org/10.21082/jhort.v30n1.2020.p21-28>.
- Murdiono, A., Al Qomaru, N.F. and Rosyadi, N.F. (2021) 'Pengolahan Pupuk Organik dari Limbah Pertanian dan Peternakan Menggunakan Metode Pengomposan di Desa Tengging, Kecamatan Sambeng, Kabupaten Lamongan', *Jurnal Graha Pengabdian*, 3(4), p. 306. Available at: <https://doi.org/10.17977/um078v3i42021p306-315>.
- Pratama, A.R., Ariyanto, E. and Mardwita, M. (2021) 'Pengaruh Volume Solvent dan Berat Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) Terhadap Yield dan Karakteristik Hasil Ekstraksi', *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 5(2), pp. 115–127. Available at: <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i2.217>.
- Putri, N.W. *et al.* (2023) 'Pengetahuan, Sikap dan Partisipasi Masyarakat Dalam Penerapan Kebijakan Pengurangan Kantong Plastik sebagai Upaya Mengurangi Sampah Plastik di Kota Padang', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), pp. 259–267. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.259-267>.
- Rahadi, B., Setiani, P. and Antonius, R. (2020) 'Karakteristik Bioplastik Berbahan Dasar Limbah Cair Tahu (Whey) dengan Penambahan Kitosan dan Gliserol', *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2), pp. 81–89. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2020.007.02.5>.
- Ramadhan, M.O. and Nugraha, J.F. (2021) 'Potensi Pati dari Limbah Biji Buah sebagai Bahan Bioplastik', *Edufortech*, 6(1). Available at: <https://doi.org/10.17509/edufortech.v6i1.33286>.
- Ramadhani, M.Y. and Hadianoro, S. (2023) 'Review: Pengaruh Konsentrasi Larutan Kitosan sebagai Coating Agent Terhadap Daya Serap Air Pada Bioplastik dari Pati Singkong dan Gluten', *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), pp. 422–430. Available at: <https://doi.org/10.33795/distilat.v6i2.136>.
- Rosyidah, N. and Sa'diyah, K. (2023) 'Pengaruh Berbagai Jenis Biomassa Terhadap Hasil Asap Cair Pada Proses Pirolisis', *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(4), pp. 900–908. Available at: <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i4.443>.
- Saputra, H., Panggabean, W. and Simatupang, D.F. (2023) 'Fabrikasi Material Bioplastik Dari Selulosa Hasil Ekstraksi Tandan Kosong Kelapa Sawit', *Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 9(1), pp. 213–221. Available at: <https://doi.org/10.35326/pencerah.v9i1.3035>.
- Uma Fadzilia Arifin (2022) 'Pengaruh Tingkat Keasaman Gelatinisasi Pada Sintesis Bioplastik dari Pati Ketan Berpenguat Serbuk Daun Bambu', *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*, 21(2),

pp. 257–267. Available at: <https://doi.org/10.58533/bptkspk.v21i2.179>.

Widowati, T. *et al.* (2022) 'Pengaruh Bahan Baku Kompos terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum L.*)', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(3), pp. 665–671. Available at: <https://doi.org/10.14710/jil.20.3.665-671>.

Wijayanto, H., Riyanto, D. and Triyono, B. (2018) 'Desiminasi Produk Teknologi Mesin Pengolah Pupuk Organik Desa Jati Malang Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan', *Wikrama Parahita : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v2i1.526>.

Yastica, T.V. (2022) 'Implementasi Rotary Cleaning Machine Hasil Cacahan Plastik Guna Meningkatkan Kualitas di Desa Sukapura Kabupaten Bandung', *Charity*, 5(1a), p. 31. Available at: <https://doi.org/10.25124/charity.v5i1a.4539>.

Zahra, Z. *et al.* (2022) 'Manajemen Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Limbah Ternak di Kawasan Peternakan Daerah Aliran Sungai Citarum Kabupaten Bandung', *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 20(3), pp. 165–175. Available at: <https://doi.org/10.22435/jek.v20i3.5317>.

Zullaikah, S. *et al.* (2021) 'Teknologi Pembuatan Pakan Ternak Ruminansia Murah dan Mudah Berbasis Limbah Pertanian yang Ramah Lingkungan', *Sewagati*, 5(2), p. 112. Available at: <https://doi.org/10.12962/j26139960.v5i2.8097>.