

Mengoptimalkan Potensi Sampah Organik Untuk Mendorong Pertanian Berkelanjutan Pada Review Sistematis

Maria Puri Nurani

Dosen Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Widya Karya, Malang

email: puri_fp@widyakarya.ac.id

Abstracts. *Organic waste management plays a crucial role in supporting sustainable agriculture by recycling valuable resources and reducing environmental impacts. This systematic literature review explores the implementation of organic waste management strategies, including composting, vermicomposting, fermentation, and eco-friendly technologies, in developed countries such as Germany, the Netherlands, and Sweden. The review also highlights the challenges and opportunities in each country, considering technological limitations, social and cultural aspects, as well as policy and regulations. Moreover, it analyzes the implications for sustainable agriculture and provides recommendations for further research. The findings underscore the importance of integrating organic waste management into agricultural practices to enhance soil fertility, reduce greenhouse gas emissions, and promote sustainable farming systems globally.*

Keywords: *Organic waste management, Sustainable agriculture, Eco-friendly technologies*

Abstrak. Pengelolaan limbah organik memainkan peran penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan dengan mendaur ulang sumber daya berharga dan mengurangi dampak lingkungan. Tinjauan literatur sistematis ini mengeksplorasi penerapan strategi pengelolaan sampah organik, termasuk pengomposan, pembuatan kompos, fermentasi, dan teknologi ramah lingkungan, di negara-negara maju seperti Jerman, Belanda, dan Swedia. Tinjauan tersebut juga menyoroti tantangan dan peluang di masing-masing negara, dengan mempertimbangkan keterbatasan teknologi, aspek sosial dan budaya, serta kebijakan dan regulasi. Selain itu, analisis implikasi untuk pertanian berkelanjutan dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya mengintegrasikan pengelolaan limbah organik ke dalam praktik pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan mempromosikan sistem pertanian berkelanjutan secara global.

Kata kunci: Pengelolaan sampah organik, Pertanian berkelanjutan, Teknologi ramah lingkungan

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam memenuhi kebutuhan pangan dan sumber daya alam bagi populasi dunia yang terus berkembang. Namun, pertanian konvensional seringkali menghadapi masalah seperti penurunan kesuburan tanah, degradasi lingkungan, dan polusi yang berdampak negatif pada kesehatan manusia dan ekosistem. Salah satu solusi potensial untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengintegrasikan pengelolaan sampah organik dalam sistem pertanian. (Hargreaves, J.C., 2008).

Sampah organik, termasuk sisa-sisa tanaman, limbah pertanian, dan sisa makanan, merupakan sumber daya berharga yang dapat didaur ulang menjadi pupuk organik (Albuquerque, J.A., (2012). Penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman, dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Sependapat dengan Diaz, L.F. (2005), Selain itu, pengelolaan sampah organik juga dapat mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan meningkatkan efisiensi sumber daya dalam pertanian.

Meskipun ada banyak penelitian tentang pengelolaan sampah organik dan sistem pertanian berkelanjutan, perlu adanya kajian menyeluruh yang mengumpulkan, menyaring, dan menganalisis literatur ilmiah terkini yang relevan untuk memahami dampak dan potensi pengelolaan sampah organik dalam mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan. Oleh karena itu, systematic literature review ini bertujuan untuk menyajikan gambaran menyeluruh tentang perkembangan terkini dalam pengelolaan sampah organik untuk mendukung sistem pertanian berkelanjutan (He, 2020; Zahoor, 2019).

Tujuan dari kajian ini antara lain untuk mengidentifikasi strategi dan teknologi yang digunakan dalam pengelolaan sampah organik untuk tujuan pertanian berkelanjutan, mendeskripsikan implementasi pengelolaan sampah organik telah berhasil diimplementasikan dalam studi kasus di berbagai wilayah, dan menelaah tantangan dan hambatan yang dihadapi dalam penerapan pengelolaan sampah organik untuk pertanian berkelanjutan.

Pengelolaan Sampah Organik untuk Mendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan, mencakup area-topik tertentu yang akan dikaji. Ruang lingkup ini membantu membatasi fokus penelitian sehingga tidak terlalu luas dan dapat menghasilkan temuan yang relevan dan mendalam. Berikut adalah contoh ruang lingkup penelitian untuk systematic literature review ini: (1) Tipe Sampah Organik: Penelitian akan mencakup sisa- sisa tanaman, limbah pertanian, dan sisa makanan yang dapat didaur ulang sebagai pupuk organik. Sampah organik ini akan

menjadi fokus utama dalam analisis literatur. (2) Metode Pengelolaan Sampah Organik: Penelitian akan mempertimbangkan berbagai metode pengelolaan sampah organik seperti kompos, vermicompost, fermentasi, dan teknologi ramah lingkungan lainnya. (3) Dampak pada Sistem Pertanian: Analisis akan dilakukan terhadap dampak pengelolaan sampah organik terhadap sistem pertanian secara keseluruhan, termasuk peningkatan kesuburan tanah, peningkatan hasil panen, dan efisiensi sumber daya. (4) Keberlanjutan Lingkungan: Penelitian juga akan mempertimbangkan aspek lingkungan dalam pengelolaan sampah organik, seperti pengurangan limbah dan polusi lingkungan serta potensi pengurangan emisi gas rumah kaca. (5) Implementasi Praktis: Penelitian akan memeriksa studi kasus dan pengalaman implementasi pengelolaan sampah organik dalam sistem pertanian berkelanjutan di berbagai wilayah. (6) Tantangan dan Hambatan: Penelitian akan mengidentifikasi tantangan dan hambatan dalam mengadopsi pengelolaan sampah organik untuk pertanian berkelanjutan, termasuk masalah teknis, sosial, ekonomi, dan kebijakan. Dan, (7) Rekomendasi untuk Penelitian Selanjutnya: Penelitian akan menyajikan rekomendasi untuk arah penelitian selanjutnya dalam bidang ini, yang dapat membantu mengisi kesenjangan pengetahuan dan meningkatkan pemahaman tentang topik ini.

Kriteria Inklusi:

- a) Relevansi Topik: Artikel harus secara khusus mencakup topik "Pengelolaan Sampah Organik untuk Mendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan."
- b) Konteks Penelitian: Artikel harus terkait dengan aplikasi pengelolaan sampah organik dalam konteks pertanian atau agrikultur.
- c) Ketersediaan: Artikel harus dapat diakses secara online atau melalui institusi yang Anda hubungi.
- d) Tahun Publikasi: Artikel yang dipublikasikan dari tahun 2000 hingga sekarang akan diikutsertakan untuk memastikan kelangsungan relevansi topik.

Kriteria Eksklusi:

- a) Non-Akademik: Artikel yang tidak berasal dari sumber akademik seperti jurnal ilmiah, buku, atau laporan penelitian akan dikecualikan.
- b) Bahasa: Artikel yang tidak berbahasa Inggris atau bahasa lain yang dipahami oleh peneliti akan dikecualikan (kecuali ada alasan khusus untuk memasukkan artikel berbahasa lain).

- c) Relevansi Tidak Sesuai: Artikel yang tidak memiliki keterkaitan dengan topik pengelolaan sampah organik dalam konteks pertanian berkelanjutan akan dikecualikan.
- d) Kualitas Rendah: Artikel dengan metode penelitian yang tidak kuat, sampel yang kecil, atau masalah metodologi serius akan dikecualikan.

Metode Seleksi Literatur:

- a) Tahap Pertama: Pencarian awal akan dilakukan menggunakan basis data akademik seperti Google Scholar, PubMed, atau ScienceDirect dengan menggunakan kata kunci yang relevan. Setelah pencarian awal, akan diperoleh daftar artikel yang sesuai dengan topik.
- b) Tahap Kedua: Peneliti akan membaca abstrak dari masing-masing artikel untuk menilai relevansi dan kelayakan artikel sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Artikel yang jelas-jelas tidak relevan akan dikeluarkan pada tahap ini.
- c) Tahap Ketiga: Artikel yang lulus seleksi tahap kedua akan dipelajari secara lebih mendalam melalui membaca secara keseluruhan. Pada tahap ini, peneliti akan mengevaluasi kualitas metodologi dan kesesuaian artikel dengan topik penelitian.
- d) Tahap Keempat: Setelah penelitian mendalam dilakukan, artikel yang paling relevan dan berkualitas akan dipilih untuk dimasukkan dalam systematic literature review.
- e) Metode seleksi literatur ini akan membantu memastikan bahwa artikel yang dimasukkan dalam penelitian Anda memenuhi kriteria inklusi dan memiliki kualitas yang memadai untuk mendukung temuan dan kesimpulan systematic literature review ini.

B. Pengertian dan manfaat pengelolaan sampah organik

Sampah organik adalah jenis sampah yang berasal dari sisa-sisa organisme hidup, seperti tumbuhan, hewan, dan sisa makanan manusia. Sampah organik dapat terurai secara alami melalui proses dekomposisi oleh mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur. Proses dekomposisi ini menghasilkan bahan organik yang dapat menjadi sumber nutrisi bagi tanaman dan mikroba tanah. Contoh sampah organik meliputi sisa makanan, kulit buah, dedaunan, rumput, ranting, kertas, kotoran hewan, dan limbah pertanian. Sampah organik umumnya mengandung banyak unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, kalium, serta karbon organik, yang jika dikelola dengan benar, dapat digunakan kembali sebagai pupuk organik dalam sistem pertanian.

Keterkaitan antara Sampah Organik dan Sistem Pertanian Berkelanjutan:

- a) Pengelolaan sampah organik dapat berperan penting dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Berikut adalah beberapa keterkaitan antara sampah organik dan sistem pertanian berkelanjutan:
- b) Peningkatan Kesuburan Tanah: Pupuk organik yang dihasilkan dari pengelolaan sampah organik dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan menyediakan nutrisi penting bagi tanaman. Nutrisi ini membantu meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian tanpa mengandung bahan kimia berbahaya.
- c) Reduksi Limbah dan Polusi: Dengan mengolah sampah organik menjadi pupuk, jumlah sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir berkurang, mengurangi tekanan pada lahan pembuangan sampah, dan mengurangi dampak negatif pada lingkungan.
- d) Circulation of Nutrients: Pengelolaan sampah organik dalam pertanian berkelanjutan dapat membentuk siklus nutrisi yang lebih efisien. Sampah organik yang diolah menjadi pupuk akan mengembalikan nutrisi ke tanah, digunakan oleh tanaman, dan akhirnya akan kembali ke tanah melalui sisa-sisa tanaman yang terurai, memperkuat keberlanjutan ekosistem pertanian.
- e) Pengurangan Penggunaan Pupuk Kimia: Dengan menggantikan sebagian pupuk kimia dengan pupuk organik, pertanian berkelanjutan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan kimia berbahaya yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan manusia.

Pengelolaan sampah organik dapat memberikan berbagai manfaat bagi pertanian berkelanjutan. (1) Peningkatan Kesuburan Tanah: Sampah organik yang diolah menjadi pupuk dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan menyediakan nutrisi penting seperti nitrogen, fosfor, kalium, serta unsur mikro lainnya. Nutrisi ini akan membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen yang lebih baik. (Hargreaves, J.C. 2008; He, X., 2020). (2) Pengurangan Penggunaan Pupuk Kimia: Dengan menggunakan pupuk organik dari sampah organik, petani dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Penggunaan pupuk organik membantu mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan menjaga kesehatan tanah jangka Panjang (Diaz, L., 2005). (3) Meningkatkan Ketersediaan Air: Pupuk organik membantu meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air dan meningkatkan drainase. Hal ini akan membantu mengurangi risiko kekeringan dan meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam pertanian (Albuquerque, J. A., 2012). (4) Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca: Dengan mengelola sampah organik secara tepat, kita dapat mengurangi jumlah sampah yang terurai secara anaerobik (tanpa oksigen) di tempat pembuangan sampah, mengurangi produksi gas metana, yang merupakan gas rumah kaca yang

lebih kuat dari CO₂ (Zahoor, A., & Lee, W. K., 2019). (5) Mengurangi Tekanan pada Tempat Pembuangan Sampah: Dengan mengolah sampah organik menjadi pupuk, volume sampah yang dibuang ke tempat pembuangan sampah berkurang, membantu mengurangi tekanan pada fasilitas pengelolaan sampah (Hargreaves, J. C., 2018).

C. Strategi Pengelolaan sampah untuk mendukung pertanian berkelanjutan

Strategi pengelolaan sampah organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan melalui kompos, vermi-kompos, fermentasi, dan penggunaan teknologi ramah lingkungan, antara lain:

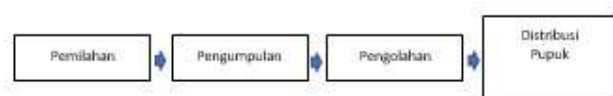
- a. Kompos Kompos adalah proses pengomposan sampah organik dengan bantuan mikroorganisme yang menguraikan bahan organik menjadi pupuk alami. Proses ini menghasilkan kompos yang kaya akan nutrisi dan bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian (Albuquerque, J.A., (2012) dan Hargreaves (2008)).
- b. Vermikompos Vermikompos adalah proses pengomposan yang melibatkan penggunaan cacing tanah untuk mendekomposisi sampah organik. Cacing tanah ini mencerna sampah organik dan mengubahnya menjadi pupuk yang lebih kaya nutrisinya, serta meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air (He, X., 2020 dan Zahoor, A., 2019).
- c. Fermentasi Fermentasi adalah proses penguraian mikroorganisme dalam lingkungan anaerobik yang menghasilkan pupuk organik cair. Pupuk organik cair ini mengandung berbagai nutrisi yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dan dapat diserap lebih cepat oleh akar tanaman (Pramanik, P., (2019).
- d. Penggunaan Teknologi Ramah Lingkungan Penggunaan teknologi ramah lingkungan seperti sistem pengelolaan sampah terintegrasi, biochar, atau sistem pengolahan anaerobik dapat membantu mengolah sampah organik menjadi produk yang berguna bagi pertanian tanpa menghasilkan limbah berbahaya (Dias, L.F., 2005).

Strategi-strategi pengelolaan sampah organik ini dapat berkontribusi pada pertanian berkelanjutan dengan meningkatkan kualitas tanah, mengurangi dampak negatif pada lingkungan, dan meningkatkan produktivitas pertanian secara ramah lingkungan. Pengelolaan sampah organik yang efektif dan berkelanjutan dapat memberikan manfaat besar bagi pertanian, lingkungan, dan masyarakat.

D. Implementasi dan pengalaman negara- negara maju dalam pengelolaan sampah
Berikut adalah contoh implementasi dan pengalaman negara-negara maju, serta pendekatan lokal dalam pengelolaan sampah organik untuk pertanian berkelanjutan:

1. Jerman

Jerman adalah salah satu contoh negara maju yang telah berhasil mengimplementasikan pengelolaan sampah organik secara efektif untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Pendekatan yang digunakan adalah sistem kompos terpadu dengan partisipasi masyarakat yang tinggi. Program pemilahan sampah yang ketat memungkinkan warga Jerman untuk memisahkan sampah organik dari sampah lainnya. Sampah organik ini kemudian diolah melalui proses kompos besar untuk menghasilkan pupuk organik berkualitas tinggi. Pupuk ini digunakan dalam praktik pertanian berkelanjutan di seluruh negara untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen. Jerman memiliki sistem yang canggih untuk mengelola sampah organik melalui program kompos dan vermi- kompos di tingkat rumah tangga dan komunitas. Warga diwajibkan untuk memisahkan sampah organik dari sampah non-organik. Sampah organik dikompos atau diolah oleh cacing tanah (vermi- kompos) untuk menghasilkan pupuk berkualitas tinggi. Pupuk organik ini kemudian digunakan kembali dalam pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian (Matzarakis, A., 1996; Zikeli, S., 2008; Schonberger, H., 2017).



Gambar 1. Diagram alir Pengelolaan Sampah organik di Jerman

Sumber : Data sekunder diolah (2023)

Diagram Alir Pengelolaan Sampah Organik di Jerman: a. Pemilahan: Warga memisahkan sampah organik dari sampah non-organik di rumah tangga dan komunitas. b. Pengumpulan: Sampah organik dikumpulkan secara terpisah dan diangkut ke fasilitas pengomposan. c. Pengolahan: Di fasilitas pengomposan, sampah organik diolah melalui kompos atau vermi-kompos untuk menghasilkan pupuk organik. d. Distribusi Pupuk: Pupuk organik didistribusikan ke petani dan pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen.

2. Belanda

Belanda juga telah menjadi contoh yang sukses dalam pengelolaan sampah organik untuk pertanian berkelanjutan. Pendekatan yang dilakukan adalah vermi-kompos atau pengomposan dengan menggunakan cacing tanah. Beberapa kota di Belanda telah memulai program vermi-kompos komunitas di mana warga dapat mengolah sampah organik mereka dengan bantuan cacing tanah. Cacing ini menguraikan sampah organik dan menghasilkan vermi-kompos yang digunakan sebagai pupuk organik berkualitas tinggi untuk pertanian lokal. Pendekatan ini membantu mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah organik. Belanda memiliki pendekatan yang berfokus pada fermentasi sampah organik untuk menghasilkan pupuk cair. Warga dan petani diizinkan untuk mengolah sampah organik melalui teknologi fermentasi anaerobik dalam skala kecil atau besar. Hasil fermentasi digunakan sebagai pupuk cair yang mengandung nutrisi penting bagi pertanian. Penerapan teknologi ini telah berhasil mengurangi jumlah sampah organik yang masuk ke tempat pembuangan sampah dan meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan (Smit, A.L., 2000; Meier, J., 2011; Mol, A.P., 2005).



Gambar 2. Diagram alir Pengelolaan Sampah organik di Belanda

Sumber : Data sekunder diolah (2023)

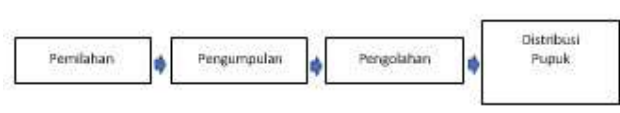
Diagram Alir Pengelolaan Sampah Organik di Belanda: a. Pemilahan: Warga memisahkan sampah organik dari sampah non-organik di rumah tangga. b. Fermentasi: Sampah organik diolah melalui teknologi fermentasi anaerobik untuk menghasilkan pupuk cair. c. Penggunaan Pupuk: Pupuk cair yang dihasilkan digunakan oleh petani lokal atau pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil pertanian.

3. Amerika Serikat dan Kanada

Di Amerika Serikat, beberapa kota dan negara bagian telah mengadopsi pendekatan lokal dalam pengelolaan sampah organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Beberapa daerah telah menerapkan program pengomposan komunitas, di mana masyarakat dapat mengompos sampah organik mereka sendiri di rumah atau mengumpulkan sampah organik untuk diolah menjadi kompos komunitas. Selain itu, beberapa peternakan di Amerika Serikat juga telah menggunakan pupuk organik dari sampah organik sebagai alternatif untuk pupuk

kimia. Sedangkan Di Kanada, ada banyak inisiatif lokal dalam pengelolaan sampah organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Beberapa daerah telah membangun fasilitas pengomposan besar untuk mengolah sampah organik dari rumah tangga, restoran, dan pasar lokal. Pupuk organik hasil kompos digunakan oleh petani lokal untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen. Selain itu, beberapa daerah juga menerapkan program vermi-kompos di tingkat rumah tangga untuk memanfaatkan sampah organik menjadi pupuk berkualitas tinggi (Barthod, J.R., 2000; Wyman, M., 2001; Srinivasan, R., 2019).

Selain itu terdapat pula pendekatan- pendekatan lokal dalam pengelolaan sampah organik juga banyak dilakukan oleh komunitas pertanian dan petani kecil di berbagai negara. Hal ini dilakukan untuk dapat membantu pengembangan pertanian berkelanjutan yang tidak hanya peduli kepada lingkungan, namun juga mampu memberikan keuntungan secara ekonomi dan kesejahteraan social petani dan masyarakat sekitarnya.



Gambar 3. Diagram alir Pengelolaan Sampah organik di Amerika Serikat dan Kanada

Sumber : Data sekunder diolah (2023)

Diagram Alir Pengelolaan Sampah Organik di Kanada: a. Pemilahan: Warga memisahkan sampah organik dari sampah non-organik di rumah tangga, restoran, dan pasar lokal. b. Pengumpulan: Sampah organik dikumpulkan dan diangkut ke fasilitas pengomposan. c. Pengolahan: Di fasilitas pengomposan, sampah organik diolah melalui kompos untuk menghasilkan pupuk organik. d. Distribusi Pupuk: Pupuk organik hasil kompos didistribusikan ke petani lokal untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen.

Diagram alir di atas adalah gambaran umum dari bagaimana pengelolaan sampah organik berjalan dalam masing-masing negara. Pengelolaan sampah organik dapat bervariasi tergantung pada kebijakan, infrastruktur, dan budaya di setiap negara. Diagram tersebut mencakup langkah- langkah dasar dalam pengelolaan sampah organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

E. Pendekatan lokal dalam pengelolaan sampah organik untuk pertanian berkelanjutan

Mereka sering menggunakan metode pengomposan tradisional atau vermi- kompos dengan menggunakan sumber daya yang ada di sekitar mereka. Meskipun belum begitu terstruktur seperti di negara maju, pendekatan lokal ini memberikan kontribusi yang berharga

dalam mendukung pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan sampah organik menjadi pupuk yang berguna untuk tanah.

Pendekatan lokal ini membantu dalam mengurangi dampak lingkungan dari pengelolaan sampah organik dan juga meningkatkan kualitas tanah dan kesuburan pertanian secara lokal. Melalui program-program inovatif seperti ini, negara-negara maju terus berusaha meningkatkan keberlanjutan pertanian dan lingkungan melalui pengelolaan sampah organik yang efisien dan berkelanjutan. Pendekatan lokal dalam pengelolaan sampah organik untuk pertanian berkelanjutan dapat mencakup berbagai inisiatif dan praktek yang dilakukan oleh komunitas pertanian dan petani kecil di tingkat lokal. Berikut adalah beberapa contoh pendekatan lokal yang umum dilakukan:

- a) **Komposting di Skala Rumah Tangga:** Di tingkat rumah tangga, pendekatan lokal yang umum dilakukan adalah komposting. Warga mengumpulkan sampah organik dari dapur dan kebun mereka, seperti sisa makanan, daun, dan rumput, untuk diolah menjadi kompos. Kompos yang dihasilkan kemudian digunakan sebagai pupuk untuk tanaman di kebun atau lahan pertanian kecil.
- b) **Komunitas Pengomposan:** Beberapa komunitas pertanian atau desa memiliki fasilitas pengomposan bersama di mana warga dapat membawa sampah organik mereka untuk diolah menjadi kompos secara kolektif. Ini adalah pendekatan lokal yang melibatkan partisipasi aktif dari seluruh komunitas dalam mengelola sampah organik dan menghasilkan pupuk organik yang bermanfaat bagi pertanian lokal.
- c) **Penggunaan Vermi-kompos:** Pendekatan lokal lainnya adalah penggunaan vermi-kompos, di mana petani menggunakan cacing tanah untuk mengurai sampah organik menjadi pupuk berkualitas tinggi. Proses ini dapat dilakukan dengan skala kecil di tingkat rumah tangga atau skala lebih besar di tingkat komunitas pertanian.
- d) **Pendekatan Tradisional:** Di beberapa daerah, pendekatan pengelolaan sampah organik masih mengandalkan metode tradisional seperti pengomposan alami atau fermentasi. Praktek-praktek ini telah diwariskan dari generasi ke generasi dan terintegrasi dalam kehidupan sehari-hari masyarakat untuk mengolah sampah organik menjadi sumber daya bernilai tinggi bagi pertanian lokal.

Pendekatan lokal dalam pengelolaan sampah organik ini sering kali melibatkan partisipasi aktif dari masyarakat lokal dan dapat memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan yang signifikan bagi pertanian berkelanjutan di tingkat lokal (Srinivasan, R., 2019; Ferrer, I., 7 Vazquez, F., 2018; Hu, M., 2015).

F. Tantangan dan hambatan dalam pengelolaan sampah organik

Tantangan dan Hambatan dalam Pengelolaan Sampah Organik, meliputi

(1) Keterbatasan Teknologi dan Infrastruktur:

- a. Teknologi Pengomposan: Tidak semua negara memiliki teknologi dan infrastruktur yang memadai untuk mengolah sampah organik menjadi kompos atau pupuk organik dengan efisien.
- b. Pengumpulan dan Transportasi: Kurangnya sistem pengumpulan dan transportasi yang efisien dapat menyulitkan pengumpulan dan pengolahan sampah organik dari sumbernya ke fasilitas pengomposan atau daur ulang.
- c. Pendanaan: Pengelolaan sampah organik memerlukan investasi yang signifikan dalam infrastruktur dan teknologi yang tidak selalu tersedia di negara-negara dengan sumber daya terbatas.

(2) Aspek Sosial dan Budaya:

- a. Kesadaran Masyarakat: Tantangan besar dalam pengelolaan sampah organik adalah meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah organik dan mengubah perilaku mereka dalam memilah sampah organik dari sampah lainnya.
- b. Praktek Tradisional: Beberapa budaya memiliki praktik pengelolaan sampah organik yang berbeda dan mungkin kurang sesuai dengan pendekatan modern dalam pertanian berkelanjutan.

(3) Kebijakan dan Regulasi:

- a. Koordinasi Pemerintah: Tidak semua negara memiliki koordinasi pemerintah yang efektif untuk mengintegrasikan program pengelolaan sampah organik dengan tujuan pertanian berkelanjutan.
- b. Peraturan Lingkungan: Beberapa negara mungkin memiliki regulasi lingkungan yang tidak memadai atau kurang jelas mengenai pengelolaan sampah organik, sehingga menyulitkan implementasi program yang efektif (Hoornweg, D., 2013; Dias, G.M., 2018; Polettini, A., 2013; Siswanto, W.A., 2020; Mansoor, M., & Iqbal, m., 2018).

Negara maju dan negara-negara berkembang menghadapi tantangan dan hambatan yang berbeda dalam mengelola sampah organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Tantangan ini harus diatasi dengan pendekatan yang holistik yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta, serta mendukung kebijakan dan regulasi yang memadai.

G. Pengelolaan sampah organik di Indonesia untuk pertanian berkelanjutan

Hal ini berbeda dengan kondisi di Indonesia, meski beberapa hal memiliki kemiripan. Namun masalah yang dimiliki oleh negara Indonesia lebih pelik, di samping peluang yang juga perlu mendapat perhatian. Peluang-peluang yang dimiliki Indonesia dalam mengolah sampah organik untuk mendukung system pertanian secara berkelanjutan adalah:

(1) Kekayaan Sumber Daya Organik: Indonesia memiliki banyak sumber daya organik yang dapat diolah menjadi pupuk kompos atau pupuk cair untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

(2) Pertanian Berbasis Organik: Permintaan akan produk pertanian organik semakin meningkat di pasar domestik maupun internasional, sehingga pengelolaan sampah organik dapat menjadi sumber pupuk organik berkualitas untuk petani organik.

(3) Dukungan Pemerintah: Pemerintah Indonesia telah menyadari pentingnya pengelolaan sampah organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan dan telah mengeluarkan berbagai kebijakan dan program untuk mendorongnya.

Dalam hal ini, Hambatan dan Tantanganyang dihadapi oleh Indonesia dalam mengelola sampah organik untuk mendukung system pertanian berkelanjutan adalah:

(1) Kesadaran Masyarakat: Kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah organik masih perlu ditingkatkan. Beberapa masyarakat masih kurang memahami manfaat dan cara pengolahan sampah organik.

(2) Infrastruktur dan Teknologi: Keterbatasan infrastruktur dan teknologi untuk mengelola sampah organik menjadi pupuk organik adalah tantangan besar yang dihadapi di banyak wilayah di Indonesia.

(3) KeterbatasanPendanaan: Pengelolaan sampah organik memerlukan investasi yang cukup besar dalam infrastruktur dan teknologi, tetapi pendanaan yang memadai seringkali menjadi hambatan.

(4) Kebijakan dan Regulasi: Kebijakan dan regulasi yang jelas dan terintegrasi mengenai pengelolaan sampah organik masih perlu ditingkatkan agar implementasinya lebih efektif.

(5) Perubahan Praktek Budaya: Beberapa masyarakat masih mengandalkan praktek tradisional dalam pengelolaan sampah, yang mungkin tidak selalu sesuai dengan pendekatan modern dalam pertanian berkelanjutan.

Pengelolaan sampah organik di Indonesia memiliki peluang besar untuk mendukung pertanian berkelanjutan, tetapi juga dihadapkan pada berbagai hambatan dan tantangan. Dengan dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta, diharapkan pengelolaan sampah organik di Indonesia dapat terus meningkat dan memberikan kontribusi yang positif bagi pertanian dan lingkungan (Parikesit, J., 2017; Zaini, I.N., 2018; Hidayat, R., 2018; Yuliyanti, M., 2019; Zulfa, L., 2018).

KESIMPULAN

Pengelolaan sampah organik memiliki peran penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Negara-negara maju seperti Jerman, Belanda, dan Kanada telah berhasil mengimplementasikan berbagai strategi pengelolaan sampah organik, seperti kompos, vermi-kompos, dan fermentasi, yang telah memberikan manfaat besar bagi pertanian mereka. Namun, negara-negara berkembang seperti Indonesia masih menghadapi tantangan dan hambatan dalam mengelola sampah organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

Implikasi untuk Pertanian Berkelanjutan:

- a) Pengelolaan sampah organik yang efektif dapat meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi penggunaan pupuk kimia, dan meningkatkan hasil panen tanaman.
- b) Penerapan teknologi pengolahan sampah organik ramah lingkungan dapat mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan emisi gas rumah kaca.
- c) Dukungan dari pemerintah dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah organik adalah kunci keberhasilan dalam mendukung pertanian berkelanjutan.

Rekomendasi untuk Penelitian Selanjutnya:

- a) Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi potensi dan kecocokan berbagai teknologi pengelolaan sampah organik dalam konteks pertanian berkelanjutan di negara-negara berkembang.
- b) Studi tentang efektivitas kebijakan dan regulasi yang ada serta perumusan kebijakan yang lebih terintegrasi dan mendukung dalam pengelolaan sampah organik untuk pertanian berkelanjutan.
- c) Perlu dilakukan penelitian tentang strategi pemberdayaan masyarakat dan pendekatan edukasi yang tepat untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah organik.

- d) Studi komparatif antara negara maju dan negara berkembang dapat memberikan wawasan yang berharga dalam pengelolaan sampah organik untuk pertanian berkelanjutan.

Dengan melakukan penelitian lebih lanjut dan menerapkan pendekatan yang holistik, pengelolaan sampah organik dapat menjadi salah satu pilar penting dalam mencapai pertanian berkelanjutan yang lebih baik, mengurangi dampak lingkungan negatif, dan meningkatkan kesejahteraan petani dan masyarakat.

REFERENSI

- Albuquerque, J. A., de la Fuente, C., & Campoy, M. (2012). Composting of Alperujo, the Solid By-Product from the Two-Phase Centrifugation Method for Olive Oil Extraction. *Waste Management*, 32(7), 1333-1339.
- Barthod, J. R., Johnson, K. A., Wolt, J. D., & Powell, J. M. (2000). Manure and Soil Carbon Sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 57(1), 77-82.
- Dias, G. M., Silva, L. A., & Bizzo, H. R. (2018). Management of Organic Waste in Latin American Countries: A Literature Review. *Waste Management & Research*, 36(1), 3-18.
- Ferrer, I., & Vazquez, F. (2018). From Waste Management to Resource Recovery: A Perspective on the State of Anaerobic Digestion of Organic Waste in Europe. *Waste Management*, 77, 115-126.
- Hargreaves, J. C., Adl, M. S., & Warman, P. R. (2008). A Review of the Use of Composted Municipal Solid Waste in Agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123(1-3), 1-14.
- He, X., Xi, B., & Gao, M. (2020). Effects of Vermicompost Application on Soil Quality and Crop Growth: A Review. *Pedosphere*, 30(4), 421-433.
- Hidayat, R., & Ilyas, S. (2018). Management of Solid Waste and Organic Waste in East Java Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 175, 012073.
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., & Kennedy, C. (2013). Environment: Waste Production Must Peak This Century. *Nature*, 502(7473), 615-617.
- Hu, M., Wang, J., Wu, Q., & Wang, D. (2015). Analysis of Urban Household Solid Waste Generation in Different Family Life Cycle Stages, China: A Case Study of Hangzhou. *Waste Management & Research*, 33(5), 483-490.
- Mansoor, M., & Iqbal, M. (2018). Municipal Solid Waste Management in Developing Countries: Challenges and Future Prospects. *Journal of Cleaner Production*, 195, 757-772.
- Matzarakis, A., & Mayer, H. (1996). Urban Climate and Heat Stress in Bochum, Germany. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 61(1-4), 69-77.

- Meier, J., & Christen, O. (2011). Environmental Impacts of Dietary Recommendations and Dietary Styles: Germany as an Example. *Environmental Science & Technology*, 45(13), 5728-5737.
- Mol, A. P., & Spaargaren, G. (2005). *Environment and Global Modernity*. Sage Publications.
- Parikesit, J., & Darmawan, A. (2017). Waste Management Policy and Strategy Towards Sustainable Development in Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 37, 327-335.
- Polettini, A., Pomi, R., Sirini, P., & Temussi, F. (2013). Composting Plants in Different Countries: An Overview of Problems and Solutions. *Waste Management*, 33(3), 533-541.
- Pramanik, P., & Vijay, V. K. (2019). Fermentation Technology for Organic Waste Treatment: A Review. *Waste Management*, 84, 190-201.
- Schönberger, H. (2017). Organic Waste Management in Germany. *Waste and Biomass Valorization*, 8(3), 597-604.
- Siswanto, W. A., & Wirahadikusumah, R. (2020). Integrated Solid Waste Management Policy and Implementation in Indonesia: A System Dynamics Approach. *Science of the Total Environment*, 709, 136107.
- Smit, A. L., Bengough, A. G., Engels, C., Van Noordwijk, M., Pellerin, S., Van de Geijn, S. C., & Van Reuler, H. (2000). *Root Methods: A Handbook*. Springer Science & Business Media.
- Srinivasan, R., Shendrikar, A. D., & Kumar, A. (2019). Urban Organic Waste Management for Sustainable Agriculture. *Procedia Manufacturing*, 31, 160-167.
- Wyman, M., Skog, K. E., & Barbour, R. J. (2001). A Biomass Energy System Based on Organic Waste. *Biomass and Bioenergy*, 20(2), 117-128.
- Yuliyanti, M., Setiawan, A., & Triratna, S. S. (2019). Opportunities and Challenges of Solid Waste Management in Indonesia: A Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 320, 012014.
- Zahoor, A., & Lee, W. K. (2019). A Review of Current Knowledge in Respect of the Fate of Organic Waste Components During Vermicomposting. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117877.
- Zaini, I. N., & Hartono, R. B. (2018). Challenges and Opportunities of Organic Waste Management in Indonesia: A Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 116, 012009.
- Zikeli, S., & Ols, H. W. (2008). Long-term Development of Soil Organic Matter and Microbial Biomass after Application of Organic Wastes of Different C/N Ratios in a Long-term Experiment. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 171(3), 410-419.
- Zulfa, L., & Susilawati, A. (2018). Study on Public Awareness of Waste Management in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 106, 012026.