

Integrasi Bank Sampah dan Bank Pangan dalam Model Ekonomi Sirkular

Siska Aprilia Oktaviani^{1*}, Prillinaya Yudhistira², Dwi Indriani Fidiastutik Wijaya³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding Email: siska_aprilia@polije.ac.id

Artikel diterima: Maret 2026 | Tanggal direvisi: Mei 2026 | Tanggal terbit: Juni 2026

Abstrak

Pemborosan pangan merupakan tantangan signifikan dalam sistem pangan global, termasuk di Indonesia, yang berdampak pada aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan konsep bank pangan berkelanjutan yang mengintegrasikan prinsip-prinsip bank sampah dan bank pangan dalam kerangka ekonomi sirkular untuk mengurangi pemborosan pangan sekaligus memberdayakan masyarakat lokal. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan studi literatur terhadap 138 artikel ilmiah dari tahun 2004 – 2024, kemudian memetakan praktik terbaik, model bisnis, dan tantangan dalam pengelolaan pemborosan pangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi sistem daur ulang sampah makanan (bank sampah) dan redistribusi pangan layak konsumsi (bank pangan) dapat meningkatkan efisiensi sumber daya, memberikan insentif ekonomi melalui sistem bagi hasil, serta memperkuat ketahanan pangan masyarakat. Model ini mendukung pencapaian beberapa Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 1 (Tanpa Kemiskinan), SDG 2 (Tanpa Kelaparan), SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi), SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim). Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan model terpadu yang menggabungkan mekanisme bank sampah dan bank pangan disertai sistem kuantifikasi manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan secara simultan, sebuah pendekatan yang belum banyak dikembangkan dalam literatur sebelumnya. Konsep ini diharapkan menjadi solusi inovatif dan aplikatif dalam pengelolaan pemborosan pangan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Bank Pangan, Ekonomi Sirkular, Pemborosan Pangan, Bank Sampah.

1. Pendahuluan

Pemborosan pangan merupakan salah satu tantangan utama dalam sistem pangan global. Berdasarkan data dari Food and Agriculture Organization (FAO), sekitar sepertiga dari total pangan yang diproduksi berakhir sebagai sampah. Pemborosan ini terjadi di berbagai tahap rantai pasokan, mulai dari produksi dan pascapanen, distribusi, hingga konsumsi (Maio et al., 2020). Sebagian besar pemborosan yang terjadi di negara maju, terjadi pada tingkat konsumen akibat pola konsumsi berlebihan dan kebiasaan membuang makanan yang masih layak dikonsumsi (Catalano et al., 2024). Sementara itu, pemborosan pangan di negara berkembang sering terjadi pada tahap pascapanen dan distribusi, akibat keterbatasan infrastruktur dan teknologi penyimpanan serta transportasi menyebabkan hilangnya nilai pangan sebelum sampai ke konsumen (Mundo-Rosas, 2020).

Masalah pemborosan pangan di Indonesia juga cukup signifikan, meskipun data terperinci mengenai isu ini masih relatif terbatas. Tantangan di Indonesia mencakup inefisiensi dalam rantai pasokan, mulai dari keterbatasan fasilitas penyimpanan, kurangnya sistem distribusi yang optimal, hingga rendahnya kesadaran konsumen dalam mengelola pangan (Suhartini et al., 2022). Akibatnya, banyak pangan yang masih layak konsumsi terbuang, baik di tingkat rumah tangga maupun sektor komersial. Masalah lainnya adalah infrastruktur pengolahan sampah makanan di Indonesia yang masih perlu ditingkatkan, sehingga sebagian besar sampah berakhir di tempat pembuangan akhir (Dewilda et al.,

2023). Hal ini tidak hanya menimbulkan masalah lingkungan seperti polusi dan emisi gas rumah kaca, tetapi juga berpotensi mengganggu keamanan pangan dan kesehatan masyarakat.

Salah satu bentuk inovasi untuk mengatasi permasalahan pemborosan pangan di Indonesia adalah mengintegrasikan pengelolaan sampah makanan dengan prinsip ekonomi sirkular melalui pengembangan konsep bank pangan berkelanjutan (Widiyanesti & Mahardhika, 2025; Wijayana & Achjari, 2020). Konsep ini muncul sebagai respons atas meningkatnya jumlah sampah makanan yang dihasilkan oleh rumah tangga, restoran, dan sektor industri pangan, yang selama ini sering dibuang atau diolah secara konvensional (Manala-O & Aure, 2019). Sampah makanan diharapkan tidak lagi dipandang sebagai limbah, melalui bank pangan berkelanjutan, melainkan sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan kembali. Sampah yang terkumpul dapat diubah menjadi produk bernilai tinggi, seperti kompos organik, biogas, atau bahan baku alternatif bagi sektor pertanian, sehingga menghasilkan siklus pangan yang lebih panjang dan penggunaan sumber daya yang lebih efisien (Catalano et al., 2024; Mundo-Rosas, 2020; Waqas et al., 2018).

Konsep bank pangan berkelanjutan tidak hanya menekankan pengurangan sampah melalui daur ulang dan penambahan nilai produk, tetapi juga dapat mengintegrasikan sistem bagi hasil yang memberikan insentif ekonomi langsung kepada masyarakat yang berpartisipasi dalam pengumpulan sampah, sehingga mendorong partisipasi aktif dan memberdayakan komunitas lokal (Helinski et al., 2024; Schoolman et al., 2021). Konsep ini akan bertindak sebagai mediator yang menghubungkan pengumpulan, pengolahan, dan distribusi produk olahan dari sampah makanan (Campuzano et al., 2022). Pendekatan ini menekankan pengurangan sampah melalui daur ulang dan peningkatan nilai tambah produk yang dihasilkan. Hal ini diharapkan tidak hanya mengurangi dampak lingkungan dari pembuangan sampah makanan, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru, sekaligus mengurangi ketergantungan pada sumber daya baru (Corona et al., 2019; Patti et al., 2022). Konseptualisasi bank pangan berkelanjutan dalam kerangka ekonomi sirkular menawarkan pendekatan holistik untuk mengatasi masalah pemborosan pangan. Konsep ini bertujuan menggeser paradigma pengelolaan sampah dari pengumpulan dan pembuangan menuju optimalisasi nilai sampah melalui inovasi dan partisipasi masyarakat.

2. Metode

Metode yang digunakan untuk mengonseptualisasikan bank pangan berkelanjutan dalam penelitian ini adalah studi literatur melalui berbagai sumber sekunder seperti jurnal ilmiah, buku, laporan pemerintah, artikel online, dan dokumen kebijakan. Pendekatan ini merupakan pondasi penting dalam mengonseptualisasikan bank pangan berkelanjutan karena memungkinkan peneliti untuk memahami tren yang ada, teori-teori, praktik terbaik, dan kesenjangan penelitian. Studi literatur pada umumnya memberikan landasan teoritis dan kontekstual yang kuat untuk merancang model bisnis yang inovatif dan relevan di lapangan (Haftor & Climent Costa, 2023; To et al., 2019).

Tahap awal tinjauan literatur mencakup perumusan pertanyaan penelitian yang spesifik dan penentuan kriteria inklusi serta eksklusi untuk memilih sumber yang paling relevan. Proses pencarian dilakukan melalui basis data akademik, perpustakaan digital, dan sumber resmi lainnya, di mana peneliti menggunakan kata kunci seperti “food waste bank”, “sustainable food bank”, “circular economy”, dan “food waste management”. Setelah memperoleh daftar sumber yang relevan, peneliti menyeleksi dan mengevaluasi kualitas sumber untuk memastikan bahwa informasi yang dikumpulkan akurat, mutakhir, dan dapat diandalkan.

Selanjutnya, analisis data literatur dilakukan dengan menelaah isi setiap sumber secara mendalam untuk mengidentifikasi tema-tema utama, model bisnis yang telah diimplementasikan, serta praktik terbaik dalam pengelolaan pemborosan pangan dan implementasi ekonomi sirkular. Pendekatan ini melibatkan teknik analisis isi, di mana data dikategorikan dan disintesis untuk menemukan pola yang muncul dan mengidentifikasi kesenjangan dalam penelitian sebelumnya (Owuor et al., 2021). Proses ini memungkinkan peneliti membangun kerangka konseptual integratif yang tidak hanya mengatasi masalah pemborosan pangan, tetapi juga mengoptimalkan nilai tambah inovasi dan partisipasi masyarakat.

Hasil dan Pembahasan Berdasarkan analisis terhadap 138 artikel tentang bank sampah makanan dengan rentang waktu dari tahun 2004 hingga 2024, kesimpulan utama dari penelitian – penelitian tersebut dipetakan sebagai berikut:

Tabel 1 Pemetaan Tematik Temuan Utama

No.	Tema	Sub-tema	Ringkasan
1.	Sumber dan Penyebab Pemborosan Pangan	Rantai Pasukan dan Distribusi	Pemborosan pangan di negara maju sering terjadi di tingkat konsumen akibat pola konsumsi berlebihan dan kurangnya kesadaran (misalnya di rumah tangga, restoran, rumah sakit) (Gaiani et al., 2018). Pemborosan di negara berkembang lebih umum terjadi pada tahap produksi dan distribusi akibat infrastruktur penyimpanan dan transportasi yang tidak memadai (Browning et al., 2021). Kebijakan “zero-tolerance”, persyaratan informasi pangan, dan pengendalian hama yang ketat juga dapat meningkatkan pemborosan, karena pangan yang cacat atau tidak standa dibuang (Ryen & Babbitt, 2022).
		Perilaku Konsumen dan Sosial	Perilaku belanja berlebihan, kurangnya perencanaan menu, dan kebiasaan membuang makanan yang masih layak konsumsi merupakan penyebab utama pemborosan rumah tangga (Aschemmann-Witzel et al., 2019). Faktor budaya, seperti kurangnya rasa tanggung jawab moral atau rendahnya kesadaran lingkungan, berkontribusi pada tingginya pemborosan pangan (Hebrok & Boks, 2017). Pada waktu-waktu tertentu, seperti Ramadan atau makan di luar, tingkat pemborosan cenderung meningkat (Osman et al., 2020).
		Sektor Spesifik (Restoran, Hotel, Universitas, Rumah Sakit)	Hotel, rumah sakit, dan univestias menghasilkan pemborosan akibat kurangnya koordinasi dalam perencanaan menu, ukuran porsi yang tidak tepat, dan kualitas makanan yang dianggap kurang memuaskan (Pirani & Arafat, 2014). Pemborosan pangan di sektor pariwisata bisa sangat besar, namun juga membuka peluang pembangunan berkelanjutan (Tujuan Zero Hunger) (Mejjad et al., 2023).
2.	Dampak Lingkungan, Ekonomi, dan Sosial	Lingkungan	Pemborosan pangan yang berakhir di tempat pembuangan akhir berkontribusi pada emisi gas rumah kaca, khususnya metana (Sanciolo et al., 2022). Pengelolaan sampah yang tidak tepat memicu pencemaran air, udara, dan potensi masalah kesehatan masyarakat (Asfaw et al., 2024).
		Ekonomi	Pemborosan pangan menyebabkan kerugian finansial bagi rumah tangga, pengecer, dan industri pangan (Teller et al., 2018). Sektor ritel dan industri dapat memperoleh manfaat ekonomi dengan menerapkan strategi pengurangan pemborosan (misalnya melalui redistribusi pangan, penjualan produk mendekati kedaluwarsa, atau penggunaan teknologi manajemen stok) (Teller et al., 2018).
		Sosial	Pemborosan pangan berkaitan dengan isu moralitas dan keadilan sosial, terutama ketika masih banyak orang yang kelaparan (Gaiani et al., 2018)
			Kolaborasi dengan bank pangan dan lembaga donasi dapat membantu mengurangi pemborosan sekaligus menguntungkan mereka yang membutuhkan (Bayar & Atasoy, 2024)
3.	Strategi Pengurangan dan Pengelolaan Pemborosan Pangan	Pencegahan dan Edukasi	Peningkatan kesadaran konsumen tentang cara menyimpan, mengolah, dan memanfaatkan sisa makanan (Liegeard & Manning, 2020).

No.	Tema	Sub-tema	Ringkasan		
			Kampanye publik, pelatihan karyawan, dan perbaikan sistem pelabelan tanggal kedaluwarsa membantu mengurangi jumlah pangan yang terbuang (Wallnoefer et al., 2024).		
		Redistribusi dan Donasi	Mendorong distribusi pangan layak konsumsi ke bank pangan, lembaga sosial, dan organisasi nirlaba (Bonku et al., 2025) Memanfaatkan surplus dari pengecer atau petani (misalnya produk berbentuk tidak sempurna) untuk didistribusikan kepada yang membutuhkan (Galli et al., 2019)		
		Daur Ulang dan Pemanfaatan Kembali	Konversi sampah menjadi kompos, pakan ternak, bahan bakar nabati, atau produk bernilai tambah lainnya (bioaktif, bioplastik, enzim, dll). (Tayibi et al., 2021). Beberapa studi menyebutkan metode pencernaan anaerobik, fermentasi, dan simbiosis industri sebagai pendekatan yang efektif dan ramah lingkungan (Tayibi et al., 2021).		
		Manajemen Sektoral	Hotel dan restoran: peningkatan akurasi perencanaan menu, penyesuaian porsi, pelatihan staf, dan penyediaan opsi porsi kecil atau sharing plan (Almiron-Roig et al., 2020). Rumah sakit: peningkatan kualitas makanan, penyesuaian jadwal makan, dan penyediaan opsi menu sesuai kondisi pasien (Almiron-Roig et al., 2020). Kampus: kampanye kesadaran, proyek pembelajaran berbasis pengalaman untuk mengurangi sampah kantin.		
		4.	Peran Teknologi dan Inovasi	Sistem dan Aplikasi Digital	Aplikasi mobile seperti FoodSaveShare untuk memantau persediaan rumah tangga, memberikan pengingat kedaluwarsa, dan mendorong perilaku konsumsi yang bertanggung jawab (Munawwar Momin et al., 2023). Platform online (aplikasi berbagi makanan, sistem mutualisasi peer-to-peer) yang mencocokkan surplus pangan dengan konsumen atau lembaga sosial.
				Kecerdasan Buatan dan Otomasi	AI dan machine learning dapat digunakan untuk memprediksi permintaan, menilai kualitas pangan, dan mengoptimalkan stok (Oluwafunmi Adijat Elufioye et al., 2024). Algoritma pencocokan dalam sistem donasi pangan skala besar untuk distribusi yang lebih efisien dan adil.
Teknologi Pendukung	Blockchain untuk transparansi rantai pasokan dan keaslian produk pangan (Oluwafunmi Adijat Elufioye et al., 2024). Drone untuk pengiriman pangan atau pemantauan pertanian.				
	Perangkat pengolahan sampah makanan (food disposer, dehydrator, digester) yang memfasilitasi pengomposan atau pembuatan pakan ternak.				
5.	Kebijakan, Regulasi, dan Kolaborasi	Kolaborasi Multi-Pihak	Kerjasama antara pemerintah, sektor swasta, LSM, dan institusi pendidikan diperlukan untuk mencapai ekonomi sirkular (Ruggieri et al., 2016). Peran penting lembaga seperti bank pangan dan bank sampah untuk memfasilitasi distribusi surplus pangan dan pengelolaan sampah (Owojori & Okoro, 2022)		

No.	Tema	Sub-tema	Ringkasan
		Kerangka Regulasi dan Hukum	Beberapa negara menghadapi hambatan dalam donasi pangan karena kekhawatiran tanggung jawab hukum dan standar keamanan pangan (Corrado et al., 2019)
			Metode pencatatan dan pendefinisian pemborosan pangan diperlukan untuk memantau dan mengevaluasi kemajuan pengurangan sampah
		Insentif dan Dukungan Pemerintah	Kebijakan fiskal, subsidi, atau peningkatan pajak bagi usaha yang mendonasikan pangan, serta insentif untuk inisiatif teknologi hijau (Yan & Wang, 2024).
			Kampanye edukasi nasional dan standar penanganan sampah yang seragam membantu mendorong perilaku bertanggung jawab (Torres-Pereda et al., 2020).
6.	Peran Bank Pangan dan Bank Sampah	Bank Pangan	Berfungsi sebagai jembatan antara surplus pangan dan komunitas rentan, sekaligus mengurangi sampah di tingkat pengecer, petani, dan restoran (Mourad, 2016).
			Mebutuhkan strategi distribusi yang adil dan efisien, dengan pendekatan algoritma pencocokan dan kolaborasi dengan pemangku kepentingan lain.
			Dapat menghemat biaya emisi karbon dengan mengalihkan pangan dari tempat pembuangan akhir ke konsumsi manusia.
		Bank Sampah	Konsep bank sampah umumnya berfokus pada sampah non-organik, namun beberapa studi menyoroti potensi potensinya untuk meningkatkan pendapatan rumah tangga dan kebersihan lingkungan (Permana et al., 2015)
Tantangan utama adalah keterbatasan fasilitas, pengetahuan masyarakat, dan integrasi yang belum optimal ke dalam sistem daur ulang pangan (Wang et al., 2020).			

Sumber: Data Diolah

Berbagai penelitian tersebut secara konsisten menegaskan bahwa pemborosan pangan merupakan masalah kompleks dengan dampak lingkungan, ekonomi, dan sosial yang luas. Upaya pengurangan pemborosan memerlukan kolaborasi multipihak, mulai dari peningkatan kesadaran konsumen hingga penerapan teknologi canggih dan kebijakan pemerintah yang mendukung. Berdasarkan pemetaan temuan dari berbagai penelitian di atas, penelitian ini kemudian mengembangkan konsep bank pangan berkelanjutan yang diharapkan menjadi salah satu solusi pengelolaan pemborosan pangan yang efektif dengan mengintegrasikan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan.

2.1. Konsep Bank Pangan Berkelanjutan

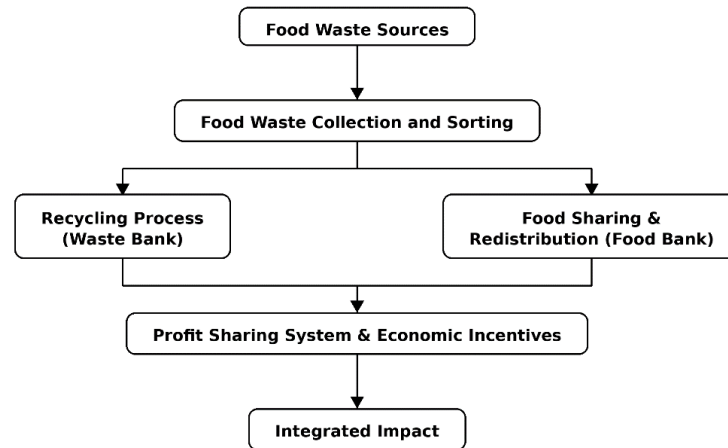
Konsep bank pangan berkelanjutan merupakan inovasi yang mengintegrasikan prinsip-prinsip bank sampah dan pangan, menghasilkan sistem pengelolaan sampah makanan yang tidak hanya berfokus pada pengumpulan dan distribusi sisa makanan, tetapi juga memberikan nilai tambah bagi masyarakat. Melalui pendekatan ini, sampah makanan yang masih layak konsumsi tidak hanya didistribusikan kepada kelompok yang membutuhkan, tetapi juga diolah untuk menghasilkan produk bernilai ekonomi, sehingga menutup siklus ekonomi sirkular di sektor pangan.

Sistem ini mengadopsi mekanisme bagi hasil sebagai salah satu pendorong utama keberlanjutan ekonomi. Keuntungan yang diperoleh dari pengolahan dan distribusi produk olahan sampah makanan akan dibagikan secara adil kepada para pengumpul dan pengelola, melalui sistem bagi hasil. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan insentif ekonomi bagi masyarakat, tetapi juga mendorong partisipasi aktif dalam pengelolaan sampah makanan, sehingga menciptakan sinergi antara pengurangan sampah dan pemberdayaan komunitas lokal.

Konsep bank pangan berkelanjutan juga mengakomodasi sistem berbagi pangan (*food sharing*), yang memungkinkan sampah makanan yang masih layak konsumsi untuk didistribusikan kepada mereka yang membutuhkan. Pangan berlebih yang masih berkualitas dapat didistribusikan secara efisien

kepada mereka yang mengalami kekurangan pangan melalui platform digital atau kerjasama dengan lembaga donasi. Dengan demikian, berbagi pangan tidak hanya mengurangi pemborosan, tetapi juga membantu mengatasi masalah ketahanan pangan dan memastikan bahwa sumber daya pangan dimanfaatkan secara optimal.

Diagram berikut mengilustrasikan konsep bank pangan berkelanjutan. Diagram ini mengintegrasikan elemen-elemen kunci berupa pengumpulan sampah makanan, daur ulang (bank sampah), redistribusi pangan layak konsumsi (bank pangan/berbagi pangan), dan sistem bagi hasil untuk memberdayakan masyarakat.



Gambar 1. Alur Pengelolaan Sampah Makanan berbasis Ekonomi Sirkular (Sumber: Data Diolah)

Konsep bank pangan berkelanjutan dimulai dari identifikasi sumber sampah makanan dari berbagai sektor, seperti rumah tangga, restoran, dan institusi pangan. Pangan yang tidak terpakai ini kemudian dikumpulkan dan dipilah secara sistematis untuk memisahkan sampah yang masih layak konsumsi dari yang harus diolah lebih lanjut. Proses pemilahan ini merupakan langkah pertama yang krusial karena menentukan alur penanganan sampah selanjutnya.

Setelah proses pengumpulan dan pemilahan, terdapat dua jalur pengelolaan utama. Di satu sisi, sampah makanan yang tidak langsung layak konsumsi diarahkan ke proses daur ulang yang berfungsi sebagai bank sampah. Melalui proses ini, sampah diolah menjadi produk bernilai tambah seperti kompos, biogas, atau produk olahan lainnya, yang dapat dimanfaatkan kembali di berbagai sektor. Di satu sisi, pangan yang masih layak konsumsi namun surplus disalurkan melalui sistem berbagi pangan atau bank pangan yang mendistribusikan pangan tersebut kepada yang membutuhkan. Pendekatan ini memastikan bahwa pangan tidak terbuang sia-sia dan memberikan manfaat langsung bagi kelompok rentan.

Untuk mendukung keberlanjutan ekonomi dan mendorong partisipasi aktif masyarakat, sistem bagi hasil diintegrasikan ke dalam model ini. Sistem tersebut membagikan keuntungan dari penjualan produk olahan dan redistribusi pangan kepada para pengumpul dan pengelola sampah, sehingga memberikan insentif ekonomi langsung dan memberdayakan komunitas lokal. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan nilai ekonomi dari sampah makanan, tetapi juga memotivasi masyarakat untuk terlibat aktif dalam pengelolaan sampah. Model ini bertujuan menghasilkan dampak terpadu yang signifikan berupa pengurangan pemborosan pangan, peningkatan keberlanjutan ekonomi, dan pemberdayaan masyarakat. Dengan menggabungkan daur ulang sampah dan redistribusi pangan yang masih layak konsumsi, serta menerapkan sistem bagi hasil, konsep bank pangan berkelanjutan mendukung prinsip ekonomi sirkular dan berkontribusi pada terciptanya lingkungan yang lebih bersih, efisien, dan berkeadilan.

2.2. Manfaat Utama Konsep Bank Pangan Berkelanjutan

Konsep bank pangan berkelanjutan yang mengintegrasikan bank sampah dan bank pangan menawarkan sinergi yang lebih optimal dibandingkan model konvensional yang berdiri sendiri. Model

terpadu ini mengupayakan agar sampah makanan tidak hanya diolah menjadi produk bernilai tambah melalui proses daur ulang (seperti kompos, biogas, atau produk olahan lainnya), tetapi juga didistribusikan langsung kepada yang membutuhkan melalui sistem berbagi pangan. Pendekatan ini memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada, sehingga mengurangi pemborosan dan menghasilkan nilai ekonomi yang lebih besar secara simultan.

Integrasi sistem bank sampah dan bank pangan ini, dari perspektif ekonomi, memungkinkan efisiensi biaya operasional yang lebih tinggi. Sistem bagi hasil yang terintegrasi memberikan insentif ekonomi langsung kepada komunitas pengumpul dan pengelola sampah, yang tidak hanya mengurangi biaya produksi dan pengolahan, tetapi juga menambah pendapatan bagi komunitas lokal. Sementara bank sampah tradisional hanya berfokus pada pengolahan sampah dan bank pangan tradisional hanya pada redistribusi pangan, model terpadu ini menggabungkan kedua aspek tersebut sehingga potensi pendapatan dapat dimaksimalkan melalui penjualan produk olahan sekaligus distribusi pangan layak konsumsi yang optimal.

Pendekatan terpadu, dari perspektif lingkungan, lebih efektif dalam mengurangi jumlah sampah makanan yang berakhir di tempat pembuangan akhir. Model ini tidak hanya mengurangi emisi gas rumah kaca akibat pembusukan pangan di tempat pembuangan akhir, tetapi juga mendorong pemanfaatan kembali sumber daya yang masih memiliki nilai gizi, dengan menggabungkan proses daur ulang dan redistribusi. Hal ini berdampak langsung pada pengurangan polusi dan penghematan energi serta sumber daya alam, dibandingkan sistem tradisional yang hanya mengatasi satu aspek pemborosan pangan.

Secara sosial, integrasi ini meningkatkan pemberdayaan masyarakat melalui partisipasi aktif dalam pengelolaan sampah. Masyarakat yang terlibat dalam pengumpulan dan pengolahan sampah mendapat manfaat langsung dengan sistem bagi hasil, mendorong mereka untuk lebih disiplin dalam memilah dan mengelola sampah makanan. Selain itu, berbagi pangan secara terpadu membantu mengatasi masalah ketahanan pangan di masyarakat, karena pangan yang masih layak konsumsi dapat segera didistribusikan kepada yang membutuhkan. Hal ini tidak hanya meningkatkan solidaritas sosial, tetapi juga berdampak positif pada kesejahteraan masyarakat dan pengurangan kelaparan.

Manfaat dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial dari konsep bank pangan berkelanjutan yang mengintegrasikan konsep bank sampah dan bank pangan juga dapat digambarkan dalam model perhitungan konseptual yang terkuantifikasi sebagai berikut:

2.3. Model Perhitungan Ekonomi

Model perhitungan ekonomi berfokus pada selisih antara pendapatan dari penjualan atau pemanfaatan produk olahan sampah makanan dengan biaya operasional pengumpulan, pengolahan, dan distribusi (Garre et al., 2020; Kwan et al., 2019; Zhang et al., 2023). Di mana, jika Q adalah total berat sampah makanan yang diolah per periode (kg), p adalah harga jual rata-rata per kg produk olahan (Rp/kg), dan C adalah biaya pengumpulan dan pengolahan per kg (Rp/kg), maka:

$$\text{Pendapatan} = Q \times p \quad (1)$$

$$\text{Biaya Operasional} = Q \times C \quad (2)$$

$$\text{Laba Kotor} = Q \times (p - C) \quad (3)$$

Melalui adopsi sistem bagi hasil, ketika α adalah persentase keuntungan yang didistribusikan kepada masyarakat dan $(1 - \alpha)$ adalah keuntungan yang digunakan untuk operasional dan reinvestasi, maka keuntungan yang diterima masyarakat adalah:

$$\text{Keuntungan Masyarakat} = \alpha \times Q \times (p - C) \quad (4)$$

2.4. Model Perhitungan Lingkungan

Pengurangan sampah makanan yang berakhir di tempat pembuangan akhir mengurangi emisi gas rumah kaca, khususnya metana (Amicarelli et al., 2021). Ketika E adalah jumlah emisi yang dihindari per kg sampah dan V_{co2} adalah nilai ekonomi per kg CO_2 yang dihindari, manfaat lingkungan dapat dihitung sebagai:

$$\text{Manfaat Lingkungan} = Q \times E \times V_{co2} \quad (5)$$

Model ini membantu mengkuantifikasi nilai penghematan biaya akibat pengurangan emisi, yang dapat diwujudkan dalam bentuk kredit karbon atau insentif pemerintah.

2.5. Model Perhitungan Sosial

Manfaat sosial dapat diukur dari dua aspek utama, yakni dari nilai pangan yang didistribusikan kepada yang membutuhkan melalui sistem berbagi pangan, dan peningkatan pendapatan masyarakat dari sistem bagi hasil (Tatebayashi et al., 2019). Jika D adalah total berat pangan yang didonasikan atau disalurkan melalui berbagi pangan (kg) dan S adalah nilai pasar rata-rata pangan tersebut (Rp/kg), maka:

$$\text{Nilai Sosial (donasi pangan)} = D \times S \quad (6)$$

Selain itu, keuntungan bagi masyarakat yang diperoleh dari sistem bagi hasil telah dihitung pada bagian ekonomi. Oleh karena itu, total manfaat sosial dapat dirumuskan sebagai:

$$\text{Total Manfaat Sosial} = (\alpha \times Q \times (p - C)) + (D \times S) \quad (7)$$

2.6. Model Perhitungan Terpadu (Total Manfaat)

Model perhitungan di atas kemudian digabungkan untuk memberikan gambaran holistik tentang profitabilitas bank pangan berkelanjutan (Acosta Mereles et al., 2025). Total Manfaat (T) dari sistem ini merupakan penjumlahan manfaat ekonomi, manfaat lingkungan, dan manfaat sosial:

$$T = \text{Laba Kotor} + \text{Manfaat Lingkungan} + \text{Total Manfaat Sosial} \quad (8)$$

Atau

$$T = [Q \times (p - C)] + [Q \times E \times V_{co2}] + [\alpha \times Q \times (p - C) + D \times S] \quad (9)$$

Model kuantifikasi kini bersifat fleksibel dan dapat disesuaikan data empiris di wilayah tertentu serta kondisi operasional yang lebih spesifik.

2.7. Kontribusi Bank Pangan Berkelanjutan terhadap Pencapaian SDGs

Konseptualisasi bank pangan berkelanjutan tidak hanya berfungsi sebagai solusi inovatif untuk mengurangi pemborosan pangan, tetapi juga berkontribusi penting terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Bank Pangan melalui pengumpulan, pengolahan, dan pendistribusikan kembali pangan yang tidak terpakai, mendukung SDG 2 (Tanpa Kelaparan) dengan memaksimalkan potensi pangan yang terbuang, sehingga mendukung ketersediaan pangan bagi yang membutuhkan. Selain itu, dengan mengurangi jumlah sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, inisiatif ini juga berperan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, mendukung SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim).

Bank pangan berkelanjutan juga mengintegrasikan prinsip-prinsip ekonomi sirkular yang mendukung SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab). Melalui pendekatan daur ulang dan pemberdayaan masyarakat untuk mengubah sampah makanan menjadi produk bernilai, model ini mengoptimalkan penggunaan sumber daya secara efisien dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Hal ini juga sejalan dengan upaya menciptakan kota dan komunitas yang lebih berkelanjutan (SDG 11), di mana pengelolaan sampah yang efektif berkontribusi pada kebersihan dan kesejahteraan lingkungan perkotaan.

Model ini juga berperan dalam pemberdayaan ekonomi lokal, mendukung SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi) dan SDG 1 (Tanpa Kemiskinan) dengan memberikan insentif ekonomi kepada masyarakat yang berpartisipasi dalam pengumpulan dan pengolahan sampah makanan. Sistem bagi hasil yang diterapkan, misalnya, dapat menciptakan peluang pendapatan tambahan bagi masyarakat, sehingga meningkatkan kesejahteraan dan mendorong inklusi ekonomi.

3. Kesimpulan

Konseptualisasi bank pangan berkelanjutan dalam kerangka ekonomi sirkular menawarkan pendekatan holistik, inovatif, dan aplikatif untuk mengatasi masalah pemborosan pangan di Indonesia.

Dengan mengintegrasikan sistem daur ulang sampah makanan (bank sampah) dan redistribusi pangan layak konsumsi (bank pangan) disertai implementasi sistem bagi hasil, model ini terbukti mampu menghasilkan dampak positif yang signifikan pada dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial secara simultan.

Secara ekonomi, model ini meningkatkan efisiensi sumber daya dan memberikan insentif finansial langsung bagi masyarakat. Secara lingkungan, pendekatan ini efektif mengurangi volume sampah pangan yang berakhir di TPA sehingga menekan emisi gas rumah kaca. Secara sosial, sistem ini memperkuat ketahanan pangan komunitas melalui mekanisme berbagi pangan dan memberdayakan masyarakat lokal melalui partisipasi aktif.

Model terpadu ini memberikan kontribusi nyata terhadap pencapaian beberapa Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 1, SDG 2, SDG 8, SDG 11, SDG 12, dan SDG 13. Keberhasilan implementasi model ini di lapangan akan sangat bergantung pada komitmen dan kolaborasi sinergis antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan komunitas masyarakat. Penelitian masa depan diharapkan dapat menguji model konseptual ini secara empiris melalui studi kasus implementasi skala pilot untuk mengevaluasi efektivitas, tantangan operasional, dan dinamika sosial ekonomi yang muncul agar diperoleh data yang representatif.

Pustaka

- Almiron-Roig, E., Forde, C., Hollands, G., Vargas, M., & Brunstrom, J. (2020). A review of evidence supporting current strategies, challenges, and opportunities to reduce portion sizes. *Nutrition Reviews*. doi: 10.1093/nutrit/nuz047
- Bonku, R., Alkaabneh, F., & Davis, L. B. (2025). Collaborative vehicle routing for equitable and effective food allocation in nonprofit settings. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 15(2), 135–153. doi: 10.1108/JHLSCM-11-2023-0113
- Campuzano, R., Trejo-Aguilar, G. M., Cuetero-Martínez, Y., Ramírez-Vives, F., & Monroy, O. (2022). Acidogenesis of food wastes at variable inlet and operational conditions. *Environmental Technology & Innovation*, 25, 102162. doi: 10.1016/j.eti.2021.102162
- Catalano, F., Cassano, V., Pujia, A., Sciacqua, A., & Hribal, M. L. (2024). Food waste awareness among italian university students: results of an online survey. *Frontiers in Nutrition*, 11. doi: 10.3389/fnut.2024.1401581
- Corona, B., Shen, L., Reike, D., Rosales Carreón, J., & Worrell, E. (2019). Towards sustainable development through the circular economy—a review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104498. doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104498
- Corrado, S., Caldeira, C., Eriksson, M., Hanssen, O., Hauser, H., van Holsteijn, F., ... Sala, S. (2019). Food waste accounting methodologies: Challenges, opportunities, and further advancements. *Global Food Security*. doi: 10.1016/j.gfs.2019.04.005
- Dewilda, Y., Fauzi, M., Aziz, R., & Utami, F. D. (2023). Analysis of food industry waste management based-on the food recovery hierarchy and 3r concept – a case study in padang city, west sumatra, indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 24(7), 198–208. doi: 10.12911/22998993/164749
- Elufioye, O. A., Ike, C. U., Odeyemi, O., Usman, F. O., & Mhlongo, N. Z. (2024). Ai-driven predictive analytics in agriculture supply chains: A review of benefits and challenges of ai in forecasting demand and optimizing supply in agriculture. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(2), 473–497. doi: 10.51594/csitrj.v5i2.817
- Galli, F., Cavicchi, A., & Brunori, G. (2019). Food waste reduction and food poverty alleviation: a system dynamics conceptual model. *Agriculture and Human Values*, 36(2), 289–300. doi: 10.1007/s10460-019-09919-0
- Haftor, D. M., & Climent Costa, R. (2023). Five dimensions of business model innovation: A multi-case exploration of industrial incumbent firm's business model transformations. *Journal of Business Research*, 154, 113352. doi: 10.1016/j.jbusres.2022.113352
- Helinski, C., English, C. L., Westmattmann, D., & Schewe, G. (2024). Profit before principle? an experimental assessment of incentive schemes encouraging consumers' role in product end-of-life returns. *Journal of Cleaner Production*, 454, 142267. doi: 10.1016/j.jclepro.2024.142267
- Maio, R., García-Díez, J., & Saraiva, C. (2020). Microbiological quality of foodstuffs sold on expiry date at retail in portugal: A preliminary study. *Foods*, 9(7), 919. doi: 10.3390/foods9070919

- Manala-O, S. D., & Aure, P. A. H. (2019). Food waste behavior of young fast-food consumers in the philippines. *Asia-Pacific Social Science Review*, 19(3). doi: 10.59588/2350-8329.1241
- Momin, M., Bhosale, D., Niranjana, S., & Kangude, Y. (2023). An android application for donating food and sharing items: Share and help. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 242–245. doi: 10.48175/IJARSCT-12036
- Mourad, M. (2016). Recycling, recovering and preventing “food waste”: competing solutions for food systems sustainability in the united states and france. *Journal of Cleaner Production*, 126, 461–477. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.03.084
- Mundo-Rosas, V. (2020). Evidence for designing public policies aimed at reducing food waste and food insecurity in mexico. *Current Developments in Nutrition*, 4, nzaa064_017. doi: 10.1093/cdn/nzaa064_017
- Owojori, O. M., & Okoro, C. (2022). The private sector role as a key supporting stakeholder towards circular economy in the built environment: A scientometric and content analysis. *Buildings*, 12(5), 695. doi: 10.3390/buildings12050695
- Owuor, D. O., Laurent, A., & Orero, J. O. (2021). Mining fuzzy temporal gradual emerging patterns. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 29(05), 655–676. doi: 10.1142/S0218488521500288
- Patti, A., Acierno, S., Cicala, G., Zarrelli, M., & Acierno, D. (2022). Recovery of waste material from biobags: 3d printing process and thermo-mechanical characteristics in comparison to virgin and composite matrices. *Polymers*, 14(10), 1943. doi: 10.3390/polym14101943
- Permana, A. S., Towolioe, S., Aziz, N. A., & Ho, C. S. (2015). Sustainable solid waste management practices and perceived cleanliness in a low income city. *Habitat International*, 49, 197–205. doi: 10.1016/j.habitatint.2015.05.028
- Ruggieri, A., Braccini, A., Poponi, S., & Mosconi, E. (2016). A meta-model of inter-organisational cooperation for the transition to a circular economy. *Sustainability*, 8(11), 1153. doi: 10.3390/su8111153
- Schoolman, E. D., Morton, L. W., Arbuckle, J. G., & Han, G. (2021). Marketing to the foodshed: Why do farmers participate in local food systems? *Journal of Rural Studies*, 84, 240–253. doi: 10.1016/j.jrurstud.2020.08.055
- Suhartini, S., Rohma, N. A., Elviliana, Santoso, I., Paul, R., Listiningrum, P., & Melville, L. (2022). Food waste to bioenergy: current status and role in future circular economies in indonesia. *Energy, Ecology and Environment*, 7(4), 297–339. doi: 10.1007/s40974-022-00248-3
- Tayibi, S., Monlau, F., Marias, F., Thevenin, N., Jimenez, R., Oukarroum, A., . . . Barakat, A. (2021). Industrial symbiosis of anaerobic digestion and pyrolysis: Performances and agricultural interest of coupling biochar and liquid digestate. *Science of The Total Environment*, 793, 148461. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.148461
- To, C. K. M., Au, J. S. C., & Kan, C. W. (2019). Uncovering business model innovation contexts: A comparative analysis by fsqca methods. *Journal of Business Research*, 101, 783–796. doi: 10.1016/j.jbusres.2018.12.042
- Torres-Pereda, P., Parra-Tapia, E., Rodríguez, M. A., Félix-Arellano, E., & Riojas-Rodríguez, H. (2020). Impact of an intervention for reducing waste through educational strategy: A mexican case study, what works, and why? *Waste Management*, 114, 183–195. doi: 10.1016/j.wasman.2020.06.027
- Wallnoefer, L. M., Meixner, O., & Riefler, P. (2024). Look-smell-taste labels on food date marking: Assessing their effectiveness for reducing food waste at a consumer level as part of the european green deal. *Food Quality and Preference*, 120, 105253. doi: 10.1016/j.foodqual.2024.105253
- Wang, Q., Li, H., Feng, K., & Liu, J. (2020). Oriented fermentation of food waste towards high-value products: A review. *Energies*, 13(21), 5638. doi: 10.3390/en13215638
- Waqas, M., Nizami, A. S., Aburizaiza, A. S., Barakat, M. A., Rashid, M. I., & Ismail, I. M. I. (2018). Optimizing the process of food waste compost and valorizing its applications: A case study of saudi arabia. *Journal of Cleaner Production*, 176, 426–438. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.12.165
- Widiyanesti, S., & Mahardhika, B. (2025). The circular economy of the food bank supply chain in bandung city, west java. *Nature Environment and Pollution Technology*, 24(1), D1682. doi: 10.46488/NEPT.2025.v24i01.D1682
- Wijayana, S., & Achjari, D. (2020). Market reaction to the announcement of an information technology investment: Evidence from indonesia. *Information and Management*, 57(7), 103248. doi: 10.1016/j.im.2019.103248

Yan, J., & Wang, R. (2024). Green fiscal and tax policies in china: An environmental dynamic stochastic general equilibrium approach. *Sustainability*, *16*(9), 3533. doi: 10.3390/su16093533