

**PENGUATAN PENANGANAN PASCAPANEN UNTUK MENGURANGI
FOOD LOSS DAN FOOD WASTE DI INDONESIA: TANTANGAN DAN
STRATEGI**

***STRENGTHENING POSTHARVEST HANDLING TO REDUCE FOOD
LOSS AND FOOD WASTE IN INDONESIA: CHALLENGES AND STRATEGIES***

Zainuri^{1*}, Fuad Sauqi Isnain¹

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas
Mataram, Mataram, Indonesia

*Email penulis korespondensi: zainuri.ftp@unram.ac.id

Abstrak

Food loss dan *food waste* masih menjadi permasalahan penting di Indonesia karena menyebabkan hilangnya hasil pertanian, menurunkan kualitas produk, dan mengurangi efisiensi pemanfaatan hasil panen. Salah satu penyebab utama tingginya kehilangan dan pemborosan pangan adalah belum optimalnya penanganan pascapanen. Paper ini bertujuan untuk menganalisis berbagai tantangan dalam penanganan pascapanen yang berkontribusi terhadap tingginya *food loss* dan *food waste* di Indonesia serta merumuskan strategi penguatan penanganan pascapanen sebagai solusi untuk menguranginya. Penelitian menggunakan pendekatan *narrative literature review* dengan analisis deskriptif-kualitatif berdasarkan artikel ilmiah, buku, dokumen kebijakan, dan laporan dari berbagai lembaga nasional maupun internasional yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa tingginya *food loss* dan *food waste* dipengaruhi oleh keterbatasan teknologi pascapanen, infrastruktur penyimpanan yang belum memadai, rendahnya kapasitas sumber daya manusia, lemahnya kelembagaan, serta belum optimalnya implementasi kebijakan pendukung. Penguatan penanganan pascapanen melalui penerapan teknologi yang tepat, perbaikan infrastruktur, peningkatan kompetensi pelaku, penguatan kelembagaan, dan dukungan kebijakan yang terintegrasi merupakan strategi utama untuk menekan *food loss* dan *food waste*. Dengan demikian, penguatan penanganan pascapanen merupakan langkah strategis untuk mengurangi kehilangan dan pemborosan pangan serta meningkatkan efisiensi pengelolaan hasil pertanian di Indonesia.

Kata kunci: *food loss*, *food waste*, penanganan pascapanen, teknologi pascapanen, kehilangan hasil

Abstract

Food loss and food waste remain significant challenges in Indonesia, leading to the loss of agricultural products, deterioration in product quality, and inefficient utilization of harvested produce. One of the primary causes of these problems is inadequate postharvest handling. This paper aims to analyze the major challenges in postharvest handling that contribute to high levels of food loss and food waste in Indonesia and to propose strategies for strengthening postharvest handling as a solution to reduce these losses. The study employs a narrative literature review using a descriptive qualitative approach based on scientific journal articles, books, policy documents, and reports published by relevant national and international institutions. The findings indicate that the high incidence of food loss and food waste is primarily associated with limited postharvest technologies, inadequate storage infrastructure, insufficient human resource capacity, weak institutional support, and the suboptimal implementation of supporting policies. Strengthening postharvest handling through the adoption of appropriate technologies, improvement of storage infrastructure, enhancement of stakeholders' capacities, reinforcement of institutional arrangements, and the implementation of integrated supporting policies constitutes a key strategy for reducing food loss and food waste. Therefore, strengthening postharvest handling represents a strategic approach to minimizing food losses and waste while improving the efficiency of agricultural product management in Indonesia.

Keywords: food loss, food waste, postharvest handling, postharvest technology, postharvest losses

PENDAHULUAN

Bidang pasca panen memiliki posisi yang sangat penting dalam sistem pangan. Produksi pertanian yang tinggi tidak akan memberikan manfaat optimal apabila hasil panen banyak yang hilang, rusak, atau mengalami penurunan mutu sebelum sampai ke konsumen. Oleh sebab itu, penanganan pasca panen menjadi jembatan antara keberhasilan budidaya dan keberhasilan pemanfaatan hasil oleh masyarakat. Praktek pasca panen yang baik merupakan salah satu aspek krusial dalam mewujudkan ketahanan pangan masyarakat karena penanganan pasca panen dapat menekan terjadinya kehilangan pangan. Pada komoditas padi misalnya, temuan terbaru menunjukkan bahwa kehilangan hasil masih terjadi pada tahap panen, pengeringan, dan penggilingan, dengan faktor penentu seperti umur panen, metode panen, alat panen, keterlambatan perontokan, ketebalan pengeringan, dan kondisi mesin (Andriani *et al.*, 2025).

Penanganan pasca panen juga berperan menjaga mutu, keamanan, dan daya simpan produk pertanian. Produk hasil pertanian yang ditangani dengan baik akan terhindar dari kerusakan fisik dan mekanis, kerusakan oleh hama dan penyakit pasca panen serta memiliki umur simpan yang lebih panjang. Sebaliknya, penanganan hasil pertanian dengan cara dan kondisi yang kurang tepat dapat mempercepat terjadinya pembusukan, kontaminasi oleh mikroorganisme penyebab penyakit pada bahan, dan penurunan mutu secara umum yang selanjutnya dapat berdampak negatif terhadap nilai ekonomi produk (Lalpekhlua *et al.*, 2024). Dalam konteks pangan segar, data hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan yang terjadi pada tahapan pasca panen merupakan salah satu penyebab utama hilangnya sekitar sepertiga dari hasil produksi hortikultura sebelum mencapai konsumen. Kehilangan hasil pertanian pada tahapan konsumsi juga mencapai jumlah yang substantial dan ini berkontribusi terhadap masih tingginya permasalahan *food waste* (Lalpekhlua *et al.*, 2024).

Lebih jauh lagi, penanganan pasca panen berkaitan erat dengan kualitas dan nilai tambah hasil pertanian. Penanganan pasca panen yang optimal menghasilkan produk pertanian yang kualitasnya terjaga yang selanjutnya berpengaruh terhadap harga jual yang lebih baik, lebih mudah masuk pasar modern, dan lebih kompetitif di pasar global (Zainuri & Sjah, 2023). Indonesia diketahui menjadi salah satu negara dengan tingkat *food loss* dan *food waste* tertinggi di Asia Tenggara, dengan estimasi 17–30% pangan yang terbuang percuma, baik pada tahap produksi–pasca panen maupun konsumsi (Bappenas, 2021). Kehilangan ini mensinyalkan adanya kerugian ekonomi, pemborosan sumber daya, serta ancaman terhadap status gizi Masyarakat dan keberlanjutan lingkungan.

Penanganan pasca panen yang optimal menunjukkan beberapa kontribusi substansial. Pertama, *food loss* dan *food waste* dapat dihindari, dan penghindaran kehilangan hasil ini menjadi sumber ketersediaan produksi hasil pertanian (terutama pangan). Jumlahnya sangat substansial, yaitu ada sekitar 14% *food loss* dan sekitar 17% *food waste*. Total kedua ini menjadi lebih dari 30% (FAO, 2011). Secara fisik jumlah ini mencapai 23–48 juta ton/tahun. Ini menjadi tambahan bagi ketersediaan pangan, yang selanjutnya dapat diakses dan dikonsumsi oleh masyarakat, sehingga ketahanan pangan meningkat. Kedua, penanganan pasca panen yang lebih baik juga meningkatkan kualitas pangan. Ini secara bersama-sama dengan penghindaran kerusakan pangan menambah nilai ekonomi dari pangan, yang selanjutnya menambah kemampuan untuk mengakses pangan. Ketiga, penghindaran kehilangan atau kerusakan pangan berdampak positif terhadap kelestarian lingkungan. Misalnya, menghindari polusi lingkungan, mengurangi terjadinya gas metana, dan semacam itu.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai tantangan dalam penanganan pascapanen yang masih menjadi penyebab tingginya *food loss* dan *food waste* di Indonesia, serta mengidentifikasi strategi penguatan penanganan pascapanen yang dapat diterapkan untuk mengurangi kehilangan dan pemborosan pangan. Paper ini diharapkan memberikan manfaat baik secara akademik maupun praktis dalam upaya mengurangi *food loss* dan *food waste* melalui penguatan penanganan pascapanen di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kajian pustaka atau pengumpulan data sekunder. Pendekatan ini dipilih untuk mengidentifikasi, mengintegrasikan, dan mensintesis berbagai hasil penelitian, dokumen kebijakan, serta laporan lembaga nasional dan internasional yang berkaitan dengan penanganan pascapanen, *food loss*, *food waste*, ketahanan pangan, dan pembangunan sistem pangan berkelanjutan di Indonesia.

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal nasional dan internasional bereputasi, prosiding ilmiah, buku akademik, laporan penelitian, serta dokumen resmi dari berbagai institusi, seperti Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Badan Pangan Nasional, Badan Pusat Statistik (BPS), Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), Food and Agriculture Organization (FAO), United Nations Environment Programme (UNEP), World Bank, dan Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

Analisis data dilakukan melalui analisis tematik (*thematic analysis*). Seluruh informasi yang diperoleh dikelompokkan ke dalam beberapa tema utama, yaitu: (1) kondisi dan tingkat *food loss* serta *food waste* di Indonesia; (2) faktor-faktor penyebab kehilangan dan pemborosan pangan pada setiap tahapan rantai pasok; (3) tantangan dalam penanganan pascapanen yang meliputi aspek teknologi, infrastruktur, kelembagaan, sumber daya manusia, pembiayaan, logistik, serta kebijakan; dan (4) strategi penguatan penanganan pascapanen untuk mengurangi *food loss* dan *food waste* melalui penerapan inovasi teknologi, peningkatan kapasitas pelaku, penguatan kelembagaan, integrasi rantai pasok, serta dukungan kebijakan pemerintah. Hasil penelitian disajikan pada bagian berikut ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permasalahan Pasca Panen

Permasalahan utama pasca panen komoditas pertanian secara umum terletak pada tingginya susut hasil pada berbagai tahap kegiatan pasca panen. Penanganan pasca panen mencakup serangkaian tindakan yang dilakukan pada saat panen dan setelah panen, dimulai dengan tahapan pemanenan, pembersihan, sortasi, tindakan pengendalian hama dan penyakit, grading, penyimpanan, dan distribusi. Pada komoditas padi misalnya, kehilangan hasil dapat terjadi pada beberapa tahapan termasuk saat panen dan perontokan, pengeringan, penyimpanan, transportasi, hingga pada tahap penggilingan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa susut hasil pada tahap panen dan perontokan berkisar 2-4,46 persen, pengeringan 0,52-1,55 persen, dan penggilingan 1-2,5 persen (Andriani *et al.*, 2025). Apabila diakumulasikan, kehilangan hasil tersebut dapat mencapai lebih dari 5–8 persen dari total produksi. Pada tingkat nasional, angka ini setara dengan ratusan ribu hingga jutaan ton beras yang sebenarnya masih dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat.

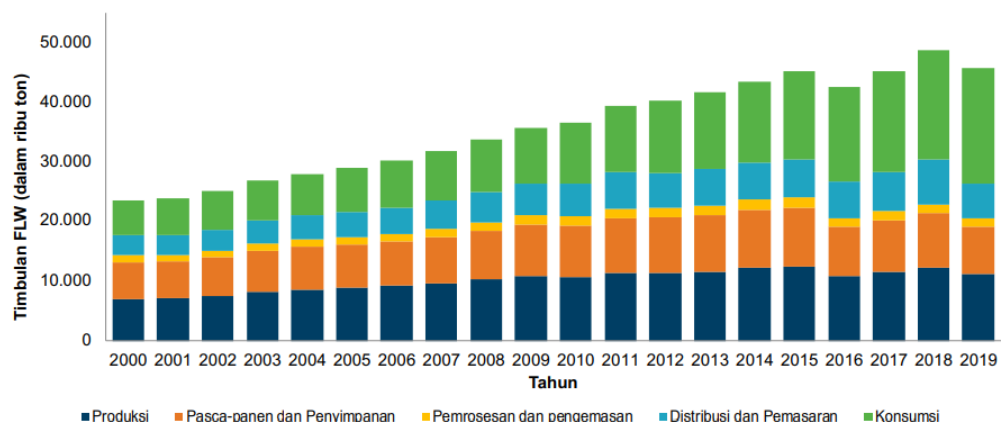
Permasalahan kedua adalah kerusakan dan penurunan mutu produk juga terjadi akibat penanganan yang kurang tepat. Produk yang dipanen terlalu dini atau terlambat, ditumpuk terlalu lama, dikeringkan tidak seragam, atau disimpan pada kondisi yang lembab akan mengalami penurunan mutu lebih cepat. Pada komoditas hortikultura, masalah kehilangan hasil panen setelah ini lebih kompleks karena karakteristik komoditas hortikultura sangat mudah rusak secara fisik dan mekanis serta sensitif terhadap perubahan suhu (Anusha *et al.*, 2024; Ariwaodo, 2022). Ini berarti bahwa sebagian hasil panen sebenarnya masih dapat dimanfaatkan, tetapi kondisi pasca panen yang kurang optimal menyebabkan terjadinya kerusakan atau degradasi secara kimia dan mikrobiologis sebelum hasil panen mencapai konsumen.

Selain menyebabkan kehilangan fisik dan penurunan mutu, masalah pasca panen juga menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan. Produk dengan mutu rendah umumnya dihargai lebih murah, memiliki akses pasar yang lebih terbatas, dan sering kali tidak memenuhi standar pasar modern maupun ekspor. Akibatnya, pendapatan petani dan pelaku usaha agribisnis menjadi lebih rendah dibandingkan potensi yang seharusnya dapat diperoleh.

Ketiga, terdapat keterbatasan teknologi, infrastruktur, sumber daya manusia, dan kelembagaan dalam penerapan teknologi pasca panen yang optimal. Tidak semua petani memiliki akses terhadap fasilitas yang memadai termasuk alat panen modern, alat pengering, gudang penyimpanan, ataupun fasilitas pendingin. Selain itu, kemampuan adopsi teknologi seringkali belum merata, sehingga teknologi yang sudah tersedia belum tentu dimanfaatkan secara optimal (Andriani *et al.*, 2025). Di sisi kelembagaan, koordinasi antara hulu dan hilir pangan masih belum sepenuhnya terintegrasi, padahal penyebab *food loss* dan *food waste* tersebar di sepanjang rantai pasok pangan (Suryana *et al.*, 2023; WRI Indonesia, 2024).

Permasalahan *Food Loss* dan *Food Waste* di Indonesia

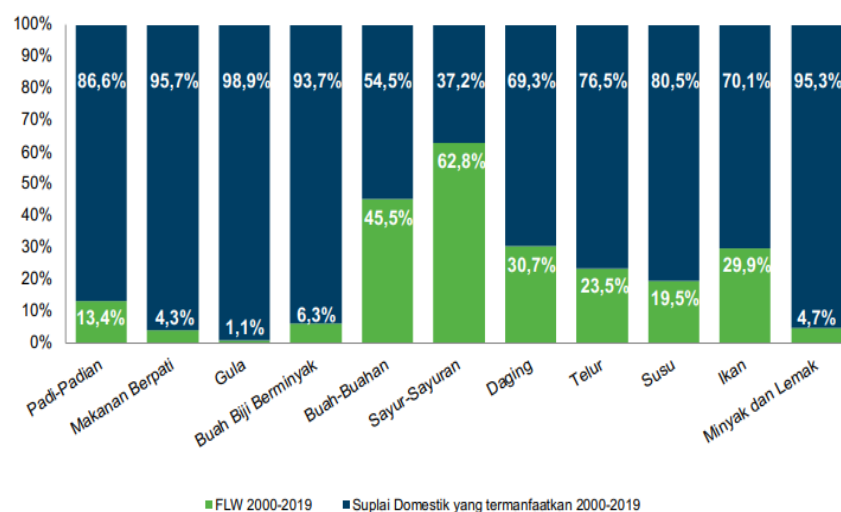
FAO (2011) melaporkan bahwa sekitar 1/3 dari 1,3 miliar ton makanan yang diproduksi untuk konsumsi manusia setiap tahun, hilang atau terbuang. Menurut The Economist Intelligence Unit (2016), Indonesia merupakan negara berkembang terbesar kedua yang melakukan pemborosan makanan setelah negara Arab Saudi. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa persentase kehilangan dan terbuangnya pangan di Indonesia selama periode tahun 2000-2019 terus mengalami peningkatan (Gambar 1). Selama kurun waktu tersebut diperkirakan Indonesia telah kehilangan sekitar 213-551 triliun rupiah setiap tahun akibat *food loss* dan *food waste* (Bappenas, 2021).



Gambar 1. Timbunan *food loss* dan *food waste* Indonesia tahun 2000-2019 per tahap rantai pasok pangan (dalam ribu ton) (Bappenas, 2021)

Gambar 1 menunjukkan bahwa *food loss* dan *food waste* terjadi pada seluruh tahapan rantai pasok pangan, mulai dari produksi hingga konsumsi. Hal ini mengindikasikan bahwa penyelesaiannya tidak dapat hanya mengandalkan perbaikan pada satu tahap saja, tetapi memerlukan pendekatan sistemik yang melibatkan seluruh pelaku rantai pangan.

Diantara beragam komoditas pertanian, kelompok komoditas hortikultura yaitu buah-buahan dan sayur-sayuran menempati persentase *food loss* dan *food waste* yang tertinggi. Hal ini terkait dengan karakteristik komoditas hortikultura (buah-buahan dan sayur-sayuran) yang mengandung kadar air tinggi dan jaringan pada bagian luar bahan yang agak lunak sehingga rentan terhadap kerusakan (Bappenas, 2021). Tingginya *food loss* dan *food waste* pada komoditas hortikultura tidak hanya disebabkan oleh kadar air yang tinggi dan jaringan yang lunak, tetapi juga karena umur simpan yang relatif pendek, laju respirasi yang tinggi, sensitivitas terhadap kerusakan mekanis, serta keterbatasan infrastruktur rantai dingin selama penyimpanan dan distribusi.



Gambar 2. Persentase *food loss* dan *food waste* pada beberapa kategori pangan (Bappenas, 2021)

Menurut laporan Koalisi Sistem Pangan Lestari (2022), kehilangan pangan dapat mencapai 14% pada tahapan produksi dan penanganan pasca panen terutama pada tahapan penyimpanan, transportasi dan pengolahan, sedangkan terbuangnya pangan dengan persentase yang lebih tinggi (17%) dilaporkan terjadi selama distribusi dan pemasaran (di tingkat pengepul dan pengecer), pada tingkat penyedia pangan termasuk restoran serta di tahap konsumen akhir atau rumah tangga (Bappenas, 2021). Temuan tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar kehilangan pangan terjadi pada tahapan yang masih berada dalam lingkup penanganan pasca panen dan distribusi. Oleh karena itu, perbaikan sistem pasca panen memiliki potensi yang besar untuk menurunkan *food loss* secara signifikan sebelum pangan memasuki tahap konsumsi.

Tingginya persentase *food loss* dan *food waste* secara signifikan mengurangi jumlah pangan yang tersedia untuk dikonsumsi, yang selanjutnya dapat berpengaruh terhadap meningkatnya harga pangan sehingga menyebabkan kesulitan bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya. Kondisi ini akhirnya dapat memperburuk kasus kelaparan dan malnutrisi.

Dalam jangka panjang, tingginya *food loss* dan dapat memperbesar tekanan terhadap sistem penyediaan pangan nasional sehingga meningkatkan kebutuhan untuk menambah pasokan dari berbagai sumber, termasuk impor pada komoditas tertentu. Oleh karena itu, upaya dan solusi yang strategis untuk menekan *food loss* dan *food waste* menjadi sangat penting untuk memastikan pangan yang cukup, bergizi, dan terjangkau bagi seluruh lapisan masyarakat untuk memastikan tercapainya ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Penyebab Food Loss Dan Food Waste di Indonesia

FAO (2022) melaporkan beberapa faktor yang menyebabkan atau mendukung terjadinya kehilangan dan pemborosan pangan antara lain kurangnya implementasi *good handling practice* termasuk penentuan waktu panen yang kurang tepat, cara pemanenan yang kurang baik, kualitas kemasan atau wadah yang kurang baik, fasilitas ruang penyimpanan yang kurang optimal, keterbatasan teknologi, dan produksi yang berlebih. Tingginya kasus terbuangnya pangan di tingkat konsumen terutama disebabkan oleh perilaku konsumen, standar kualitas dan preferensi konsumen serta masih rendahnya pengetahuan tentang masa kadaluarsa yang tertera dalam kemasan. Penjelasan yang lebih rinci untuk masing-masing faktor disampaikan sebagai berikut.

Waktu dan Cara Panen

Kehilangan hasil produksi yang paling rentan terjadi terutama pada komoditas hortikultura yang diantaranya meliputi sayuran dan buah. Kehilangan hasil panen merupakan masalah yang sering dihadapi oleh petani hortikultura. Hal ini karena karakteristik komoditas hortikultura merupakan jenis hasil pertanian yang cepat mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi dapat berupa kerusakan fisik, degradasi secara kimiawi, dan/atau perombakan oleh mikroorganisme. Untuk itu pemerintah mengatur strategi untuk pencegahan atau meminimalkan terjadinya kerusakan bahan melalui penetapan Peraturan Menteri Pertanian No. 22 Tahun 2021 tentang tentang praktek hortikultura yang baik. Pada Pasal 40 dan 41 diatur tentang waktu panen dan cara panen yang baik untuk produk hortikultura (Menteri Pertanian, 2021).

Untuk menghasilkan mutu hasil buah dan sayur yang optimal maka waktu panen harus dilakukan pada waktu yang tepat yaitu ketika tingkat perkembangan fisiologis buah dan sayur telah mencapai tahap optimal. Pelaksanaan panen yang terlalu awal menyebabkan kualitas hasil yang diperoleh tidak optimal. Hal ini terkait erat dengan proses fisiologis dan biokimia yang terjadi di dalam buah dan sayur. Sebagai contoh, pemanenan buah mangga jika dilakukan terlalu awal akan menghasilkan buah dengan kualitas yang rendah, yang ditunjukkan oleh rasa yang kurang manis dan aroma buah yang kurang kuat. Hal ini disebabkan karena sintesa senyawa makro seperti pati yang belum optimal. Kandungan pati yang optimal merupakan salah satu komponen utama yang sangat penting dalam mempertimbangkan kesiapan buah mangga untuk dipanen. Kandungan pati yang rendah pada saat buah dipanen, menyebabkan kandungan gula yang berasal dari perombakan pati selama proses pematangan relatif rendah, yang selanjutnya berdampak terhadap rasa buah dengan tingkat kemanisan yang kurang. Demikian juga, proses fisiologis yang belum optimal juga berpengaruh terhadap kurangnya sintesa beberapa senyawa metabolit sekunder yang berperan pada pembentukan aroma buah. Sebaliknya, pemanenan yang terlambat juga menghasilkan buah yang berkualitas rendah. Hal ini terkait dengan perubahan struktur sel jaringan buah atau sayur yang semakin longgar atau rapuh sehingga menjadi sangat rentan terhadap kerusakan fisik, kimia dan perombakan oleh mikroba yang mengakibatkan terjadinya pembusukan bahan dan akhirnya menjadi bagian dari bahan yang terbuang.

Penentuan saat panen juga dipengaruhi oleh permintaan pasar. Fluktuasi harga dan permintaan pasar sering mendorong petani melakukan panen sebelum mencapai kematangan fisiologis optimum. Praktik ini dapat menurunkan mutu produk dan memperbesar risiko penolakan oleh pasar sehingga berpotensi meningkatkan *food loss*. Selain penentuan saat panen yang tepat, kualitas hasil juga sangat erat kaitannya dengan cara panen. Kekeliruan dalam penggunaan teknik atau cara pemanenan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan hasil terutama kerusakan mekanis. Misalnya, dalam proses pemanenan buah kadang terjadi luka pada buah yang disebabkan oleh alat panen dengan disain yang kurang tepat. Disain alat panen yang tidak dilengkapi dengan pelindung bahan juga dapat menyebabkan jatuhnya buah sehingga menyebabkan kerusakan dan menurunkan bahkan menghilangkan nilai ekonominya.

Kualitas Kemasan atau Wadah Hasil Pertanian

Kemasan memegang peranan yang sangat penting dalam mempertahankan mutu bahan. Kemasan yang baik untuk bahan segar adalah kemasan yang terbuat dari bahan yang bagus dan cukup kokoh untuk menopang bahan. Selain kekuatan bahan kemasan, disain kemasan juga harus memenuhi persyaratan sesuai dengan karakteristik bahan yang akan dikemas. Kekuatan struktur kemasan ini sangat penting terutama untuk uji pemasaran produk jarak jauh seperti untuk tujuan ekspor atau pemasaran antar pulau.

Buah dan sayur segar yang merupakan bahan yang masih terus mengalami proses fisiologis setelah panen, sehingga membutuhkan kemasan dengan disain yang memungkinkan terjadinya sirkulasi udara yang cukup sehingga proses respirasi berjalan dengan lancar sesuai dengan yang diharapkan. Sirkulasi udara yang baik dalam kemasan bahan segar juga sangat penting untuk menghindari terjadinya penumpukan uap air di dalam kemasan yang dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme yang selanjutnya dapat menyebabkan busuk buah atau sayur yang dikemas.

Teknologi Pengendalian Hama dan Penyakit Pasca panen

Faktor penting lainnya yang sering menyebabkan terjadinya banyak kehilangan hasil setelah panen adalah kerusakan hasil panen yang disebabkan oleh serangan hama dan penyakit pasca panen (Zainuri *et al.*, 2021). Buah atau hasil pertanian lainnya yang bermutu sangat bagus ketika dipanen mestinya diharapkan dapat terjaga kualitasnya hingga ke tangan konsumen dan memberikan keuntungan besar bagi petani. Namun demikian, keterbatasan dalam teknologi pengendalian hama dan penyakit pasca panen menyebabkan menurunnya mutu bahan bahkan berakhir pada rusaknya bahan sebelum berhasil dijual.

Pengembangan riset untuk menghasilkan teknologi pengendalian hama dan penyakit terutama teknologi yang aman dan ramah terhadap lingkungan sangat dibutuhkan (Zainuri & Sjah, 2025). Inovasi teknologi yang aman untuk kesehatan menjadi sangat penting dengan memperhatikan semakin meningkatnya kesadaran konsumen tentang pola makan dan hidup yang sehat. Selain itu, pengembangan teknologi yang aman dan ramah lingkungan juga sangat perlu untuk melindungi petani dan buruh tani dari paparan bahan kimia berbahaya yang berpotensi mengganggu kesehatannya. Penerapan teknologi pertanian yang ramah lingkungan juga sangat krusial untuk mendukung akselerasi pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan atau *sustainable development goals* (SDGs) yang dalam tujuan ke 2 nya yaitu “Menghilangkan Kelaparan atau *Zero Hunger*, mencapai ketahanan pangan dan gizi serta meningkatkan pertanian berkelanjutan” dan tujuan ke 12 nya yaitu “Menjamin pola produksi dan konsumsi yang bertanggungjawab”. Pencapaian program SDGs ini menjadi tanggung jawab semua pihak untuk kehidupan masa depan yang lebih baik.

Fasilitas Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan merupakan salah satu komponen utama dalam rantai pasok pangan. Keberadaan fasilitas untuk penyimpanan ini sangat penting untuk penyimpanan produk sebelum siap diedarkan ke pasar atau ke konsumen. Produk hasil pertanian segar dan produk olahan membutuhkan ruang penyimpanan dengan kondisi suhu dan kelembaban tertentu sesuai dengan karakteristik bahan. Selain itu, aspek penting lainnya dalam ruang penyimpanan yaitu kondisi sanitasi dan sirkulasi udara. Hal ini yang seringkali kurang mendapatkan perhatian di tingkat petani dan/atau usaha industri rumah tangga yang bergerak dalam bidang hasil pertanian. Pengaturan kondisi yang ideal sangat penting untuk dapat menjaga atau mempertahankan kualitas produk yang disimpan sehingga dapat menekan terjadinya kehilangan hasil produksi selama penyimpanan.

Pemahaman Tentang Waktu Kedaluwarsa Produk

Kehilangan pangan terutama di tingkat konsumen juga berkaitan erat dengan tingkat pemahaman konsumen tentang masa kedaluwarsa. Waktu kedaluwarsa atau dikenal juga dengan masa kadaluwarsa produk pangan merupakan batas waktu suatu produk pangan dijamin mutunya bagi konsumen dengan ketentuan pangan tersebut disimpan pada kondisi sesuai dengan keterangan yang diberikan oleh produsen. Persyaratan dan ketentuan tentang batas kedaluwarsa produk pangan tercantum secara rinci dalam Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 31 Tahun 2018 Tentang Label Pangan Olahan. Dalam Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan (BPOM) tersebut, informasi tentang batas kedaluwarsa merupakan salah satu komponen wajib yang harus dicantumkan dalam label kemasan pangan. Pada pasal 34 ayat 5 dinyatakan bahwa keterangan kedaluwarsa sebagaimana dimaksud pada ayat (1) didahului tulisan “Baik digunakan sebelum” (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2018). Di dunia internasional keterangan kedaluwarsa ditulis dalam phrase “*Best if Used By*” atau “*Best if Used Before*”. Keterangan ini bermakna yaitu pangan dijamin mutunya masih bagus jika dikonsumsi sebelum tanggal, bulan dan tahun yang tertera tersebut. Ini tidak menunjukkan bahwa pangan tersebut tidak aman untuk dikonsumsi setelah tanggal tersebut, akan tetapi pengecualian untuk produk pangan beresiko tinggi misalnya makanan atau produk formula untuk bayi dan produk beresiko tinggi lainnya.

Kekeliruan dalam menginterpretasikan informasi tentang kedaluwarsa tersebut menyebabkan konsumen membuang makanannya ketika melebihi atau melewati tanggal yang tertulis, sementara jika diperhatikan produk tersebut tidak menunjukkan adanya penyimpanan sehingga sebenarnya masih layak untuk dikonsumsi atau diolah lebih lanjut untuk keperluan yang akan datang. Konsumen harus memperhatikan dengan baik produk pangan sebelum dikonsumsi dengan cara mengenali karakteristik mutu masing-masing produk sehingga dapat menilai tingkat kelayakannya untuk dikonsumsi dan dapat mengambil langkah penyelamatan produknya sebelum terjadi kerusakan. Misalnya, produk roti tawar yang menjelang tanggal kedaluwarsa 1 atau 2 hari ke depan dapat segera diolah menjadi produk bentuk lain yang lebih awet sehingga dapat dimanfaatkan untuk memenuhi konsumsi keluarga atau dijual sebagai sumber tambahan pendapatan. Contoh kasus lainnya, produk keripik kentang dalam kemasan yang mempunyai informasi baik digunakan sebelum 14 Desember 2024. Jika dikonsumsi setelah tanggal tersebut kemungkinan tingkat kerenyahannya berkurang atau aroma khas kentang berkurang. Pada kondisi tersebut produk kentang masih aman untuk dikonsumsi. Namun jika tercium aroma menyimpang seperti muncul aroma tengik maka produk tersebut menjadi tidak aman untuk dikonsumsi.

Penyimpangan mutu suatu produk mungkin terjadi dengan cepat jika cara penyimpanan produk yang dilakukan di tingkat retail atau konsumen tidak sesuai dengan

anjuan produsen yang dicantumkan pada kemasan produk. Misalnya penyimpanan produk pada ruangan dengan kondisi suhu yang lebih tinggi daripada kondisi yang disarankan dapat menyebabkan laju degradasi komponen lemak atau residu minyak pada produk menjadi lebih cepat sehingga menghasilkan aroma yang tengik.

Perilaku Konsumen

Perilaku konsumen dalam mengkonsumsi pangan berkaitan erat dengan dengan tingginya kasus *food waste* di Indonesia. Hasil penelitian Edoardo (2019) dan Garbo dan Karina (2023) menunjukkan bahwa penyebab yang utama dari perilaku menyisakan makanan adalah dari perilaku konsumen dalam mengkonsumsi pangan (Chabibah *et al.*, 2024). Menurut SIPSN (2024) jumlah sampah yang dihasilkan di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 13.591.390,53 ton per tahun. Dari jumlah tersebut jenis sampah yang mendominasi adalah sampah dari sisa makanan atau makanan yang terbuang yang mencapai hingga 40%. Menurut FAO (2014), sampah makanan atau *food waste* merupakan makanan yang seharusnya masih bisa untuk dikonsumsi tetapi tidak dikonsumsi oleh masyarakat karena alasan tertentu sehingga makanan tersebut pada akhirnya menjadi limbah.

Kasus tingginya pangan yang terbuang di Indonesia juga banyak terjadi pada acara-acara besar seperti perayaan pesta, acara adat dan bentuk acara lainnya. Pada acara tersebut biasanya penyediaan pangan dilakukan secara berlebih yang dimaksudkan untuk menjamin pangan yang cukup bagi tamu dalam pelaksanaan acara tersebut, namun tidak jarang terjadi justru menyisakan banyak makanan. Selanjutnya sisa makanan yang tidak ditangani dengan baik menjadi rusak dan berakhir di tempat pembuangan sampah. Peningkatan pemahaman konsumen tentang cara penanganan dan pengolahan pangan sisa menjadi produk yang dapat dimanfaatkan dan bahkan bernilai ekonomi sangat dibutuhkan. Selain kebiasaan menyisakan makanan, *food waste* juga dipengaruhi oleh perilaku pembelian yang berlebihan dan rendahnya perencanaan konsumsi rumah tangga.

Dari sisi dampak, *food loss* dan *food waste* memiliki implikasi ekonomi, sosial, dan lingkungan yang sangat besar. Secara ekonomi, *food loss* dan *food waste* berarti biaya produksi yang sudah dikeluarkan tidak kembali dalam bentuk pendapatan. Secara sosial, kehilangan pangan pada skala besar mengurangi potensi pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat dan memperlebar kesenjangan akses pangan. Secara lingkungan, *food loss* dan *food waste* meningkatkan emisi, memperbesar jejak karbon sistem pangan, dan memboroskan air serta energi yang telah digunakan dalam produksi (WRI Indonesia, 2024; IEA Bioenergy, 2024).

Dalam konteks Indonesia, berbagai laporan memperkirakan bahwa potensi kerugian ekonomi *food loss* dan *food waste* mencapai ratusan triliun rupiah per tahun, sedangkan volume pangan yang hilang sebenarnya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan konsumsi masyarakat dalam jumlah sangat besar (Wahyudi *et al.*, 2024; WRI Indonesia, 2024). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengurangan *food loss* dan *food waste* harus ditempatkan sebagai bagian dari strategi pembangunan nasional, bukan sekadar isu teknis sektoral. Pemerintah Indonesia telah mendorong berbagai upaya, termasuk penguatan infrastruktur pasca panen, peningkatan kapasitas SDM, pengurangan susut hasil, serta penyusunan peta jalan pengelolaan *food loss* dan *food waste* (Badan Pangan Nasional, 2022; FAO, 2023). Dalam kerangka ini, perguruan tinggi memiliki peran penting untuk menyediakan riset, inovasi, dan model intervensi yang sesuai dengan karakter komoditas dan kondisi sosial-ekonomi masyarakat. Dengan demikian, pengurangan *food loss* and *food waste* bukan hanya memperbaiki efisiensi rantai pasok, tetapi juga menjadi jalan penting untuk memperkuat ketahanan pangan, ketahanan gizi, dan keberlanjutan lingkungan (Suryana *et al.*, 2023; WRI Indonesia, 2024).

Strategi Optimalisasi Penanganan Pasca Panen

Untuk dapat menerapkan strategi penanganan pasca panen yang optimal maka harus dimulai dari pemahaman bahwa setiap komoditas memiliki karakter fisiologis, morfologis, dan ketahanan simpan yang berbeda. Oleh karena itu, tidak ada satu paket teknologi yang cocok untuk semua produk; yang dibutuhkan adalah pendekatan spesifik berbasis komoditas, skala usaha, dan kondisi infrastruktur setempat (Anusha *et al.*, 2024). Dalam konteks ini, tujuan utama pasca panen bukan hanya menyelamatkan hasil, tetapi juga menjaga mutu, memperpanjang umur simpan, dan mempertahankan nilai ekonomi produk.

Langkah pertama dalam optimalisasi penanganan pasca panen adalah penerapan panen tepat waktu dan teknik panen yang baik. Panen yang dilakukan pada tingkat kematangan optimum akan menekan kerusakan fisik, menjaga komposisi kimia produk, dan mengurangi kehilangan awal. Pada komoditas padi, penentuan umur panen sangat menentukan tingkat gabah rontok, kadar air, dan mutu beras akhir (Andriani *et al.*, 2025). Pada hortikultura, panen terlalu muda atau terlalu tua dapat memicu penurunan mutu yang lebih cepat, sehingga pemilihan waktu panen merupakan kunci pertama keberhasilan pasca panen (Anusha *et al.*, 2024).

Setelah panen, hasil harus segera dipindahkan ke tempat teduh dan diperlakukan secara hati-hati untuk mencegah kerusakan mekanis. Tahap awal ini penting karena benturan, tekanan, dan paparan panas lapang dapat memicu respirasi tinggi, kehilangan air, dan kerusakan mikro. Oleh karena itu, pengumpulan hasil perlu dilakukan dengan alur yang efisien, wadah yang sesuai, dan waktu tunggu yang minimal sebelum proses berikutnya (Anusha *et al.*, 2024; Ariwaodo, 2022). Pada komoditas yang sangat mudah rusak, perbedaan beberapa jam saja dapat berpengaruh besar terhadap mutu akhir bahan.

Tahap berikutnya adalah sortasi, grading, dan pembersihan hasil secara cepat dan tepat. Sortasi diperlukan untuk memisahkan produk yang rusak, terinfeksi, atau tidak memenuhi standar agar tidak menulari atau menurunkan kualitas hasil lainnya. Grading membantu pengelompokan berdasarkan ukuran, tingkat kematangan, dan mutu visual sehingga pemasaran dapat dilakukan secara lebih efisien dan bernilai tinggi (Anusha *et al.*, 2024). Dalam praktik perdagangan, produk yang terkelompok rapi berdasarkan mutu akan lebih mudah dipasarkan, lebih seragam dalam harga, dan lebih diterima oleh pasar modern.

Pengeringan merupakan salah satu titik paling kritis dalam pasca panen, terutama pada komoditas biji-bijian seperti padi dan jagung. Pengeringan yang lambat, tidak merata, atau dilakukan pada kondisi yang tidak higienis akan meningkatkan risiko pertumbuhan jamur, perubahan warna, dan penurunan daya simpan. Literatur menunjukkan bahwa teknik pengeringan yang tepat atau baik menggunakan alat pengering, pengeringan lapang yang terkontrol, maupun sistem sirkulasi udara yang efisien dapat menjaga kadar air pada tingkat aman tanpa merusak kualitas produk (Andriani *et al.*, 2025; Badan Pangan Nasional, 2021). Dengan demikian, pengeringan bukan sekadar proses mengurangi air, tetapi proses pengendalian mutu bahan.

Penyimpanan juga memegang peranan sangat penting. Produk yang disimpan harus berada pada suhu, kelembapan, dan ventilasi yang sesuai agar laju respirasi, transpirasi, dan aktivitas mikroba dapat ditekan. Untuk komoditas tertentu, penyimpanan dengan atmosfer terkendali, pengaturan kelembapan, dan perlindungan terhadap serangga atau jamur menjadi kebutuhan yang tidak dapat diabaikan (Anusha *et al.*, 2024; Ariwaodo, 2022). Pada bahan yang mudah rusak, penyimpanan yang baik sering kali menjadi faktor penentu apakah produk masih bernilai jual atau tidak.

Selain penyimpanan, pengemasan dan transportasi perlu dirancang agar mampu melindungi mutu produk selama distribusi. Kemasan yang baik berfungsi sebagai pelindung fisik, pengendali kelembapan, dan penghalang kontaminan. Inovasi seperti *coating*, *intelligent packaging*, *active packaging*, dan *modified atmosphere packaging* terbukti mampu memperlambat penurunan mutu, menjaga atmosfer internal kemasan, dan memperpanjang umur simpan (Anusha *et al.*, 2024). Pada komoditas hortikultura segar, kemasan yang tepat bahkan dapat mengurangi kerusakan selama transportasi jarak jauh dan meningkatkan daya saing produk di pasar.

Penguatan rantai dingin menjadi strategi yang sangat penting bagi komoditas hortikultura dan produk mudah rusak. Pendinginan segera setelah panen, penyimpanan pada suhu optimum, serta distribusi dengan kendaraan berpendingin dapat menurunkan laju kerusakan secara signifikan (Rizzo, 2025). Namun, biaya dan ketersediaan energi masih menjadi tantangan, sehingga perlu dikembangkan solusi rendah biaya seperti *zero energy cool chamber*, pemanfaatan bahan lokal, dan sistem pendinginan pasif yang lebih terjangkau (Ariwaodo, 2022; Soni & Modi, 2024).

Di era digital, pemanfaatan teknologi monitoring mutu dan distribusi semakin dibutuhkan. Sensor suhu, sensor kelembapan, pencitraan spektral, dan sistem pemantauan berbasis data membantu memastikan bahwa produk tetap berada dalam kondisi optimal selama penyimpanan dan transportasi (Anusha *et al.*, 2024; O'Brien & Alamar, 2025). Teknologi ini juga memungkinkan pelaku usaha mengambil keputusan cepat jika terjadi penyimpangan kondisi simpan, sehingga kerugian dapat dicegah sejak dini.

Namun, teknologi tidak akan efektif tanpa dukungan sumber daya manusia dan kelembagaan. Karena itu, pelatihan petani, operator, penyuluh, pengelola gudang, dan pelaku distribusi harus menjadi bagian integral dari strategi optimalisasi pasca panen. Penguatan kelembagaan juga diperlukan agar standar mutu, sistem pencatatan, akses pembiayaan, dan koordinasi rantai pasok dapat berjalan lebih baik (Badan Pangan Nasional, 2022; Suryana *et al.*, 2023). Dengan kata lain, optimalisasi pasca panen harus dipandang sebagai integrasi antara teknologi, manajemen, kebijakan, dan karenanya memerlukan dukungan dari banyak pihak terkait dengan proses produksi, panen, pasca panen, transportasi, penyimpanan, kebijakan, edukasi, dan konsumsi.

Pada akhirnya, strategi optimalisasi pasca panen yang efektif adalah strategi yang menggabungkan panen tepat waktu, penanganan awal yang hati-hati, sortasi dan grading, pengeringan efisien, penyimpanan yang tepat, pengemasan modern, rantai dingin, digitalisasi, serta peningkatan kapasitas manusia dan kelembagaan. Kombinasi ini bukan hanya menekan susut hasil, tetapi juga meningkatkan mutu produk, memperpanjang umur simpan, dan memperkuat daya saing hasil pertanian di pasar domestik maupun internasional (Anusha *et al.*, 2024).

Optimalisasi penanganan pasca panen berpengaruh langsung terhadap peningkatan kualitas produk, baik dari aspek fisik, kimia, mikrobiologis, maupun organoleptik. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa manajemen pasca panen yang tepat dapat menurunkan kehilangan bobot, mempertahankan kekerasan atau tekstur, memperlambat perubahan warna, serta menjaga mutu sensori produk lebih lama selama penyimpanan (Lalpekhluva *et al.*, 2024; Munira *et al.*, 2024).

Kajian internasional tahun 2024 menegaskan bahwa strategi pasca panen yang terintegrasi, mencakup teknik fisik, perlakuan kimia, dan pengemasan canggih, mampu menekan kerusakan mikrobiologis, memperlambat reaksi enzimatis, dan mempertahankan sifat organoleptik hasil pertanian. Kajian ini juga menekankan bahwa penggunaan kemasan aktif, kemasan cerdas, dan *modified atmosphere packaging* efektif

memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas produk segar agar tetap memenuhi standar pasar domestik maupun ekspor (Lalpekhluwa *et al.*, 2024).

Temuan lain menunjukkan bahwa perlakuan *preharvest* dan *postharvest* tertentu dapat mempertahankan kualitas simpan produk hortikultura bernilai tinggi. Pada *globe artichoke*, misalnya, perlakuan oxalic acid dan kombinasi *pre-cooling* dengan *modified atmosphere packaging* terbukti menurunkan kehilangan bobot, memperlambat respirasi, mempertahankan senyawa fenolik, dan menjaga mutu visual serta sensori selama penyimpanan dingin. Hasil ini menegaskan bahwa kualitas produk tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi saat panen, tetapi juga oleh rangkaian perlakuan sebelum dan sesudah panen (El-mogy *et al.*, 2024).

Pada komoditas buah, penelitian mengenai chitosan sebagai pelapis pasca panen menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan. Chitosan mampu menurunkan kehilangan bobot buah, memperlambat perubahan warna, meningkatkan kekerasan, menunda penurunan *total soluble solids* dan *titratable acidity*, menjaga kandungan vitamin C, serta menghambat pertumbuhan patogen seperti jamur dan bakteri (Zainuri *et al.*, 2017; Munira *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2024). Dengan demikian, chitosan dapat dipandang sebagai pengawet alami yang ramah lingkungan dan berpotensi tinggi untuk memperpanjang umur simpan buah-buahan segar.

Penelitian terbaru pada produk hortikultura segar juga menegaskan bahwa tanpa penanganan pasca panen yang memadai, produk sangat rentan mengalami degradasi mutu akibat suhu, kelembaban, dan kerusakan mekanis. Sebaliknya, teknologi monitoring non-destruktif, pendinginan awal, pengemasan cerdas, dan sistem penyimpanan terkendali terbukti mampu menjaga kualitas produk lebih stabil selama distribusi dan penyimpanan (Anusha *et al.*, 2024; O'Brien & Alamar, 2025). Inovasi semacam ini sangat relevan untuk komoditas bernilai tinggi yang menuntut kualitas visual, nutrisi, dan kesegaran yang tetap prima hingga sampai ke konsumen (O'Brien & Alamar, 2025).

Dengan demikian, penguatan pasca panen bukan hanya menurunkan susut hasil, tetapi juga meningkatkan nilai tambah produk melalui mutu yang lebih baik, umur simpan yang lebih panjang, dan daya saing pasar yang lebih tinggi (Lalpekhluwa *et al.*, 2024; El-mogy *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Tingginya *food loss* dan *food waste* di Indonesia masih menjadi tantangan besar dalam mewujudkan ketahanan pangan dan sistem pangan yang berkelanjutan. Kehilangan dan pemborosan pangan terjadi pada berbagai tahapan rantai pasok, mulai dari panen, penanganan pascapanen, penyimpanan, transportasi, distribusi, hingga konsumsi. Berbagai faktor, seperti keterbatasan teknologi pascapanen, infrastruktur yang belum memadai, lemahnya sistem logistik, rendahnya kapasitas sumber daya manusia, terbatasnya akses pembiayaan, serta belum optimalnya koordinasi antar pemangku kepentingan, masih menjadi penyebab utama tingginya *food loss* dan *food waste*. Hasil kajian menunjukkan bahwa penguatan penanganan pascapanen merupakan salah satu strategi yang paling efektif untuk menurunkan kehilangan dan pemborosan pangan. Upaya tersebut tidak hanya berfokus pada penerapan inovasi teknologi, tetapi juga memerlukan pengembangan infrastruktur, peningkatan kompetensi pelaku usaha, penguatan kelembagaan petani, perbaikan tata kelola rantai pasok, digitalisasi sistem distribusi, serta dukungan kebijakan yang terintegrasi dari pemerintah. Sinergi antara pemerintah, perguruan tinggi, lembaga penelitian, sektor swasta, organisasi masyarakat,

dan konsumen menjadi faktor penting dalam membangun sistem penanganan pascapanen yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

Saran

Berdasarkan hasil kajian ini, beberapa rekomendasi dapat diajukan untuk memperkuat upaya pengurangan *food loss* dan *food waste* di Indonesia. Pengurangan *food loss* dan *food waste* di Indonesia memerlukan penguatan penanganan pascapanen melalui kebijakan yang terintegrasi, peningkatan investasi pada infrastruktur dan teknologi pascapanen, penguatan kapasitas sumber daya manusia, serta kolaborasi yang lebih erat antara pemerintah, perguruan tinggi, dunia usaha, dan masyarakat. Selain itu, diperlukan sistem pemantauan yang lebih baik untuk mengevaluasi efektivitas program pengurangan kehilangan dan pemborosan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, L., Kusriani, N., & Maswadi. (2025). *Losses in Each Stage of Rice Harvest and Postharvest*. 30(1), 85–98. <https://doi.org/10.18343/jipi.30.1.85>
- Anusha, M., Sri, K. R., Lokesh, M., Deepthi, N. M., & Malleswari, M. D. (2024). Postharvest Management Techniques for Improved Shelf Life of Horticultural Crops : A Review. *Journal of Experimental Agriculture Internasional*, 46(11), 362–380.
- Ariwaodo, C. A. (2022). Handling Strategies and Facilities for Horticultural Crops. *Open Access Library Journal*, 9. <https://doi.org/10.4236/oalib.1108577>
- Badan Pangan Nasional. (2021). *Kementan Komitmen Turunkan Food Loss and Waste*. Badan Pangan Nasional.
- Badan Pangan Nasional. (2022). *Kurangi Food Waste , NFA Dorong Aksi Kolektif Lewat Gerakan Selamatkan Pangan*. Badan Pangan Nasional.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2018). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 31 Tahun 2018*.
- Bappenas. (2021). *Laporan Kajian Food Loss and Waste di Indonesia dalam Rangka Mendukung Penerapan Ekonomi Sirkular dan Pembangunan Rendah Karbon*.
- Chabibah, Rachmawati, E., Suminartika, E., & Pardian, P. (2024). Faktor-faktor yang Memengaruhi Perilaku Konsumsi Mahasiswa dan Estimasi Nilai Ekonomi Food Waste di Kantin Faperta. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Imiah Berwawasan Agribisnis*, 10(2), 2837–2846.
- El-mogy, M. M., Rashed, N. M., Alturki, S. M., & Chen, T. (2024). Effect of pre- and postharvest treatments on the quality and storage ability of fresh artichoke heads : opinion article. *Frontiers in Plant Science*, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1368901>
- FAO. (2011). *Global Food Losses and Food Waste- Extent, causes and prevention*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2014). *Definitional Framework of Food Loss: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction Definitional Framework of Food Loss*.
- FAO. (2022). *FAO dan Kementan Kaji Penyebab Kehilangan Pangan Hortikultura*.
- IEA Bioenergy. (2024). *Food Loss and Waste: Quantification, Impacts and Potential for Sustainable Management* (M. Edo & S. Ajdari (ed.)).
- Koalisi Sistem Pangan Lestari. (2022). *Reducing Food Loss and Waste*. Food and Land Use Coalition (FOLU).
- Lalpekhlu, K., Tirkey, A., Saranya, S., & Babu, P. J. (2024). Post-harvest Management Strategies for Quality Preservation in Crops Post-harvest Management Strategies for

- Quality Preservation in Crops. *International Journal of Vegetable Science*, 1–49. <https://doi.org/10.1080/19315260.2024.2392551>
- Munira, S., Khan, S. A. K. U., & Kabir, Y. (2024). Chitosan Maintains Postharvest Quality and Improves the Shelf Life of Fruits. *Khulna University Studies*, 21(2), 85–94.
- O'Brien, C., & Alamar, M. C. (2025). An Overview of Non-destructive Technologies for Postharvest Quality Assessment in Horticultural Crops. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 100(5), 628–636. <https://doi.org/10.1080/14620316.2025.2489974>
- Rizzo, V. (2025). Sustainable Postharvest Innovations for Fruits and Vegetables : A Comprehensive Review. *Foods*, 14(4334), 1–18.
- SIPSN. (2024). *SIPSN 2024 : 32 % Sampah Terolah Resmi, Sisanya Masih Mengancam Lingkungan*. Badan Riset dan Inovasi Nasional.
- Soni, R. K., & Modi, G. (2024). Innovations and Strategies in Post-harvest Handling and Value Addition of Horticultural Produce. *AGBIR*, 40(04), 1206–1209. <https://doi.org/10.35248/0970-1907.24.40.1206-1209>
- Suryana, E. A., Effendi, M. W., & Luna, P. (2023). Tantangan dan Strategi Kebijakan Pengurangan Limbah di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 41(1), 1–14.
- The Economist Intelligence Unit. (2016). Faktor-faktor yang Memengaruhi Perilaku Konsumsi Mahasiswa dan Estimasi Nilai Ekonomi Food Waste di Kantin Faperta. In *Jurnal Pemikiran Masyarakat Imiah Berwawasan Agribisnis* (Vol. 10, Nomor 2).
- Wahyudi, U., Wahyudin, U., Suryadi, A., & Sudiapermana, E. (2024). Food Loss, Food Waste: Peluang , Tantangan, dan Ancaman Dalam Pencegahan Stunting di Indonesia: Literature Review. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes*, 16(2), 25–27. <https://doi.org/10.3390/su15118890>
- Wang, J., Yuan, Y., Liu, Y., Li, X., & Wu, S. (2024). Application of Chitosan in Fruit Preservation : A review. *Food Chemistry: X*, 23, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101589>
- WRI Indonesia. (2024). *Insentif Teknologi Pengurangan Susut dan Limbah Pangan di Indonesia*.
- Zainuri, & Sjah, T. (2023). Improving Quality of Mango Fruits in North Lombok , Indonesia Through the Improvement of Agribusiness System. *Agricultural Science Digest*, 43(3), 356–361. <https://doi.org/10.18805/ag.DF-542.Submitted>
- Zainuri, & Sjah, T. (2025). Practicing Sustainable Agriculture for Meeting Demand of Quality Foods. *Empiricism Journal*, 6(4), 2462–2473. <https://doi.org/10.36312/srq5ev84>
- Zainuri, Sjah, T., Prameswari, N., Werdiningsih, W., & Tarmizi. (2021). Good Agricultural and Postharvest Handling Practices of Cocoa Pods in Lombok to Meet Cocoa Bean Quality for The Global Market. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 712. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/712/1/012028>