

**STUDI INKUBASI ENZIM L-ASPARAGINASE PADA ARABIKA GREEN
BEAN UNTUK MENURUNKAN KADAR AKRILAMIDA**

***STUDY OF L-ASPARAGINASE ENZYME INCUBATION ON ARABICA
GREEN BEAN TO REDUCE ACRYLAMIDE CONTENT***



AIDIL ZULHAQ PARADIMAN

G032212008



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2024

**STUDI INKUBASI ENZIM L-ASPARAGINASE PADA ARABIKA GREEN
BEAN UNTUK MENURUNKAN KADAR AKRILAMIDA**

**AIDIL ZULHAQ PARADIMAN
G032212008**



**PROGRAM MAGISTER ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**STUDI INKUBASI ENZIM L-ASPARAGINASE PADA ARABIKA GREEN
BEAN UNTUK MENURUNKAN KADAR AKRILAMIDA**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Pangan

Disusun dan diajukan oleh

AIDIL ZULHAQ PARADIMAN

NIM. G032212008

Kepada

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

**STUDI INKUBASI ENZIM L-ASPARAGINASE PADA ARABIKA GREEN BEAN
UNTUK MENURUNKAN KADAR AKRILAMIDA**

AIDIL ZULHAQ PARADIMAN

NIM: G032212008

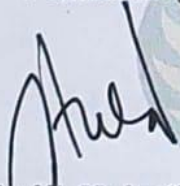
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada 26 Juni 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada
Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar


Mengesahkan

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir, M.Si.

NIP. 19570923 198312 2 001


Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., Ph.D

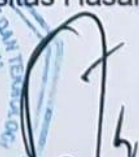
NIP. 19820208 200604 1 003

Ketua Program Studi
Magister Ilmu dan Teknologi Pangan

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin


Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si.,

NIP. 19770527 200312 1 001


Prof. Dr. Ir. Salehke, M.Sc.,

NIP. 19631231 198811 1 005



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul **"STUDI INKUBASI ENZIM L-ASPARAGINASE PADA ARABIKA GREEN BEAN UNTUK MENURUNKAN KADAR AKRILAMIDA"** adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir., M.S., sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., Ph.D., sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang 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 tesis ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 27 Juni 2024



Aidil Zulhaq Paradiman
NIM G032212008

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur dan terima kasih yang tak terhingga senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah 'Azza Wa Jallakarena atas berkah, karunia, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul "**STUDI INKUBASI ENZIM L-ASPARAGINASE PADA ARABIKA GREEN BEAN UNTUK MENURUNKAN KADAR AKRILAMIDA**" ini dapat terselesaikan dengan baik guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Hasanuddin.

Penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari berbagai dukungan luar biasa yang senantiasa berada di sekeliling penulis, khususnya Ayahanda **Drs. Agusalm, M.M.**, dan Ibunda **Hj. Mulyati, S.ST, M.Kes.**, yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan berupa spiritual, materil, dan non-materil lainnya hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Selain itu, penulis juga menyadari bahwa selesainya penulisan tesis ini karena bimbingan dan bantuan berbagai pihak Maka dari itu, perkenankan penulis untuk mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Salengke, M. Sc.**, selaku dekan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin beserta Staf Dosen dan Tenaga Kependidikan yang telah memberikan kesempatan dan membantu penulis untuk belajar dan menyelesaikan pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
2. Ibu **Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir, M.S.**, selaku dosen Pembimbing utama yang telah memberikan arah, motivasi, serta saran dan masukan dalam penyusunan tesis ini.
3. Bapak **Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., Ph.D.**, selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, motivasi, serta saran dan masukan dalam penyusunan tesis ini.
4. Bapak **Dr. Ir. Andi Hazisah, M.Si.** selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta masukan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
5. Bapak **Dr.rer.nat. Ir. Zainal, S.TP., M.Food. Tech.** selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta masukan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
6. Bapak **Dr. Adiansyah, S.TP., M.Si.** selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Hasanuddin, dan dosen penguji III yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta masukan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
7. Seluruh dosen pengajar dan staff di Prodi Magister Ilmu dan Teknologi Pangan yang tidak dapat disebutkan satu persatu, dan telah banyak memberikan informasi dan pengetahuan dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.
8. Seluruh mahasiswa Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan selaku pendukung di berbagai masalah yang dihadapi, terkhusus mahasiswa ITP S2 angkatan 2021/22 Genap, **Abdi, Reza, Miftah, Nurul, Indah, dan Rani.**
9. **Muhammad Anugerah Budi, S.Psi.** selaku sahabat yang dapat menghibur di saat penulis sedang kesulitan.

10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan motivasi kepada penulis selama menjalani perkuliahan dan penyelesaian tesis ini.

Akhirnya, segala kerendahan hati, penulis mengharapkan pertimbangan dan masukan dari para pembaca untuk penyempurnaan tulisan ini pada masa yang akan datang. Semoga Allah SWT menjadikan tesis ini bermanfaat bagi pembaca dan berkontribusi nyata terhadap ilmu pengetahuan. Amin yaa rabbal 'aalamin.

Makassar, 24 Juni 2024

Aidil Zulhaq Paradiman

ABSTRAK

Aidil Zulhaq Paradiman. Studi inkubasi enzim *L-Asparaginase* pada *arabika green bean* untuk menurunkan kadar akrilamida (dibimbing oleh Mulyati M. Tahir dan Andi Dirpan)

Akrilamida adalah senyawa karsinogenik yang berbahaya jika dikonsumsi. Salah satu reaksi yang membentuk senyawa ini adalah reaksi Maillard, yang terjadi selama proses pemanasan, terutama pada kopi, selama proses pemanggangan pada suhu tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan akrilamida bubuk kopi setelah diinkubasi dengan enzim *L-asparaginase* selama 30 menit. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan konsentrasi enzim (0 µg, 500 µg, 750 µg, 1000 µg, 1250 µg, dan 1500 µg) dan variasi suhu penyangraian (penyangraian ringan pada suhu 187-215,4°C selama 549 detik, penyangraian sedang pada suhu 185-213,1°C selama 633 detik, dan penyangraian gelap pada suhu 185-218,6°C selama 747 detik). Setiap perlakuan dikombinasikan dan diulang sebanyak dua kali dan sampel kemudian dipindahkan untuk analisis kadar air, kadar abu, sari kopi, *cupping test*, kadar kafein, dan kadar akrilamida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap analisis dipengaruhi oleh suhu penyangraian, dan interaksi antara konsentrasi enzim dan suhu penyangraian berpengaruh signifikan terhadap analisis akrilamida. Sampel terbaik adalah sampel dengan perlakuan konsentrasi enzim 1250 µL dan *dark roasting* yang dipilih berdasarkan kandungan akrilamida terendah. Sampel ini memiliki kadar air 0,2%; kadar abu 4,55%; sari kopi 26,77%; nilai total 66,2 pada *cupping test*, kadar kafein 1,13%; dan 0,66% kadar akrilamida.

Kata kunci: Kopi kalosi, suhu penyangraian, bubuk kopi, proses pangan.

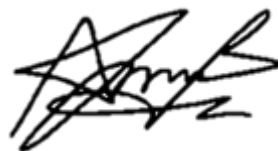
ABSTRACT

Aidil Zulhaq Paradiman. Study of *L-asparaginase* enzyme incubation on arabica green bean to reduce acrylamide content (supervised by Mulyati M. Tahir and Andi Dirpan).

Acrylamide is a carcinogenic compound that is harmful when consumed. One reaction that forms this compound is the Maillard reaction, which occurs during the heating process, especially in coffee, during the roasting process at high temperatures. This study aimed to analyze coffee powder's acrylamide content after incubation with the *L-asparaginase* enzyme for 30 minutes. This study used a completely randomized design with enzyme concentrations (0 μg , 500 μg , 750 μg , 1000 μg , 1250 μg , and 1500 μg) and roasting temperature variations (light roasting at 187–215.4°C for 549 seconds, medium roasting at 185–213,1°C for 633 seconds, and dark roasting at 185-218,6°C for 747 seconds). Each treatment was combined and repeated twice and the samples were then transferred for analysis of moisture content, ash content, coffee essence, cupping test, caffeine content, and acrylamide content. The results showed that each analysis was influenced by the roasting temperature, and interaction between enzyme concentration and roasting temperature had a significant effect on acrylamide analysis. The best sample was the sample with the treatment of 1250 μL enzyme concentration and dark roasting, which were selected based on the lowest acrylamide content. This sample had 0.2% moisture content, 4.55% ash content, 26.77% coffee essence, total score of 66.2 in the cupping test, 1.26% caffeine content, and 0.66% acrylamide content

Keywords: *Celebes kalosi*, roasting temperature, coffee powder, food processing.

Makassar, 12 Juni 2024



Muspirah Djalal

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II. METODE PENELITIAN	4
2.1. Tempat dan Waktu Penelitian	4
2.2. Alat dan Bahan.....	4
2.3. Prosedur Penelitian.....	4
2.4. Rancangan Penelitian	5
2.5. Parameter Pengujian	6
2.6. Analisis Data	8
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	10
3.1. Proses penyangraian	10
3.2. Analisa Kadar Air	14
3.3. Analisa Kadar Abu	15
3.4. Analisa Sari Kopi.....	16
3.5. Analisa <i>Cupping Test</i>	17
3.6. Analisa Kafein	20
3.7. Analisa Akrilamida.....	22
3.8. Perlakuan Terbaik.....	24
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
4.1. Kesimpulan	26
4.2. Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27
LAMPIRAN.....	31
CURRICULUM VITAE.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sampel penelitian	6
Tabel 3.1 Timeline setiap level penyangraian	10
Tabel 3.2 Kualifikasi kopi berdasarkan hasil <i>cupping test</i>	18
Tabel 3.3 Perlakuan terbaik	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rancangan Proses Produksi Kopi Rendah Akrilamida	5
Gambar 3.1 <i>Roaster scope</i> dari penyangraian ringan	11
Gambar 3.2 <i>Roaster scope</i> dari penyangraian sedang.....	12
Gambar 3.3 <i>Roaster scope</i> dari penyangraian gelap.....	13
Gambar 3.4 Grafik kadar air level sangrai berbeda nyata.....	14
Gambar 3.5 Grafik kadar abu sampel	16
Gambar 3.6 Grafik kadar sari kopi	17
Gambar 3.7 Grafik cupping test	18
Gambar 3.8 Grafik laba-laba penyangraian ringan	19
Gambar 3.9 Grafik laba-laba penyangraian sedang	19
Gambar 3.10 Grafik laba-laba penyangraian gelap	20
Gambar 3.11 Grafik hasil analisis kafein.....	21
Gambar 3.12 Grafik hasil analisis akrilamida	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data roasting.....	31
Lampiran 2. Dasar sampel.....	40
Lampiran 3. Kadar air	41
Lampiran 4. Kadar abu	43
Lampiran 5. Sari kopi.....	45
Lampiran 6. Cupping test.....	48
Lampiran 7. Kafein.....	50
Lampiran 8. Akrilamida	54
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian	58

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses pangan adalah proses yang penting menggunakan berbagai metode dan teknik untuk meningkatkan keamanan dari mikroorganisme, kualitas nutrisi, kualitas fisik, senyawa kimia, sensori produk dan mengurangi senyawa kimia yang berpotensi berbahaya. Salah satu proses pangan yang sering digunakan adalah penyangraian (Boyaci Gunduz, 2023; Bridgeman et al., 2024; Endeshaw & Belay, 2020). Selama proses penyangraian, salah satu reaksi yang terjadi adalah reaksi Maillard.

Reaksi Maillard dikenal sebagai reaksi non-enzimatik kecoklatan yang terjadi antara karbohidrat dengan asam amino yang membentuk warna unik, peningkatan aroma, dan keamanan pangan dimulai ketika suhu mencapai 120°C (Mojska et al., 2016; Zulhaq Paradiman et al., 2024). Selain itu, pembentukan akrilamida juga dapat melalui degradasi Strecker dan jalur oksidasi lemak (Hamzalıođlu et al., 2019). Bagaimanapun, reaksi ini berkontribusi membentuk senyawa yang tidak diinginkan pada kopi, salah satunya adalah senyawa akrilamida (Alafeef et al., 2020).

Variasi paparan akrilamida tergantung pada kebiasaan makan masyarakat, dan proses dan persiapan pangan. Penelitian yang telah dikemukakan dari berbagai organisasi di bidang pangan internasional, seperti Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), European Food Safety Authority (EFSA), dan U.S Food and Drug Administration (FDA) mengemukakan bahwa akrilamida pada bahan utama pangan adalah kopi olahan. FDA memperkirakan bahwa konsumsi masyarakat yang terpapar akrilamida dari kopi seduh adalah 0,0027 µg/kg berat badan/hari. Sedangkan, WHO memperkirakan bahwa konsumsi masyarakat yang terpapar akrilamida sebanyak 1-4 µg/kg berat badan/hari (BPOM RI, 2020; Gökmen, 2016).

Akrilamida dikenal sebagai amida akrilat (2-propenamida) (C_3H_5NO) adalah senyawa kimia bersifat karsinogenik yang terbentuk secara tidak disengaja dan alamiah yang terbentuk selama pemanasan di atas suhu 120°C pada produk makanan. Akrilamida dapat larut dalam air, etanol, eter, dan kloroform pada suhu ruang. Akrilamida berasal dari bahan pangan yang produk nabati seperti olahan kentang (kentang goreng dan keripik kentang), gandum, jagung, dan beras, sereal (kukis, krekers, serelia sarapan, dan roti), dan kopi (BPOM RI, 2020; Çebi, 2016).

Reaksi antara senyawa asparagine dan karbohidrat atau karbonil mewakili terbentuknya reaksi akrilamida dalam kopi dan pengganti kopi. Khususnya, asparagine dideskripsikan sebagai faktor pembatas untuk pembentukan akrilamida pada kopi. Konsentrasi dari prekursor dan suhu proses dikenal memberikan efek pembentukan level akrilamida. Korelasi positif di antaranya pembentukan dari akrilamida dan konsentrasi asparagine sebenarnya ditemukan di kopi dan pengganti *chicory-based* (Anese, 2016; Gökmen, 2016).

Penghilangan senyawa akrilamida dari hasil reaksi asparagine dan gula reduksi tidak praktis, strategi mitigasi difokuskan untuk mengurangi pembentukan senyawa akrilamida. Mengeleminasi keduanya atau salah satu dari dua prekursor menghasilkan pada pembentukan senyawa akrilamida dan akhirnya jumlah senyawa akrilamida menurun. Senyawa karbonil yang melalui reaksi Maillard bisa dari berbagai sumber.

Maka dari itu, eliminasi salah satu diantaranya membutuhkan pendekatan komprehensif (Ciesarová, 2016).

Untuk menurunkan kadar akrilamida dalam produk makanan, berbagai metode dapat digunakan berdasarkan penelitian yang diberikan. Metode-metode tersebut adalah iradiasi dengan sinar UV setelah penyemprotan produk dengan larutan riboflavin (Awad, 2004; Magaletta, 2022), menggabungkan pengeringan microwave vakum, impregnasi dengan procyanidine, dan penggorengan suhu rendah, menggunakan CO₂ superkritikal, menggunakan resin adsorben kationik (BPOM RI, 2020), dan metode penggunaan L-asparaginase. Metode terakhir adalah metode yang efektif dibandingkan yang lainnya karena menunjukkan stabilitas pada rentang pH dan suhu yang luas sehingga memastikan efektivitasnya dalam kondisi pemrosesan makanan yang beragam (Covino et al., 2023; El-Sayed et al., 2023; Kumar et al., 2022; Shafqat et al., 2023; Yuan et al., 2022).

Monica Anese (2016) dan Zuzana Ciesarová (2016) telah meneliti enzim L-*asparaginase* dapat memberikan efek mencegah pembentukan senyawa akrilamida selama proses penyangraian (Anese, 2016; Ciesarová, 2016). Selain itu, Ana C.V. Porto, dkk (2019) telah membuat metode pencegahan senyawa akrilamida terbentuk dengan menggunakan enzim L-*asparaginase*. Porto, dkk berhasil menurunkan sampai 60% asparagin pada *arabika green bean* dari Brazil (Porto et al., 2019). Namun, penelitiannya hanya sampai pada penggunaan enzim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis senyawa akrilamida menggunakan enzim L-*asparaginase* setelah proses sangrai. Maka dari itu, penelitian ini dirancang dengan menambah proses pada produksi kopi pada umumnya. Variasi pada proses tersebut adalah variasi penyangraian.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu:

- 1.2.1. Berapa jumlah kandungan akrilamida yang terbentuk setelah inkubasi enzim L-*asparaginase* pada berbagai level roasting?
- 1.2.2. Bagaimana pengaruh berbagai level penyangraian (*light, medium, dark*) terhadap kandungan akrilamida setelah inkubasi enzim L-*asparaginase*?
- 1.2.3. Bagaimana kombinasi inkubasi enzim L-*asparaginase* dan level sangrai mempengaruhi kualitas sensori dan kimiawi bubuk kopi?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

- 1.3.1. Menghasilkan bubuk kopi yang memiliki kandungan akrilamida rendah setelah proses penyangraian dengan menggunakan inkubasi enzim L-*asparaginase*.
- 1.3.2. Menganalisis pengaruh inkubasi enzim L-*asparaginase* pada berbagai level sangrai terhadap kandungan akrilamida dalam bubuk kopi.
- 1.3.3. Menentukan kombinasi terbaik antara konsentrasi enzim L-*asparaginase* dan level sangrai yang menghasilkan bubuk kopi berkualitas tinggi dengan kadar akrilamida yang rendah.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

- 1.4.1. Sebagai inovasi pengembangan kopi bubuk yang bersifat rendah akrilamida.
- 1.4.2. Memberikan informasi dan pengetahuan tentang inovasi kopi.
- 1.4.3. Memberikan nilai tambah kopi bubuk.