

## PEMANFAATAN LIMBAH WHEY SUSU DALAM PRODUKSI MINUMAN RTD (READY-TO-DRINK) BERKARBONASI

Esti Amelia<sup>1</sup>, Luna Taufana Rahman<sup>1</sup>, Nailah Hajidah<sup>1</sup>, Tazkia Khairana Fakhriza<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Teknologi Agroindustri, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri,

Universitas Pendidikan Indonesia;

08158850801

E-mail : [tazkiafakhriza@upi.edu](mailto:tazkiafakhriza@upi.edu)

**ABSTRAK.** Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan minuman Ready-to-Drink (RTD) berkarbonasi yang menggunakan whey sebagai bahan dasar utama, dengan penambahan sari buah lemon dan jeruk nipis sebagai perasa alami. Whey merupakan hasil samping dari industri pengolahan susu yang kaya akan protein, mineral, serta senyawa bioaktif. Sayangnya, whey sering tidak dimanfaatkan secara optimal dan dapat menjadi limbah yang mencemari lingkungan. Oleh karena itu, pemanfaatan whey melalui proses fermentasi menjadi minuman fungsional berkarbonasi menjadi solusi yang inovatif dan ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, whey difermentasi menggunakan kultur bakteri asam laktat (Lactic Acid Bacteria/LAB) untuk menghasilkan karbonasi alami melalui pembentukan gas karbon dioksida. Proses fermentasi dilakukan dalam kondisi terkontrol hingga diperoleh karakteristik karbonasi yang diinginkan. Setelah fermentasi, ditambahkan sari buah lemon (2%) dan jeruk nipis (3,5%) untuk meningkatkan cita rasa, kesegaran, serta nilai gizi produk akhir. Sampel minuman kemudian disaring dan dianalisis secara fisikokimia meliputi pH, total padatan terlarut, serta dilakukan evaluasi sensori terhadap warna, aroma, dan rasa. Hasil menunjukkan bahwa minuman memiliki warna cerah, aroma citrus menyegarkan, dan rasa asam-manis yang seimbang dengan sensasi karbonasi lembut. Produk ini berpotensi menjadi alternatif minuman sehat, praktis, dan berkelanjutan.

**Kata kunci :** whey, lemon, karbonasi, fermentasi, RTD.

**ABSTRACT.** This study aims to develop a carbonated Ready-to-Drink (RTD) beverage using whey as the main ingredient, with the addition of lemon and lime juice as natural flavors. Whey is a by-product of the dairy processing industry that is rich in protein, minerals, and bioactive compounds. Unfortunately, whey is often not optimally utilized and can become waste that pollutes the environment. Therefore, the utilization of

### Article History

Received: Mei 2025

Reviewed: Mei 2025

Published: Mei 2025

Plagirism Checker No 234

DOI : Prefix DOI :

10.3766/hibrida.v.1i2.3753

**Copyright : Author**

**Publish by : Hibrida**



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

*whey through a fermentation process into carbonated functional beverages is an innovative and environmentally friendly solution. In this study, whey was fermented using Lactic Acid Bacteria (LAB) culture to produce natural carbonation through the formation of carbon dioxide gas. The fermentation process was carried out under controlled conditions until the desired carbonation characteristics were obtained. After fermentation, lemon (2%) and lime (3.5%) juice was added to improve the flavor, freshness, and nutritional value of the final product. The beverage samples were then filtered and analyzed physicochemically including pH, total soluble solids, and sensoric evaluation of color, aroma, and taste. The results show that the beverage has a bright color, refreshing citrus aroma, and a balanced sour-sweet taste with a soft carbonation sensation. This product has the potential to be a healthy, practical, and sustainable alternative drink.*

**Keywords:** *whey, lemon, carbonation, fermentation, RTD.*

## PENDAHULUAN

Whey mengandung berbagai macam komponen dengan beberapa di antaranya memiliki nilai gizi dan aktivitas biologis yang tinggi yang meningkatkan minat dalam pemanfaatan whey. Fokus khusus telah tertuju pada whey karena sifat fungsionalnya yang tinggi yang telah digunakan sebagai bahan dalam formulasi makanan. Selain komponen bergizi, whey juga dapat mengandung kontaminan lingkungan atau zat yang berpotensi merusak yang berasal dari praktik pembersihan (misalnya residu pembersihan di tempat, produk sampingan desinfeksi) (Paraskevi Tsermoula et al., 2021). Mempertimbangkan nilai gizi dan pemborosan susu whey, industri makanan mencoba mengembangkan kombinasi baru produk makanan berdasarkan whey. Mengingat pentingnya krisis pangan global yang terus meningkat dan kepedulian terhadap lingkungan kepedulian, mengembalikan whey ke dalam rantai makanan manusia dengan cara yang enak akan menjadi lebih metode yang lebih logis dan ekonomis daripada pembuangan. Meskipun berbagai upaya telah dilakukan untuk memasukkan whey ke dalam komposisi berbagai produk susu, masih banyak ruang untuk mengeksplorasi kemungkinan penggunaannya dalam industri minuman (Tanvir Ahmed et al., 2023). Pada berbagai studi menunjukkan pendekatan berbeda dalam pemanfaatan whey untuk minuman fermentasi, Studi (Ahmed et al., 2023) dan (Naik et al., 2023) bahwa formulasi minuman whey dengan kombinasi buah-buahan tidak hanya memperkaya rasa dan aroma tetapi juga memperbaiki profil fungsional minuman tersebut. (Saufani et al., 2021) menekankan pentingnya penambahan buah untuk meningkatkan mutu sensoris dan kandungan vitamin C. (Mabrouk & Gemiel, 2020) bahwa kombinasi karbonasi dengan penambahan jus lemon dan ekstrak herbal mampu meningkatkan kadar antioksidan dan senyawa fenolik total dengan nilai gizi yang tinggi. Penambahan flavoring agent seperti pada penelitian (Hintono et al., 2024) juga terbukti mampu meningkatkan penerimaan konsumen terhadap minuman whey fermentasi, terutama bila menggunakan perisa alami.

Produk susu, termasuk minuman whey ini telah menjadi bagian penting dari nutrisi manusia dan saat ini lebih dari 6 miliar orang mengonsumsi produk susu di seluruh dunia. Menurut penelitian terbaru, integrasi whey dalam minuman fungsional mampu meningkatkan nilai tambah produk secara signifikan berkat kandungan protein, peptida bioaktif, dan mineral yang diserap tubuh (Kadyan et al., 2021). Permintaan yang terus meningkat akan produk susu bergizi membutuhkan eksploitasi lebih lanjut terhadap aliran, seperti whey, dengan tujuan untuk mengungkap konstituen yang belum diketahui untuk potensi penggunaannya dan untuk memastikan produk whey berkualitas tinggi. Oleh karena itu, memantau kualitas dan mendokumentasikan komposisi rinci produk whey sangat penting (Paraskevi Tsermoula et al., 2021). Di masa depan, populasi dunia yang terus meningkat akan membutuhkan pertumbuhan pengolahan makanan yang bertanggung jawab dan tidak merusak lingkungan. Industri olahan susu menghasilkan sejumlah besar aliran pengolahan dengan whey sebagai aliran utama. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mengarah pada pemulihan komponen whey, dengan sifat nutrisi dan teknologi yang sangat baik, yang kemudian diubah menjadi produk bernilai tambah (Paraskevi Tsermoula et al., 2021).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa whey memiliki potensi besar sebagai bahan dasar minuman fungsional. Berbagai studi telah memanfaatkan fermentasi, penambahan buah, herbal, dan pemanis untuk meningkatkan nilai sensoris serta fungsional minuman whey (Saufani et al., 2021; Ahmed et al., 2023; Naik et al., 2023; Hintono et al., 2024). Namun, meskipun sejumlah penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi potensi whey sebagai bahan dasar minuman fungsional, sebagian besar masih berfokus pada aspek formulasi dasar dan proses fermentasi. Aspek karbonasi, terutama dalam konteks pengembangan produk ready-to-drink (RTD), masih relatif kurang mendapat perhatian. Penelitian ini hadir untuk memberikan kontribusi pada pengembangan minuman berbasis whey dengan menawarkan kebaruan dalam tiga aspek utama. Pertama, integrasi antara fermentasi dan karbonasi alami dalam satu rangkaian proses, yang masih jarang dikaji dalam pengembangan produk RTD berbasis whey. Kedua, pemanfaatan bahan flavor alami seperti sari lemon dan jeruk nipis sebagai upaya untuk meningkatkan penerimaan sensorik konsumen, sekaligus menciptakan profil rasa yang lebih menarik dan menyegarkan. Pendekatan ini memberikan dimensi baru dalam eksplorasi citarasa produk whey fermentasi. Ketiga, penelitian ini menitikberatkan pada karakteristik sensorik dari whey berkarbonasi secara alami, dengan harapan dapat memberikan solusi pemanfaatan limbah whey yang bernilai tambah serta menghasilkan alternatif minuman sehat yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Metode Penelitian**

Whey berkarbonasi dianalisis secara fisikokimia yang mencakup padatan terlarut, pH, rasa, warna, dan aroma. Data diolah menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif untuk menunjukkan perbedaan dari setiap perlakuan.

## **Pembuatan Whey Susu**

Pembuatan whey susu dalam penelitian ini dilakukan dengan mengadaptasi metode yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya, yaitu Michiu, D. et al. (2024), dengan beberapa modifikasi agar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi penelitian saat ini. Susu segar dipasteurisasi pada suhu 75°C untuk menghilangkan mikroorganisme patogen serta menstabilkan komponen susu. Kemudian, susu didinginkan hingga mencapai suhu 55°C, yang merupakan suhu optimal untuk proses koagulasi protein. Proses selanjutnya adalah penambahan ekstrak lemon untuk memecah protein pada susu dan penambahan rennet yaitu enzim yang mempercepat proses penggumpalan protein. Curd akan terbentuk dan dipisahkan dari whey.

## **Pembuatan Whey Berkarbonasi**

Pembuatan Whey berkarbonasi ini mengacu pada metode yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya (Mabrouk & Gemiel, 2020), dengan sedikit penyesuaian. Whey ditambahkan dengan ekstrak lemon dan ekstrak jeruk nipis yang telah dilarutkan bersama gula dengan perbandingan campuran terhadap whey sebesar 1:3. Whey difermentasi selama 5-7 hari.

## **Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-April 2025 di Laboratorium Instrumen Pendidikan Teknologi Agroindustri, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.

## **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman ini adalah susu sapi segar, vegetarian rennet dengan merek QSO, gula, ekstrak lemon, dan ekstrak jeruk nipis. Peralatan yang digunakan adalah timbangan digital, panci, sendok, pisau, kain saring, termometer, pH meter, dan refraktometer.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Minuman whey susu berkarbonasi diformulasikan dengan menggunakan susu sapi segar sebagai bahan dasar utama, yang mengandung protein kasein dan whey. Susu tersebut melalui proses koagulasi yang dilakukan dengan menggunakan rennet vegetarian, yaitu enzim koagulan non-hewani yang berfungsi untuk memisahkan fraksi kasein (curd) dari whey. Gula ditambahkan sebagai sumber energi utama bagi aktivitas metabolisme mikroorganisme, yang juga berkontribusi terhadap cita rasa manis serta meningkatkan kadar total padatan terlarut (Brix) dalam produk akhir. Untuk meningkatkan nilai sensorik dan fungsional, ditambahkan ekstrak lemon dan ekstrak jeruk nipis sebagai bahan perasa alami, yang memberikan rasa asam segar khas buah sitrus. Kombinasi seluruh bahan ini menghasilkan minuman fermentasi whey susu berkarbonasi yang tidak hanya menyegarkan dan menarik secara organoleptik, tetapi juga memiliki potensi manfaat fungsional bagi kesehatan.

Pengembangan dan pengamatan yang dilakukan terhadap minuman Ready-to-Drink (RTD) yang berbasis whey susu berkarbonasi ini bertujuan untuk menciptakan minuman fungsional yang memiliki nilai gizi tinggi dari whey, dengan tetap mempertimbangkan rasa dan aroma yang disukai oleh konsumen.

Tabel 1. Variasi whey berkarbonasi

No.	Penambahan	Substitusi (%)
1	Ekstrak Lemon	2%
2	Ekstrak Jeruk Nipis	3,5%

Pada formulasi produk whey berkarbonasi dalam penelitian ini, telah digunakan dua jenis penambahan rasa alami, yaitu ekstrak lemon dan ekstrak jeruk nipis, dengan konsentrasi masing-masing sebesar 2% dan 3,5%. Pemilihan serta perbedaan konsentrasi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengeksplorasi pengaruh karakteristik sensorik dan kimiawi yang dihasilkan oleh masing-masing ekstrak. Ekstrak lemon diterapkan dalam konsentrasi yang lebih rendah (2%) karena memiliki intensitas rasa dan tingkat keasaman yang cukup tinggi, sehingga jumlah yang sedikit sudah mampu memberikan cita rasa asam yang kuat disertai aroma menyengat khas buah sitrus. Sementara itu, ekstrak jeruk nipis ditambahkan pada konsentrasi yang lebih tinggi (3,5%) demi menyeimbangkan tingkat keasaman yang lebih rendah dibandingkan dengan lemon. Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa ekstrak jeruk nipis dapat memberikan efek sensorik yang setara pada produk

Ekstrak lemon dan jeruk nipis digunakan sebagai penambah variasi rasa dan juga aroma dalam formulasi produk whey. Perbedaan persentase substitusi menunjukkan adanya pertimbangan untuk menguji intensitas pengaruh yang berbeda dari setiap jenis sari buah. Konsentrasi ekstrak jeruk nipis digunakan dengan jumlah yang lebih besar dikarenakan karakteristik rasa yang lebih halus serta tingkat keasaman yang lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak lemon. Substitusi ekstrak lemon dan jeruk nipis ini akan memengaruhi tingkat derajat keasaman atau pH pada whey dan menyebabkan turunnya pH dari whey tersebut.

Tabel 2. Komposisi whey berkarbonasi

No.	Komponen	Ekstrak Lemon	Ekstrak Jeruk Nipis
1	Padatan Terlarut (Brix°)	7	9
2	pH	2,68	2,72

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa kedua sampel whey memiliki pH yang rendah yaitu 2,68 untuk whey dengan penambahan ekstrak lemon, dan 2,72 untuk whey dengan penambahan ekstrak jeruk nipis. pH yang rendah (sekitar 2,6–2,7) menunjukkan bahwa kedua sampel bersifat asam kuat. pH ekstrak jeruk nipis sedikit lebih tinggi dengan substitusi yang lebih rendah, mencerminkan keasaman yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak lemon, meskipun secara sensorik rasanya tetap asam dan bahkan sepat. Hal ini sesuai dengan SNI 3708:2015 dimana syarat mutu kualitas minuman berkarbonasi yaitu memiliki nilai pH (< 5) dan menunjukkan sifat asam. Pada tabel 2, diketahui pula nilai Brixo dari kedua sampel yaitu whey dengan ekstrak lemon memiliki nilai Brix 7°, yang berarti mengandung 7 gram padatan terlarut per 100 gram larutan dan whey dengan ekstrak jeruk nipis memiliki nilai Brix 9°, artinya mengandung 9 gram padatan terlarut per 100 gram larutan. Perbedaan

nilai ini dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi gula atau senyawa terlarut lainnya yang terdapat dalam masing-masing ekstrak buah (lemon dan jeruk nipis). Ekstrak jeruk nipis kemungkinan mengandung lebih banyak gula atau senyawa terlarut lainnya dibandingkan ekstrak lemon.

Tabel 3. Rasa, warna, dan aroma whey berkarbonasi

No.	Parameter	Ekstrak Lemon	Ekstrak Jeruk Nipis
1	Rasa	Asam	Asam dan sepat
2	Warna	Kekuningan	Kehijauan
3	Aroma	Segar dan sedikit menyengat	Segar

Pada tabel 3, diketahui bahwa secara sensori kedua sampel whey memiliki karakteristik yang hampir serupa. Hal ini dapat disebabkan oleh karakteristik lemon dan jeruk nipis yang mirip dan merupakan jenis dari buah sitrus. Rasa yang dihasilkan oleh kedua sampel whey berasal dari penambahan gula yang membantu proses fermentasi sehingga sampel memiliki sedikit rasa masam, kemudian whey tersebut juga ditambahkan ekstrak lemon dan jeruk nipis yang menyebabkan rasa asam dan sedikit sepat. Rasa whey dengan ekstrak lemon cenderung didominasi oleh rasa asam, sedangkan pada ekstrak jeruk nipis terasa asam dengan sedikit rasa sepat. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh dari konsentrasi serta jenis senyawa organik pada masing-masing ekstrak buah.

Warna berperan sebagai indikator visual yang penting, warna dari sampel whey berkarbonasi ini juga dipengaruhi oleh karakteristik dari ekstrak lemon dan jeruk nipis, dimana sampel dengan penambahan ekstrak lemon memiliki warna yang sedikit kekuningan dan sampel dengan penambahan ekstrak jeruk nipis memiliki warna yang sedikit kehijauan. Dari aspek aroma, kedua sampel menghadirkan kesan segar yang khas bagi buah sitrus, namun ekstrak lemon mengeluarkan aroma yang lebih tajam dan sedikit menyengat dibandingkan dengan ekstrak jeruk nipis yang cenderung memiliki aroma yang lebih lembut.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa penambahan ekstrak lemon dan ekstrak jeruk nipis pada minuman Ready-to-Drink (RTD) whey berkarbonasi memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik kimia dan sensoris produk akhir. Komposisi kimia menunjukkan bahwa kedua sampel memiliki pH yang rendah, yaitu 2,68 untuk whey dengan ekstrak lemon dan 2,72 untuk whey dengan ekstrak jeruk nipis. Hal ini menunjukkan bahwa kedua produk bersifat sangat asam, sesuai dengan standar minuman berkarbonasi dalam SNI 3708:2015 yang mensyaratkan pH di bawah 5. Meskipun pH ekstrak jeruk nipis sedikit lebih tinggi, hal ini mencerminkan rasa yang sedikit lebih seimbang dan tidak terlalu tajam dibandingkan dengan lemon. Selain itu, kandungan padatan terlarut (Brix°) juga menunjukkan perbedaan signifikan, di mana whey dengan jeruk nipis memiliki nilai 9° sedangkan whey dengan lemon hanya 7°. Ini menunjukkan bahwa ekstrak jeruk nipis mengandung lebih banyak gula atau senyawa terlarut lain yang mempengaruhi cita rasa dan kekentalan produk. Secara sensoris, sampel dengan penambahan ekstrak lemon memiliki karakter rasa yang lebih asam dan aroma yang lebih tajam serta menyengat,

sementara sampel dengan ekstrak jeruk nipis cenderung memberikan rasa asam dan sepat yang lebih lembut dengan aroma yang segar namun tidak terlalu mencolok. Dari segi warna, whey dengan ekstrak lemon tampak kekuningan, sedangkan whey dengan ekstrak jeruk nipis menunjukkan warna kehijauan yang lebih terang, yang juga turut mempengaruhi persepsi kesegaran visual dari produk. Perbedaan ini sangat mungkin dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak yang digunakan, di mana jeruk nipis digunakan dalam jumlah lebih besar (3,5%) dibandingkan lemon (2%). Secara keseluruhan, baik ekstrak lemon maupun jeruk nipis berhasil meningkatkan daya tarik sensorik dan fungsional minuman whey berkarbonasi, namun dengan pendekatan karakteristik rasa yang berbeda—lemon lebih tajam dan menyengat, sedangkan jeruk nipis lebih halus dan seimbang. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi bahan tambahan dalam produk RTD whey sangat mempengaruhi profil akhir produk baik dari segi rasa, aroma, warna, maupun kandungan kimiawinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, S. B. M., Rizqiyati, H., Al-Baarri, A. N., Hintono, A., Bintoro, V. P., Putra, H. B. P., & Retnowati, A. D. (2024, June). Sensorial Attributes of Fermented Whey Drinks with Either Natural or Artificial Flavoring Agents. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1364, No. 1, p. 012075). IOP Publishing.
- Abish, Z. A., Alibekov, R. S., Tarapoulouzi, M., Bakhtybekova, A. R., & Kobzhasarova, Z. I. (2024). Review in deep processing of whey. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2415380.
- Ahmed, T., Sabuz, A. A., Mohaldar, A., Fardows, H. S., Inbaraj, B. S., Sharma, M., & Sridhar, K. (2023). Development of novel whey-mango based mixed beverage: effect of storage on physicochemical, microbiological, and sensory analysis. *Foods*, 12(2), 237.
- Ayed, L., M'hir, S., & Asses, N. (2023). Sustainable whey processing techniques: Innovations in derivative and beverage production. *Food Bioscience*, 53, 102642.
- Bartkiene, E., Klupsaite, D., Starkute, V., Mockus, E., Bartkevics, V., Ruibys, R., & Rocha, J. M. (2024). Characteristics of lacto-fermented whey, milk, hemp and lupine proteins. *LWT*, 201, 116259.
- BSN. (2015). *Air Soda*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional SNI 3708-2015
- García, G., Agosto, M. E., Cavaglieri, L., & Dogi, C. (2020). Effect of fermented whey with a probiotic bacterium on gut immune system. *Journal of Dairy Research*, 87(1), 134-137.
- Gómez, G. A., Cuffia, F., Nagel, O. G., Althaus, R. L., & Ceruti, R. J. (2024). Fermentation of whey-derived matrices by *Kluyveromyces marxianus*: alcoholic beverage development from whey and fruit juice mixes. *Journal of Dairy Research*, 91(1), 108-115.
- Kadyan, S., Rashmi, H. M., Pradhan, D., Kumari, A., Chaudhari, A., & Deshwal, G. K. (2021). Effect of lactic acid bacteria and yeast fermentation on antimicrobial, antioxidative and metabolomic profile of naturally carbonated probiotic whey drink. *Lwt*, 142, 111059.
- León-López, A., Pérez-Marroquín, X. A., Campos-Lozada, G., Campos-Montiel, R. G., & Aguirre-Álvarez, G. (2020). Characterization of whey-based fermented beverages supplemented with hydrolyzed collagen: Antioxidant activity and bioavailability. *Foods*, 9(8), 1106.
- Li, K., Wang, J., Zhao, P., McClements, D. J., Liu, X., & Liu, F. (2024). Effect of ultrasound-assisted Maillard reaction on glycosylation of goat whey protein: Structure and functional properties.

- Food Chemistry, 441, 138292.
- Mabrouk, A., & Gemiel, D. (2020). Chemical characterizations of carbonated whey beverages fortified with fruit juice and some herbs extract. *Egyptian Journal of Food Science*, 48(2), 377-388.
- Michiu, D., Semeniuc, C. A., Socaciu, M. I., Fogarasi, M., Rotar, A. M., Jimborean, A. M., & Cuibus, L. (2024). Development of a Ready-to-Drink (RTD) Beverage Formulated with Whey and Beetroot Juice. *Dairy*, 5(3), 576-589.
- Mulyani, S., Kamil, R. Z., Permata, B. I., Abduh, S. B., & Al-Baarri, A. N. Fermentation time optimization: Unleashing quality with microbial consortia in whey.
- Naik, B., Kohli, D., Walter, N., Gupta, A. K., Mishra, S., Khan, J. M., & Kumar, V. (2023). Whey-carrot based functional beverage: Development and storage study. *Journal of King Saud University-Science*, 35(6), 102775.
- Rosa, L. S., Santos, M. L., Abreu, J. P., Rocha, R. S., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., & Teodoro, A. J. (2023). Probiotic fermented whey-milk beverages: Effect of different probiotic strains on the physicochemical characteristics, biological activity, and bioactive peptides. *Food Research International*, 164, 112396.
- Saufani, I. A., Mirnawati, M., & Syahrial, S. (2021). Pengaruh penambahan jus jambu biji (*Psidium guajava* L) terhadap mutu organoleptik dan vitamin C minuman Fruity-Whey. *Darussalam Nutrition Journal*, 5(2), 129-139.
- Small-Scale, V. A. B. I. Potential Use Of Whey For Development Of Value Added Beverages In Small-Scale Processing Sector.
- Taufik, M., & Maruddin, F. (2020). Karakteristik sensoris produk minuman whey fermentasi dengan penggunaan persentase sukrosa. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(1).
- Trujillo Escorza, M. (2024). Strategies for Cheese Whey Processing and Valorization.
- Tsermoula, P., Khakimov, B., Nielsen, J. H., & Engelsen, S. B. (2021). WHEY-The waste-stream that became more valuable than the food product. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 230-241.