

Strategi Pengurangan Sampah Makanan Menggunakan Analisis Data dan Teknologi

Aditya Djaini¹, Andi Haslinah², Hanifah Nurul Muthmainah³

¹Prodi Agribisnis Universitas Muhammadiyah Gorontalo dan adityadjainisp@gmail.com

²Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Makassar dan haslinah.dty@uim-makassar.ac.id

³Universitas Siber Muhammadiyah dan hanifah20220200046@sibermu.ac.id

ABSTRAK

Sampah makanan adalah masalah global utama yang berdampak pada ekonomi, lingkungan, dan masyarakat. Pendekatan inovatif diperlukan untuk mengatasi masalah ini, dan menggabungkan teknologi dan analisis data telah terbukti menjadi salah satu pendekatan yang tepat. Untuk menyelidiki lingkungan penelitian seputar inisiatif pengurangan sampah makanan dan hubungannya dengan teknologi dan analisis data, penelitian ini melakukan analisis bibliometrik. Kepenulisan bersama, kemunculan bersama kata kunci, dan jaringan kutipan bersama semuanya dianalisis, memperlihatkan kelompok penelitian dan area tematik yang penting. Dengan kelompok-kelompok yang mencakup pendekatan berbasis data untuk ketahanan pangan, kebijakan kota pintar, blockchain dan rantai pasokan makanan, pengolahan limbah organik, dan peran kecerdasan buatan dalam kelestarian lingkungan, hasilnya menyoroti sifat multidisiplin penelitian di bidang ini. Selain itu, analisis kejadian jangka panjang mengakui pengaturan lingkungan dan perkotaan yang lebih besar sambil menyoroti peran penting yang dimainkan oleh sampah, pengelolaan limbah, dan rantai pasokan makanan. Hasil penelitian ini menawarkan perspektif yang berharga bagi para akademisi dan pengambil keputusan, menyoroti pentingnya kerja sama multidisiplin, pendekatan berbasis data, dan penekanan pada aspek perkotaan dan lingkungan dalam mengatasi masalah rumit limbah makanan. Jalan studi yang prospektif mencakup melakukan evaluasi konten yang komprehensif, menyelidiki publikasi non-Inggris, dan mendorong solusi berbasis teknologi.

Kata Kunci: Sampah Makanan, Teknologi, Analisis Bibliometrik

ABSTRACT

Food waste is a major global issue that has an impact on the economy, the environment, and society. Innovative approaches are needed to solve this problem, and combining technology and data analytics has shown to be a viable one. In order to investigate the research environment surrounding food waste reduction initiatives and their relationship to technology and data analytics, this study performs a bibliometric analysis. Co-authorship, keyword co-occurrence, and co-citation networks are all analyzed, exposing research groups and important thematic areas. With clusters covering data-driven approaches to food security, smart city policies, blockchain and the food supply chain, organic waste treatment, and the role of artificial intelligence in environmental sustainability, the results highlight the multidisciplinary nature of research in this field. Moreover, term occurrences analysis acknowledges larger environmental and urban settings while highlighting the crucial roles played by garbage, waste management, and the food supply chain. The results offer valuable perspectives for scholars and decision-makers, highlighting the significance of multidisciplinary cooperation, data-driven approaches, and an emphasis on urban and environmental aspects in tackling the intricate problem of food waste. Prospective study avenues encompass doing comprehensive content evaluations, investigating non-English publications, and propelling technology-based solutions.

Keywords: Food Waste, Technology, Bibliometric Analysis

PENDAHULUAN

Sampah makanan adalah tantangan global yang memiliki signifikansi ekonomi, lingkungan, dan etika yang besar. Seiring dengan terus bertambahnya populasi dunia, dan dengan itu, tuntutan terhadap sistem pangan kita, masalah limbah makanan menjadi semakin mendesak (Ali et al., 2022; Melikoglu et al., 2013; Aziz et al., 2022). Di dunia di mana jutaan orang kelaparan, pemborosan

sumber daya yang berharga dan dampak lingkungan dari makanan yang terbuang menjadi tidak berkelanjutan (Cosbuc et al., 2021; Garske et al., 2020; Svanes et al., 2018). Mengatasi masalah yang memiliki banyak sisi ini membutuhkan strategi yang inovatif, dan integrasi analisis data dan teknologi telah muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan (Svanes et al., 2018; Mokrane et al., 2023).

Strategi inovatif diperlukan untuk mengatasi masalah limbah makanan yang memiliki banyak aspek. Integrasi analisis data dan teknologi telah muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan ((Parfitt et al., 2021) & (Stojanović & Sándor, n.d.)). Dengan memanfaatkan pemodelan kondisi-mapan dan teknik penilaian siklus hidup, sebuah studi menyelidiki prospek integrasi limbah makanan dengan pengolahan air limbah biologis dalam hal kinerja pengolahan, energi bersih dan jejak karbon, serta keekonomian proses (Budiman et al., 2022; Iskandar & Sarastika, 2023). Skenario yang dieksplorasi meliputi pembuangan dan pengolahan bersama dengan air limbah dengan menggunakan pembuang limbah makanan dan pencernaan bersama anaerobik dengan lumpur limbah di Hong Kong. Dibandingkan dengan pengolahan air limbah dan limbah makanan yang ada, skenario terintegrasi secara signifikan meningkatkan keseimbangan energi, emisi gas rumah kaca bersih, dan keekonomian operasi, dengan dampak yang diizinkan pada kinerja pengolahan air limbah (Iqbal et al., 2022).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis bibliometrik yang komprehensif untuk mengeksplorasi lanskap penelitian yang berkaitan dengan strategi pengurangan limbah makanan dan interaksinya dengan analisis data dan teknologi. Bibliometrik menyediakan cara yang sistematis dan kuantitatif untuk menilai perkembangan bidang penelitian, mengungkap publikasi yang berpengaruh, peneliti utama, dan tema-tema yang muncul. Analisis ini menawarkan lensa yang unik untuk memperoleh wawasan tentang keadaan penelitian dalam domain yang dinamis ini.

Penggunaan teknologi, seperti perangkat Internet of Things (IoT), sensor, kecerdasan buatan (AI), dan blockchain, memiliki potensi untuk merevolusi pengurangan sampah makanan dengan memantau, memprediksi, dan mengoptimalkan produksi, distribusi, dan konsumsi makanan (Achieng, 2023; Iskandar & Kaltum, 2022; Jaman et al., 2021). Teknologi-teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi, meningkatkan koordinasi, dan konektivitas dalam fase-fase rantai pangan, dan dengan demikian menciptakan transformasi nilai tambah dalam rantai pangan (Achieng, 2023; Jaman, 2022; Nugrahanti, 2016; Suparwata & Djibrán, 2018). Misalnya, AI dapat digunakan untuk memprediksi permintaan toko kelontong kecil dan mendukung perencanaan produksi produk bermerek sendiri untuk mengurangi limbah makanan (Nascimento et al., 2022). Blockchain dapat digunakan untuk menentukan dengan tepat kapan dan di mana daging dipotong dan dikemas, meningkatkan keakuratan informasi antara entitas rantai pasokan, menghasilkan manajemen inventaris yang lebih baik, khususnya waktu pengiriman yang lebih akurat dan umur simpan produk yang lebih lama (Carey & Subramanian, 2021). Sistem pengelolaan sampah yang efisien dan cerdas berbasis IoT dapat dirancang untuk mendukung kota pintar dan memberikan informasi mengenai status tempat sampah di masing-masing area kota kepada Perusahaan Kota. Sensor waktu nyata dapat terus memantau kualitas makanan dan dengan demikian membantu mengurangi kehilangan dan pemborosan makanan (da Costa et al., 2022). Secara keseluruhan, penggunaan teknologi dapat menyederhanakan operasi dan memberdayakan konsumen untuk membuat keputusan yang tepat tentang pilihan dan penyimpanan makanan, yang mengarah pada

pengurangan limbah makanan. Dalam konteks limbah makanan, teknologi tidak hanya merampingkan operasi tetapi juga memberdayakan konsumen untuk membuat keputusan yang tepat tentang pilihan dan penyimpanan makanan.

LITERATURE REVIEW

A. Strategi Pengurangan Sampah Makanan

Penggunaan analisis data, teknologi sensor, IoT, dan algoritme pembelajaran mesin dapat membantu memprediksi dan mencegah pemborosan makanan di berbagai tahap rantai pasokan. Teknologi ini dapat memantau dan mengoptimalkan proses, mengidentifikasi inefisiensi, dan meramalkan permintaan dengan lebih akurat, sehingga dapat mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan efektivitas biaya (Kutty & Abdella, 2020; Felix, 2018; Tutul et al., 2023).

Misalnya, sistem pemantauan makanan pintar yang memanfaatkan teknologi IoT dan pembelajaran mesin dapat terus memantau bahan makanan, menganalisis data yang dikumpulkan oleh sensor untuk menentukan kesegaran makanan, serta menampilkan data dan peringatan waktu nyata ketika bahan makanan mencapai tingkat ambang batas tertentu (Tutul et al., 2023). Selain itu, teknik peramalan permintaan dapat mencegah kelebihan persediaan dengan mendukung keputusan pengisian ulang dengan lebih baik, sedangkan penetapan harga dinamis dapat mengurangi kelebihan persediaan jika sudah ada dengan merangsang pelanggan untuk membeli produk yang lebih tua dengan harga diskon (Felix, 2018).

B. Teknologi dalam Pengurangan Sampah Makanan

Salah satu aplikasi teknologi yang paling menonjol dalam pengurangan limbah makanan adalah penggunaan teknologi sensor. Sensor-sensor ini digunakan di berbagai tahap rantai pasokan, mulai dari pertanian dan fasilitas pengolahan hingga pusat distribusi dan gerai ritel. Sensor-sensor ini menyediakan data real-time tentang suhu, kelembapan, dan faktor lingkungan lainnya, membantu mendeteksi anomali dan memastikan bahwa produk makanan disimpan dan diangkut dalam kondisi yang optimal (da Costa et al., 2022; Vu & Trinh, 2021; Harvey et al., 2020).

Teknologi blockchain telah mendapatkan perhatian karena potensinya untuk meningkatkan ketertelusuran dan transparansi dalam rantai pasokan makanan. Dengan mencatat setiap langkah dalam perjalanan produk makanan dari pertanian hingga ke meja makan, blockchain mengurangi risiko penipuan, meningkatkan keamanan pangan, dan dapat membantu mengidentifikasi inefisiensi dan sumber pemborosan (Mukherjee et al., 2021; Gkalfas, 2019).

Konsumen memainkan peran penting dalam sampah makanan, baik di tingkat rumah tangga maupun di tempat penyedia makanan. Aplikasi mobile telah dikembangkan untuk memberdayakan konsumen dengan informasi mengenai umur simpan makanan, saran resep untuk menggunakan bahan makanan sisa, dan panduan untuk mengontrol porsi makan (Kittichotsawat et al., 2021; Feng et al., 2020; Dou et al., 2016). Aplikasi semacam itu bertujuan untuk mengurangi limbah dengan membantu konsumen membuat keputusan yang lebih tepat.

METODE PENELITIAN

Data untuk analisis bibliometrik ini dikumpulkan dari berbagai basis data akademis, termasuk Web of Science, Scopus, dan Google Scholar, serta repositori akses terbuka. Proses seleksi

mengikuti kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan, untuk memastikan relevansi publikasi yang diambil dengan tujuan penelitian. Dataset ini terdiri dari artikel penelitian, makalah konferensi, ulasan, dan dokumen ilmiah lainnya yang terkait dengan strategi pengurangan sampah makanan dan hubungannya dengan analisis data dan teknologi, proses ini melibatkan bantuan software Publish or Perish (PoP) yang diakses pada tanggal 28 September 2023. Tabel 1 menunjukkan metrik data penelitian.

Tabel 1. Metrik Data Penelitian

Publication years	: 1984-2023
Citation years	: 39 (1984-2023)
Paper	: 980
Citations	: 244244
Cites/year	: 6262.67
Cites/paper	: 249.23
Cites/author	: 111787.35
Papers/author	: 373.56
Author/paper	: 3.41
h-index	: 160
g-index	: 490
hI,norm	: 100
hI,annual	: 2.56
hA-index	: 95
Papers with ACC	: 1,2,5,10,20:852,791,670,538,364

Sumber: PoP

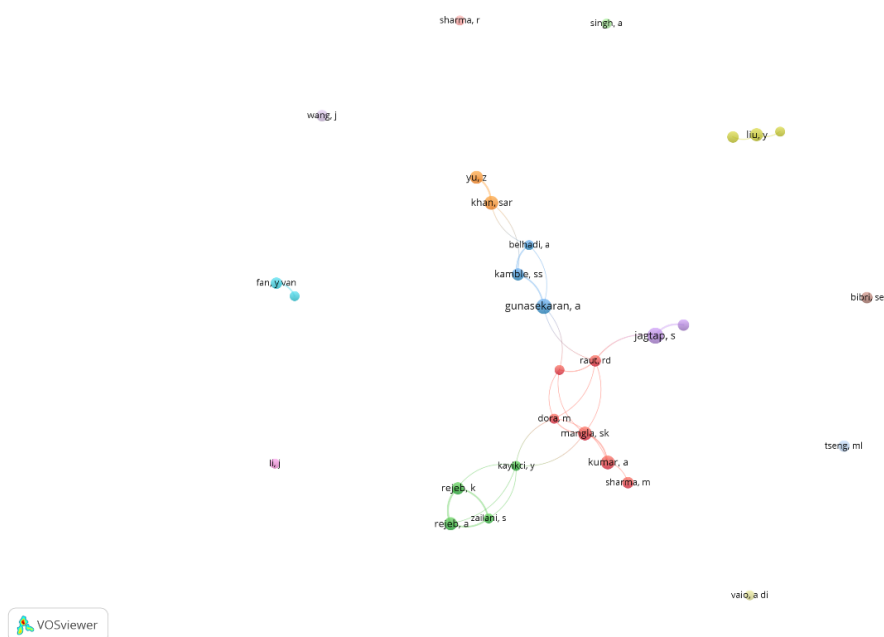
A. Analisa Data

VOSviewer adalah alat analisis bibliometrik populer yang berspesialisasi dalam memvisualisasikan dan menganalisis data bibliografi. Alat ini sangat berguna untuk memetakan dan memahami hubungan antara berbagai entitas seperti pengarang, lembaga, kata kunci, dan dokumen (Iskandar et al., 2021; Rusmayadi et al., 2023). Pada bagian ini, kami menguraikan langkah-langkah yang terlibat dalam menggunakan VOSviewer untuk menganalisis data yang dikumpulkan. Untuk memahami kolaborasi di antara para peneliti di lapangan, sebuah jaringan kepenulisan bersama dibangun. Dalam jaringan ini, node mewakili penulis, dan tautan (edge) mewakili kolaborasi antar penulis berdasarkan publikasi yang ditulis bersama.

Jaringan kemunculan bersama kata kunci dibuat untuk mengidentifikasi kelompok kata kunci yang sering ditemukan bersama dalam literatur. Node mewakili kata kunci, dan tautan menunjukkan kemunculan bersama kata kunci dalam publikasi yang sama. Jaringan kutipan menggambarkan hubungan antara dokumen (misalnya, makalah penelitian) berdasarkan seberapa sering dokumen tersebut dikutip bersama oleh dokumen lain. Dalam analisis ini, jaringan kutipan bersama dapat memberikan wawasan tentang publikasi yang berpengaruh.

		security (25), knowledge (30)	knowledge, loss, machine learning, predictive analytic, relationship
2	14	City (30), policy (15), wasta management strategy (25)	Case study, city, food loss, food system, food waste prevention, need, policy, prevention, science, smart city, waste, waste management, wasta management strategy, way
3	13	Blockchain technology (20), food supply chain (15), resource (25)	Adoption, blockchain, blockhain technology, consumer, effect, evidence, food sector, food supply chain, food wastage, performance, recycling, resource, risk
4	9	Organic waster (30), treatment (20), value (15)	Aerobic digestion, energy, organic waste, product, production, treatment, valorization, value, water
5	8	Artificial intelligence (15), climate change (20), environmental sustainable (25)	Amount, artificial intelligence, climate change, cloud, digital technology, digital transformation, environmental sustainable, food waste reduction

Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan berbasis data dan teknologi untuk mengatasi tantangan global limbah makanan. Dengan merangkul teknologi inovatif dan kolaborasi interdisipliner, para peneliti dan praktisi dapat terus mengembangkan strategi yang efektif untuk mengurangi sampah makanan, mendorong keberlanjutan, dan memastikan ketahanan pangan. Klaster-klaster ini memberikan peta jalan yang berharga untuk penelitian lebih lanjut dan pengembangan solusi praktis di lapangan.



Gambar 4. Kolaborasi Penulis

Analisis jaringan kemunculan bersama kata kunci difokuskan pada identifikasi tema dan topik umum dalam literatur. Gambar 4 mengilustrasikan jaringan kemunculan bersama kata kunci, di mana node mewakili kata kunci, dan tautan menunjukkan hubungan kemunculan bersama di antara kata kunci.

Tabel 3. Analisis Kutipan

Citations	Authors and year	Title
12504	(Godfray et al., 2010)	Food security: the challenge of feeding 9 billion people
9458	(Dey, 2003)	Qualitative data analysis: A user friend guide for social scientists
8550	(Lal, 2004)	Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security
8329	(Shannon et al., 2008)	Science and technology for water purification in the coming decades
8055	(Foley et al., 2011)	Solutions for a cultivated planet
6339	(Xue et al., 2004)	The path to ubiquitous and low-cost organic electronic appliances on plastic
5913	(Cordell et al., 2009)	The story of phosphorus: global food security and food for thought
4493	(Mathison et al., 1998)	Why triangulate?
4299	(Wuana & Okieimen, 2011)	Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation
4187	(Matson et al., 1997)	Agricultural intensification and ecosystem properties

Kutipan-kutipan yang dipilih ini memberikan landasan multidisiplin untuk penelitian ini, yang mencakup aspek-aspek penting dari ketahanan pangan, analisis data, manajemen sumber daya, dan peran teknologi dalam mengurangi sampah makanan. Studi ini akan memanfaatkan karya-karya ini untuk mengembangkan pemahaman yang komprehensif tentang lanskap yang berkembang di bidang ini dan integrasi analisis data dan teknologi dalam strategi pengurangan sampah makanan.

Table 4. Keywords Analysis

Most occurrences		Fewer occurrences	
Occurrences	Term	Occurrences	Term
646	Waste	14	Climate change
149	Waste management	14	Evidence
96	Organic waste	14	Smart city

81	Food supply chain	13	Food waste prevention
79	Waste management strategy	13	Cloud
67	Production	12	Food quality
62	Iot	12	Digital transformation
61	Big data	12	Driver
58	Digital technology	12	Digitalization p
57	Internet	10	Iot technology

Kejadian Terbanyak

Istilah "sampah" secara mengejutkan muncul paling sering dalam set data. Istilah ini menjadi pusat dari fokus studi ini pada strategi pengurangan sampah makanan. Menganalisis publikasi dengan istilah ini dapat memberikan pemahaman yang komprehensif tentang berbagai aspek timbulan, pengelolaan, dan pengurangan sampah. "Pengelolaan sampah" adalah konsep kunci dalam konteks pengurangan sampah makanan. Memahami bagaimana sampah dikelola sangat penting untuk mengembangkan strategi yang efektif untuk meminimalkannya. Istilah ini kemungkinan besar terkait dengan diskusi tentang pengumpulan, pembuangan, dan daur ulang sampah. Sampah organik adalah jenis sampah spesifik yang sering dikaitkan dengan sampah makanan. Istilah ini mungkin relevan dalam mengeksplorasi metode penanganan dan pengurangan sampah organik, termasuk pengomposan dan pencernaan anaerobik.

Rantai pasokan makanan adalah komponen penting dalam pengurangan sampah makanan. Menganalisis publikasi dengan istilah ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana teknologi dan analisis data digunakan untuk mengoptimalkan rantai pasokan makanan, meminimalkan kerugian, dan meningkatkan distribusi makanan. Strategi pengelolaan limbah sangat penting dalam mengurangi limbah makanan. Istilah ini cenderung dikaitkan dengan diskusi tentang perencanaan dan penerapan strategi pengurangan limbah, termasuk peran teknologi.

Lebih Sedikit Kemunculan

Meskipun perubahan iklim bukanlah fokus utama dari penelitian ini, kemunculannya yang terbatas menunjukkan bahwa mungkin ada beberapa tumpang tindih dalam diskusi tentang dampak lingkungan dari sampah makanan dan kontribusinya terhadap perubahan iklim. Menganalisis publikasi-publikasi ini dapat memberikan wawasan tentang titik temu antara perubahan iklim dan sampah makanan. Istilah "bukti" mungkin terkait dengan metodologi penelitian dan pentingnya bukti empiris di lapangan. Publikasi-publikasi ini mungkin menekankan perlunya penelitian yang ketat untuk mendukung klaim yang terkait dengan strategi pengurangan sampah makanan.

Istilah "kota pintar" dapat mengindikasikan diskusi yang berkaitan dengan konteks perkotaan dan peran pendekatan berbasis data dalam mengurangi sampah makanan. Publikasi-publikasi ini dapat mengeksplorasi konsep kota pintar sebagai solusi untuk pengelolaan sampah yang lebih efisien. Publikasi dengan istilah ini cenderung berfokus pada strategi dan intervensi untuk mencegah sampah makanan. Memahami bagaimana langkah-langkah pencegahan dikembangkan dan diimplementasikan adalah kunci dari tujuan penelitian ini. Istilah "cloud" dapat dikaitkan dengan penyimpanan dan pengelolaan data dalam konteks pengurangan sampah

makanan. Publikasi-publikasi ini dapat mengeksplorasi solusi berbasis cloud untuk analisis data dan berbagi informasi.

Distribusi kemunculan istilah menunjukkan sifat studi yang beragam, mencakup topik-topik yang berkaitan dengan pengelolaan limbah, teknologi, dan dampak lingkungan. Beberapa istilah sering muncul karena relevansinya secara langsung dengan pengurangan sampah makanan, sedangkan istilah lainnya menawarkan wawasan tentang bidang terkait, seperti perubahan iklim dan perencanaan kota, yang secara tidak langsung terkait dengan tujuan studi. Menganalisis istilah-istilah ini akan berkontribusi pada pemahaman yang komprehensif tentang lanskap penelitian.

Sintesis dan Implikasi

Hasil analisis bibliometrik memberikan pandangan komprehensif tentang lanskap penelitian saat ini di bidang strategi pengurangan sampah makanan dengan menggunakan analisis data dan teknologi. Klaster yang teridentifikasi mewakili area fokus yang berbeda, mulai dari pendekatan berbasis data hingga ketahanan pangan hingga pengolahan dan valorisasi sampah organik. Klaster-klaster ini saling berhubungan, yang mencerminkan sifat multidisiplin dari penelitian dalam domain ini.

Kemunculan istilah-istilah tersebut menyoroti peran sentral dari sampah, pengelolaan sampah, dan rantai pasokan makanan dalam wacana pengurangan sampah makanan. Selain itu, adanya istilah seperti "perubahan iklim" dan "kota pintar" menunjukkan bahwa tujuan penelitian ini mencakup konteks lingkungan dan perkotaan yang lebih luas.

Implikasi dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kolaborasi antar disiplin ilmu: Kelompok-kelompok yang diidentifikasi dalam penelitian ini menunjukkan adanya peluang untuk kolaborasi interdisipliner. Para peneliti dari berbagai bidang, seperti ilmu data, ilmu lingkungan, dan perencanaan kota, dapat berkolaborasi untuk mengembangkan solusi holistik untuk pengurangan sampah makanan.
2. Solusi Berbasis Data: Penonjolan istilah-istilah seperti "data besar", "digitalisasi", dan "kecerdasan buatan" menggarisbawahi pentingnya solusi berbasis data. Teknologi dan analisis data memainkan peran penting dalam mengatasi limbah makanan.
3. Konteks Perkotaan: Kehadiran istilah "kota pintar" dan "kebijakan kota pintar" menunjukkan bahwa wilayah perkotaan merupakan titik fokus untuk upaya pengurangan sampah makanan. Memahami dinamika sampah makanan di perkotaan dan peran teknologi dalam mengelolanya sangatlah penting.
4. Dampak Lingkungan: Istilah-istilah seperti "perubahan iklim" dan "kelestarian lingkungan" menunjukkan pengakuan studi tentang dampak lingkungan dari limbah makanan. Mengurangi dampak ini adalah tujuan utama dalam pengurangan sampah makanan.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, hasil analisis bibliometrik ini menjelaskan lanskap penelitian yang kompleks dan terus berkembang di bidang strategi pengurangan sampah makanan, dengan fokus khusus pada integrasi analisis data dan teknologi. Klaster yang diidentifikasi menggambarkan beragam bidang investigasi, mulai dari pendekatan berbasis data hingga ketahanan pangan dan adopsi blockchain dalam rantai pasokan makanan hingga pengolahan dan valorisasi limbah organik serta peran kecerdasan buatan dalam kelestarian lingkungan.

Temuan-temuan ini menggarisbawahi pentingnya kolaborasi interdisipliner dan integrasi analitik data dan teknologi dalam mengatasi tantangan global limbah makanan. Solusi berbasis data memiliki potensi untuk mengoptimalkan produksi, distribusi, dan konsumsi makanan, sehingga meminimalkan limbah dan meningkatkan ketahanan pangan. Selain itu, mengenali dimensi perkotaan dan lingkungan dari pengurangan limbah makanan sangat penting, karena daerah perkotaan memainkan peran penting dalam menghasilkan dan mengelola limbah makanan, dan keberlanjutan lingkungan terkait erat dengan upaya pengurangan limbah.

Meskipun penelitian ini memberikan gambaran yang komprehensif tentang lanskap penelitian saat ini, penting untuk mengakui keterbatasannya, termasuk potensi bias dalam basis data yang dipilih dan bias bahasa yang dihasilkan dari fokus pada publikasi berbahasa Inggris. Oleh karena itu, arah penelitian di masa depan dapat melibatkan analisis konten yang mendalam terhadap publikasi yang berpengaruh, mengeksplorasi penelitian non-Inggris, dan memajukan solusi berbasis teknologi untuk pengurangan sampah makanan.

Di era inovasi berbasis data ini, penelitian ini menyoroti prospek yang menjanjikan dalam memanfaatkan analisis data dan teknologi untuk mengatasi sampah makanan. Dengan membina kolaborasi interdisipliner, merangkul kemajuan teknologi, dan mempertimbangkan dimensi perkotaan dan lingkungan dari tantangan ini, para peneliti dan pembuat kebijakan dapat terus mengembangkan strategi yang efektif untuk mengurangi sampah makanan dan mendorong pasokan makanan global yang berkelanjutan dan aman.

REFERENSI

- Achieng, M. S. (2023). Digital Technologies for Integrated Food Loss and Waste Reduction in Agrifood Chains in Sub-Saharan Africa: A Scoping Review. *2023 IST-Africa Conference (IST-Africa)*, 1–11.
- Ali, Y., Jokhio, D. H., Dojki, A. A., Rehman, O. U., Khan, F., & Salman, A. (2022). Adoption of circular economy for food waste management in the context of a developing country. *Waste Management & Research*, *40*(6), 676–684.
- Aziz, R., Fitria, D., & Ruslinda, Y. (2022). Environmental Impact Evaluation of Improved Market Waste Processing as Part of Municipal Solid Waste Management System Using Life Cycle Assessment Method. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, *23*.
- Budiman, D., Iskandar, Y., & Jasuni, A. Y. (2022). Millennials' Development Strategy Agri-Socio-Preneur in West Java. *International Conference on Economics, Management and Accounting (ICEMAC 2021)*, 315–323.
- Carey, E. A., & Subramanian, N. (2021). An exploratory study on blockchain application in a food processing supply chain to reduce waste. In *Research Anthology on Blockchain Technology in Business, Healthcare, Education, and Government* (pp. 1146–1164). IGI Global.
- Cordell, D., Drangert, J.-O., & White, S. (2009). The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Global Environmental Change*, *19*(2), 292–305.
- Cosbuc, E. L., Ungureanu-Comanita, E.-D., & Gavrilesu, M. (2021). Identification of the Risks Generated in the Environment by Food Waste. *2021 International Conference on E-Health and Bioengineering (EHB)*, 1–4.
- da Costa, T. P., Gillespie, J., Cama-Moncunill, X., Ward, S., Condell, J., Ramanathan, R., & Murphy, F. (2022). A systematic review of real-time monitoring technologies and its potential application

- to reduce food loss and waste: Key elements of food supply chains and IoT technologies. *Sustainability*, 15(1), 614.
- Dey, I. (2003). *Qualitative data analysis: A user friendly guide for social scientists*. Routledge.
- Dou, Z., Ferguson, J. D., Galligan, D. T., Kelly, A. M., Finn, S. M., & Giegengack, R. (2016). Assessing US food wastage and opportunities for reduction. *Global Food Security*, 8, 19–26.
- Felix, P. (2018). *Data-driven retail food waste reduction: a comparison of demand forecasting techniques and dynamic pricing strategies*. University of Twente.
- Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., & Zhang, X. (2020). Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121031.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., & West, P. C. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342.
- Garske, B., Heyl, K., Ekardt, F., Weber, L. M., & Gradzka, W. (2020). Challenges of food waste governance: An assessment of European legislation on food waste and recommendations for improvement by economic instruments. *Land*, 9(7), 231.
- Gkalfas, C. (2019). *Studying the impact of a mobile application in food waste reduction, circular economy, and social interaction inside the community*.
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812–818.
- Harvey, J., Smith, A., Goulding, J., & Illodo, I. B. (2020). Food sharing, redistribution, and waste reduction via mobile applications: A social network analysis. *Industrial Marketing Management*, 88, 437–448.
- Iqbal, A., Zan, F., Siddiqui, M. A., Nizamuddin, S., & Chen, G. (2022). Integrated treatment of food waste with wastewater and sewage sludge: Energy and carbon footprint analysis with economic implications. *Science of The Total Environment*, 825, 154052.
- Iskandar, Y., Joeliaty, J., Kaltum, U., & Hilmiana, H. (2021). Bibliometric Analysis on Social Entrepreneurship Specialized Journals. *Journal: WSEAS TRANSACTIONS ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT*, 941–951. <https://doi.org/10.37394/232015.2021.17.87>
- Iskandar, Y., & Kaltum, U. (2022). Exploring Human Resource and Organizational Factors That Influence the Performance of a Social Enterprise. *Organizational Cultures: An International Journal*, 22(2).
- Iskandar, Y., & Sarastika, T. (2023). Study of Socio-Economic Aspect and Community Perception on The Development of The Agricultural Area Shrimp Ponds in Pasir mendit and Pasir Kadilangu. *West Science Journal Economic and Entrepreneurship*, 1(01), 28–36.
- Jaman, U. B. (2022). Prospek Hak Kekayaan Intelektual (HKI) sebagai Jaminan Utang. *Jurnal Hukum Dan HAM Wara Sains*, 1(01), 15–20.
- Jaman, U. B., Putri, G. R., & Anzani, T. A. (2021). Urgensi Perlindungan Hukum Terhadap Hak Cipta Karya Digital. *Jurnal Rechten: Riset Hukum Dan Hak Asasi Manusia*, 3(1), 9–17.
- Kittichotsatsawat, Y., Jangkrajarn, V., & Tippayawong, K. Y. (2021). Enhancing coffee supply chain towards sustainable growth with big data and modern agricultural technologies. *Sustainability*, 13(8), 4593.

- Kutty, A. A., & Abdella, G. M. (2020). Tools and techniques for food security and sustainability related assessments: a focus on the data and food waste management system. *Proceedings of the 5th NA Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 10–14.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623–1627.
- Mathison, S., Nagilla, R., & Kompella, U. B. (1998). Nasal route for direct delivery of solutes to the central nervous system: fact or fiction? *Journal of Drug Targeting*, 5(6), 415–441.
- Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G., & Swift, M. J. (1997). Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277(5325), 504–509.
- Melikoglu, M., Lin, C. S. K., & Webb, C. (2013). Analysing global food waste problem: pinpointing the facts and estimating the energy content. *Central European Journal of Engineering*, 3, 157–164.
- Mokrane, S., Buonocore, E., Capone, R., & Franzese, P. P. (2023). Exploring the Global Scientific Literature on Food Waste and Loss. *Sustainability*, 15(6), 4757.
- Mukherjee, U., Dutta, S., & Bandyopadhyay, S. K. (2021). Assembling Blockchain and IoT for Smart Food-Supply Chain. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 16(3), 49–58.
- Nascimento, A. M., Queiroz, A., de Melo, V. V., & Meirelles, F. S. (2022). *Applying Artificial Intelligence to Reduce Food Waste in Small Grocery Stores*.
- Nugrahanti, T. P. (2016). Risk assessment and earning management in banking of Indonesia: corporate governance mechanisms. *Global Journal of Business and Social Science Review*, 4(1), 1–9.
- Parfitt, J., Croker, T., & Brockhaus, A. (2021). Global food loss and waste in primary production: a reassessment of its scale and significance. *Sustainability*, 13(21), 12087.
- Rusmayadi, G., Supriandi, S., & Pahrilal, R. (2023). Trends and Impact of Sustainable Energy Technologies in Mechanical Engineering: A Bibliometric Study. *West Science Interdisciplinary Studies*, 1(09), 831–841.
- Shannon, M. A., Bohn, P. W., Elimelech, M., Georgiadis, J. G., Mariñas, B. J., & Mayes, A. M. (2008). Science and technology for water purification in the coming decades. *Nature*, 452(7185), 301–310.
- Stojanović, S., & Sándor, R. B. (n.d.). *STREFOWA-STRATEGIES TO REDUCE AND MANAGE FOOD WASTE IN HUNGARY*.
- Suparwata, D. O., & Djibrán, M. (2018). Pemanfaatan pekarangan bero untuk usahatani buah naga. *Journal of Agritech Science (JASc)*, 2(2), 72.
- Svanes, E., Oestergaard, S., & Hanssen, O. J. (2018). Effects of packaging and food waste prevention by consumers on the environmental impact of production and consumption of bread in Norway. *Sustainability*, 11(1), 43.
- Tutul, M. J. I., Alam, M., & Wadud, M. A. H. (2023). Smart Food Monitoring System Based on IoT and Machine Learning. *2023 International Conference on Next-Generation Computing, IoT and Machine Learning (NCIM)*, 1–6.
- Vu, T. T., & Trinh, H. H. H. (2021). Blockchain technology for sustainable supply chains of agri-food in Vietnam: a SWOT analysis. *VNUHCM Journal of Economics, Business and Law*, 5(1), 1278–1289.
- Wuana, R. A., & Okieimen, F. E. (2011). Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. *International Scholarly Research Notices*, 2011.
- Xue, J., Uchida, S., Rand, B. P., & Forrest, S. R. (2004). 4.2% efficient organic photovoltaic cells with

low series resistances. *Applied Physics Letters*, 84(16), 3013–3015.