

EVALUASI PROSES STERILISASI DAN MANAJEMEN RISIKO PADA PRODUK AYAM BETUTU KEMASAN RETORT POUCH

SITI PATIMAH INDRIYANI



**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Evaluasi Proses Sterilisasi dan Manajemen Risiko pada Produk Ayam Betutu Kemasan *Retort Pouch*” 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, Juli 2026

Siti Patimah Indriyani
F3501222034

RINGKASAN

SITI PATIMAH INDRIYANI. Evaluasi Proses Sterilisasi dan Manajemen Risiko pada Produk Ayam Betutu Kemasan *Retort Pouch*. Dibimbing oleh DWI SETYANINGSIH dan HARTRISARI HARDJOMIDJODJO.

UMKM Mustafafood Indonesia mengembangkan produk ayam betutu kemasan *retort pouch* sebagai pangan steril komersial dengan metode sterilisasi mandiri menggunakan presto modifikasi. Sesuai regulasi BPOM, produk tersebut harus memenuhi nilai kecukupan panas (F_0) dan menerapkan manajemen risiko keamanan pangan. Penelitian ini bertujuan menjamin keamanan dan mutu produk melalui evaluasi proses sterilisasi dan manajemen risiko pangan steril komersial. Evaluasi proses sterilisasi dilakukan dengan evaluasi nilai kecukupan panas melalui uji distribusi dan penetrasi panas secara *realtime*, serta analisis efisiensi termal dan *Specific Energy Consumption* (SEC). Validasi produk dilakukan melalui uji Angka Lempeng Total (ALT). Hasil evaluasi dijadikan dasar penyusunan SOP sterilisasi dengan mempertimbangkan risiko kegagalan proses melalui analisis sebab akibat dan *five why analysis*, serta analisis bahaya keamanan pangan pada proses produksi.

Hasil pengujian menunjukkan nilai F_0 sebesar 5,243 menit (memenuhi standar BPOM, $F_0 > 3$) pada suhu 115°C dan tekanan 0,7–0,8 bar, dengan total waktu proses 64 menit. Produk hasil validasi terbukti aman dengan nilai ALT 0 CFU/mL setelah karantina 14 hari. Efisiensi termal proses sterilisasi sebesar 39,9% dengan SEC 3.073,3 kJ/kg, mengindikasikan masih terdapat peluang optimalisasi energi melalui perbaikan sistem uap, isolasi termal, dan susunan produk dalam retort. Analisis risiko mengidentifikasi delapan faktor penyebab potensi kegagalan sterilisasi, dengan empat akar masalah utama terkait pelatihan operator, pemeliharaan alat, prosedur loading dan sealing, serta kelengkapan SOP. Berdasarkan temuan ini, disusun SOP sterilisasi yang mencakup tahap pra sterilisasi, sterilisasi, dan pasca sterilisasi. Analisis bahaya keamanan pangan menunjukkan titik kritis pengendalian berada pada tahap sterilisasi, dengan bahaya biologis sebagai risiko signifikan pada tahap penerimaan bahan baku, sterilisasi, dan karantina produk. Tindakan pengendalian pada titik kritis tersebut dilakukan melalui monitoring proses dengan pemantauan ketat terhadap batas kritis serta validasi nilai kecukupan panas secara berkala.

Temuan pada penelitian ini dapat memberikan kontribusi praktis berupa parameter proses sterilisasi tervalidasi dan sistem manajemen risiko yang dapat diterapkan langsung oleh UMKM untuk memenuhi persyaratan regulasi BPOM, sekaligus menjadi acuan bagi pelaku usaha sejenis dalam menerapkan sterilisasi mandiri.

Kata kunci : Ayam betutu, keamanan pangan, manajemen risiko, validasi termal, *retort pouch*.

SUMMARY

SITI PATIMAH INDRIYANI. Evaluation of Sterilization Process and Risk Management in Retort Pouch-Packaged Betutu Chicken Product. Supervised by DWI SETYANINGSIH and HARTRISARI HARDJOMIDJODJO.

Mustafafood Indonesia MSMEs is developing a betutu chicken product packaged in retort pouches as a commercially sterile food, using an independent sterilization method with a modified pressure cooker. In accordance with BPOM regulations, this product must meet the required heat sufficiency value (F_0) and implement a food safety risk management program. This study aims to ensure the safety and quality of the product through evaluation of the sterilization process and risk management of commercially sterile food. The sterilization process was evaluated by assessing the heat sufficiency value through real-time heat distribution and heat penetration testing, as well as thermal efficiency and Specific Energy Consumption (SEC) analysis. Product validation was carried out through Total Plate Count (TPC) testing. The evaluation results served as the basis for developing a sterilization standard operating procedure (SOP), taking into account process failure risks identified through cause-and-effect analysis and five-why analysis, as well as food safety hazard analysis throughout the production process.

The thermal validation showed an F_0 value of 5.243 minutes (meeting the BPOM standard of $F_0 > 3$) at a temperature of 115°C and pressure of 0.7–0.8 bar, with a total process time of 64 minutes. The validated product was proven safe, with a Total Plate Count of 0 CFU/mL after 14 days of quarantine. The thermal efficiency of the sterilization process was 39.9%, with an SEC of 3,073.3 kJ/kg, indicating room for further energy optimization through improvements in the steam distribution system, thermal insulation, and product arrangement within the retort. Risk analysis identified eight factors contributing to potential sterilization failure, with four root causes related to operator training, equipment maintenance, loading and sealing procedures, and SOP completeness. Based on these findings, a sterilization SOP was developed covering pre-sterilization, sterilization, and post-sterilization stages. Food safety hazard analysis revealed that the critical control point lies in the sterilization stage, with biological hazards identified as significant risks during raw material reception, sterilization, and product quarantine. Control measures at this critical point are implemented through process monitoring with strict surveillance of critical limits and periodic validation of the heat sufficiency value.

These findings provide practical contributions in the form of validated sterilization process parameters and a risk management system that can be directly implemented by the MSMEs to meet BPOM regulatory requirements, while also serving as a reference for similar businesses in applying independent sterilization practices.

Keywords : *Betutu chicken, food safety, risk management, retort pouch, thermal validation.*



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 2026
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

EVALUASI PROSES STERILISASI DAN MANAJEMEN RISIKO PADA PRODUK AYAM BETUTU KEMASAN RETORT POUCH

SITI PATIMAH INDRIYANI

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
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.

Penguji pada Ujian Tesis :
Prof. Dr. Endang Wariski, S.TP., M.Si.



Judul Tesis : Evaluasi Proses Sterilisasi dan Manajemen Risiko Pada
Produk Ayam Betutu Kemasan *Retort Pouch*
Nama : Siti Patimah Indriyani
NIM : F3501222034

Disetujui oleh :

Pembimbing 1 :
Dr. Dwi Setyaningsih, S.TP., M.Si

Pembimbing 2 :
Prof. Dr. Ir. Hartrisari Hardjomidjojo, D.E.A.

Diketahui oleh :

Ketua Program Studi :
Prof. Dr-Ing. Ir. Suprihatin
NIP : 196312211990031002

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi :
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanton, M.Agr.
NIP : 196105021986031002

Tanggal Ujian :
26 Mei 2026

Tanggal Pengesahan :
28 Juli 2026



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni 2024 sampai bulan Maret 2025 ini ialah Penelitian noneksperimental melalui studi kasus dan studi pustaka terkait Manajemen Risiko Pangan Steril Komersial, dengan judul “Evaluasi Proses Sterilisasi dan Manajemen Risiko Pada Produk Ayam Betutu Kemasan *Retort Pouch*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Dwi Setyaningsih, M.Si dan Prof. Dr. Ir. Hartrisari Hardjomidjodjo, D.E.A yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar Dr. Tetty Kemala, M.Si dan penguji luar komisi pembimbing Prof. Dr. Endang Wariski, S.TP., M.Si. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia yang telah membiayai studi dan penelitian penulis serta terima kasih kepada pimpinan Universitas Djuanda yang telah memberikan izin belajar kepada penulis dan mendukung penulis untuk menyelesaikan Pendidikan Magister terutama pada rekan tim SDM. Penulis juga sampaikan terima kasih kepada Laboratorium Pengujian Departemen Teknologi Industri Pertanian yang membantu penulis selama pengumpulan data untuk kebutuhan penelitian.

Ungkapan terima kasih terdalam penulis sampaikan kepada Ibunda (Puroh) dan Ayahanda (Indra), kakak dan adik (A Ijal, Fuji dan Jaya) serta suami tercinta Muhamad Sulaeman Zajuli dan putri kesayangan kami Hania Putri Azzahra atas doa dan dukungan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Siti Patimah Indriyani

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Produk Pangan Steril Komersial	4
2.2 Keamanan Pangan	5
2.3 Manajemen Risiko Keamanan Pangan	6
2.4 <i>Hazard Analysis Critical Control Point</i> (HACCP)	7
2.5 Standar Operasional Prosedur (SOP)	8
III. METODE	10
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	10
3.2 Kerangka Pemikiran	10
3.3 Jenis dan Sumber Data	11
3.4 Metode Pengumpulan Data	11
3.5 Tahapan Penelitian	11
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Evaluasi Kecukupan Panas Sterilisasi Ayam Betutu	21
4.2 Evaluasi Efisiensi Termal Proses Sterilisasi Ayam Betutu	30
4.3 Penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) Sterilisasi	34
4.4 Analisis Bahaya Keamanan Pangan Produksi Ayam Betutu	38
4.5 Penentuan Titik Kendali Kritis	45
V. KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	55
RIWAYAT HIDUP	68

DAFTAR TABEL

1 Jenis bahaya keamanan pangan	6
2 Identifikasi Bahaya	19
3 Penentuan signifikansi bahaya	19
4 Lembar kerja diagram alir penentuan TTK	19
5 Nilai F_0 per titik produk/ termokopel dan status kecukupannya	27
6 Proses sterilisasi terjadwal berdasarkan hasil uji validasi termal	28
7 Total mikroba (ALT) produk ayam betutu kemasan <i>retort pouch</i>	29
8 Parameter perhitungan efisiensi termal ayam betutu <i>retort pouch</i>	31
9 Perhitungan energi pada proses sterilisasi ayam betutu <i>retort pouch</i>	31
10 Akar masalah kegagalan proses sterilisasi ayam betutu <i>retort pouch</i>	36
11 Karakteristik keamanan pangan bahan baku ayam betutu	39
12 Karakteristik bahan kemasan	41
13 Analisis bahaya keamanan pangan produk ayam betutu <i>retort pouch</i>	42
14 Titik kendali kritis produksi ayam betutu <i>retort pouch</i>	45

DAFTAR GAMBAR

1 Kerangka pemikiran penelitian	10
2 Tahapan Penelitian	11
3 Skema <i>retort</i> vertikal (<i>water steam based</i>) yang divalidasi termal	12
4 Produk ayam betutu yang divalidasi termal	13
5 Skema penempatan termokopel di dalam <i>retort</i>	15
6 Pohon keputusan TTK	20
7 Kurva distribusi panas sampai akhir pemanasan (<i>steam off</i>)	21
8 Grafik suhu <i>cold spot retort</i> terhadap titik tercepat dan rata-rata	22
9 Kurva penetrasi panas produk ayam betutu	24
10 Grafik F_0 kumulatif <i>cold spot</i> produk dan posisi <i>cold spot retort</i>	25
11 Kurva kumulatif F_0 terhadap waktu sampai proses pendinginan berakhir	26
12 Hasil uji ALT produk ayam betutu kemasan <i>retort pouch</i>	29
13 <i>Fishbone diagram</i> kegagalan sterilisasi produk ayam betutu <i>retort pouch</i>	35
14 Rancangan diagram alir proses sterilisasi di UMKM Mustafafood Ind.	37
15 Skema proses produksi ayam betutu <i>retort pouch</i> dengan titik kritisnya	46
16 Desain SOP sterilisasi ayam betutu kemasan <i>retort pouch</i>	60

DAFTAR LAMPIRAN

1 Hasil Fvalue Test	56
2 Hasil <i>five why analysis</i>	57
3 Desain SOP Sterilisasi di UMKM Mustafafood Indonesia	59
4 Hasil analisis karakteristik bahan baku	61
5 Hasil analisis karakteristik bahan kemasan	63
6 <i>Checksheet</i> Sterilisasi	64
7 Dokumentasi penelitian	67