
**PENDEKATAN MIKROORGANISME DALAM PENGEMBANGAN
KEJU BERBASIS BIOTEKNOLOGI PENDEKATAN INOVATIF
DALAM INDUSTRI PANGAN**

Evelyn Luna Anggraini¹, Ardi Mustakim²
evelynlunaanggraini@gmail.com¹, ardimustakim0@gmail.com²
FKIK Universitas Adiwangsa Jambi

ABSTRAK

Lactic Acid Bacteria (Bakteri Asam Laktat) seperti *Lactobacillus* spp dan *Streptococcus thermophilus*, merupakan mikroorganisme penting dalam fermentasi makanan, khususnya produk susu seperti yogurt, keju, dan produk susu fermentasi lainnya. *Lactobacillus* spp., yang bersifat homofermentatif atau heterofermentatif, mampu menghasilkan asam laktat dari fermentasi karbohidrat, berperan dalam pembentukan rasa, tekstur, dan daya tahan produk fermentasi. Selain itu, bakteri ini memiliki potensi probiotik yang mendukung kesehatan usus dan meningkatkan sistem imun. *S. thermophilus*, yang bersifat termofilik, memainkan peran vital dalam fermentasi yogurt dan keju dengan menghasilkan asam laktat dan eksopolisakarida yang meningkatkan tekstur dan viskositas produk. Kedua bakteri ini bekerja secara sinergis dalam proses fermentasi. *S. thermophilus* menyediakan asam format dan CO₂ untuk mendukung pertumbuhan *Lactobacillus*, sedangkan *Lactobacillus* menyediakan enzim proteolitik untuk membantu *S. thermophilus* memanfaatkan protein. Kombinasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi fermentasi tetapi juga menciptakan produk dengan karakteristik organoleptik dan manfaat kesehatan yang optimal. Dengan sifatnya yang fleksibel dan aplikatif, *Lactobacillus* spp dan *S. thermophilus* terus menjadi subjek penelitian untuk meningkatkan proses fermentasi dan pengembangan pangan fungsional.

Kata Kunci: Bakteri Asam Laktat (LAB), *Lactobacillus* Spp Dan *Streptococcus Thermophilus*.

ABSTRACT

Lactic Acid Bacteria such as Lactobacillus spp and Streptococcus thermophilus, are important microorganisms in food fermentation, especially dairy products such as yogurt, cheese, and other fermented milk products. Lactobacillus spp., which are homofermentative or heterofermentative, are able to produce lactic acid from carbohydrate fermentation, playing a role in the formation of flavor, texture, and durability of fermented products. In addition, these bacteria have probiotic potential that supports gut health and improves the immune system. S. thermophilus, which is thermophilic, plays a vital role in the fermentation of yogurt and cheese by producing lactic acid and exopolysaccharides that improve the texture and viscosity of the product. These two bacteria work synergistically in the fermentation process. S. thermophilus provides formic acid and CO₂ to support the growth of Lactobacillus, while Lactobacillus provides proteolytic enzymes to help S. thermophilus utilize proteins. This combination not only increases fermentation efficiency but also creates products with optimal organoleptic characteristics and health benefits. With its flexible and applicable nature, Lactobacillus spp and S. thermophilus continue to be the subject of research to improve fermentation processes and develop functional foods.

Keywords: Lactic Acid Bacteria Such As *Lactobacillus* Spp And *Streptococcus Thermophilus*.

PENDAHULUAN

Pendekatan mikroorganisme dalam pengembangan keju berbasis bioteknologi merupakan salah satu inovasi penting dalam industri pangan, yang tidak hanya meningkatkan kualitas produk, tetapi juga berpotensi memperkenalkan cara baru dalam produksi makanan yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Keju, sebagai produk olahan susu yang memiliki nilai gizi tinggi, telah lama menjadi komoditas yang diminati di berbagai belahan dunia. Penggunaan mikroorganisme, seperti bakteri asam laktat, ragi, dan enzim, dalam proses fermentasi keju memiliki peran krusial dalam memberikan rasa, tekstur, serta kualitas gizi yang berbeda pada produk akhir.

Dengan berkembangnya bioteknologi, pendekatan mikroorganisme dalam pembuatan keju semakin dikembangkan untuk menghasilkan produk yang lebih inovatif. Teknologi fermentasi modern memungkinkan pemilihan strain mikroorganisme yang lebih spesifik, yang dapat meningkatkan rasa, aroma, dan kestabilan produk keju. Selain itu, bioteknologi juga membuka peluang untuk mengurangi penggunaan bahan tambahan kimia dan memperbaiki proses produksi agar lebih efisien dan berkelanjutan.

Inovasi ini tidak hanya berfokus pada peningkatan kualitas keju, tetapi juga memungkinkan pengembangan varian produk keju baru yang lebih sehat dan beragam. Dengan menggunakan mikroorganisme secara terkontrol, industri pangan dapat memproduksi keju yang lebih ramah lingkungan, dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam dan mengurangi limbah. Pendekatan mikroorganisme dalam pengembangan keju berbasis bioteknologi ini membawa perubahan signifikan dalam industri pangan, meningkatkan daya saing produk lokal, serta mendukung keberlanjutan industri keju di tingkat global.

Secara keseluruhan, penelitian tentang *Lactobacillus* spp. dan *Streptococcus thermophilus* terus berkembang dan memberikan wawasan baru dalam pengembangan produk fermentasi yang lebih sehat dan berkualitas tinggi. Kombinasi inovasi bioteknologi dan pemahaman mendalam tentang perilaku mikroorganisme ini akan memungkinkan industri pangan untuk menciptakan produk yang lebih inovatif dan bermanfaat bagi konsumen.

Keju Berbasis Bioteknologi merupakan salah satu perkembangan penting dalam industri pangan yang menggabungkan teknologi mikroorganisme dan bioteknologi untuk meningkatkan kualitas, efisiensi, dan keberlanjutan dalam proses pembuatan keju. Bioteknologi memungkinkan pengembangan metode produksi keju yang lebih inovatif dengan memanfaatkan mikroorganisme, seperti bakteri asam laktat, ragi, dan enzim, yang berperan dalam fermentasi susu dan pematangan keju. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan rasa, tekstur, dan kualitas gizi produk keju, tetapi juga membuka peluang untuk menciptakan varian keju yang lebih sehat dan ramah lingkungan.

Selain itu, dalam pembuatan keju berbasis bioteknologi, ada upaya untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan bahan kimia tambahan dan pengawet yang sering digunakan dalam produksi keju konvensional. Dengan demikian, keju berbasis bioteknologi tidak hanya memberikan keunggulan dalam hal rasa dan tekstur, tetapi juga dapat menawarkan manfaat kesehatan yang lebih besar, seperti produk dengan lebih sedikit lemak jenuh, lebih banyak probiotik, atau rendah laktosa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

JENIS MIKROORGANISME DALAM PEMBUATAN KEJU

Bakteri asam laktat (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*). Jamur dan ragi (*Penicillium*, *Saccharomyces cerevisiae*).

PROSES BIOTEKNOLOGI DALAM PEMBUATAN KEJU

-Teknik Fermentasi :

- *Lactobacillus spp*

Memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Glukosa difermentasi menjadi asam laktat melalui jalur glikolisis. Penurunan Ph akibat asam laktat membantu pembentukan dadih.

- *Streptococcus thermophiles*

Berperan dalam tahap awal fermentasi.Meningkatkan kadar asam laktat untuk mempercepat koagulasi protein susu.

- *Mikroorganisme sekunder* (contoh : *Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*)

Memberi karakteristik tertentu seperti warna, aroma, dan rasa.

-Pematangan keju :

Kondisi fermentasi keju dan lingkungan pematangan adalah kuncinya. Suhu, kelembapan, dan aliran udara di ruang pengawetan mempengaruhi rasa dan tekstur akhir keju. Tingkat kelembapan keju juga memengaruhi seberapa cepat keju tersebut matang dan rasanya. Perubahan suhu dapat memperlambat fermentasi atau menambah rasa yang tidak enak.Jadi, penting untuk memiliki lingkungan yang terkendali dan peralatan untuk memeriksa kondisinya.

-Peningkatan efisiensi produksi keju :

Mikroorganisme seperti *Lactobacillus spp.* dan *Streptococcus thermophiles* direkayasa agar mampu memfermentasi laktosa lebih cepat, memproduksi asam laktat dalam jumlah optimal untuk efisiensi koagulasi. Contoh : *Lactococcus lactis* yang dimodifikasi untuk menghasilkan lebih banyak enzim proteolitik, sehingga pemecahan protein lebih cepat terjadi.

Mikroorganisme penghasil senyawa aroma dan rasa unik. Modifikasi mikroorganisme seperti *Penicillium roqueforti* menghasilkan senyawa volatile baru, menciptakan aroma dan rasa khas pada varian keju. Contoh :Keju biru dengan rasa yang lebih kompleks atau keju beraroma unik seperti herbal atau buah.

Mikroorganisme dengan warna alami, rekayasa mikroorganisme untuk memproduksi pigmen alami seperti karotenoid, memberikan warna alami pada keju tanpa pewarna tambahan.

PERBANDINGAN KEJU ARTISANAL DAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI.

Aspek	Artisanal	Bioteknologi
Metode Produksi	Tradisional, manual	Modern , berbasis rekayasa genetika
Kualitas Rasa	Variasi alami, unik	Konsisten
Skala Produksi	Kecil	Besar
Keberlanjutan	Mendukung lokalitas	Bergantung pada teknologi tinggi
Manfaat Kesehatan	Alami, tanpa modifikasi	Probiotik, produk inovatif
Tantangan	Variasi hasil, masa simpan pendek	Penerimaan masyarakat

Keju artisanal memiliki keunikan dan nilai budaya tinggi, sedangkan keju berbasis bioteknologi memberikan efisiensi, inovasi, dan produk yang lebih seragam. Pilihan antara keduanya bergantung pada kebutuhan pasar, skala produksi , dan preferensi konsumen.

Peran Bioteknologi Dalam Produksi Keju

- **Starter Culture yang Didesain Khusus**

Bioteknologi memungkinkan seleksi dan modifikasi mikroorganisme untuk menghasilkan starter culture dengan kemampuan fermentasi optimal, meningkatkan cita rasa, tekstur, dan umur simpan keju. Contoh mikroorganisme seperti *Lactobacillus*, *Streptococcus*, dan *Penicillium* telah dimanfaatkan secara luas.

- **Enzim Rekombinan**

Enzim seperti chymosin, yang digunakan dalam proses koagulasi susu, kini dapat diproduksi melalui teknologi DNA rekombinan. Ini mengurangi ketergantungan pada sumber tradisional seperti rennet hewani, sehingga lebih ramah lingkungan dan sesuai untuk konsumen vegetarian.

- **Fermentasi Presisi**

Teknik fermentasi presisi memungkinkan manipulasi mikroba untuk memproduksi protein susu seperti kasein dan whey tanpa memerlukan susu sapi. Ini membuka jalan untuk keju berbasis tumbuhan dan bebas hewan.

- **Peningkatan Nilai Gizi**

Mikroorganisme dapat direkayasa untuk meningkatkan kandungan nutrisi keju, seperti asam lemak omega-3, probiotik, atau vitamin tertentu

KESIMPULAN

Lactic Acid Bacteria (Bakteri Asam Laktat) seperti *Lactobacillus* spp dan *Streptococcus thermophilus*, merupakan mikroorganisme penting dalam fermentasi makanan, khususnya produk susu seperti yghurt, keju, dan produk susu fermentasi lainnya. *Lactobacillus* spp., yang bersifat homofermentatif atau heterofermentatif, mampu menghasilkan asam laktat dari fermentasi karbohidrat, berperan dalam pembentukan rasa, tekstur, dan daya tahan produk fermentasi. Keju adalah salah satu produk pangan yang telah diproduksi secara tradisional selama ribuan tahun. Namun, dengan meningkatnya kebutuhan pangan berkualitas tinggi, berkelanjutan, dan efisien, bioteknologi menjadi pendekatan inovatif yang mampu merevolusi industri keju. Bioteknologi memungkinkan pengembangan produk keju dengan karakteristik khusus, peningkatan efisiensi produksi, dan pengurangan dampak lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fardiaz, S. (1992). Mikrobiologi Pangan. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). Dairy Science and Technology. CRC Press.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2000). Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publishers.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007). Yoghurt: Science and Technology. CRC Press.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2017). Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology. Academic Press.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007). Yoghurt: Science and Technology. CRC Press.
- Singh, T. K., Drake, M. A., & Cadwallader, K. R. (2003). "Flavor of Cheddar Cheese: A Chemical and Sensory Perspective". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(4), 139–162.
- Ouwehand, A. C., & Salminen, S. (1998). "The Health Effects of Cultured Milk Products with Viable and Non-viable Bacteria". *International Dairy Journal*, 8(9), 749–758.
- Papadimitriou, K., et al. (2015). "The Microbiome of Dairy Fermentations". *Current Opinion in Biotechnology*, 32, 99–109.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology*. Springer.
- Clark, S., Costello, M., Drake, M., & Bodyfelt, F. (2009). *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. Springer.
- Chandan, R. C., Kilara, A., & Shah, N. P. (2008). *Dairy Processing and Quality Assurance*. Wiley-Blackwell.
- Moatsou, G., & Moschopoulou, E. (2021). "Artisanal Cheeses: Traditional Products with Impact on Intestinal Health." *Nutrients*, 13(5), 1658.
- Ruby, M. B., & Rozin, P. (2020). "Cheese and Biotech: Balancing Tradition and Innovation." *Food Ethics Journal*, 5(1), 45–60.
- Stephanopoulos, G. (2022). "Synthetic Biology in Food Production: Opportunities and Challenges."

- Biotechnology Advances, 40, 107659.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of Cheese Science*. Springer.
- Yadav, J. S., Rani, K., & Dey, S. (2020). Advances in Biotechnology for Sustainable Food Production. *Food Biotechnology*, 34(1), 1-15.
- Johnson, M. E., & Steele, J. L. (2021). Biotechnological Innovations in Cheese Production. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 1251-1265.
- Bassi, D., & Fessia, A. (2022). Microbial Cultures in Cheese Production: Current Applications and Future Trends. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 106(4), 1391-1405.
- Van Arkel, J., Wassenaar, R., & Slagt, L. (2019). Sustainable Cheese Production Using Recombinant Enzymes. *Food Science and Technology International*, 25(3), 183-192.