



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan keperluan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

META-ANALISIS: PENGARUH PENYIMPANAN DINGIN TERHADAP STABILITAS KANDUNGAN ASAM GAMMA-AMINOBUTIRAT DAN KAPASITAS MENAHAN AIR YOGURT

BELINDA NURULHIKAM PRATADI



**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak meninggikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Meta-Analisis: Pengaruh Penyimpanan Dingin terhadap Stabilitas Kandungan Asam Gamma-Aminobutirat dan Kapasitas Menahan Air Yogurt” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Belinda Nurulhikam Pratadi
F2401211101



ABSTRAK

BELINDA NURULHIKAM PRATADI. Meta-Analisis: Pengaruh Penyimpanan Dingin terhadap Stabilitas Kandungan Asam Gamma-Aminobutirat dan Kapasitas Menahan Air Yogurt. Dibimbing oleh SUGIYONO.

Yogurt merupakan produk fermentasi susu yang mengandung senyawa bioaktif asam gamma-aminobutirat (GABA) dan memiliki kemampuan menahan air yang memengaruhi mutu tekstur dan fungsional produk. Akan tetapi, stabilitas kedua parameter tersebut dapat mengalami perubahan yang tidak konsisten antar studi selama penyimpanan dingin. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penyimpanan dingin terhadap kandungan GABA dan kapasitas menahan air yogurt menggunakan pendekatan meta-analisis. Sebanyak 9 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dianalisis, mencakup total 33 studi hasil penelitian. Analisis dilakukan menggunakan *random effects model* dengan menghitung *effect size* (Hedges' *d*), heterogenitas (I^2), dan bias publikasi. Di samping itu, dilakukan analisis subkelompok untuk memperkuat hasil meta-analisis. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyimpanan dingin selama lebih dari dua minggu memberikan pengaruh signifikan meningkatkan kandungan GABA ($SMD = 9,14$; $p < 0,001$) dan kapasitas menahan air ($SMD = 0,99$; $p = 0,024$). Penggunaan *starter*, susu, dan durasi penyimpanan dingin yang berbeda menyebabkan adanya variasi stabilitas kandungan GABA dan kapasitas menahan air yogurt. *Starter* komersial dengan *Lacticaseibacillus paracasei* serta susu kambing secara signifikan meningkatkan kedua parameter, sedangkan susu kedelai menurunkannya. Penyimpanan empat minggu menghasilkan kandungan GABA tertinggi dengan kapasitas menahan air yang stabil. Hasil *funnel plot* dan *fail-safe N* menunjukkan bahwa kedua parameter relatif kuat terhadap risiko bias publikasi.

Kata kunci: asam gamma-aminobutirat, bakteri asam laktat, kapasitas menahan air, meta-analisis, yogurt



ABSTRACT

BELINDA NURULHIKAM PRATADI. Meta-Analysis: Effects of Cold Storage on the Stability of Gamma-Aminobutyric Acid Content and Water-Holding Capacity of Yogurt. Supervised by SUGIYONO.

Yogurt is a fermented milk product that contains gamma-aminobutyric acid (GABA) and water-holding capacity that influence the product's textural and functional quality. However, the stability of these two parameters has shown inconsistent results across studies. This study aimed to evaluate the effect of cold storage on the GABA content and water-holding capacity of yogurt using a meta-analysis approach. A total of 9 scientific articles that met the inclusion and exclusion criteria were analyzed, covering 33 individual study outcomes. The analysis was conducted using a random-effects model to calculate the effect size (Hedges' g), heterogeneity (I^2), and publication bias. In addition, subgroup analysis was performed to strengthen the meta-analysis results. The findings indicated that cold storage for more than two weeks significantly increased both GABA content ($SMD = 9.14$; $p < 0.001$) and water-holding capacity ($SMD = 0.99$; $p = 0.024$). Variations in the use of starter culture, milk type, and storage duration contributed to differences in the stability of GABA content and water-holding capacity. Commercial starters supplemented with *Lacticaseibacillus paracasei* and the use of goat milk significantly increased both parameters, while soymilk decreased them. Four-week storage resulted in the highest GABA content and stable water-holding capacity. Funnel plot and fail-safe N results suggested that both parameters were relatively robust against publication bias.

Keywords: gamma-aminobutyric acid, lactic acid bacteria, meta-analysis, water-holding capacity, yoghurt



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



META-ANALISIS: PENGARUH PENYIMPANAN DINGIN TERHADAP STABILITAS KANDUNGAN ASAM GAMMA- AMINOBUTIRAT DAN KAPASITAS MENAHAN AIR YOGURT

BELINDA NURULHIKAM PRATADI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Pangan

**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak menyinggikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Dede Robiatul Adawiyah, M.Si.
- 2 Dr. Ing. Dase Hunaefi S.T.P., M.Food.St.



Judul Skripsi : Meta-Analisis: Pengaruh Penyimpanan Dingin terhadap Stabilitas Kandungan Asam Gamma-Aminobutirat dan Kapasitas Menahan Air Yogurt

Nama : Belinda Nurulhikam Pratadi
NIM : F2401211101

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Sugiyono, M.AppSc.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan:
Prof. Dr. Eko Hari Purnomo S.T.P., M.Sc.
NIP. 197604121999031004



Tanggal Ujian:
31 Juli 2025

Tanggal Lulus:
8 Agustus 2025



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan rahmat, karunia, dan kemudahan-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Karya ini berjudul “Meta-Analisis: Pengaruh Penyimpanan Dingin terhadap Stabilitas Kandungan Asam-Gamma Aminobutirat dan Kapasitas Menahan Air Yogurt”, yang dilaksanakan dalam rentang waktu bulan Maret hingga Juli 2025.

Dengan penuh rasa hormat dan cinta, penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua tercinta atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak pernah putus. Segala pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa mereka.

Ucapan terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Sugiyono, M.AppSc., selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, kesabaran, dan kepercayaan yang begitu besar selama proses penyusunan karya ini. Tak lupa, penulis menyampaikan apresiasi kepada seluruh dosen dan staf di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan atas ilmu, inspirasi, dan dukungan yang telah diberikan.

Penulis juga berterima kasih kepada sahabat-sahabat terdekat dalam “Innova Putih Goes to Sidang” yang berisikan Dianda Athaya, Puteri Stevia, Azalia Noor Kamila, Safa Fidela, Cherrylia Zahra, dan Unsya Kamila yang telah membersamai sejak semester tiga hingga akhir perjalanan ini. Terima kasih atas tawa, semangat, dan pelukan hangat di setiap masa sulit.

Kepada teman-teman magang yang setia menjadi tempat berbagi keluh kesah, geng “John” yang penuh warna dan tawa, berisikan Najla, Ainun, Dody, Dwi, Nabilla, Aldwin, dan Tauhid, terima kasih atas kebersamaan dan semangat yang menenangkan. Terima kasih juga kepada Kak Fauzan Baihaqi dan Ibu Fitriaturrrahmah yang telah menjadi mentor sekaligus sumber inspirasi selama masa magang.

Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih yang dalam kepada Fauzi Azmi, atas dukungan tanpa batas, kesabaran, serta kehadirannya yang selalu menjadi kekuatan dari awal hingga akhir proses ini.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pangan, dan menjadi kontribusi kecil yang berarti bagi siapa pun yang membacanya.

Bogor, Agustus 2025

Belinda Nurulhikam Pratadi



| | |
|---|-----|
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| GLOSARIUM | xii |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Manfaat | 2 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Yogurt | 3 |
| 2.2 Asam Gamma-Aminobutirat | 4 |
| 2.3 Kapasitas Menahan Air Yogurt | 5 |
| 2.4 Penyimpanan Dingin terhadap Kualitas Yogurt | 6 |
| 2.5 Meta-Analisis | 7 |
| III METODE | 11 |
| 3.1 Waktu dan Tempat | 11 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 11 |
| 3.3 Prosedur Kerja | 11 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 16 |
| 4.1 Analisis Sumber Studi dan Meta-Analisis | 16 |
| 4.2 Analisis Bias Publikasi | 18 |
| 4.3 <i>Forest Plot</i> dan Uji <i>Random Effect Model</i> | 20 |
| 4.4 Analisis Subkelompok | 23 |
| V SIMPULAN DAN SARAN | 35 |
| 5.1 Simpulan | 35 |
| 5.2 Saran | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA | 36 |
| LAMPIRAN | 42 |
| RIWAYAT HIDUP | 48 |

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak meninggikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**DAFTAR TABEL**

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Kriteria inklusi dan eksklusi | 12 |
| 2 | Identitas artikel penelitian yang digunakan dalam meta-analisis | 17 |
| 3 | Uji <i>random effect model</i> studi | 21 |
| 4 | Uji heterogenitas studi | 23 |
| 5 | Hasil <i>forest plot</i> subkelompok jenis <i>starter</i> | 24 |
| 6 | Hasil <i>forest plot</i> subkelompok jenis susu | 28 |
| 7 | Hasil <i>forest plot</i> subkelompok durasi penyimpanan | 32 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Struktur kimia GABA (Yan <i>et al.</i> 2019) | 4 |
| 2 | Mekanisme biosintesis GABA (Sun <i>et al.</i> 2022) | 4 |
| 3 | Diagram alir kajian meta-analisis (Tawfik <i>et al.</i> 2019) | 8 |
| 4 | Ilustrasi <i>forest plot</i> dalam hasil meta-analisis (Retnawati <i>et al.</i> 2018) | 10 |
| 5 | Diagram alir tahapan penelitian | 11 |
| 6 | Ilustrasi diagram alir seleksi studi berdasarkan metode PRISMA | 13 |
| 7 | Skema pencarian dan penyeleksian sumber studi | 16 |
| 8 | Diagram <i>funnel plot</i> bias publikasi studi kandungan GABA | 19 |
| 9 | Diagram <i>funnel plot</i> bias publikasi studi kapasitas menahan air | 19 |
| 10 | <i>Forest plot</i> pengaruh penyimpanan dingin terhadap kandungan GABA | 21 |
| 11 | <i>Forest plot</i> pengaruh penyimpanan dingin terhadap kapasitas menahan air | 22 |
| 12 | <i>Forest plot</i> subkelompok jenis <i>starter</i> terhadap kandungan GABA | 26 |
| 13 | <i>Forest plot</i> subkelompok jenis <i>starter</i> terhadap kapasitas menahan air | 27 |
| 14 | <i>Forest plot</i> subkelompok jenis susu terhadap kandungan GABA | 30 |
| 15 | <i>Forest plot</i> subkelompok jenis susu terhadap kapasitas menahan air | 31 |
| 16 | <i>Forest plot</i> subkelompok durasi penyimpanan terhadap kandungan GABA | 33 |
| 17 | <i>Forest plot</i> subkelompok durasi penyimpanan terhadap kapasitas menahan air | 34 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Rekapitulasi data meta-analisis terhadap kandungan GABA | 42 |
| 2 | Rekapitulasi data meta-analisis uji stabilitas kapasitas menahan air | 45 |