

Studi Integrasi Eko-Enzim dan Ekobrik dalam Mengurangi Limbah dan Meningkatkan Kualitas Lingkungan

An Integrated Study of Eco-Enzymes and Ecobricks in Waste Reduction and Environmental Quality Improvement

Fijriani Sri Wiranti

Dosen LB Universitas Islam Negeri SAIZU Purwokerto

Email: fijrianisriw@gmail.com

*Corresponding author: fijrianisriw@gmail.com

ABSTRAK

Sampah merupakan masalah yang dirisaukan oleh semua kalangan bahkan dunia. Begitupun dengan Kota Palu, sampah makanan mencapai 71% dengan komposisi sampah terbanyak didominasi oleh rumah tangga. Tujuan dari tulisan ini meliputi dua yakni, pertama memberikan edukasi berbasis lingkungan tentang pemanfaatan sampah plastik dan organik, dan kedua mengetahui cara pengelolaan sampah yang efisien dan berkelanjutan lingkungan di Kota Palu. Metode yang digunakan adalah PRA (*Participatory Rural Appraisal*), dengan metode ini melibatkan masyarakat dalam proses program kerja. Hasil kegiatan pengabdian masyarakat di Kelurahan Silae bahwa pendampingan pemanfaatan sampah menjadi ekobrik dan ekoenzim efektif dalam pengurangan jumlah sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Sampah. Terciptanya produk ekobrik menjadi meja dan kursi pojok baca di setiap kelas Sekolah Dasar dan produk ekoenzim sebagai pengganti sabun berbahan kimia menjadi sabun ramah lingkungan. Di Kelurahan Silae juga sudah memiliki TPS 3R, hal ini sangat membantu dalam program pengolahan sampah plastik dan organik.

Kata Kunci: Ekobrik, Ekoenzim, Pengolahan Sampah

ABSTRACT

Waste is a problem that is worried about by all groups, even the world. Likewise with Palu City, food waste reaches 71% with the majority of waste composition dominated by households. The objectives of this article include two, namely, first to provide environmentally based education about the use of plastic and organic waste, and second to find out how to manage waste efficiently and environmentally sustainably in Palu City. The method used is PRA (Participatory Rural Appraisal), with this method involving the community in the work program process. The results of community service activities in Silae Village show that assistance in utilizing waste into eco-products and eco-enzymes is effective in reducing the amount of waste entering waste disposal sites. The creation of ecobrick products to become reading corner tables and chairs in every elementary school class and ecoenzyme products as a substitute for chemical soap to become environmentally friendly soap. Silae Village also has a 3R TPS, this is very helpful in the plastic and organic waste processing program.

Keywords: Ecobrick, Ecoenzym, waste processing

PENDAHULUAN

Indonesia menduduki urutan ke lima penghasil sampah terbesar di dunia dengan jumlah 9,13 juta ton. Sampah merupakan sisa makanan yang telah dibuang akibat pemborosan yang menunjukkan tidak kompeten dalam penggunaan makanan. Menurut Undang-undang nomor 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah adalah sisa kegiatan dalam keseharian baik berbentuk padat maupun cair. Negara Indonesia menjadi negara yang memproduksi food waste terbanyak dengan total sampah mencapai 20,93 juta ton di Asia Tenggara menurut laporan United Nations Environment Programme (UNEP, 2021). Food loss and waste tentunya akan memberikan dampak negatif baik terhadap lingkungan, perekonomian maupun masyarakat sendiri. Hal ini akan memberikan permasalahan dunia yang sangat penting (Said et al., 2023). Sampah juga mempunyai hubungan erat dengan kesehatan masyarakat, dimana sampah akan hidup dengan berbagai mikroorganisme penyebab penyakit. Lalat merupakan salah satu vektor penyakit yang dapat mengancam kesehatan masyarakat. Peningkatan populasi juga menjadi faktor penyebab tingginya permintaan pangan. Kurangnya pengetahuan dalam lingkungan dan tidak mengetahui pentingnya sustainable environmental tentunya akan memberikan peningkatan jumlah food loss and waste khususnya dalam

skala rumah tangga. Sebaliknya dengan penurunan jumlah food waste di tingkat rumah tangga memberikan potensi adanya perubahan positif baik pada individu, kelompok maupun global. Kompleksitas masalah food waste di tingkat rumah tangga, perlu adanya peningkatan kebutuhan pengetahuan kolaboratif yang dapat diatasi berbagai disiplin ilmu dengan memanfaatkan para pakar (Kim et al., 2020; Aschemann-Witzel et al., 2017). Sehingga disiplin ilmu akan mendorong untuk pengurangan food waste dengan memiliki pemahaman terkait perspektif rumah tangga dan konsumen individu, yang dimana akan mendorong perilaku dalam menghasilkan food waste.

Food waste juga dapat digambarkan sebagai makanan yang hilang dari salah satu ke empat fase utama rantai pasokan makanan yakni dari hulu ke hilir. Hal ini tentunya akan melibatkan produsen, pengolah, pengecer dan konsumen (Annosi et al., 2021). Sangat penting untuk merangsang perubahan perilaku dalam pola konsumen untuk mengatasi food waste skala rumah tangga. Jumlah sampah yang dihasilkan oleh tingkat rumah tangga diperkirakan berjumlah sekitar 25% hingga 30%. Maka, untuk mengatasi pada sasaran kelompok tingkat rumah tangga sangat penting guna melakukan mitigasi perubahan iklim serta kelestarian sumber daya alam. Kurangnya pengetahuan dan sikap yang bijak dalam mengolah sampah makanan menjadikan permasalahan

yang penting dalam jangka panjang, dalam pengolahan sampah makanan pun masih banyak yang dilakukan secara salah. Pembuangan yang dilakukan langsung ke saluran pembuangan atau selokan, kogenarasi, pembakaran bahkan pembuangan di laut. Hal ini tentunya membuat masalah lingkungan yang akan semakin besar. Insinerasi dan penimbunan sampah menjadi metode yang trending sebagai pengolahan sampah padat. Tidak banyak yang tau insinerator merupakan salah satu metode yang memberikan solusi tanpa solusi. Hal ini pembakaran sampah memang benar akan melenyapkan sampah padat dalam hitungan menit tetapi abu dari hasil insinerator tersebut akan tetap memberikan penyakit pada lingkungan. Sehingga alat pembakar sampah ini memiliki kelemahan berupa menimbulkan pencemaran udara seperti partikulat dan abu terbang yang bersifat toksik. Pengelolaan limbah padat yang memiliki kadar air tinggi dengan jumlah yang banyak tentunya akan menjadi suatu tantangan juga yang semakin besar (Dutta et al., 2021). Selain itu, penimbunan sampah juga akan memberikan pencemaran pada tanah yang akan membutuhkan biaya lebih mahal untuk memulihkannya, sehingga lingkungan dan kelestarian ekonomi juga menjadi perhatian akibat metode ini (Said et al., 2023). Penimbunan sampah dalam pembuangan sampah atau open dumping masih menjadi pilihan yang

utama hampir di sebagian besar negara berkembang di Asia (Agamuthu & Babel., 2023).

Beberapa sektor yang menghasilkan *food waste* mulai dari Industri makanan, restoran, sampah dapur, dan berbagai jenis sampah yang tidak dilakukan pengolahan atau langsung dibuang. Hal ini tentunya akan menghasilkan sejumlah besar gas rumah kaca yang juga akan mengakibatkan menambahnya pemanasan global, mencemari tanah dan badan air, mempengaruhi ekonomi serta menimbulkan bau tidak sedap. Peningkatan gas rumah kaca yang diakibatkan oleh penumpukan sampah, tentunya memberikan dampak ke lingkungan diantaranya suhu meningkat sehingga mengalami kekeringan. Karena sampah yang tidak dilakukan pengolahan dengan baik tentunya akan menghasilkan gas metana dan CO₂ ke atmosfer secara berlebihan. Menurut Kshanaprava et al (Kshanaprava et al., 2023) produksi biofuel melalui produk-produk bernilai tambah dari hasil kandungan limbah organik, memiliki kemampuan sebagai solusi dalam memecahkan masalah *food waste* dan juga memberikan ketahanan pangan yang sangat dibutuhkan. Tahun 2019, sekitar 932 juta ton sampah makanan dihasilkan oleh dunia yang dimana 61% diantaranya berasal dari rumah tangga. Selain itu, negara yang berpenghasilan tinggi setiap tahunnya berjumlah 79 kg sampah makanan per orang (Casonato et al., 2023). Negara

India telah memproduksi *food waste* dalam jumlah yang besar, yang dimana masih terkendala dalam pengolahan, sehingga hampir semua limbah terbuang ke tempat pembuangan sampah (C. Shurson et al., 2023; Thi et al., 2015). Selain itu di Brazil dan Meksiko, tidak memadainya peraturan dan kebijakan pemerintah, partisipasi sector swasta yang rendah, serta intensif finansial dan pendanaan yang terbatas. Hal ini mengakibatkan buruknya sistem daur ulang *food waste* yang ada di dua Negara tersebut (C. Shurson et al., 2023; Floornweg & Granelli et al., 2007).

Provinsi Sulawesi Tengah merupakan daerah terluas di pulau Sulawesi yang memiliki luas 61.841,29 km² dengan jumlah penduduk 3.154.499 jiwa (Palu dalam Angka., 2023). Bayangkan bahwa sebanyak tiga juta jiwa menghasilkan sampah makanan setiap harinya dan tanpa pengolahan yang bijak tentunya akan menjadikan Provinsi Sulawesi Tengah menjadi pulau sampah. Di Kota Palu, sampah makanan mencapai 71% dengan komposisi sampah terbanyak didominasi oleh rumah tangga dengan persentase 67,7%, yang dimana berasal dari pasar tradisional 18,1% dan pusat perbelanjaan 10,2% (Data Dinas Lingkungan Hidup Kota Palu, 2023). Tentunya dari data ini bahwa lebih 50% masyarakat kota Palu menghasilkan *food waste*. Sebenarnya sampah plastik lebih berbahaya dari pada sampah

makanan, sampah ini termasuk limbah organik yang lebih mudah terurai. Tetapi, berlebihan zat organik pada tanah juga akan membuat unsur dalam tanah akan terganggu atau tercemar. Sampah makanan bersifat biodegradable dan melalui teknik bioproses, fermentasi berbasis mikroba maupun berbasis bioproses yang bisa digunakan sebagai sumber daya hayati untuk memulihkan produk bernilai tambah meliputi biofuel, biokimia, bioplastik dan sebagainya (Tamasiga et al., 2022). Tujuan dari tulisan ini diantaranya, pertama memberikan edukasi berbasis lingkungan tentang pemanfaatan sampah plastik dan organik, dan kedua mengetahui cara pengelolaan sampah yang efisien dan berkelanjutan lingkungan di Kota Palu.

Salah satu upaya menangani permasalahan sampah tersebut yaitu dengan membentuk komunitas lingkungan berbasis edukasi pengelolaan lingkungan di Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah yang diberi nama Green enviro (GE). Komunitas ini lahir tanggal 4 Maret 2024 yang beranggotakan 13 orang yang diketuai oleh Fijriani alumni Magister Ilmu Lingkungan Universitas Gadjah Mada. Green Enviro memiliki interdisiplin ilmu diantaranya Ilmu Lingkungan, Biologi, Kehutanan, Pendidikan, Ekonomi, Kesehatan Lingkungan dan Bahasa Inggris.

GE memulai kegiatan perdana di Kelurahan Silae, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Pendekatan kepada

masyarakat menjadi strategi komunitas untuk merealisasikan tujuannya. Mendapat perizinan dari Kelurahan daerah setempat membawa GE melakukan sosialisasi perdana tanggal 2 Juni 2024. Sosialisasi perdana dilakukan dengan memberikan pengenalan komunitas GE, dilanjutkan pendampingan ekobrik guna pemanfaatan sampah plastik dan meminimalisir sampah masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kawatuna di Kota Palu. Pendampingan ini berjalan lancar dan respon positif dari masyarakat setempat. Mereka juga melakukan pendampingan kepada siswa sekolah yang ada di Kelurahan Silae terkait pengelolaan sampah plastik menjadi ekobrik. Selain pembuatan ekobrik menjadi bahan meja dan kursi yang diletakkan di pojok baca setiap kelas 3 sampah 5. Komunitas GE juga melakukan pengelolaan sampah organik (kulit buah dan sisa sayur) menjadi ekoenzim atau sabun ramah lingkungan. Sehingga dari output yang dilakukan secara konsisten dapat mengurangi jumlah sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

METODE PENELITIAN

Pengabdian ini dilakukan di Kota Palu, mulai bulan Maret hingga bulan September tahun 2024. Pengaplikasian strategi dalam tujuan tulisan ini akan dilakukan di salah satu Kelurahan di Kota Palu bagian Palu Barat yaitu Kelurahan Silae, RW 4. Pemilihan lokasi dikarenakan

kelurahan yang juga terpilih menjadi Program Kampung Iklim (proklim). Metode yang digunakan adalah PRA (Participatory Rural Appraisal), teknik ini dipilih karena memungkinkan masyarakat untuk ikut serta dalam tindakan nyata dalam perencanaan, pengawasan, dan evaluasi. Dengan metode yang melibatkan masyarakat dalam proses program kerja, dampaknya kegiatan ini akan lebih sesuai dengan kebutuhan masyarakat, selain itu menciptakan tingkat kepedulian masyarakat dalam ikut serta menjalankan kegiatan yang telah disepakati bersama dan kedepan dapat menjadi kegiatan mandiri di masyarakat yang berkelanjutan. Langkah pertama, melakukan pendekatan kepada masyarakat untuk mengetahui masalah sampah dalam skala rumah tangga. Kedua, memberikan edukasi melalui sosialisasi baik di masyarakat maupun siswa sekolah bahayanya sampah bagi lingkungan dan kesehatan. Yang selanjutnya dilakukan praktik bersama dalam pengolahan sampah plastik dan organik guna meminimalisir sampah masuk ke tempat pembuangan sampah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelurahan Silae merupakan daerah yang berada di pinggiran pantai Teluk Palu, seiring bergulirnya waktu. Daerah Silae telah menjadi bagian dari Wilayah Kecamatan Palu Barat dan Kota Palu, sehingga secara

otomatis Silae berubah menjadi Kelurahan pada Tanggal 1 Januari 1981 dan berdasarkan peraturan pemerintah No. 18 tahun 1978 dengan ditetapkan Silae sebagai Kelurahan Wilayah Kecamatan Palu Barat Kota Administratif Palu sampai menjadi Kotamadya Palu dan pada saat tahun 2012 kota Palu dimekarkan dengan terbitnya Peraturan Daerah Kota Palu Nomor 4 tahun 2012 tentang Pembentukan Kecamatan Ulujadi, Kecamatan Tatanga, Kecamatan Tawaeli dan Kecamatan Mantikulore, sehingga Kelurahan Silae sampai saat ini masuk kedalam Kecamatan Ulujadi (Pemerintah Kota Palu, 2020).

Permasalahan yang ada di Kelurahan Silae, Kecamatan Ulujadi adalah lingkungan. Lingkungan yang terlihat bersih dan asri menjadi ikon dari Kelurahan Silae. Padahal, apa yang terlihat di pojok Silae bahwa masih ada tumpukan sampah yang tidak dikelola dengan baik. Sampah bukan lagi hal yang tabu karena menjadi masalah setiap orang bahkan Dunia. Sampah memberikan dampak positif maupun negatif, baik pada lingkungan, ekonomi maupun sosial. Mendaur ulang sampah akan memberikan kesehatan lingkungan dan sirkular ekonomi berjalan mulai pemilahan sampah, pembuatan kompos, pemanfaatan limbah menjadi biogas maupun pembuatan kerajinan tangan dari sampah. Sebaliknya, sampah yang dibuang langsung ke badan lingkungan tanpa pengolahan tentunya akan

menyebabkan degradasi lingkungan yang berdampak tidak hanya lingkungan itu sendiri tetapi juga mata pencaharian. Hal ini, ketika kesehatan diserang oleh penyakit tentunya akan membutuhkan biaya yang besar untuk kembali sehat. Kelurahan Silae sendiri telah mempunyai TPS3R atau tempat pembuangan sampah (reuse, reduce, recycle) dibawah Dinas Lingkungan Hidup kota Palu. Tempat pembuangan sampah ini juga sudah memiliki peralatan yang memadai sebagai pengelolaan sampah. Mulai bak penampung sampah organik, bahkan alat pencacah sampah dan bak penampung kompos juga sudah tersedia di TPS3R. Jenis sampah non organik yang diterima dari masyarakat berupa kertas, botol bekas, ataupun kaleng. Selain itu, adanya pengumpul sampah atau pemulung sampah yang juga mengambil botol atau sampah yang memiliki nilai ekonomi. Tetapi yang masih menjadi permasalahan di Kelurahan Silae adalah masih adanya masyarakat yang tidak peduli dengan sampah dan tidak konsistennya dalam pengelolaan sampah, selain itu adanya sampah yang dibakar di lokasi sekitar TPS3R hal ini tidak menggambarkan pengertian 3R itu sendiri. Sehingga melalui program Green Enviro sebuah komunitas yang bergerak dalam peduli lingkungan Provinsi Sulteng, akan memberikan solusi dengan pendekatan kepada masyarakat, kemudian memberikan strategi dengan inovasi dalam

mengelola sampah agar semakin bijak dan mempertahankan predikat Kota Adipura yang baru diperoleh pada tahun 2024 ini.



Gambar 1: TPS3R Kelurahan Silae, Kecamatan Ulujadi, Kota Palu

Kondisi Eksisting Gambar 1. Kelurahan Silae dalam sudut lingkungan sudah bersih dan asri, hanya saja belum satu Kelurahan yang peduli akan sampah dan kebersihan lingkungannya, melainkan hanya beberapa RT yang terlibat bersih dan asri. Dalam program Green Enviro memfokuskan pendekatan kepada masyarakat RW 4 Kelurahan Silae. Hal ini, arahan langsung dari Kelurahan karena RW 4 terpilih menjadi salah satu kampung PROKLIM atau program iklim. Menurut peneliti, respon masyarakat Silae sangat antusias ketika membahas sampah. Hanya saja beberapa dari masyarakat masih ada yang kurang peduli terhadap pendampingan lingkungan khususnya yang dilaksanakan. Ada juga beberapa masyarakat yang memberi kesan bahwa sudah pernah dilakukan pelatihan ecoenzym, tetapi belum dijadikan sebagai komitmen dalam menerapkan zero waste lifestyle. Sejak 2 juni 2024 pelaksanaan membuat ecobrik juga dilakukan sebagai inovasi dalam pengelolaan sampah nonorganik berbahan plastik dan kain perca. Hal ini sudah diterapkan pada masyarakat Silae dari kalangan ibu-ibu hingga anak-anak. SDN Inpres Silae dan SD Inpres BTN Silae menjadi sekolah yang didampingi mulai kelas 2 sampai kelas 6. Pemanfaatan sampah plastik dan kain perca menjadi salah satu upaya peneliti dalam meminimalisir sampah plastik masuk ke TPA atau tempat pembuangan akhir Kawatuna.

Sejak diberlakukan Peraturan Wali Kota Palu Nomor 40 tahun 2021 tentang pembatasan penggunaan kemasan plastik sekali pakai dan styrofoam memang jarang terlihat penggunaan plastik sekali pakai khususnya di supermarket dan toko belanja lainnya. Hanya saja masih ada yang memakai plastik sebagai pembungkus bumbu atau bahan makanan di pasar tradisional. Sehingga kebijakan penggunaan plastik sekali pakai ini yang masih dipergunakan dapat dibuat menjadi bahan ecobrik yang telah diajarkan kepada masyarakat Silae, dimana penggunaan bungkus plastik snack atau kain perca juga menjadi masalah sampah terbesar di dunia. Selain itu dalam pengelolaan sampah organik skala rumah tangga, peneliti juga membuat ecoenzym berbahan sampah buah dan sayuran yang difermentasi selama 3 bulan dengan perlakuan seminggu sekali untuk mengeluarkan gas yang tersimpan didalam botol selama proses fermentasi berlangsung. Kegunaan dari kedua produk ini juga dapat langsung diterima oleh masyarakat yaitu ecobrik menjadi meja, kursi, lemari dsb, dan ecoenzym menjadi sabun pembersih piring, lantai, sayuran, hama tanaman dan sebagainya. Berikut Gambar 2.



Gambar 2: Ekoenzim (atas), ecobrik (bawah)

Sampah organik juga menghasilkan panas antara degradasi kimia dan biologis, yang dimana dapat menyebabkan kebakaran spontan. Tentunya hal ini dapat menyebabkan polusi udara, rendahnya kualitas air lindi serta menimbulkan dampak kesehatan jangka panjang terhadap masyarakat sekitar. Tidak sedikit juga yang memilih untuk tinggal di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Bahkan ketika kapasitas lahan pembuangan sampah sudah berlebih, dimana masyarakat sekitar membuka dan bersedia untuk lahan depan rumah mereka dijadikan Tempat Pembuangan Sementara (TPS) dengan harus membayar rupiah kepada mereka. Pengetahuan seperti

ini yang masih minim di masyarakat Kota Palu, bahwasanya demi ekonomi mereka tidak memikirkan kesehatan dalam jangka panjang. Padahal mereka tinggal di lingkungan yang hidup diantara vektor penyakit salah satunya lalat. Sehingga perlu adanya penelitian berlanjut terkait tingkat kesehatan bagi masyarakat khususnya yang tinggal di sekitar Tempat Pembuangan Sementara (TPS) dan Tempat Pembuangan Akhir(TPA). Memberikan output dengan meningkatkan pengetahuan bagi masyarakat tentang dampak negatif yang ditimbulkan oleh sampah bagi kesehatan. Upaya dan strategi yang perlu dilakukan guna meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat setempat. Salah satunya strategi yang dapat dilakukan oleh rumah tangga masing-masing, mulai membuat rorak atau kubangan yang memiliki kedalaman minimal 1 meter untuk menjadikan Tempat Pembuangan Sementara (TPS) organik seperti, sisa nasi, sisa sayuran, tulang ikan, buah busuk maupun jenis sisa makanan yang mudah membusuk. Sehingga ini menjadi langkah awal pemerintah daerah mengajak masyarakat untuk dapat mengolah sampah khususnya yang berasal dari rumah tangga di rumah masing-masing. Walaupun di Kota Palu jumlah sampah organik maupun non organik menurun dari tahun sebelumnya. Tetapi, pengurangan timbulan sampah organik harus tetap berjalan agar menciptakan lingkungan sehat dan

bebas dari sampah dan juga dapat mencapai pembangunan berkelanjutan atau tujuan SDGs 12.3 yaitu memastikan pola konsumsi dan produksi yang berkelanjutan. Faktanya masih banyak sampah di pojok tiap Kelurahan baik organik maupun plastik dan jenis sampah lainnya yang masih tidak diperdulikan oleh masyarakat dan pemerintah setempat. Para pembuat kebijakan juga mengangkat isu food waste ke agenda mereka, yang dimana PBB telah menetapkan SDGs 12.3 dengan mensyaratkan target untuk mengurangi 50% food waste di tingkat konsumsi serta pengurangan loss waste akibat produksi dan langkah lainnya melalui program 2030 (Casonato et al., 2023).

Makanan olahan khususnya akan diperkirakan mengalami pertumbuhan signifikan oleh konsumen yang menunjukkan peningkatan preferensi terhadap kenyamanan pada suatu produk tersebut. Selain itu, dalam konteks makanan ringan yang disertai inovasi dalam rasa dan bahan- bahan yang lebih sehat, akan memberikan respon yang positif dengan peningkatan yang besar. Demikian pula, pada makanan organik diperkirakan akan berkembang mengikuti tren global menuju pola makanan yang lebih sehat. Pemesanan makanan online dengan memberikan harga yang murah, mudah dan cepat diperoleh membuat digital transformasi dalam industri makanan yang diperkirakan menjadi tren yang signifikan. Hal ini

akan membuat semakin banyak konsumen yang memilih belanja bahan makanan secara online. Dalam mewujudkan lingkungan yang bersih dan sehat, sebenarnya tidak cukup hanya mengandalkan dukungan pada sumber daya manusia dan operasional dengan mendukung fasilitas saja. Tetapi, kebutuhan akan kebijakan yang mengatur masalah sampah juga perlu ikut berkontribusi. Sehingga dengan adanya kebijakan ini dapat digunakan sebagai referensi untuk mengatur segala sesuatu yang berkaitan dengan lingkungan.

Sampah di Kota Palu mencapai hingga 10.481,46 kg (DLH Kota Palu., 2023). Kota Palu sudah menerapkan perhitungan jumlah sampah hingga tahun 2023 silam. Bank sampah menjadi salah satu strategi pengolahan sampah di Kota Palu. Hal ini tentunya mendukung program pemerintah untuk melakukan jumlah sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Palu. Sampah yang ada juga dilakukan beberapa pemanfaatan seperti dilakukan memanfaatkan kembali dengan dijual pada mitra, dilakukan daur ulang materi hingga dilakukan daur ulang mejadi bahan bakar.

Tabel 1: Jumlah berat sampah berdasarkan jenis sampah di Kota Palu

Bulan	Berat Sampah Berdasarkan Jenis Sampah (Kg)							
	Sisa Makanan	Plastik	Kertas	Kaca	Kain	Logam	Karet	Lainnya
Januari	0	0	0	0	0	0	0	0
Februari	0	0	0	0	0	0	0	0
Maret	0	0	0	0	0	0	0	0

Bulan	Berat Sampah Berdasarkan Jenis Sampah (Kg)							
	Sisa Makanan	Plastik	Kertas	Kaca	Kain	Logam	Karet	Lainnya
April	0	0	0	0	0	0	0	0
Mei	0	0	0	0	0	0	0	0
Juni	142.03	70	45.5	0	0	16	0	0
Juli	621.7	467.04	325	150	80	183	70	1
Agustus	795	443.8	342	0	61	104	62	3
September	967.08	387.89	247	21	50	137	63	1
Oktober	746.09	298.47	205.5	11	32	109	33	2
November	897.04	522.3	178.5	20	18	108	47	0
Desember	1034.04	433.01	193.5	17	15	128	42	2.5
Jumlah	5202.98	2155.47	1537	219	256	785	317	9.5

Sumber: Pemerintah Kota Palu, tahun 2022

Tabel 2: Jumlah berat sampah berdasarkan pemanfaatannya di Kota Palu

Bulan	Berat Sampah Berdasarkan Pemanfaatan (Kg)				Jumlah Sampah (Kg)
	Sampah Yang Dimanfaatkan Kembali (Dijual Kepada Mitra)	Sampah Yang Dilakukan Daur Ulang Materi	Sampah Yang Dilakukan Daur Ulang Menjadi Bahan Bakar	Jumlah Residu Sampah	
Januari	0	0	0	0	0
Februari	0	0	0	0	0
Maret	0	0	0	0	0
April	0	0	0	0	0
Mei	0	0	0	0	0
Juni	167	6	0	1	174
Juli	2240.8	56.1	70	66	2432.9
Agustus	1982.5	57.3	50	66	2155.8
September	1167	32	35	74.7	1308.7
Oktober	1551	59	50	19.7	1679.7
November	1450.1	89	80	31.6	1650.7
Desember	951.8	60.8	38	29.06	1079.66
JUMLAH	9510.2	360.2	323	288.06	10481.46

Sumber: Pemerintah Kota Palu, tahun 2022

Data ini dikumpulkan oleh Pemerintah Kota dari Bank Sampah di sepuluh Kelurahan Kota Palu. Sehingga adanya kerjasama dengan bank sampah akan memberikan dampak positif untuk lingkungan dan program pemerintah yang sudah terlaksana. Dalam segi sarana dan fasilitas di Kota Palu, sebagai pendukung guna seperti pengangkutan sampah dengan jenis Dump Truck yang aktif kurang lebih 10 armada yang beroperasi. Dimana pengangkutan sampah dilakukan sejak pagi hingga malam pada masing-masing Kelurahan yang ada di Kota Palu. Sedangkan dari segi masyarakat, pola pengangkutan sampah yang masih memburuk diakibatkan produksi volume sampah yang tidak terkontrol dari masyarakat sendiri. Hal ini membuat petugas pengangkutan sampah memaksakan muatan volume sampah agar dapat terangkut. Hanya saja masih ditemukan sampah yang tidak terangkut dikarenakan masyarakat yang tidak mampu mengolah sampah dengan baik dari sumber. Volume sampah tidak sebanding dengan kapasitas muatan truk sampah yang telah terjadwal untuk pengangkutan, hal ini membuat belum optimalnya proses pengangkutan sampah. Hampir setiap hari timbunan sampah organik maupun non organik dari masyarakat terus meningkat. Walaupun penggunaan plastik dikurangi dan sudah menjadi hal yang wajib untuk menggunakan tas belanja dari kain. Tetapi, kenyataannya di

pasar masih banyak penjual nakal yang menggunakan plastik untuk mengemas sayur, buah maupun bahan makanan. Kesadaran masyarakat yang masih rendah akan masalah lingkungan ini dan kurang bijak dalam menggunakan plastik mengakibatkan timbunan sampah tinggi. Sepadan dengan melihat dari segi kebudayaan, pola kebudayaan masyarakat yang lebih cenderung membentuk kebiasaan menumpuk sampah, tentunya mengakibatkan volume ritase pengangkutan sampah menjadi meningkat sehingga ketidakteraturan dalam berjalannya kegiatan pengangkutan sampah.

Pengembangan prosedur ramah lingkungan, aman, kreatif dan berkelanjutan, tentunya akan mendukung kelangsungan penerapan teknologi berkelanjutan. Dimana dapat mengubah food waste menjadi barang maupun energi yang lebih bermanfaat. Tahapan proses buah-buahan dan sayuran yang mengalami kerugian karena kegagalan teknis, kesalahan dari manusia sendiri bahkan karena manajemen yang buruk. Hal ini, yang menyebabkan timbunan limbah di fase Industri. Menurut FAO, 2019 kisaran 3% hingga 18% mengalami kerugian yang berujung food waste (C. Shurson et al., 2023). Sedangkan food loss sendiri terjadi dimulai sejak panen dan pasca panen akibat produksi pertanian, tahapan pengolahan dan penyimpanan pasca panen, pemrosesan serta pengemasan. Hal ini, merupakan bagian makanan

yang dikonsumsi. Selain itu adanya food loss and waste juga karena rusaknya atau mengalami penyok akibat kegiatan pengolahan atau pengangkutan. Tahapan proses ini kurang dieksplorasi, karena belum adanya penelitian secara komprehensif terkait meminimalkan kerugian pada tahap pemrosesan. Hal ini, menjadi hambatan dan pendorong di balik penerapan strategi. Suatu strategi dianggap berkelanjutan apabila strategi tersebut secara bersamaan dapat mengatasi aspek lingkungan, sosial dan ekonomi.

Di Kota Palu, dalam pengambilan sampah makanan di rumah konsumen diberlakukan pembayaran setiap bulannya. Namun, belum dalam keadaan sudah dipilah atau dipisahkan antara sampah organik, nonorganik, kering maupun basah. Hal ini, tentunya akan membutuhkan biaya yang mahal ketika kebijakan sampah akan semakin baik. proses perlakuan anaerobik sangat bergantung pada perkembangan populasi bakteri dan juga perilaku degradasinya dipengaruhi oleh berbagai parameter, diantaranya jenis substrat, bakteri suhu lingkungan serta PH. Selain itu, dalam pemeliharaan kondisi degradasi yang dioptimalkan dan penyesuaian parameter tersebut sangat bervariasi tergantung pada jenis food waste yang akan diproses (Said et al., 2023). Informasi dari beberapa pedagang bahwa adanya food loss terjadi karena faktor buah dan sayuran yang diproduksi oleh

petani tidak sampai ke tangan konsumen, disebabkan kualitas sayur yang kurang baik sehingga berakhir menjadi food waste. Hal ini juga dikarenakan transportasi logistik yang menyebabkan angkutan dari Desa ke Kota membutuhkan waktu yang lama sehingga membuat proses pembusukan menjadi cepat. Inilah yang disebut kesalahan manajemen dalam rantai pasokan. Apabila dilihat pada riset beberapa peneliti lainnya, sepakat bahwa mulai proses pemanenan, pengemasan hingga pengantaran kepada konsumen maupun distributor telah melakukan kesalahan, cacat maupun pembusukan lebih cepat. Pada dasarnya timbulan sampah organik tidak akan menyusut atau berkurang karena gaya hidup di Kota Palu, sebagai kota berkembang yang dimana pasca bencana gempa, tsunami dan likuifaksi membuat Kota ini menjadi ramai kembali oleh pendatang. Banyak yang kembali dan pindah karena melihat potensi lingkungan di Kota Palu sebagai Kota peluang pembangunan. Sehingga tidak bisa dihindari bahwa timbulan sampah organik makin bertambah akan jumlah penduduk yang bertambah. Terdapat lebih dari 10 pasar yang ada di dalam Kota Palu, dan terdapat puluhan warung makan dan kafe. Hanya saja pemerintah daerah telah menyusun jadwal untuk pengangkutan sampah di setiap rumah tangga, pasar maupun sektor industri lainnya. Tahun 2017 silam sebelum terjadi bencana di Kota Palu,

lebih memprihatinkan bahwa banyak sampah yang berserakan di sepanjang bantaran sungai. Bukan hanya warga lokal yang membuang sampah tetapi warga dari luar daerah juga baik dari rumah tangga maupun dari industri. Sehingga saat musim hujan datang air sungai sering mengalami meluap dan akhirnya banjir. Beberapa titik yang dijadikan lokasi pembuangan sampah menjadi sungai terlihat adanya tumpukan sampah yang membela sungai Kota Palu. Penanganan sampah di Kota Palu dengan menggunakan model TPST 3R pernah diberlakukan. Hanya saja kepedulian masyarakat dan keterbatasan dana pemerintah membuat hal ini terhambat bahkan tidak dilakukan lagi. Tetapi pada tahun 2022 jaringan pembangunan global United Nations Development Programme (UNDP) Perserikatan Bangsa-bangsa sedang membangun sanitary landfill sebagai bagian dari bantuan pemulihan pascagempa di Kota Palu (Data Dinas Lingkungan Hidup Kota Palu, 2023).

Metode sanitary landfill yang diterapkan tentunya menjadi harapan pemerintah daerah dan masyarakat untuk bisa mengurangi risiko yang memberikan dampak pencemaran baik air, udara maupun tanah. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kota Palu sendiri masih memiliki kapasitas untuk dapat menampung sampah yang masuk. Tetapi pemerintah daerah juga perlu memperhatikan dan memikirkan bagaimana kapasitas sampah untuk beberapa tahun

kedepan. Sehingga perlu adanya perencanaan dan kajian teknis dalam mencegah terjadinya over capacity di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) agar dapat mengantisipasi apabila volume sampah lebih meningkat. Meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat khususnya Kota Palu agar bisa mengontrol timbulan sampah, tentunya tidak mudah. Dengan menerapkan kedisiplinan dalam memilih bahan makanan, buah dan sayuran perlu kampanye dan edukasi kepada masyarakat. Hanya saja gaya hidup yang masih menjadi kendala untuk bisa mengurangi jumlah sampah organik yang ditimbulkan. Pengetahuan dalam pengolahan sampah tidak hanya dari ahli lingkungan saja. Tetapi perlu dari ahli tanah, air, udara maupun ahli bidang lainnya. Sehingga multidisiplin ilmu dalam pengolahan sampah sangat penting karena begitu memiliki dampak lingkungan yang sangat kompleks. Pengolahan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dengan metode open dumping akan memberikan dampak negative baik bagi lingkungan, ekonomi, maupun kesehatan. Gas metana yang dilepaskan dengan cara menguraikan sampah dalam kondisi anaerobik, tentunya akan berkontribusi terhadap pemanasan global serta akan menimbulkan kebakaran dan ledakan di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) (Agamuthu & Babel., 2023). Selain itu, bau tidak sedap yang ditimbulkan oleh sampah organik

juga menjadi masalah besar. Sehingga harapannya dapat diatasi oleh pemerintah daerah dengan melakukan penanaman tanaman di sepanjang jalan menuju pintu gerbang tempat pembuangan akhir. Tanaman yang dapat ditanam diantaranya tanaman kopi maupun tanaman yang dapat mereduksi bau yang dihasilkan dari sampah.

Meningkatnya upaya untuk mengukur limbah makanan dan bagian-bagian yang tidak dapat dimakan oleh konsumen serta melacak timbulan sampah atau food waste dalam kg/kapita di tingkat negara. Menyajikan pengumpulan, analisis dan pemodelan data limbah makanan. Sehingga bisa mencegah peningkatan limbah makanan. Maka tidak hanya mendata jumlah sampah tetapi apa saja jenis sampah yang dihasilkan. Hal ini, dapat menjadi terobosan menciptakan atau merumuskan strategi dalam mengerem timbulnya sampah organik. Kebijakan pemerintah kota Palu untuk menggenjot sampah organik dengan mengkampanye pengurangan plastik baik pedagang, pemilik, pengelola toko, rumah makan, pusat perbelanjaan maupun tempat usaha lainnya melalui surat edaran Wali Kota Palu. Hal ini memberikan dampak positif yaitu volume sampah yang masuk ke tempat pembuangan akhir menurun dari 220 ton/hari menjadi rata-rata 123 ton/hari. Volume sampah berkurang hampir 50% berkat penerapan Peraturan Daerah (Perda)

nomor 3 tahun 2016 tentang Pengelolaan sampah dan peraturan Wali Kota (Walkot) nomor 40 tahun 2021 tentang pembatasan penggunaan plastik sekali pakai dan Styrofoam (DLH Kota Palu., 2023). Hanya saja kesadaran masyarakat kota Palu dalam melakukan daur ulang sampah masih minim. Terlebih adalah pengolahan sampah organik menjadi kompos atau eco-enzyme. Acuh tak acuh masih menjadi sifat dan karakter masyarakat yang masih sulit untuk diubah, hal ini mengakibatkan timbunan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Tidak banyak yang peduli karena yang masyarakat ketahui adalah sampah telah diangkut oleh truk pengangkutan sampah dan berakhir di TPA tanpa harus mengetahui bagaimana cara pemerintah setempat dalam mengolah sampah yang telah diangkut. Sehingga perlu edukasi dan regulasi maupun perencanaan serta kampanye guna dapat menggenjot adanya sampah organik khususnya di Kota Palu.

Produksi sampah di Kecamatan Bahodopi, Morowali juga menjadi sorotan yakni sudah mencapai lebih 40 ton, dengan estimasi hitungan dari setiap individu rata-rata paling rendah akan memproduksi sampah sampai sebanyak setengah kilogram per hari dari bahan kebutuhan yang sudah tidak terpakai. Di negara maju, konsumen dapat membuang sampah mencapai antara 173 kg hingga 290 kg per kapita setiap tahunnya (Annosi

et al., 2021). Meskipun adanya perbedaan dalam cara berbagai organisasi mendefinisikan food waste tetapi, perkiraan food waste tentunya memerlukan tindakan baik dari badan pemerintahan maupun non pemerintahan. Pengumpulan sampah merupakan tanggung jawab dari setiap rumah tangga atau setiap lembaga yang menghasilkan sampah. Mereka perlu membangun atau mengadakan tempat khusus sebagai pengumpulan sampah. Misalnya bank sampah yang diolah oleh sebuah komunitas atau dari masing-masing RW bahkan Kelurahan. Kemudian dari masing-masing sampah tersebut dipilah dan sampah yang tidak bisa didaur ulang akan diangkut ke tempat penampungan sementara atau TPS yang dilanjutkan ke tempat pembuangan akhir atau TPA. Hal ini juga diatur pada undang-undang nomor 18 tahun 2008, pasal 22 tentang Pengelolaan sampah. Adanya bank sampah dapat memicu untuk setiap konsumen atau masyarakat agar memilah sampah organik dan nonorganik sebelum diserahkan kepada petugas bank sampah, hal ini agar adanya kontribusi dari masing-masing penghasil sampah. Dalam manajemen kepengurusan maupun SOP bank sampah dapat diarahkan dari masing-masing kebijakan pengolah yang dimana bank sampah bukan bertujuan hanya untuk menyimpan atau menabung sampah tetapi juga sebagai tempat mengolah sampah. Sehingga harapannya sampah organik akan diolah oleh konsumen

dan hanya berhenti pada masing-masing rumah. Sampah organik bisa dijadikan pupuk kompos yang akan lebih bermanfaat untuk masyarakat sendiri. Hal ini, dapat mengurangi penggunaan pestisida atau pupuk kimia dan meningkatkan penggunaan pupuk alami, tentunya ini akan menjadikan tanah lebih sehat. Menurut Jia et al (Jia et al., 2023), pengomposan merupakan teknologi pengolahan sumber daya yang efisien, sederhana dan murah untuk limbah padat organik. Selain itu juga dapat dicampurkan dengan maggot atau larva yaitu agen pengurai yang efektif bahkan mengubah kotoran hewan menjadi nutrisi yang bernilai. Mekanisme, sistem maupun transportasi terkait pengolahan sampah menjadi tanggung jawab pemerintah daerah yang tentunya didukung oleh partisipasi dari sampah komunitas produksi, khususnya dalam hal pendanaan.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan diantaranya semua tahapan proses transformasi makanan dan mencakup peningkatan perencanaan serta rutinitas pembelian (Vizzoto et al., 2021). Pembiasaan perilaku ramah lingkungan yang sering kita dengar yaitu 3R, reduce, reuse dan recycle bahkan ada yang menerapkan 5R yaitu reduce, reuse, recycle, recovery dan repair. Hal ini telah menjadi slogan sederhana yang ketika dipraktekkan dalam lingkungan sehari-hari, tentunya akan memberikan dampak yang luar biasa. Reduce (pengurangan) dengan

memilih sumberdaya seefisien mungkin, misalnya pembelian makanan atau belanja kebutuhan sehari-hari untuk lebih bijak dalam memiliki kebutuhan yang bersifat apakah benar-benar menginginkan sayuran, buah ataupun daging dalam satu hari atau bisa membuat jadwal menu makan dalam satu hari. Reuse (gunakan kembali), prinsip ini juga bisa digunakan agar lebih bijak dalam membeli bahan makanan. Misalnya, keinginan memasak menu yang bahan makanannya sama dengan hari sebelumnya sehingga tidak perlu membeli bahan makanan lagi dan menggunakan bahan makanan yang masih ada. Dan prinsip ketiga yaitu recycle (daur ulang), penggunaan bahan makanan yang berakhir busuk maka dapat dibuat menjadi kompos yang tentunya akan mengurangi penggunaan pestisida maupun pupuk kimia yang dapat mencemari lingkungan. Limbah makanan dapat menjadi sumber yang berguna dan ekonomis untuk memperoleh senyawa bernilai tinggi baik bagi industri farmasi, media maupun makanan (Raya et al., 2024; Matharu et al., 2016). Selain itu juga, mengurangi kehilangan pangan pada tahap produksi pada tahun 2030 dengan mendorong agar mempraktikkan 3R (Ardra & Barua., 2022). Ketiga prinsip ini dapat dipraktikkan dalam keseharian khususnya di skala rumah tangga. Sehingga harapannya dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran lingkungan konsumen

untuk bisa mengurangi timbulnya food loss and waste, serta terciptanya lingkungan yang berkelanjutan yang ramah lingkungan juga didukung aspek ekonomi dan kesehatan.

Semakin banyak pengetahuan terkait pengolahan sampah makanan yang menyadari bahwa ini merupakan permasalahan yang kompleks dari berbagai aspek serta perlu dianalisis dari berbagai disiplin ilmu dan sudut pandang. Dalam riset Casonato et al, dituliskan bahwa adanya beberapa kategorisasi intervensi menurut literatur, meliputi kampanye peningkatan kesadaran dan menyediakan informasi yang dimana berupaya memberikan informasi serta mendidik masyarakat tentang sampah makanan yang memiliki tujuan agar mempengaruhi dalam segi sikap, perilaku serta keyakinan terkait food loss and waste (Casonato et al., 2023). Selain itu juga adanya program sekolah atau pendidikan, dorongan dan perubahan arsitektur pilihan konsumen, berbasis norma sosial, pelatihan dan pengembangan kemampuan, serta redistribusi multi-komponen. Hal ini, redistribusi antar konsumen atau pembagian makanan intervensi yang terdiri dari berbagai komponen. Dimana pengurangan limbah makanan tidak dapat dikaitkan dengan satu komponen saja.

Sampah makanan konsumen berkaitan erat dengan gaya hidup dan kebiasaan masing-masing konsumen. Sehingga dapat diasumsikan bahwa di Negara-negara yang memiliki pendapatan tinggi mungkin

mempunyai pola sampah rumah tangga yang sama serta dampak yang sama pula. Food loss and waste salah satu kontributor terbesar terhadap rawannya makanan penggunaan sumber daya alam yakni air dan tanah. Dimana hal ini, tidak efisien, jejak karbon, nitrogen dan fosfor, serta kerugian ekonomi dengan perkiraan berkisar antara 33-40% makanan yang berujung manusia tidak makan (C. Shurson et al., 2023; Wang et al, 2023; World wildlife fund., 2021). Menurut FOA tahun 2019 dalam riset C. Shurson et al., food loss and waste secara mendunia mengakibatkan terbuangnya sumber daya sebesar 30% luas lahan pertanian, 20% konsumsi air tawar, 38% total konsumsi energi, dan menyumbang 8% emisi gas rumah kaca antropogenik (C. Shurson et al., 2023). Penggunaan kembali energi dan nutrisi diberbagai sumber limbah pangan menjadi peluang besar untuk meningkatkan keberlanjutan produksi pangan hewani, tentunya dengan melakukan pengurangan kebutuhan akan penggunaan lahan dan air serta sumber daya lainnya. Peneliti Pasarini et al., menguraikan 7 langkah peraturan nasional utama guna mencegah dan mengurangi food loss and waste di semua tahap rantai pasokan pangan dengan menggunakan pendekatan sistem pangan pertanian, mencakup; pertama membangun kerangka kelembagaan yang memadai, kedua melakukan adopsi bahan pangan hierarki, ketiga melakukan ketetapan target hukum

untuk mengurangi kehilangan dan pemborosan pangan, keempat melakukan ketetapan sistem donasi pangan, kelima memastikan keamanan dan mutu pangan, keenam ketetapan kejelasan syarat label tanggal makanan, dan ketujuh melakukan langkah-langkah fiskal yang tepat (Pasarini et al., 2022).

SIMPULAN

Penting harus disadari bahwa banyak sisa makanan yang terbuang dan berakhir menjadi sampah, sampah makanan khususnya skala rumah tangga akan tetap menjadi masalah utama yang memberikan dampak negatif terhadap masyarakat. Pengolahan sampah menjadi ekobrik dan ekoenzim yang dilakukan di tengah masyarakat Kelurahan Silae dapat berjalan konsisten ditengah masyarakat. Sehingga guna mengatasi kesenjangan besar dalam studi food waste akibat masih minimnya pengetahuan dan kesadaran konsumen. Perlu meningkatkan wawasan mengenai perilaku, srategi, serta jenis makanan yang dapat menjadi area fokus sampah makanan di tingkat rumah tangga. Pendekatan ramah lingkungan dan berkelanjutan juga dapat dilakukan dengan mendaur ulang sampah makanan sebagai sumber daya terbarukan selain dijadikan ekoenzim. Menetapkan target pengurangan sampah juga dapat dilakukan oleh pemerintah daerah dimulai dengan target pengurangan food waste secara

bertahap, memfasilitasi penerapan teknologi dan penerapan label produk yang tentunya lebih ramah lingkungan, memfasilitasi kegiatan mengguna ulang dan mendaur ulang serta memfasilitasi pemasaran produk-produk daur ulang. Salah satu aspek dari kompleksnya permasalahan sampah di Kota Palu tentunya terletak pada tingkat kesadaran dan partisipasi masyarakat yang terbilang masuk golongan rendah. Perlunya keterlibatan masyarakat yang aktif dalam setiap pengambilan kebijakan menjadi hal yang penting. Hal ini dapat dilakukan studi penelitian lanjut agar proses dari implementasi kebijakan tersebut dapat berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annosi, M. C., Brunetta, F., Bimbo, F., & Kostoula, M. (2021). Digitalization within food supply chains to prevent food waste. Drivers, barriers and collaboration practices. *Industrial Marketing Management*, 93, 208-220. <https://doi.org/10.1016/j.indmarm.2021.01.005>
- Agamuthu, P., & Babel, S. (2023). Waste management developments in the last five decades: Asianperspective. *Waste Management and Research*, 41, 1699-1716. <https://doi.org/10.1177/0734242X231199938>
- Ardra, S., & Barua, M. K. (2022). Halving food waste generation by 2030: The challenges and strategies of monitoring UN sustainable development goal target 12.3. *Journal of Cleaner Production*, 380, 135042. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135042>
- Casonato, C., Garcia-Herrero, L., Caldeira, C., & Sala, S. (2023). What a waste! Evidence of consumer food waste prevention and its effectiveness. *Sustainable Production and Consumption*, 41, 305-319. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.08.002>
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Palu. <https://www.medcom.id/nasional/daerah/Rb1RQydk-sampah-di-kota-palu-mencapai-97-492-ton-sebanyak-10-4-plastik>. diakses pada 22 Januari 2023 pukul 10.15 WIB.
- Dutta, S., He, M., Xiong, X., & Tsang, D. (2021). Sustainable Management and recycling of food waste anaerobic digestate: A review. *Bioresource Technology*, 341, 125915. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125915>
- Jia, C., Chenxi, J., Shiqiang, S., Dianhai, Y., Yike, H., Peimin, G., Wafula Gerald, N., Yadong, M., Wenzhi, H., & Guangming, L. (2023). Recognizing the challenges of composting: Critical strategies for control, recycling, and valorization of nitrogen loss. *Resources, Conservation and Recycling*, 198, 107172.

- <https://doi.org/10.1016/j.resco.nrec.2023.107172>
- Kim, J., Rundle-Thiele, S., Knox, K., Burke, K., & Bogomolova, S. (2020). Consumer perspectives on household food waste reduction campaigns. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118608. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118608>
- Kshanaprava, D., Priyanka, T., Venu Babu, B., & Ajay K, D. (2023). Utilization of food waste for biocrude production: review. *Bioresource Technology Reports*, 24, 101595. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101595>
- Undang-undang nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan sampah.
- Peraturan Wali Kota nomor 40 tahun 2021 tentang Pembatasan penggunaan plastik sekali pakai dan styrofoam.
- Raya, A. Y., Sanchez, X. G., Cansino, B., Ramirez, C., & Ponce, J. M. (2024). A typology country framework to evaluate the SDG progress and food waste reduction based on clustering analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 143, 104304. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104304>
- Said, Z., Sharma, P., Thi Bich Nhung, Q., Bora, B. J., Lichtfouse, E., Khalid, H. M., Luque, R., Nguyen, X. P., & Hoang, A. T. (2023). Intelligent approaches for sustainable management and valorisation of food waste. *Bioresource Technology*, 377, 128952. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.128952>
- Shurson G. C., Dierenfeld, E., & Dou, Z. (2023). Rules are meant to be broken-Rethinking the regulations on the use of food waste as animal feed. *Resources, Conservation and Recycling*, 199, 107273. <https://doi.org/10.1016/j.resco.nrec.2023.107273>
- Tamasiga, P., Miri, T., Onyeaka, H., & Hart, A. (2022). Food waste and Circular Economy: challenges and opportunities. *Sustainability*, 14, 9896. <https://doi.org/10.3390/su14169896>
- UNEP, 2023. Food waste index report 2021. <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>
- Vizzoto, F., Testa, F., & Iraldo, F. (2021). Strategies to reduce food waste in the food services sector: A systematic review. *International Journal of Hospitality Management*, 95, 102933. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2021.102933>