



Transformation of Whey Waste in the Development of Sustainable Food and Non-Food Products Based on Functional Compounds

Transformasi Limbah *Whey* dalam Pengembangan Produk Pangan dan Non Pangan Berbasis Senyawa Fungsional Yang Berkelanjutan

Irfan Fadhlurrohman^{1*}, Dewi Wulandari¹, Rakha Yudhistira¹, Amelia Fitaguri¹, Muhammad Reyfal Benita Chaniago¹, Lutfi Bagus Setiawan¹, Triana Setyawardani¹, Juni Sumarmono¹

¹Teknologi Hasil Temak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto 53122, Indonesia

OPEN ACCESS

ISSN 2541-5816
(online)

Correspondence:

Irfan Fadhlurrohman
irfan.fadhlurrohman@unsoed.ac.id

Received: 01-05-2026

Accepted: 28-07-2026

Published: 29-07-2026

Citation: Fadhlurrohman I,
Wulandari D, Yudhistira R,
Fitaguri A, Chaniago MRB,
Seiawan LB, Setyawardani T,
and Sumarmono J. (2026).
Transformation of Whey
Waste in the Development of
Sustainable Food and Non-
Food Products Based on
Functional Compounds.
Journal of Tropical Food and
Agroindustrial Technology
07:02

doi:[10.21070/jtfat.v7i02.1686](https://doi.org/10.21070/jtfat.v7i02.1686)

Abstract. Whey waste is a by-product of the dairy processing industry that has the potential to cause environmental pollution, but still contains valuable nutrients such as protein, lactose, and minerals. This study aims to review the utilization of whey in the development of food and non-food products based on functional compounds. The method used was a literature review of several scientific journals with a qualitative descriptive approach. The results showed that whey can be processed into various food products such as fermented beverages, probiotics, yogurt, nata, and crackers, as well as non-food products such as bioplastics, biofoam, and bioethanol. The utilization of whey has been proven to increase the economic value of waste while reducing environmental pollution.

Keywords: whey waste, waste utilization, functional food, non-food products

Abstrak. Limbah *whey* merupakan hasil samping industri pengolahan susu yang berpotensi mencemari lingkungan, namun masih mengandung senyawa bernilai gizi seperti protein, laktosa, dan mineral. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan *whey* dalam pengembangan produk pangan dan non pangan berbasis senyawa fungsional. Metode yang digunakan adalah studi literatur terhadap beberapa jurnal ilmiah dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Hasil kajian menunjukkan bahwa *whey* dapat diolah menjadi berbagai produk pangan seperti minuman fermentasi, probiotik, yogurt, nata, dan kerupuk, serta produk non pangan seperti bioplastik, *biofoam*, dan bioetanol. Pemanfaatan *whey* terbukti mampu meningkatkan nilai ekonomi limbah sekaligus mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Kata kunci: limbah *whey*, pemanfaatan limbah, pangan fungsional, produk non pangan

PENDAHULUAN

Limbah cair industri pengolahan kini menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang paling dominan. Permasalahan lingkungan yang sering timbul meliputi banjir, erosi, serta kepunahan ekosistem perairan merupakan akibat dari limbah cair yang tidak ditangani dengan baik. Menurut Badan Pusat Statistik, pada tahun 2026, total desa di Indonesia yang terdampak pencemaran air akibat limbah cair sebanyak 8.112 desa, hal ini menunjukkan bahwa limbah cair belum diolah secara optimal. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan pengolahan limbah untuk mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan. Proses pengolahan limbah dapat mengurangi atau menghilangkan zat-zat yang dapat mencemari lingkungan. Salah satu limbah yang dapat mencemari lingkungan adalah limbah cair yang dihasilkan dari industri pembuatan produk keju, yaitu berupa *whey*.

Whey merupakan produk samping yang dihasilkan dari proses pengolahan keju dimana dalam proses produksi setiap 10 liter susu dapat menghasilkan 8 – 9 liter limbah *whey* untuk setiap 1 kg keju yang dihasilkan. Sementara itu, *whey* mengandung *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebagai penentu mutu limbah cair yang cukup tinggi, sehingga pembuangan limbah *whey* tanpa diolah berpotensi merusak lingkungan, seperti eutrofikasi jika terbawa ke perairan, maupun bau yang mengganggu. Di sisi lain, limbah *whey* sebenarnya memiliki potensi yang besar karena masih mengandung berbagai komponen nilai gizi, misalnya protein berupa β -*lactoglobulin* (β -lg) dan α -*lactalbumin* (α -la) dengan proporsi sekitar 80% dari total protein *whey* (Nurhartadi *et al.*, 2018), dengan komposisi padatan sekitar 6% yang terdiri dari 10% protein, 1% lemak, 72% karbohidrat, dan 8,2% abu. Selain itu, *whey* juga mengandung mineral di antaranya yaitu kalsium, fosfor, kalium, dan natrium dengan kandungan laktosa yang cukup tinggi sehingga *whey* sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk pangan maupun non pangan untuk meningkatkan nilai ekonomi dari limbah *whey*.

Pemanfaatan *whey* keju dalam industri pangan telah banyak dilakukan, seperti minuman fungsional, yogurt, kerupuk, dan nata de *whey* (Arshad *et al.*, 2023). Minuman fungsional yang berasal dari pemanfaatan limbah keju mozzarella dengan penambahan rasa nanas dan jeruk siam untuk memberikan alternatif pemanfaatan *whey* dalam mempelajari proses pembuatan minuman fungsional serta membandingkan kandungan gizi dan tingkat penerimaannya (Yusrina *et al.*, 2019). Inovasi tersebut dilakukan bertujuan untuk meningkatkan nilai ekonomis limbah sekaligus dampak lingkungan dapat berkurang. Pemanfaatan *whey* juga telah banyak diaplikasikan ke bidang non pangan menjadi produk bahan baku pembuatan *edible film* dan bioplastik, bioetanol, serta *biofoam*. Pemanfaatan *whey* di Indonesia belum optimal dan cenderung masih terbatas karena kontribusi teknologi yang kurang efisien, rendahnya kesadaran industri terhadap nilai tambah *whey*, serta penelitian yang mengintegrasikan *whey* pada aspek pangan dan non pangan yang masih terbatas. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu kajian yang komprehensif tentang integrasi berbagai hasil penelitian mengenai pemanfaatan limbah *whey* keju dalam pengembangan produk pangan dan non pangan yang berbasis senyawa fungsional. Kajian ini menggunakan metode *literature review* dengan pendekatan deskriptif kualitatif untuk mengkaji berbagai penelitian mengenai pemanfaatan limbah *whey* sebagai bahan baku produk pangan dan nonpangan. Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data *Google Scholar*, *Garuda*, *ScienceDirect*, dan *Crossref* menggunakan kata kunci, seperti *limbah whey*, *cheese whey*, *acid whey*, *whey utilization*, *edible film whey*, *bioplastik whey*, *bioetanol whey*, dan *biofoam whey*. Artikel yang digunakan merupakan publikasi pada rentang tahun 2016–2025 agar dapat menggambarkan perkembangan penelitian terkini.

Data dari seluruh artikel yang terpilih kemudian dianalisis menggunakan metode sintesis deskriptif. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan penelitian berdasarkan sumber *whey*, jenis produk, teknologi pengolahan, perlakuan, dan karakteristik produk yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara penelitian untuk

mengidentifikasi persamaan dan perbedaan hasil, kelebihan dan keterbatasan masing-masing teknologi, serta tren penelitian dan peluang pengembangan pemanfaatan limbah whey pada masa mendatang. Hasil sintesis tersebut digunakan sebagai dasar untuk memberikan gambaran mengenai perkembangan teknologi pemanfaatan limbah whey sekaligus mengidentifikasi arah penelitian yang masih dapat dikembangkan.

PEMBAHASAN

1. Potensi Limbah *Whey* sebagai Bahan Baku Bernilai Tinggi

Whey merupakan bagian cair dari sisa hasil proses produksi keju, dangke, tahu, maupun greek yogurt. Walaupun sering dianggap sebagai limbah, namun *whey* sebenarnya kaya akan komponen nilai gizi yang berpotensi apabila dimanfaatkan secara lebih luas dan optimal. Secara umum, *whey* mengandung protein larut, laktosa, lemak, mineral seperti kalsium dan fosfor, serta vitamin larut air dalam kadar cukup tinggi (Arkan dan Setyawardani, 2025). Protein *whey* tersebut memiliki nilai biologis tinggi dan melimpah asam amino esensial yang mudah diserap oleh tubuh.

Whey dari produksi keju disebut *cheese whey*, sedangkan dari *greek yogurt* adalah *acid whey*. Keduanya memiliki kandungan laktosa sebagai karbohidrat utama yang cocok sebagai substrat fermentasi bagi berbagai mikroorganisme (Rachmah *et al.*, 2023). Mineral yang terkandung dalam *whey*, khususnya kalsium, menjadikannya bahan potensial untuk pengembangan makanan fungsional (Arkan dan Setyawardani, 2025). Berdasarkan potensi yang dimiliki tersebut, *whey* tidak selayaknya hanya dianggap sebagai limbah cair, melainkan harus diposisikan sebagai bahan baku sekunder bernilai ekonomi tinggi jika bila diolah dengan tepat.

Volume *whey* yang dihasilkan dari industri pengolahan susu memiliki nilai volume yang sangat besar. Setiap kilogram keju yang dibuat diperkirakan menyisakan sekitar 9 liter *whey* (Hudha *et al.*, 2020). Pembuangan *whey* ke lingkungan sekitar tanpa pengelolaan yang baik berpotensi mencemari air dan tanah karena kandungan organik yang melimpah. Mengolah *whey* menjadi produk bernilai tambah adalah solusi yang menguntungkan ekonomi sekaligus ramah lingkungan. (Lina *et al.*, 2022).

2. Pemanfaatan Limbah *Whey* pada Produk Pangan

Beragam studi ilmiah membuktikan bahwa pengolahan limbah *whey* dapat diubah menjadi berbagai produk makanan bergizi tinggi dan diterima secara sensorik oleh masyarakat. Penggunaan *whey* di sektor pangan meliputi minuman fermentasi, minuman fungsional, minuman probiotik, *edible film*, serta kerupuk. Kumpulan hasil riset di sajikan pada [Tabel 1](#).

Minuman fermentasi *whey* termasuk produk paling banyak diteliti. Fermentasi dengan bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus acidophilus* dan *L. casei* terbukti menghasilkan minuman probiotik berkualitas baik (Nurhartadi *et al.*, 2018). *Whey* dangke difermentasi menggunakan *L. acidophilus* berpotensi unggul sebagai media fermentasi, menghasilkan minuman dengan total BAL tinggi.

Selain fermentasi, *whey* berhasil dijadikan minuman fungsional dengan tambahan sari buah tropis. Pradana *et al.*, (2017) menemukan *whey* keju yang dikombinasikan dengan sari nanas, jeruk, dan melon dapat diolah menjadi minuman kaya antioksidan serta vitamin C. Begitu pula, Yusrina *et al.*, (2019) membuktikan bahwa *whey* mozzarella yang ditambahkan sari nanas dan jeruk siam menghasilkan minuman fungsional dengan skor organoleptik tinggi dan protein memadai. Pengembangan minuman *whey* berkarbonat oleh Amelia *et al.*, (2025) menunjukkan karbonasi meningkatkan kesegaran serta daya tarik sensoris, membuatnya kompetitif sebagai minuman kemasan.

Tabel 1. Kumpulan Hasil Riset Terkait Pemanfaatan Limbah *Whey* dalam Produk Pangan

Sumber <i>Whey</i>	Produk	Perlakuan	Hasil	Referensi
<i>Whey</i> dangke	Minuman Fermentasi	Penambahan sukrosa 0, 3, 6, 9, 12% (b/v)	Peningkatan konsentrasi sukrosa meningkatkan nilai sensoris (rasa, aroma), namun tidak linier; sukrosa 9% dinilai paling disukai panelis	Taufik dan Maruddin, (2020)
<i>Whey</i> susu sapi	Minuman RTD Berkarbonasi	Fermentasi LAB + penambahan sari lemon (2%) dan jeruk nipis (3,5%)	Karbonasi dan penambahan sari buah meningkatkan kesegaran, cita rasa, dan nilai gizi; produk memenuhi standar organoleptik minuman RTD	Amelia <i>et al.</i> , (2025)
<i>Whey</i> keju	Nata de <i>Whey</i>	Fermentasi 14 hari setelah penambahan gula, ZA, dan starter; pH diturunkan ke 4 dengan cuka	<i>Whey</i> keju berhasil dikonversi menjadi nata dengan tekstur kenyal dan penampilan menarik; memanfaatkan seluruh limbah cair keju	Juwita <i>et al.</i> , (2022)
<i>Whey</i> keju	Minuman Probiotik	Pasteurisasi + inokulasi <i>L. acidophilus</i> dan <i>B. longum</i> (1:1, 1%); inkubasi 37°C, 36 jam; sukrosa 12%	Minuman probiotik <i>whey</i> mengandung BAL viabel tinggi; waktu inkubasi dan sukrosa mempengaruhi keasaman dan jumlah mikroba secara signifikan	Nurhartadi <i>et al.</i> , (2018)
<i>Whey</i> keju	Kerupuk <i>Whey</i>	<i>Whey</i> dicampur tepung tapioka dan terigu, dihomogenkan, dikeringkan, digoreng, dibumbui, dikemas	<i>Whey</i> meningkatkan kandungan protein kerupuk; produk memiliki tekstur renyah dan diterima secara organoleptik oleh konsumen	Aditya <i>et al.</i> , (2024)
<i>Whey</i> keju	Minuman Sehat "Wello"	<i>Whey</i> dicampur jus buah, gula, asam sitrat, NaHCO ₃ ; dipasteurisasi 80°C, dikemas 250 mL	Penambahan sari buah tropis meningkatkan nilai gizi, antioksidan, dan penerimaan sensoris; produk layak dikembangkan sebagai minuman fungsional komersial	Pradana <i>et al.</i> , (2017)
<i>Whey</i> keju	<i>Edible film</i>	<i>Whey</i> 8% (b/v) + gliserol 30%; dipanaskan 90°C, 30 menit, dicetak di cawan petri, dikeringkan suhu ruang 24 jam	<i>Edible film</i> berbasis <i>whey</i> memiliki ketebalan dan fleksibilitas yang memadai; gliserol sebagai <i>plasticizer</i> meningkatkan elastisitas film secara nyata	Fahrullah, (2021)
<i>Whey</i> keju	<i>Caspian Sea Yogurt</i>	Campuran susu segar + <i>whey</i> dipasteurisasi 85-87°C; diinokulasi starter, difermentasi suhu ruang (26±1°C, 24 jam)	Penambahan <i>whey</i> meningkatkan kadar protein dan total padatan terlarut; yogurt yang dihasilkan memiliki tekstur kental dan rasa asam yang disukai panelis	Larasati <i>et al.</i> , (2016)
<i>Whey</i> keju mozzarella	Minuman Fungsional	<i>Whey</i> + sari nanas/jeruk (300 mL) + gula (200 g) + asam sitrat (4 g) + susu bubuk (50 g);	Penambahan sari nanas menghasilkan produk dengan nilai organoleptik tertinggi; susu bubuk meningkatkan kandungan protein dan penerimaan konsumen	Yusrina <i>et al.</i> , (2019)

		pasteurisasi 80°C, 15 menit		
<i>Whey</i> dangke	<i>Edible film</i>	<i>Whey</i> dangke bubuk 4% + karagenan 2- 3,5% + gliserol 35%; dipanaskan 93°C, 30 menit; dikeringkan 55°C, 22 jam	Penambahan karagenan meningkatkan kekuatan tarik dan menurunkan permeabilitas uap air film; kombinasi <i>whey</i> dangke-karagenan menghasilkan <i>edible</i> <i>film</i> dengan karakteristik mekanik lebih baik	Maruddin <i>et</i> <i>al.</i> , (2018)
<i>Whey</i> susu kambing	Minuman Fermentasi	Starter <i>L. casei</i> (5%) + jus mangga 5-15% + CMC 0,3-0,7% + sukrosa 5%; pasteurisasi 75°C, 15 menit; inkubasi 37°C, 24 jam	Konsentrasi jus mangga 10% dan CMC 0,5% menghasilkan produk terbaik; CMC meningkatkan viskositas dan stabilitas emulsi; jus mangga memperkaya aroma dan kandungan antioksidan	Desnilasari <i>et al.</i> , (2018)
<i>Whey</i> kefir	Minuman <i>Whey</i> Kefir	Penambahan madu 0, 5, 10, 15%	Madu 10% menghasilkan mutu organoleptik terbaik; madu meningkatkan kecerahan warna, menurunkan kekeruhan, dan memperkaya cita rasa minuman <i>whey</i> kefir	Jaya <i>et al.</i> , (2017)
<i>Whey</i> keju <i>cottage</i>	Minuman Sehat Berbasis <i>Whey</i>	Pasteurisasi ganda (80 °C, 15 menit) pada <i>whey</i> dan campuran sari buah tropis dengan penambahan gula, asam sitrat, serta natrium bikarbonat.	Sari buah nanas menghasilkan nilai sensoris tertinggi; penambahan buah tropis meningkatkan kandungan vitamin C dan aktivitas antioksidan produk secara signifikan	Pradana <i>et</i> <i>al.</i> , (2017)

Produk yogurt dan kefir *whey* juga menarik untuk dikaji. Larasati *et al.*, (2016) menyatakan bahwa penambahan *whey* pada *Caspian Sea Yogurt* yang difermentasi menggunakan kultur bakteri *Lactococcus cremoris* dan *Acetobacter orientalis* meningkatkan kadar protein dan total padatan terlarut, sehingga menghasilkan yogurt dengan tekstur lebih kental dan lebih disukai panelis. Pada kefir, *whey* dikombinasikan madu memberikan mutu organoleptik terbaik di konsentrasi madu 10% (Jaya *et al.*, 2017). *Whey* juga berhasil diubah menjadi nata de *whey* lewat fermentasi *Acetobacter xylinum*. Juwita *et al.*, (2022) membuktikan *whey* keju difermentasi 14 hari menjadi nata kenyal dengan tampilan menarik. Mahajana *et al.*, (2023) membandingkan nata de *whey* dengan nata de coco, ditemukan kesukaan konsumen pada warna rasa tak berbeda signifikan.

Whey juga dimanfaatkan pada makanan olahan lain, selain minuman fermentasi. Aditya *et al.*, (2024) berhasil mengolah *whey* jadi kerupuk dengan tambahan tepung tapioka dan terigu, meningkatkan protein serta tekstur renyah. Untuk kemasan pangan, *whey* juga dapat dibuat untuk bahan dasar *edible film*, menurut Fahrullah, (2021) film *whey* yang ditambah dengan gliserol 30% mempunyai ketebalan dan fleksibilitas cukup, sementara menurut Maruddin *et al.*, (2018) *whey* dangke yang ditambah karagenan menghasilkan *edible film* dengan kekuatan tarik serta permeabilitas uap air lebih baik.

3. Pemanfaatan Limbah *Whey* pada Produk Non-Pangan

Limbah *whey* juga berpotensi untuk dijadikan sebagai produk non-pangan bernilai tinggi seperti plastik *biodegradable*, bioplastik, *biofoam*, dan bioetanol. Kumpulan hasil riset disajikan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Kumpulan Hasil Riset Terkait Pemanfaatan Limbah *Whey* dalam Produk Non Pangan

Sumber <i>Whey</i>	Produk	Perlakuan	Hasil	Referensi
<i>Whey</i> keju sapi	Plastik <i>Biodegradable</i>	Pati singkong + <i>whey</i> + CMC + gliserol + kitosan; dipanaskan 90°C, 30 menit; dikeringkan 50°C, 20 jam	Penambahan <i>whey</i> meningkatkan fleksibilitas dan elongasi plastik; kitosan memperkuat struktur mekanik; plastik memiliki sifat <i>biodegradable</i> yang lebih baik daripada plastik konvensional	Masahid <i>et al.</i> , (2023)
<i>Whey</i> keju sapi	Plastik <i>Biodegradable</i>	<i>Whey</i> dalam akuades + sorbitol 14% + CaCO ₃ ; volume <i>whey</i> 30 mL	Sorbitol sebagai <i>plasticizer</i> meningkatkan kelenturan plastik berbasis <i>whey</i> ; CaCO ₃ memperbaiki kekuatan tarik; produk terdegradasi lebih cepat dibanding plastik berbasis sintetis	Hudha <i>et al.</i> , (2020)
<i>Whey</i> keju sapi	Bioetanol	Fermentasi laktosa <i>whey</i> oleh <i>Kluyveromyces marxianus</i> ; variasi waktu fermentasi (84 jam) dan volume starter (24% v/v)	Laktosa <i>whey</i> berhasil dikonversi menjadi bioetanol; waktu fermentasi 84 jam dan starter 24% menghasilkan kadar etanol tertinggi; <i>whey</i> terbukti sebagai substrat potensial fermentasi etanol	Rachmah <i>et al.</i> , (2023)
<i>Whey</i> keju sapi	<i>Biofoam</i>	Pati tapioka + serbuk <i>whey</i> + serat ampas tebu + karagenan + gliserol + magnesium stearat; dioven 100°C, 60 menit	Penambahan <i>whey</i> dan serat ampas tebu meningkatkan kekuatan mekanik <i>biofoam</i> ; produk memiliki densitas rendah dan bersifat <i>biodegradable</i> ; berpotensi sebagai pengganti <i>biodegradable</i>	Hevira <i>et al.</i> , (2021)
<i>Whey</i> tahu	Bioplastik	<i>Whey</i> tahu difermentasi <i>Acetobacter xylinum</i> 10 hari → nata → dihaluskan + gliserol (1,5-3 mL) + kitosan (2-4 g) + asam asetat; dikeringkan 110°C, 4 jam	Nata dari <i>whey</i> tahu menjadi bahan baku selulosa bakterial yang efektif untuk bioplastik; kitosan meningkatkan kekuatan tarik; gliserol optimal pada 2 mL menghasilkan bioplastik fleksibel dan <i>biodegradable</i>	Ambarwati dan Rosariawari (2023)

Pemanfaatan *whey* sebagai bahan baku plastik *biodegradable* menunjukkan potensi yang sangat menjanjikan dalam pengembangan material ramah lingkungan. Masahid *et al.*, (2023) menyatakan bahwa plastik *biodegradable* dari *whey* keju dengan tambahan pati singkong dan gliserol sebagai *plasticizer* menghasilkan sifat degradasi yang lebih baik dibandingkan dengan plastik konvensional. Sejalan dengan itu, Ambarwati dan Rosariawari (2023) mengembangkan bioplastik dari *whey* tahu yang difermentasi menggunakan *Acetobacter xylinum* dengan penambahan kitosan dan gliserol, sehingga menghasilkan plastik yang fleksibel dan mudah terurai. Hal tersebut menunjukkan bahwa *whey* hewani maupun nabati memiliki potensi besar sebagai bahan baku alternatif untuk material *biodegradable*. Selain itu, pengembangan *biofoam* berbasis *whey* dengan kombinasi pati tapioka, serbuk *whey*, dan serat ampas tebu juga terbukti mampu meningkatkan kekuatan mekanik, memiliki densitas rendah, serta tetap bersifat *biodegradable* (Hevira *et al.*, 2021).

Tidak hanya pada material, pemanfaatan *whey* juga berkembang dalam bidang energi terbarukan melalui produksi bioetanol. Rachmah *et al.* (2023) menunjukkan bahwa fermentasi *whey* menggunakan *Kluyveromyces marxianus* selama 84 jam dengan penambahan starter 24% (v/v) menghasilkan kadar etanol tertinggi. Hasil ini

menunjukkan bahwa *whey* memiliki potensi besar sebagai bahan baku energi alternatif yang berkelanjutan. Pemanfaatan tersebut sekaligus menjadi solusi dalam mengurangi limbah industri serta ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Dengan demikian inovasi pengolahan *whey* tidak hanya memberikan nilai tambah secara ekonomi, tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan lingkungan.

4. Pengaruh Perlakuan terhadap Kualitas Produk Berbasis *Whey*

Kualitas produk berbasis *whey* sangat dipengaruhi oleh kombinasi perlakuan selama proses pengolahan. Variasi seperti penambahan bahan, kondisi fermentasi, dan jenis starter terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap sifat fisikokimia, mikrobiologi, dan organoleptik produk. Penambahan sukrosa, misalnya, mampu meningkatkan cita rasa dan aroma serta menekan keasaman tanpa membuat produk terlalu manis (Taufik dan Maruddin, 2020). Selain itu, sukrosa juga berpengaruh terhadap tingkat keasaman dan jumlah mikroorganisme dalam produk (Nurhartadi *et al.*, 2018). Penggunaan bahan tambahan lain seperti sari buah tropis, termasuk nanas, dapat meningkatkan nilai gizi, aktivitas antioksidan, serta daya terima konsumen dari segi warna dan aroma (Pradana *et al.*, 2017).

Pemanfaatan *whey* tidak hanya terbatas pada produk pangan, tetapi juga berkembang pada produk non-pangan. Penambahan sorbitol dilaporkan mampu meningkatkan fleksibilitas pada pembuatan plastik *biodegradable* (Hudha *et al.*, 2020). Selain itu, kombinasi *whey* dengan serat alami seperti ampas tebu pada produk *biofoam* dapat meningkatkan kekuatan mekanik tanpa mengurangi sifat *biodegradable* (Hevira *et al.*, 2021). Di sisi lain, kondisi fermentasi seperti suhu, waktu inkubasi, jenis starter, dan konsentrasi inokulum juga berperan penting dalam menentukan hasil akhir produk. Rachmah *et al.* (2023) menunjukkan bahwa fermentasi selama 84 jam dengan volume starter 24% merupakan kondisi optimal untuk produksi bioetanol dari laktosa *whey* menggunakan timasi bahan tambahan dan kondisi proses menjadi kunci utama dalam meningkatkan kualitas dan nilai tambah limbah *whey*.

5. Manfaat Lingkungan dan Ekonomi dari Pemanfaatan Limbah *Whey*

Pemanfaatan limbah *whey* tidak hanya menghasilkan produk bernilai tambah, tetapi juga memberikan dampak positif yang signifikan bagi lingkungan dan perekonomian, khususnya bagi pelaku usaha kecil dan menengah pada sektor industri pengolahan susu dan keju. Dengan mengolah *whey* menjadi produk pangan, plastik *biodegradable*, *biofoam*, atau bioetanol, beban pencemaran lingkungan dapat ditekan secara signifikan. Produk-produk *biodegradable* berbasis *whey* juga berkontribusi pada pengurangan sampah plastik konvensional yang sulit terurai di lingkungan. Pengembangan *biofoam* dari *whey* sebagai pengganti *biodegradable* (Hevira *et al.*, 2021) turut mendukung upaya pengurangan sampah plastik berbasis petrokimia yang mencemari ekosistem perairan dan daratan.

Secara keseluruhan, pemanfaatan limbah *whey* merupakan implementasi nyata dari konsep ekonomi sirkular (*circular economy*) dalam industri pangan, di mana limbah dari satu proses produksi dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku bagi proses produksi lainnya. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga menciptakan peluang bisnis baru yang berkelanjutan. Dengan dukungan penelitian dan inovasi yang terus berkembang, limbah *whey* memiliki potensi yang sangat besar untuk bertransformasi dari beban lingkungan menjadi komoditas bernilai tinggi yang mendukung ketahanan pangan, energi, dan kelestarian lingkungan secara bersamaan.

KESIMPULAN

Whey yang dihasilkan dari berbagai industri pangan, seperti industri susu, keju yogurt maupun industri tahu, terbukti memiliki potensi besar sebagai bahan baku pada sektor pangan dan nonpangan. Oleh karena itu, *whey* tidak lagi diperlakukan sebagai limbah, melainkan dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk bernilai tambah sekaligus mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *whey* dapat dimanfaatkan pada sektor pangan melalui proses fermentasi maupun penambahan bahan fungsional menjadi minuman fermentasi, minuman probiotik, nata de whey, kerupuk, edible film, dan produk pangan lainnya yang memiliki nilai gizi serta daya terima yang baik. Selain itu, pada sektor non pangan, kandungan laktosa dan protein dalam *whey* telah dimanfaatkan sebagai bahan baku bioplastik, biofoam, bioetanol, dan berbagai bioproduk ramah lingkungan. Pemanfaatan tersebut tidak hanya diterapkan pada *whey* susu dan keju, tetapi juga pada *whey* yogurt dan *whey* tahu yang menunjukkan potensi serupa sebagai bahan baku inovatif. Secara keseluruhan, berbagai temuan tersebut menegaskan bahwa penerapan prinsip ekonomi sirkular dalam pengelolaan *whey* mampu meningkatkan nilai tambah limbah industri, mengurangi pencemaran lingkungan, serta mendukung pengembangan industri pangan dan non-pangan yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R. L., Utami, Y. F., dan Nugroho, A. J. (2024). Pemanfaatan Limbah Keju Di Rumah Keju Jogja (Kejugja) Menjadi Kerupuk Whey. *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, 2(4), 377–386.
- Ambarwati, A., dan Rosariawari, F. (2023). Pemanfaatan Limbah Tahu (Whey) dan Onggok Singkong Sebagai Plastik Biodegradable. *Jurnal EnviroSan*, 6(1), 12–15.
- Amelia, E., Rahman, L. T., Hajidah, N., dan Fakhriza, T. K. (2025). Pemanfaatan Limbah Whey Susu dalam Produksi Minuman RTD (Ready-To-Drink) Berkarbonasi. *Jurnal Pertanian, Peternakan, Perikanan*, 4(1), 1–10.
- Arkan, N. D., dan Setyawardani, T. (2025). Potensi Fungsional Greek Yogurt sebagai Produk Susu Fermentasi : Kajian Literatur. *Jurnal Ilmiah Agrisains*, 26(3), 153–162.
- Arshad UET, Hassan A, Ahmad T, Naeem M, Chaudhary MT, Abbas SQ, Randhawa MA, Pimentel TC, da Cruz AG, Aadil RM. 2023. A recent glance on the valorisation of cheese whey for industrial prerogative: High-value-added products development and integrated reutilising strategies. *Int J Food Sci Technol*. 58(4):2001–2013.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2026). Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Jenis Pencemaran Lingkungan Hidup (Desa), 2025. Badan Pusat Statistik.
- Desnilasari, D., Rahmadiana, S., dan Kumalasari, R. (2018). Efek Penambahan Jus Mangga dan Carboxymethyl Cellulose pada Minuman Fermentasi Berbasis Whey Keju Susu Kambing. *Biopropal Industri*, 9(1), 25–35.
- Fahrullah. (2021). Penggunaan Minyak Cengkeh dalam Aplikasi Edible film Whey Terhadap Karakteristik Kimiawi dan Mikrobiologis Keju Gouda. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(2), 592–600.
- Hevira, L., Ariza, D., dan Rahmi, A. (2021). Pembuatan Biofoam Berbahan Dasar Ampas Tebu dan Whey. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 43(2), 75–81.
- Hudha, S., Dewi, K., Fitri, J., dan Ayu, N. (2020). Potensi Limbah Keju (Whey) sebagai Bahan Pembuatan Plastik Pengemas yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 19(01), 46–52.
- Jaya, F., Purwadi, dan Widodo, W. N. (2017). Penambahan Madu pada Minuman Whey Kefir Ditinjau dari Mutu Organoleptik, Warna, dan Kekeruhan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 12(1), 16–21.
- Juwita, R., Mizar, M. A., Taufani, A. R., Fadmasari, A. P., Diva, A. P., Wahyuni, E., Rahmi, H. N., Astarin, N., dan Wibowo, B. S. (2022). Limbah Keju Sebagai Nata De Whey. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat (SINAPMAS)*, 96–99.
- Larasati, T., Kusnadi, J., dan Widyastuti, E. (2016). Pemanfaatan Whey dalam Pembuatan Caspian Sea Yogurt dengan Menggunakan Isolat *Lactobacillus cremoris* dan *Acetobacter orientalis*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1), 201–210.
- Lina, T., Damayanti, C. S., Amperia, H., Krishanto, A., Ningrum, Z. K., dan Erliyanti, N. K. (2022). Pemberdayaan Masyarakat Desa Kalipucang Melalui Pengembangan Inovasi Produk Keju Mozzarella “Moochiz” dan Pemanfaatan Limbahnya. *Jurnal Abdimas Teknik Kimia*, 03(1), 45–49.
- Mahajana, M. B. D. P. C., Nugroho, B. A. W., dan Sugest, S. (2023). Analisis Tingkat Kesukaan Konsumen Terhadap Limbah Cair Keju Menjadi Nata De Whey dengan Nata De Coco di Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten. *Jurnal AMTA*, 2(2), 65–71.
- Maruddin, F., Ratmawati, Fahrullah, dan Taufik, M. (2018). Karakteristik Edible film Berbahan Whey Dangke dengan

- Penambahan Karagenan. *Jurnal Veteriner*, 19(36), 291–297.
- Masahid, A. D., Aprillia, N. A., Witono, Y., dan Azkiyah, L. (2023). Karakteristik Fisik dan Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Pati Singkong dengan Penambahan Whey Keju dan Plastisiser Gliserol. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(1), 23–34.
- Nurhartadi, E., Nursiwi, A., Utami, R., dan Widayani, E. (2018). Pengaruh Waktu Inkubasi dan Konsentrasi Sukrosa Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik dari Whey Hasil Samping Keju. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, IX(2), 73–83.
- Pradana, F. R., Anwar, C., Fridayani, N., Aziz, H. A., dan Assyfa, A. N. (2017). Inovasi Minuman Sehat Berbasis Whey dan Sari Buah Tropis. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2(3), 239–246.
- Rachmah, A. N. L., Sekaringgalih, R., Ruliana, B., dan Ansori, A. (2023). Bioetanol dari Limbah Keju (Whey) Menggunakan *Kluyveromyces Marxianus* Bioethanol. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Sains*, 4(3), 167–171.
- Taufik, M., dan Maruddin, F. (2020). Karakteristik Sensoris Produk Minuman Whey Fermentasi dengan Penggunaan Persentase Sukrosa. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(1), 36–42.
- Yusrina, I. H., Purwasih, R., dan Fathurohman, F. (2019). Pemanfaatan Limbah Keju Mozzarella sebagai Minuman Fungsional dengan Penambahan Rasa Nanas dan Jeruk Siam. *Bulletin of Applied Animal Research*, 1(1), 1–7.

Conflict of Interest Statements: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2026 Irfan Fadhlorrohman, Dewi Wulandari, Rakha Yudhistira, Amelia Fitaguri, Muhammad Reyfal Benita Chaniago, Lutfi Bagus Setiawan, Triana Setyawardani, and Juni Sumarmono. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licences (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.