



KINETIKA PERUBAHAN MUTU FISIK DAGING AYAM SELAMA PEMANASAN

NADYA KLARESZA AUDREY



**PROGRAM STUDI ILMU 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 merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



IPB University

— Bogor Indonesia —



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Kinetika Perubahan Mutu Fisik Daging Ayam selama Pemanasan” 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 2025

Nadya Klaresza Audrey
F2501231062

- 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.



RINGKASAN

NADYA KLAREZA AUDREY. Kinetika Perubahan Mutu Fisik Daging Ayam selama Pemanasan. Dibimbing oleh EKO HARI PURNOMO dan NUR WULANDARI.

Daging ayam memiliki karakteristik yang rentan terhadap kerusakan, dengan komposisi protein sebesar 23%, pH 6,3, aktivitas air (a_w) 0,98, 1,2% lemak, 1,5% abu, dan 74,8% air. Kondisi ini mendorong penerapan teknologi pengawetan, khususnya proses termal, untuk memfasilitasi perdagangan yang lebih luas. Namun, pemanasan pada pangan umumnya berdampak terhadap penurunan parameter mutu daging ayam yang memengaruhi faktor penentu preferensi konsumen terkait mutu fisiknya, meliputi susut masak, daya ikat air, tekstur, dan warna. Oleh karena itu, diperlukan optimasi proses termal berdasarkan pengukuran perubahan mutu fisik dan pemodelan kinetiknya untuk memprediksi kondisi pemanasan yang optimal guna menghasilkan produk yang aman dan bermutu.

Penelitian ini dilaksanakan dalam 3 tahap, dimulai dari (1) karakterisasi profil distribusi panas dan penetrasi panas; (2) penentuan profil perubahan mutu fisik daging ayam selama pemanasan; dan (3) penentuan parameter kinetika perubahan mutu fisik daging ayam. Perlakuan pemanasan diterapkan pada 3 suhu, yaitu suhu 75, 95, dan 110 °C. Pada suhu pemanasan 75 °C dilakukan pengamatan pada 11 titik (0, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 360, 480, 540, 600 menit), pada suhu pemanasan 95 °C dilakukan pengamatan pada 12 titik (0, 30, 60, 90, 120, 150, 240, 360, 420, 480, 540, 600 menit), sedangkan pada suhu pemanasan 110 °C dilakukan pengamatan pada 6 titik (0, 40, 50, 60, 70, 80 menit).

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi mutu fisik daging ayam (susut masak, daya ikat air, tekstur, dan warna) selama pemanasan menggunakan *water bath* (75 dan 95 °C) dan panci presto (110 °C) selama waktu tertentu, serta memodelkan kinetika perubahannya. Prinsip dan aplikasi model kinetika yang dikembangkan dapat memberikan informasi yang berharga dalam memahami, memprediksi, dan mengendalikan perubahan mutu pangan yang terjadi akibat pemanasan. Penentuan nilai k , E_a , D , dan Z sebagai parameter kinetika dapat menggambarkan laju perubahan mutu pangan di berbagai kondisi pemanasan.

Data kinetika yang valid hanya dapat diperoleh bila sebelumnya telah dilakukan uji distribusi panas dan penetrasi panas. Uji distribusi panas memastikan suhu yang merata pada alat pemanas yang digunakan, ditunjukkan dengan sempitnya perbedaan suhu antara termokopel dan titik terdingin. Sementara itu, uji penetrasi panas memastikan pemanasan terjadi secara menyeluruh di setiap bagian sampel, dengan nilai *lag time* berturut-turut sebesar $18,25 \pm 2,25$, $16,13 \pm 4,58$, dan $19,25 \pm 4,77$ menit pada suhu 75, 95, dan 110 °C.

Penelitian ini mengonfirmasi bahwa pemanasan memengaruhi mutu fisik daging ayam. Kecenderungan peningkatan teramati pada susut masak, daya iris, *springiness*, *chewiness*, L^* , a^* , b^* dan indeks kecokelatan, sedangkan daya ikat air, *hardness*, dan *cohesiveness* cenderung mengalami penurunan setelah daging ayam dipanaskan. Perpanjangan waktu pemanasan juga menunjukkan bahwa profil perubahan mutu fisik cenderung mendekati nilai konstan. Perubahan mutu ini utamanya dipengaruhi oleh denaturasi protein dan interaksinya dengan substansi lain, seperti air dan lemak.



Kinetika perubahan mutu fisik pada suhu konstan dijelaskan dengan reaksi ordo satu, sedangkan pengaruh suhu dimodelkan dengan persamaan Arrhenius. Parameter kinetika k dan Ea dari persamaan Arrhenius menunjukkan bahwa peningkatan suhu pemanasan mampu mempercepat laju perubahan mutu fisik daging ayam. Selanjutnya, rekomendasi pengondisian pemanasan didasarkan pada perbandingan nilai D dan Z mutu fisik terhadap kinetika inaktivasi mikroba target, yaitu spora *Clostridium botulinum* ($D_{121,1}^{\circ C} = 0,22$ menit, $Z = 10^{\circ C}$). Mempertimbangkan nilai D dan Z perubahan mutu fisik daging ayam yang lebih besar dibandingkan dengan kinetika inaktivasi mikroba target, dapat disimpulkan bahwa kombinasi pemanasan pada suhu tinggi dengan waktu singkat berpotensi untuk meminimalkan perubahan mutu fisik daging ayam, sekaligus secara efektif menginaktivasi mikroba target.

Kata kunci: Daging ayam, kinetika, mutu fisik, nilai D dan Z , persamaan Arrhenius



SUMMARY

NADYA KLAREZA AUDREY. Kinetics of Physical Quality Changes in Chicken Meat during Heating. Supervised by EKO HARI PURNOMO, and NUR WULANDARI.

Chicken meat is susceptible to spoilage, with a protein composition of 23%, a pH of 6.3, a water activity (a_w) of 0.98, 1.2% fat, 1.5% ash, and 74.8% water. This situation encourages the application of preservation technologies, particularly thermal processes, to facilitate wider trade. However, heating food generally results in a decrease in chicken meat quality parameters that influence consumer preferences regarding its physical quality, including cooking loss, water holding capacity, texture, and color. Therefore, thermal process optimization is necessary based on measuring changes in physical quality and modeling its kinetics to predict optimal heating conditions to produce a safe and high-quality product.

This research was conducted in three stages, (1) characterizing the heat distribution and heat penetration profiles; (2) determining the profile of changes in the physical quality of chicken meat during heating; and (3) determining the kinetic parameters of changes in the physical quality of chicken meat. The heating treatment was applied at three temperatures, namely 75, 95, and 110 °C. At a heating temperature of 75 °C, observations were made at 11 points (0, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 360, 480, 540, 600 minutes), at a heating temperature of 95 °C, observations were made at 12 points (0, 30, 60, 90, 120, 150, 240, 360, 420, 480, 540, 600 minutes), while at a heating temperature of 110 °C, observations were made at 6 points (0, 40, 50, 60, 70, 80 minutes).

The purpose of this study was to evaluate the physical quality of chicken meat (cooking loss, water holding capacity, texture, and color) during heating using a water bath (75 and 95 °C) and a pressure cooker (110 °C) for a specified time, and to model the kinetics of these changes. The principles and application of the developed kinetic model can provide valuable information in understanding, predicting, and controlling changes in food quality that occur due to heating. Determining the values of k , Ea , D , and Z as kinetic parameters can describe the rate of food quality change under various heating conditions.

Valid kinetic data can only be obtained if heat distribution and heat penetration tests have been previously performed. The heat distribution test ensures uniform temperature distribution across the heating device, as indicated by a narrow temperature difference between the thermocouple and the coldest point. Meanwhile, the heat penetration test confirmed that heating occurred thoroughly throughout each sample, with lag times of 18.25 ± 2.25 , 16.13 ± 4.58 , and 19.25 ± 4.77 minutes at temperatures of 75, 95, and 110 °C, respectively.

This study confirmed that heating affects the physical quality of chicken meat. An increasing trend was observed in cooking loss, shear force, springiness, chewiness, L^* , a^* , b^* , and browning index, while water holding capacity, hardness, and cohesiveness tended to decrease after heating. Extending the heating time also showed that the physical quality change profile tended to approach a constant value. These changes were primarily influenced by protein denaturation and its interactions with other substances, such as water and fat.

The kinetics of physical quality changes at constant temperature were described by a first-order reaction, while the effect of temperature was modeled by the Arrhenius equation. The kinetic parameters k and Ea from the Arrhenius equation indicate that increasing the heating temperature can accelerate the rate of change in the physical quality of chicken meat. Furthermore, the heating conditioning recommendation is based on the comparison of the D and Z values of physical quality to the inactivation kinetics of the target microbe, namely *Clostridium botulinum* spores ($D_{121.1\text{ }^{\circ}\text{C}} = 0.22$ minutes, $Z = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Considering the D and Z values of changes in the physical quality of chicken meat are greater than the inactivation kinetics of the target microbe, it can be concluded that the combination of heating at high temperatures for a short time has the potential to minimize changes in the physical quality of chicken meat, while effectively inactivating the target microbe.

Keywords: Arrhenius equation, chicken meat, D and Z values, kinetics, physical quality

- 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 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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
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.



KINETIKA PERUBAHAN MUTU FISIK DAGING AYAM SELAMA PEMANASAN

NADYA KLARESZA AUDREY

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

**PROGRAM STUDI ILMU PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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. Faleh Setia Budi, S.T., M.T.

Judul Tesis : Kinetika Perubahan Mutu Fisik Daging Ayam selama Pemanasan
Nama : Nadya Klaresza Audrey
NIM : F2501231062

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Eko Hari Purnomo, S.T.P., M.Sc.
NIP 197604121999031004



Pembimbing 2:
Dr. Nur Wulandari, S.T.P., M.Si.
NIP 197410032000032001



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Harsi D. Kusumaningrum
NIP 196405021993032004



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr.
NIP 196105021986031002



Tanggal Ujian:
28 Juli 2025

Tanggal Lulus:
12 Agustus 2025



@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.

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 Desember 2023 sampai bulan Maret 2025 ini ialah kinetika proses termal, dengan judul “Kinetika Perubahan Mutu Fisik Daging Ayam selama Pemanasan”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Prof. Dr. Eko Hari Purnomo, S.T.P., M.Sc. dan Ibu Dr. Nur Wulandari, S.T.P., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam penyelesaian tesis ini. Terima kasih atas segala ilmu dan pengalaman yang telah Bapak dan Ibu bagikan. Terima kasih juga telah menjadi sosok mentor yang menginspirasi.

Dengan hati yang penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Ayah Agus Darmawan S.Pd., M.T., Mama Lilis Wahyuningsih S.Pd., dan Adik Naufal Bayu Zuhairdyatama tercinta. Kasih sayang, dukungan lahir dan batin serta doa yang tidak pernah putus dari kalian adalah sumber kekuatan utama penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Terima kasih telah menjadi pelipur lara, pendengar setia keluh kesah, dan selalu memberikan semangat yang membara.

Ungkapan terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada teman-teman seperjuangan *fast track*: Aliya, Bunga, Desyifa, Oscar; kakak S-3: Kak Ulfah, Mba Mika, Bang Rifqi; kakak S-2: Kak Annisa, Kak Adimah, Kak Riska, Kak Septa, Kak Ajeng, Kak Tria, dan Kak Geita serta teman-teman lainnya yang namanya tidak disebutkan satu per satu. Kebersamaan dengan kalian menghadapi setiap rintangan menuju masa depan yang dicita-citakan adalah anugerah yang tak ternilai. Terima kasih atas kehadiran kalian yang mewarnai hari-hari penulis dengan cerita yang menginspirasi, doa, canda tawa, dan dukungannya yang memberikan kekuatan tambahan kepada penulis dalam penyusunan tesis ini dan selama masa perkuliahan di IPB.

Penghargaan setinggi-tingginya juga penulis sampaikan kepada para dosen dan teknisi Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Tanpa bimbingan dan bantuan mereka, penelitian ini tidak akan terwujud secara sempurna.

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

Bogor, Agustus 2025

Nadya Klaresza Audrey



@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	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
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 Daging Ayam	3
2.2 Mutu Fisik Daging Ayam	4
2.3 Kajian Kinetika Mutu Fisik	5
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
3.4 Metode Analisis Teknis	13
3.5 Metode Analisis Data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Profil Distribusi Panas Alat dan Penetrasi Panas Daging Ayam	16
4.2 Profil Perubahan Mutu Fisik Daging Ayam selama Pemanasan	17
4.3 Kinetika Perubahan Mutu Fisik Daging Ayam selama Pemanasan	21
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
RIWAYAT HIDUP	34



DAFTAR TABEL

1	Kombinasi perlakuan kondisi pemanasan	9
2	Kondisi pengujian selama uji distribusi panas pada <i>water bath</i> dan panci presto	10
3	Kondisi pengujian selama uji penetrasi panas pada <i>water bath</i> dan panci presto	11
4	Konstanta kinetika persamaan Arrhenius untuk ordo satu pada parameter mutu fisik daging ayam selama pemanasan	23
	Parameter kinetika <i>D</i> dan <i>Z</i> <i>Clostridium botulinum</i> dan mutu fisik daging ayam	24

DAFTAR GAMBAR

1	Alat pemanas (A) <i>water bath</i> dan (B) pemasak bertekanan (panci presto) yang dimodifikasi (Dokumentasi pribadi)	7
2	Tahapan penelitian	8
3	Skema penempatan <i>thermocouple</i> (TC) untuk uji distribusi panas pada (A) <i>water bath</i> dan (B) panci presto (Dokumentasi pribadi)	10
4	Skema penempatan <i>thermocouple</i> (TC) untuk uji penetrasi panas pada (A) <i>water bath</i> dan (B) panci presto (Dokumentasi pribadi)	11
5	Kurva distribusi panas pada (A) <i>water bath</i> dan (B) panci presto	17
6	Kurva penetrasi panas pada (A) <i>water bath</i> dan (B) panci presto	17
7	Profil perubahan mutu fisik daging ayam setelah dipanaskan pada parameter (A) susut masak, (B) daya ikat air, (C) daya iris, (D) <i>hardness</i> , (E) <i>springiness</i> , (F) <i>cohesiveness</i> , (G) <i>chewiness</i> , (H) L^* , (I) a^* , (J) b^* , dan (K) indeks kecokelatan	20
8	Persamaan ordo satu dari (A) susut masak, (B) daya ikat air, (C) daya iris, (D) <i>cohesiveness</i> , (E) L^* , dan (F) indeks kecokelatan	22
9	Diagram Arrhenius (<i>Ea</i>) dari parameter mutu fisik daging ayam selama pemanasan	24
10	Pemetaan parameter kinetika <i>Z</i> dari <i>Clostridium botulinum</i> dan nilai <i>Z</i> perubahan mutu fisik daging ayam	25