

Perbandingan Penggunaan Direct Vat Set (DVS) dan Bulk Starter dalam Industri Fermentasi Susu: Literature Review

Detya Zalfa^{1*}, Andita Nurintania M¹, Rizka Rahmania¹, Syifa Fauziyah Febriyani¹,
Siti Anisa¹, Tiara Amanda Lestari^{1*}, Intan Kusumaningrum¹

¹Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda, Jl. Tol Ciawi
No 1 Kotak Pos 35 Bogor 16720

*Korespondensi: Tiara Amanda Lestari tiaraamandalestari@unida.ac.id, Detya Zalfa
detyazalfa@gmail.com

ABSTRAK

Fermentasi susu merupakan salah satu teknologi pengolahan pangan yang telah berkembang pesat, khususnya dalam penggunaan kultur starter untuk produksi yogurt, keju, dan produk susu fermentasi lainnya. Tinjauan literatur ini bertujuan untuk membandingkan secara komprehensif dua sistem starter utama dalam industri fermentasi susu, yaitu *Direct Vat Set* (DVS) dan bulk starter, dari aspek teknologi produksi, kualitas produk, risiko kontaminasi, keunggulan fungsional, dan pertimbangan ekonomis. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur sistematis terhadap publikasi ilmiah 10 tahun terakhir (2015–2025). Hasil tinjauan menunjukkan bahwa DVS menawarkan kemudahan penggunaan, konsistensi kualitas produk, dan perlindungan lebih baik terhadap kontaminasi bakteriofag, sementara bulk starter lebih ekonomis pada skala produksi besar dengan infrastruktur memadai. Inovasi teknologi *freeze-drying* dan optimasi krioprotektan terbukti meningkatkan viabilitas sel DVS secara signifikan. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi industri susu nasional dalam memilih sistem starter yang tepat sesuai kapasitas produksi dan tujuan mutu produk. Kesimpulan tinjauan ini menegaskan bahwa pemilihan jenis starter harus mempertimbangkan skala produksi, kapasitas sumber daya manusia, dan infrastruktur laboratorium yang tersedia.

Kata Kunci: *Direct Vat Set* (DVS), Bulk Starter, Fermentasi Susu, Bakteri Asam Laktat, Yogurt, Kultur Starter

PENDAHULUAN

Produk susu fermentasi seperti yogurt, kefir, dan keju merupakan komoditas pangan yang terus mengalami peningkatan permintaan baik di Indonesia maupun secara global. Kualitas dan konsistensi produk fermentasi susu sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas kultur starter yang digunakan dalam proses produksi. Kultur starter berperan penting dalam proses pengasaman susu, pembentukan flavor khas,

serta penghambatan pertumbuhan mikroorganisme patogen selama fermentasi berlangsung (Dahlan et al., 2024; Han et al., 2022).

Dalam industri fermentasi susu modern, terdapat dua sistem starter yang paling dominan digunakan, yaitu bulk starter dan *Direct Vat Set* (DVS). Bulk starter merupakan sistem starter tradisional berbentuk cair yang diperbanyak secara bertahap dari kultur induk (*mother culture*) di fasilitas produksi sebelum diinokulasikan ke dalam vat produksi. Sistem ini telah lama menjadi standar industri, khususnya dalam produksi keju dan yogurt, namun memerlukan kontrol proses yang ketat untuk menjaga kualitas dan mencegah kontaminasi (Lu et al., 2022).

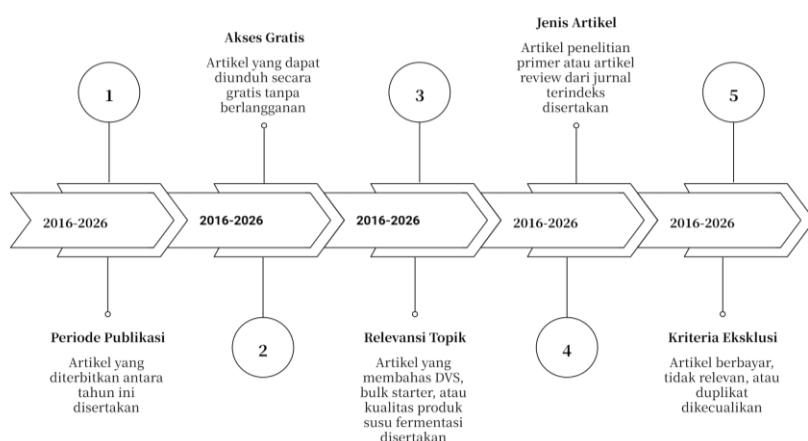
Direct Vat Set (DVS), yang juga dikenal sebagai *Direct Vat Inoculation* (DVI), merupakan kultur starter komersial terkonsentrasi dalam bentuk beku atau *freeze-dried* yang mengandung sel bakteri hidup dalam jumlah tinggi, yaitu sekitar 10^{11} – 10^{13} CFU/g. DVS dapat langsung diinokulasikan ke dalam bahan baku tanpa melalui tahap propagasi, sehingga lebih praktis dan efisien dalam penggunaannya. Penggunaan DVS semakin meningkat dalam industri fermentasi susu modern karena mampu menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih konsisten serta meminimalkan risiko kontaminasi (Ibrahim et al., 2023; Lu et al., 2022).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan starter kultur sangat mempengaruhi karakteristik produk akhir, seperti tingkat keasaman, viabilitas bakteri asam laktat, serta sifat sensoris produk. (Dahlan et al., 2024) melaporkan bahwa variasi jenis susu dan konsentrasi starter berpengaruh signifikan terhadap pH dan total bakteri asam laktat pada yogurt. Selain itu, (Dan et al., 2023) menunjukkan bahwa rasio mikroorganisme dalam starter kultur dapat mempengaruhi karakteristik fermentasi dan profil flavor produk. Penelitian lain juga menegaskan bahwa starter berbasis probiotik dapat meningkatkan kualitas fungsional serta daya simpan produk fermentasi susu (Hoxha et al., 2023).

Di Indonesia, kajian mengenai perbandingan teknis dan ekonomis antara DVS dan bulk starter masih terbatas, padahal industri persusuan nasional terus

berkembang seiring dengan meningkatnya permintaan produk fermentasi berkualitas. Oleh karena itu, tinjauan literatur ini disusun untuk memberikan gambaran komprehensif berbasis bukti ilmiah mengenai perbedaan, keunggulan, dan keterbatasan kedua sistem starter tersebut, sehingga dapat menjadi acuan bagi pelaku industri, akademisi, serta pengambil kebijakan di sektor persusuan Indonesia.

METODE PENELITIAN



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis (*systematic literature review*). Penelusuran dilakukan pada berbagai basis data jurnal ilmiah yang dapat diakses dan diunduh secara gratis, meliputi: (1) Portal Garuda (garuda.kemdikbud.go.id) untuk jurnal nasional Indonesia; (2) e-journal universitas di Indonesia; (3) *PubMed Central* (PMC) untuk jurnal internasional open access; dan (4) MDPI (mdpi.com) untuk jurnal *open access* bereputasi internasional.

Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran meliputi: “*Direct Vat Set*”, “*DVS starter*”, “*bulk starter*”, “*kultur starter*”, “*fermentasi susu*”, “*bakteri asam laktat*”, “*yoghurt*”, “*keju*”, “*Streptococcus thermophilus*”, dan “*Lactobacillus*”. Kriteria inklusi yang ditetapkan: (1) artikel diterbitkan antara tahun 2015–2025; (2) yang tersedia secara *open access*; (3) membahas topik terkait DVS, bulk starter, atau kualitas produk susu fermentasi; (4) merupakan artikel penelitian primer atau artikel review dari jurnal terindeks. Kriteria eksklusi meliputi artikel berbayar, artikel tidak relevan dengan topik fermentasi susu, dan artikel duplikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa penelitian yang digunakan sebagai dasar dalam tinjauan ini dirangkum untuk memberikan gambaran umum mengenai perkembangan kajian

terkait *Direct Vat Set* (DVS) dan bulk starter. Studi-studi tersebut mencakup berbagai aspek, mulai dari teknologi produksi starter, viabilitas bakteri asam laktat, kualitas produk fermentasi, risiko kontaminasi, hingga inovasi pengembangan starter fungsional.

Tabel 1 Ringkasan Studi yang Direview

Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Metode/ Objek	Hasil Utama	Implikasi terhadap DVS/Bulk Starter
Agustine, <i>et.al</i>	2018	Viabilitas BAL pada yogurt	Fermentasi yogurt dengan variasi sukrosa dan susu skim	Total BAL 6,924–7,054 log CFU/ml	Menunjukkan kondisi media memengaruhi performa starter
Lu, <i>et.al</i>	2022	Produksi DVS	Review high-density fermentation dan freeze-drying	DVS memiliki viabilitas tinggi dan stabil	Mendukung efisiensi penggunaan DVS
Han, <i>et.al</i>	2023	Kualitas fermentasi oleh ko-kultur	Fermentasi susu menggunakan beberapa strain <i>S. thermophilus</i>	Viskositas meningkat, post-acidification rendah	DVS multi-strain meningkatkan mutu produk
Krastanov, <i>et.al</i>	2023	Desain starter dan flavor yogurt	Pengembangan kultur starter simbiotik	Profil flavor lebih kompleks dan konsisten	DVS unggul dalam kontrol mutu sensori
Ibrahim, <i>et.al</i>	2023	Freeze-dried BAL starter	Uji krioprotektan susu skim dan tepung singkong	Susu skim mempertahankan viabilitas lebih baik	Penting untuk stabilitas starter DVS
Hoxha, <i>et.al</i>	2023	Starter probiotik bioprotektif	Aplikasi strain probiotik pada yogurt	Menghambat khamir perusak tanpa menurunkan mutu	Mendukung pengembangan DVS fungsional
Dan, <i>et.al</i>	2023	Rasio strain dalam starter yogurt	Optimasi rasio <i>L. bulgaricus</i> dan <i>S. thermophilus</i>	Rasio 1:2 menghasilkan flavor terbaik	Formulasi DVS menentukan kualitas produk
Dahlan, <i>et.al</i>	2024	Pengaruh jenis susu dan starter	Produksi yogurt dengan variasi susu	Starter 5% pada susu full cream terbaik	Konsentrasi starter memengaruhi hasil fermentasi

Ih, <i>et.al</i>	2024	Starter probiotik generasi berulang	Evaluasi starter turunan komersial	Generasi F4 masih sesuai SNI	Menunjukkan stabilitas DVS komersial
Kaminski & Paczesny	2024	Kontaminasi bakteriofag	Survei pada industri fermentasi susu	Kontaminasi fag tinggi pada sistem starter konvensional	Bulk starter lebih rentan dibanding DVS
Wu, <i>et.al</i>	2025	Optimasi krioprotektan DVS	Response Surface Methodology	Viabilitas meningkat signifikan	Mendukung inovasi penyimpanan DVS
Aziz, <i>et.al</i>	2025	BAL untuk krim keju	Fermentasi susu dengan variasi inokulum	BAL 9,01–9,16 log CFU/g, yield meningkat	Presisi inokulum penting dalam sistem starter

1. Definisi dan Perbedaan Mendasar DVS dan Bulk Starter

Bulk starter adalah kultur cair yang diperbanyak dari kultur induk melalui serangkaian tahap subkultur di medium susu atau whey yang telah disterilkan. Konsentrasi sel dalam bulk starter umumnya berkisar 10^9 – 10^{10} CFU/g dengan tingkat inokulasi 0,5–1% (b/b). Proses produksinya membutuhkan peralatan khusus seperti tangki starter, inkubator, serta prosedur pengendalian mutu yang ketat untuk mencegah kontaminasi (Kamiński & Paczesny, 2024; Lu et al., 2022).

DVS, sebaliknya, adalah konsentrat sel yang langsung siap pakai dengan densitas sel jauh lebih tinggi, sehingga tingkat inokulasi yang diperlukan hanya sekitar 0,015–0,020% (b/b)—sekitar 50–100 kali lebih kecil dari bulk starter. Starter komersial DVS yang diturunkan hingga generasi keempat (F4) masih mempertahankan viabilitas BAL di atas 9 log CFU/ml, yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk yogurt. Temuan ini mengindikasikan stabilitas DVS komersial yang sangat baik bahkan setelah beberapa kali subkultur (Ih et al., 2024; Lu et al., 2022).

(Agustine et al., 2018) dalam penelitiannya yang dipublikasikan di Jurnal Dunia Gizi menemukan bahwa total bakteri asam laktat pada yogurt yang difermentasi dengan starter komersial mencapai 6,924–7,054 log CFU/ml tergantung konsentrasi sukrosa dan susu skim yang digunakan. Penelitian ini menegaskan pentingnya kondisi fermentasi dan komposisi media dalam menentukan viabilitas kultur starter, baik yang berbasis DVS maupun propagasi konvensional.

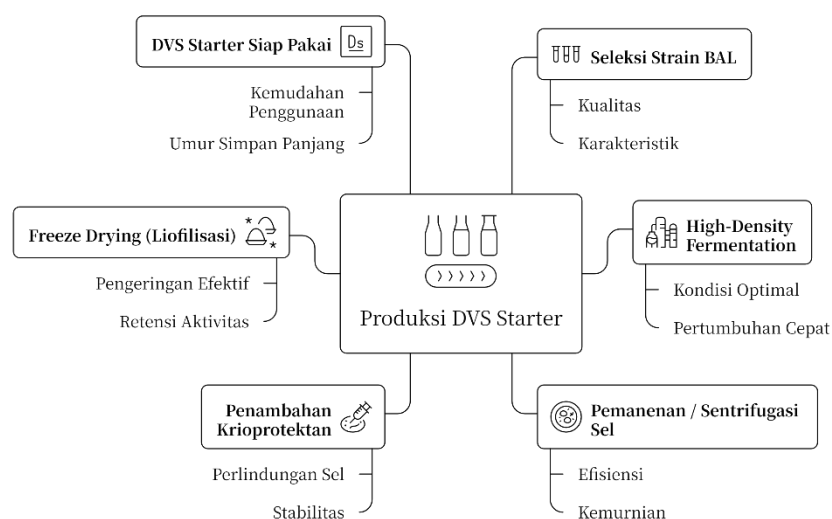
Tabel 2 Perbandingan DVS vs Bulk Starter

Parameter	DVS	Bulk Starter
-----------	-----	--------------

Bentuk starter	Freeze-dried/beku	Kultur cair
Inokulasi	0,015–0,020%	0,5–1%
Konsentrasi sel	10^{11} – 10^{13} CFU/g	10^9 – 10^{10} CFU/g
Tahao propagasi	Tidak perlu	Perlu
Risiko kontaminasi fag	Rendah	Tinggi
Konsistensi mutu	Tinggi	Bervariasi
Investasi awal	Lebih tinggi	Lebih rendah
Efisiensi industri menengah	Tinggi	Sedang

2. Teknologi Produksi DVS Fermentasi Densitas Tinggi dan Freeze-Drying

Produksi DVS melibatkan serangkaian tahap kritis yang mencakup seleksi dan karakterisasi strain BAL, kultivasi densitas tinggi (*high-density fermentation*), pemekatan sel melalui sentrifugasi, penambahan agen krioprotektan, dan pengeringan beku (*freeze-drying*). (Lu et al., 2022) dalam review komprehensif yang dipublikasikan menjelaskan bahwa DVS starter Lactobacilli diproduksi melalui rangkaian proses: seleksi strain unggul, proliferasi dalam medium cair, pemekatan dan pemisahan sel, penggabungan agen pelindung biologis, serta pengeringan untuk menghasilkan serbuk kering yang stabil.



Gambar 2 Produksi DVS

Kemajuan teknologi *freeze-drying* dan formulasi krioprotektan menjadi kunci peningkatan kualitas DVS komersial. (Wu et al., 2025) yang dipublikasikan di jurnal *Foods* berhasil mengoptimalkan krioprotektan untuk DVS menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). Formulasi optimal terdiri dari susu skim bubuk, gliserol, sukrosa, dan L-proline, yang secara signifikan meningkatkan viabilitas strain setelah liofilisasi dibandingkan penggunaan krioprotektan tunggal. Penyimpanan pada suhu rendah (-20°C) terbukti memberikan preservasi terbaik untuk DVS.

(Dahlan et al., 2024) dalam penelitiannya yang dipublikasikan di Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian membandingkan kualitas yogurt yang dibuat dari jenis susu berbeda menggunakan starter komersial Biokul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis susu dan konsentrasi starter (5% dan 10%) berpengaruh signifikan terhadap total asam laktat, pH, dan total bakteri asam laktat. Perlakuan terbaik ditemukan pada yogurt susu *full cream* dengan konsentrasi starter 5%, yang menghasilkan kadar asam laktat 2,40%, pH 4,51, dan total BAL yang memenuhi SNI.

3. Perbandingan Kualitas Produk Fermentasi

Kualitas produk fermentasi susu dipengaruhi secara langsung oleh jenis dan karakteristik starter yang digunakan. (Han et al., 2022) dalam studi yang dipublikasikan di *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* melakukan analisis skala besar terhadap karakteristik fermentasi *Streptococcus thermophilus* dalam konteks produksi DVS. Penelitian ini menemukan bahwa ko-kultur tiga strain *S. thermophilus* yang simbiotik menghasilkan susu fermentasi dengan viskositas tinggi, post-asidifikasi rendah, dan sifat sensoris yang baik.

(Krastanov et al., 2023) yang terbit di jurnal Foods MDPI mengembangkan kultur starter simbiotik berbasis *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* dan *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* dengan profil senyawa volatil yang khas. Penelitian ini mendemonstrasikan bahwa desain starter yang cermat dapat menghasilkan produk yogurt dengan flavor yang lebih kompleks dan konsisten dibandingkan pendekatan propagasi konvensional. Kemampuan ini merupakan salah satu keunggulan utama DVS komersial yang diformulasi dengan strain terpilih.

(Ibrahim et al., 2023) yang dipublikasikan di jurnal Foods MDPI membandingkan kelangsungan hidup (*survival rate*) dan kinerja fermentasi BAL yang dikeringbeku menggunakan susu skim dan tepung singkong sebagai krioprotektan. Studi ini menunjukkan bahwa viabilitas BAL setelah *freeze-drying* sangat dipengaruhi oleh jenis krioprotektan dan kondisi penyimpanan. Kultur yang dibekukeringkan dengan susu skim pada suhu 4°C mempertahankan viabilitas lebih baik, dengan kinerja fermentasi yang sebanding dengan kultur segar dalam produksi yogurt.

4. Risiko Kontaminasi Bakteriofag pada Bulk Starter

Salah satu kelemahan utama sistem bulk starter adalah kerentanannya terhadap kontaminasi bakteriofag (fag). Bakteriofag merupakan virus yang menginfeksi sel bakteri, termasuk BAL yang digunakan sebagai starter. Infeksi fag dapat menyebabkan lisis sel bakteri, menghambat fermentasi, dan menghasilkan produk yang cacat atau bahkan menyebabkan kegagalan total proses produksi.

(Kamiński & Paczesny, 2024) yang dipublikasikan di jurnal *Microorganisms* melaporkan bahwa dalam survei kontaminasi fag pada fasilitas produksi susu fermentasi, sebesar 18% sampel yogurt dan 67% sampel keju terkontaminasi, dengan jumlah partikel fag mencapai 10^9 PFU per mL.

Diperkirakan 60–70% masalah teknologi dalam produksi keju cottage dan keju keras disebabkan oleh infeksi bakteriofag pada bakteri genus *Lactococcus*. Dalam sistem bulk starter, risiko ini jauh lebih besar karena proses propagasi yang berulang memberikan kesempatan lebih bagi fag untuk berkembang dan mengakumulasi di lingkungan produksi. DVS meminimalisir risiko ini karena digunakan langsung dari kemasan steril tanpa memerlukan tahap propagasi yang dapat menjadi titik masuk kontaminasi fag.

(Aziz et al., 2025) yang dipublikasikan di *Jurnal Teknologi Pangan* melaporkan fermentasi susu menggunakan kultur BAL probiotik untuk produksi krim keju. Studi tersebut mencatat bahwa penggunaan kultur BAL yang tepat dengan konsentrasi inokulum optimal (1–5%) memberikan jumlah BAL tertinggi (9,01–9,16 log CFU/g) dan yield krim keju mencapai 29,76%. Penelitian ini menegaskan pentingnya pengendalian konsentrasi starter yang presisi, sesuatu yang lebih mudah dilakukan dengan DVS dibandingkan bulk starter cair.

5. Aspek Ekonomis DVS vs Bulk Starter

Perbandingan biaya antara Direct Vat Set (DVS) dan bulk starter tidak dapat dilihat hanya dari harga pembelian per unit starter, tetapi perlu mempertimbangkan total cost of ownership (TCO) yang mencakup biaya investasi peralatan, tenaga kerja terlatih, energi operasional, serta potensi kerugian akibat kegagalan fermentasi. Kegagalan proses fermentasi, terutama yang disebabkan oleh kontaminasi bakteriofag, dapat menimbulkan kerugian signifikan dalam industri fermentasi susu (Kamiński & Paczesny, 2024; Lu et al., 2022).

Meskipun harga awal DVS relatif lebih tinggi dibandingkan bulk starter, penggunaannya menawarkan beberapa keuntungan, seperti kemudahan aplikasi, tidak memerlukan tahap propagasi, serta risiko kontaminasi yang lebih rendah. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi proses produksi dan konsistensi mutu produk, terutama pada industri skala kecil hingga menengah yang tidak memiliki fasilitas starter khusus (Ibrahim et al., 2023; Lu et al., 2022).

Bulk starter justru lebih menguntungkan secara ekonomis ketika industri memiliki: (1) fasilitas starter room yang dirancang khusus dengan sistem perlindungan fag; (2) tenaga analis terlatih dengan kompetensi mikrobiologi; (3)

laboratorium jaminan mutu yang lengkap dan operasional; dan (4) skala produksi yang sangat besar sehingga biaya per unit starter dapat ditekan secara signifikan. Tanpa ketiga prasyarat ini, kerugian akibat produk cacat dan kegagalan fermentasi dapat membuat bulk starter justru lebih mahal secara keseluruhan.

6. Inovasi Terbaru DVS Fungsional dan Berbasis Probiotik

Perkembangan terbaru dalam teknologi DVS menunjukkan pergeseran dari starter yang semata-mata berfungsi sebagai agen fermentasi menuju DVS multifungsi yang memberikan manfaat kesehatan tambahan. (Hoxha et al., 2023) yang dipublikasikan di jurnal Foods MDPI meneliti aplikabilitas dua strain BAL dengan sifat probiotik dan bioprotektif sebagai tambahan dalam kultur starter yogurt. Strain *Lactiplantibacillus plantarum* KC 5-12 yang ditambahkan ke starter yogurt komersial terbukti menghambat pertumbuhan berbagai khamir perusak, termasuk *Kluyveromyces lactis* dan *Saccharomyces cerevisiae*, tanpa secara signifikan mengubah parameter fisikokimia yogurt.

(Ih et al., 2024) yang dipublikasikan di jurnal Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry mengkaji pengaruh variasi starter probiotik terhadap kualitas yogurt berdasarkan SNI. Penelitian menunjukkan bahwa starter turunan komersial hingga generasi keempat (F4) masih mempertahankan viabilitas BAL yang sesuai SNI (di atas 9 log CFU/ml), meskipun terdapat tren penurunan aktivitas pada generasi lebih lanjut. Temuan ini memiliki implikasi langsung bagi industri yogurt Indonesia dalam pengelolaan starter komersial.

(Dan et al., 2023) yang dipublikasikan di jurnal Molecules MDPI menyelidiki pengaruh rasio *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dalam starter yogurt terhadap karakteristik fermentasi. Penelitian mengidentifikasi 63 senyawa flavor volatil, dengan rasio 1:2 antara *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* menghasilkan karakteristik flavor paling mendekati kontrol komersial. Optimasi rasio strain ini merupakan aspek kunci dalam formulasi DVS komersial, namun sulit dikontrol dalam sistem bulk starter yang mengalami propagasi berulang.

KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan literatur, DVS dan bulk starter merupakan dua sistem starter yang saling melengkapi dengan karakteristik berbeda, di mana DVS lebih unggul dalam kemudahan penggunaan, konsistensi kualitas, perlindungan terhadap kontaminasi fag, serta efisiensi biaya untuk industri skala kecil hingga menengah,

sedangkan bulk starter tetap lebih ekonomis dan relevan bagi industri skala sangat besar dengan dukungan infrastruktur dan SDM yang memadai. Perkembangan teknologi seperti *freeze-drying* dan optimasi krioprotektan telah meningkatkan viabilitas dan stabilitas DVS, sekaligus memperkuat perannya dalam industri fermentasi susu modern, termasuk melalui pengembangan DVS fungsional berbasis probiotik yang memberikan nilai tambah kesehatan. Oleh karena itu, industri susu nasional Indonesia disarankan menyesuaikan pilihan sistem starter dengan skala dan kapasitasnya, serta mendorong penelitian lanjutan terkait pengembangan DVS berbasis strain BAL lokal yang lebih adaptif terhadap kondisi produksi dalam negeri.

REFERENSI

- Agustine, L., Gizi Poltekkes Kemenkes Bengkulu, J., Okfrianti, Y., DIV Gizi, M., Kesehatan Kementerian Kesehatan Bengkulu, P., Gizi, D., & Korespondensi, P. (2018). 83 IDENTIFIKASI TOTAL BAKTERI ASAM LAKTAT (BAL) PADA YOGHURT DENGAN VARIASI SUKROSA DAN SUSU SKIM *Total Identification Of Laktat Acid Bacteria (BAL) in Yoghurt with Various Sukrosa and Skim Milk*. 1(2), 79. <https://ejournal.helvetia.ac.id/jdg>
- Aziz, F. N., Eka Nur Intan, S., & Purwitasari, L. (2025). Fermentasi Susu dengan Bakteri Asam Laktat untuk Meningkatkan Yield Krim Keju *Fermentation of Fresh Milk with Lactic Acid Bacteria to Improve Cream Cheese Yield*. In *Jurnal Teknologi Pangan* (Vol. 9, Number 2). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tekpangan>.
- Dahlan, A., Wijayanti, W., Iqbal Kusumabaka Rianse, M., Naim, Y., Studi Gizi, P., Teknologi dan Kesehatan Avicenna, I., Tenggara, S., Teknologi Pagar Alam, I., Pagar Alam, K., Selatan, S., Halu Oleo, U., & Hijau Bumi Tridharma Andonohu Kambu Kendari, K. (2024). Pengaruh Jenis Susu dan Konsentrasi Starter Terhadap Kadar Asam, pH, dan Total Bakteri Asam Laktat Yoghurt. In *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian* (Vol. 6, Number 1).
- Dan, T., Hu, H., Tian, J., He, B., Tai, J., & He, Y. (2023). Influence of Different Ratios of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on

- Fermentation Characteristics of Yogurt. *Molecules*, 28(5).
<https://doi.org/10.3390/molecules28052123>
- Han, M., Wu, Y., Guo, X., Jiang, L., Wang, X., & Gai, Z. (2022). Milk fermentation by monocultures or co-cultures of *Streptococcus thermophilus* strains. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.1097013>
- Hoxha, R., Evstatieva, Y., & Nikolova, D. (2023). Physicochemical, Rheological, and Sensory Characteristics of Yogurt Fermented by Lactic Acid Bacteria with Probiotic Potential and Bioprotective Properties. *Foods*, 12(13).
<https://doi.org/10.3390/foods12132552>
- Ibrahim, I., Ayariga, J. A., Xu, J., Boakai, R. K., Ajayi, O. S., & Owusu-Kwarteng, J. (2023). A Comparative Study of Skimmed Milk and Cassava Flour on the Viability of Freeze-Dried Lactic Acid Bacteria as Starter Cultures for Yogurt Fermentation. *Foods*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/foods12061207>
- Ih, H., Cristin, B., & Nurbaeti, S. N. (2024). The Effect of Probiotic Starter Culture Variation on the Quality of Yogurt Based on Indonesian National Standard. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 13(1), 259–264.
<https://doi.org/10.14421/biomedich.2024.131.259-264>
- Kamiński, B., & Paczesny, J. (2024). Bacteriophage Challenges in Industrial Processes: A Historical Unveiling and Future Outlook. In *Pathogens* (Vol. 13, Number 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/pathogens13020152>
- Krastanov, A., Georgiev, M., Slavchev, A., Blazheva, D., Goranov, B., & Ibrahim, S. A. (2023). Design and Volatile Compound Profiling of Starter Cultures for Yogurt Preparation. *Foods*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/foods12020379>
- Lu, Y., Xing, S., He, L., Li, C., Wang, X., Zeng, X., & Dai, Y. (2022). Characterization, High-Density Fermentation, and the Production of a Directed Vat Set Starter of Lactobacilli Used in the Food Industry: A Review. In *Foods* (Vol. 11, Number 19). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods11193063>

Wu, L., Yang, Z., Zhang, Y., Li, L., Tan, C., Pan, L., Wu, Y., Zhong, K., & Gao, H. (2025). Optimization of the Cryoprotectants for Direct Vat Set Starters in Sichuan Paocai Using Response Surface Methodology. *Foods*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/foods14020157>