

PENGARUH RASIO PROTEIN SUSU DAN TEKANAN HOMOGENISASI TERHADAP STABILITAS MINUMAN VIA RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM)

MUHAMMAD YULIZAR FIRHANI



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

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.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengaruh Rasio Protein Susu dan Tekanan Homogenisasi terhadap Stabilitas Minuman via *Response Surface Methodology* (RSM)” 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 tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Muhammad Yulizar Firhani
F2502222032



RINGKASAN

MUHAMMAD YULIZAR FIRHANI. Pengaruh Rasio Protein Susu dan Tekanan Homogenisasi terhadap Stabilitas Minuman via *Response Surface Methodology* (RSM). Dibimbing oleh AZIS BOING SITANGGANG dan SLAMET BUDIJANTO.

Populasi lanjut usia di Indonesia pada tahun 2025 diperkirakan mencapai 11,93% dengan angka harapan hidup 74,47 tahun dan dengan tren yang terus meningkat. Minuman protein fungsional yang memadukan protein *whey*, kasein, dan isolat protein kedelai serta mengandung asam amino leusin, lisin, dan arginin dapat mendukung kesehatan lansia. Formulasi yang menggunakan kombinasi *whey* dan kasein, dengan pengaturan tekanan homogenisasi menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM), berpotensi menghasilkan produk yang stabil. Proses pemanasan sterilisasi pada mesin *autoclave* menghasilkan nilai F0 setara dengan 16,56-19,89 menit yang jauh lebih cukup dari kesetaraan F0 terhadap target penurunan logaritmik spora *Clostridium botulinum* sebanyak 12 siklus atau setara dengan 3 menit. Berdasarkan analisis RSM, rasio *whey* dan kasein dengan persentase tertinggi (70%) menghasilkan persentase endapan tertinggi dengan rentang 2,46–2,86%, diameter hidrodinamis terbesar dengan rentang 972,53-1390,28 nm, dan viskositas terendah dengan rentang 6,31-8,06 mPa.s yang berarti stabilitasnya paling rendah. Nilai zeta potensial yang diperoleh berkisar antara -26,55 mV hingga -21,28 mV, tanpa adanya hubungan dengan rasio *whey* dan kasein maupun tekanan tahap 1 homogenisasi. Variasi tekanan tahap 1 homogenisasi antara 100 hingga 150 bar tidak mempengaruhi persentase endapan, diameter hidrodinamis, maupun zeta potensial pada larutan protein rendah lemak tersebut kecuali hanya pada variabel respon viskositas. Penggunaan kasein yang dominan dalam formulasi serta pengaturan tekanan tahap 1 homogenisasi pada tingkat terendah memberikan hasil paling efisien baik dari segi stabilitas produk maupun biaya produksi.

Kata kunci: *whey* kasein, homogenisasi, RSM, nilai F0, stabilitas produk



SUMMARY

MUHAMMAD YULIZAR FIRHANI. Effect of Milk Protein Ratio and Homogenization Pressure on Beverage Stability via Response Surface Methodology (RSM). Supervised by AZIS BOING SITANGGANG, SLAMET BUDIANTO.

The elderly population in Indonesia is projected to reach 11.93% by 2025, with a life expectancy of 74.47 years and a continuing upward trend. A functional protein beverage combining whey protein, casein, and soy protein isolate which has a combination of the amino acids leucine, lysine, and arginine can support the health of the elderly. Formulations utilizing a combination of whey and casein, with homogenization pressures optimized via Response Surface Methodology (RSM), have the potential to yield a stable product. Autoclave heat treatment resulted in F0 values ranging from 16.56 to 19.89 minutes, this far exceeds the F0 equivalent required to achieve a 12-log reduction in Clostridium botulinum spores (equivalent to 3 minutes). RSM analysis indicated that the ratio with the highest whey and casein percentage (70%) resulted in the highest sedimentation (2.46–2.86%), the largest hydrodynamic diameter (972.53–1390.28 nm), and the lowest viscosity (6.31–8.06 mPa.s), signifying the lowest stability. Zeta potential values ranged from -26.55 mV to -21.28 mV, showing no correlation with either the whey-to-casein ratio or the first-stage homogenization pressure. Varying the first-stage homogenization pressure between 100 and 150 bar did not affect sedimentation, hydrodynamic diameter, or zeta potential in the low-fat protein solution, influencing only the viscosity response variable. A formulation dominated by casein, combined with the lowest first-stage homogenization pressure setting, yielded the most efficient results regarding both product stability and production costs.

Keywords: whey casein, homogenization, RSM, F0 value, product stability



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 2026¹
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.

**PENGARUH RASIO PROTEIN SUSU DAN TEKANAN
HOMOGENISASI TERHADAP STABILITAS MINUMAN VIA
RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM)**

MUHAMMAD YULIZAR FIRHANI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Magister Teknologi Pangan

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1 Dr. Vallerina Armetha, S.T.P., M.Si



@Hak cipta milik IPB University

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.



Judul Tesis : Pengaruh Rasio Protein Susu dan Tekanan Homogenisasi terhadap Stabilitas Minuman via *Response Surface Methodology* (RSM)
Nama : Muhammad Yulizar Firhani
NIM : F2502222032

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr.-Ing. Azis Boing Sitanggang, S.T.P.,
M.Sc

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dian Herawati, S.TP, M.Si
NIP 19750111 200701 2 001

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi

Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr
NIP 19610502 198603 1 002

Tanggal Ujian: 31 Juli 2026

Tanggal Lulus: 10 Agustus 2026



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengaruh Rasio Protein Susu dan Tekanan Homogenisasi terhadap Stabilitas Minuman via *Response Surface Methodology* (RSM)”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknologi Pangan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Beliau merupakan teladan terbaik dalam menuntut ilmu, bekerja dengan integritas, dan memberikan manfaat bagi umat manusia.

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr.-Ing. Azis Boing Sitanggang, S.T.P., M.Sc selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr selaku Anggota Komisi Pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi selama proses penyusunan dan penyelesaian tesis ini.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada industri pangan terkait beserta seluruh jajaran yang telah memberikan izin, dukungan, serta kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian dan pihak-pihak terkait yang telah berpartisipasi serta membantu dalam proses pengumpulan data penelitian.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen dan tenaga kependidikan di Program Studi Magister Teknologi Pangan, Sekolah Pascasarjana IPB University, atas ilmu, bimbingan, dan pelayanan yang diberikan selama studi.

Secara khusus, penulis menyampaikan rasa hormat, cinta, dan terima kasih yang mendalam kepada seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, motivasi, dan kasih sayang yang tidak pernah putus selama penulis menempuh pendidikan dan menyelesaikan tesis ini. Terutama kepada istri tercinta Ulfa Puri Ayu Prahastiani, putri tercinta Faiqah Yuri Antakawulan, putra tercinta Kayndra Rafqi Yudanta serta Mama tercinta Titien Gustini dan Abah tercinta Azhary Nawhan yang senantiasa mendukung dan mendoakan selama penulis menempuh pendidikan dan penyelesaian tesis.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan mahasiswa Program Studi Magister Teknologi Pangan dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuan, dukungan, serta kebersamaan yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan karya ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang keamanan pangan, serta menjadi referensi bagi akademisi, praktisi industri pangan, dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Bogor, Agustus 2026

Muhammad Yulizar Firhani



@Hak cipta milik IPB University

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Protein	6
2.2 Proses Produksi Minuman Kemasan Siap Minum	8
2.3 Kestabilan Larutan	10
2.4 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	11
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat dan Subjek Penelitian	12
3.3 Tahapan dan Prosedur Penelitian	12
3.4 Pengukuran Persentase Sedimen	14
3.5 Pengukuran Nilai Zeta Potensial	15
3.6 Pengukuran Diameter Hidrodinamis	15
3.7 Pengukuran Viskositas	15
3.8 Analisis Data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Uji Penetrasi Panas dan Nilai F0	16
4.2 Formula dan Parameter Homogenisasi Optimum	17
4.3 Formula dan Parameter Homogenisasi Optimum Berbasis Persentase Sedimen	18
4.4 Formula dan Parameter Homogenisasi Optimum Berbasis Nilai Zeta Potensial	21
4.5 Formula dan Parameter Homogenisasi Optimum Berbasis Diameter Hidrodinamis	23
4.6 Formula dan Parameter Homogenisasi Optimum Berbasis Viskositas	26
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
RIWAYAT HIDUP	34

DAFTAR TABEL

1	Komposisi asam amino pada protein	8
2	Optimasi rasio <i>whey</i> kaesin dan tekanan tahap 1 homogenisasi dengan metode RSM	14
3	Hasil analisis respon dari <i>Central Composite Design</i>	18

DAFTAR GAMBAR

4	Alur penelitian dan pengujian	12
5	Proses pembuatan sampel minuman sumber protein	13
6	Data suhu selama uji penetrasi panas menggunakan <i>autoclave</i>	16
7	Nilai F0 produk selama proses pada suhu <i>threshold</i> 100 °C	17
8	Model grafik untuk persentase sedimen pada faktor rasio <i>whey</i> kasein dan tekanan tahap 1 homogenisasi	19
9	Model 3D RSM untuk persentase sedimen pada faktor rasio <i>whey</i> kasein dan tekanan tahap 1 homogenisasi	19
10	Model grafik untuk zeta potensial pada faktor rasio <i>whey</i> kasein dan tekanan tahap 1 homogenisasi	22
11	Model 3D RSM untuk zeta potensial pada faktor rasio <i>whey</i> kasein dan tekanan tahap 1 homogenisasi	22
12	Model grafik untuk diameter hidrodinamis pada faktor rasio <i>whey</i> kasein dan tekanan tahap 1 homogenisasi	24
13	Model 3D RSM untuk diameter hidrodinamis pada faktor rasio <i>whey</i> kasein dan tekanan tahap 1 homogenisasi	24
14	Model grafik untuk viskositas pada faktor rasio <i>whey</i> kasein dan tekanan tahap 1 homogenisasi	26
15	Model 3D RSM untuk viskositas pada faktor rasio <i>whey</i> kasein dan tekanan tahap 1 homogenisasi	27