

**KAJIAN RISIKO PAPARAN AKRILAMIDA DALAM
AMERICANO, ESPRESSO, CAPPUCCINO, KOPI INSTAN
TANPA GULA, DAN KOPI TUBRUK PADA MAHASISWA S1 IPB**

ELDWIN DANISWARA



**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Kajian Risiko Paparan Akrilamida dalam Americano, Espresso, Cappuccino, Kopi Instan Tanpa Gula, dan Kopi Tubruk pada Mahasiswa S1 IPB” 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, November 2024

Eldwin Daniswara
F24180089

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

ABSTRAK

ELDWIN DANISWARA. Kajian Risiko Paparan Akrilamida dalamAmericano, Espresso, Cappuccino, Kopi Instan Tanpa Gula, dan Kopi Tubruk pada Mahasiswa S1 IPB. Dibimbing oleh PUSPO EDI GIRIWONO dan DIAN HERAWATI.

Tingginya konsumsi kopi di Indonesia menimbulkan kekhawatiran terhadap senyawa dalam kopi yang berisiko merusak kesehatan, salah satunya adalah akrilamida, senyawa karsinogenik golongan 2A. Kajian risiko perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat paparan akrilamida pada mahasiswa S1 IPB yang mengonsumsi kopi. Kajian ini mencakup kopi americano, espresso, cappuccino, kopi instan tanpa gula, dan kopi tubruk. Metode yang digunakan meliputi identifikasi bahaya, karakterisasi bahaya, kajian paparan, dan karakterisasi risiko, yang diperoleh melalui studi literatur dan kuesioner survei *24-hour food recall*. Data yang diperoleh diolah menggunakan *Microsoft Excel* dan dianalisis secara probabilistik dengan simulasi Monte Carlo (10.000 iterasi) menggunakan @RISK. Tingkat konsumsi kopi per hari tertinggi hingga terendah adalah kopi instan tanpa gula (37,89 mL), cappuccino (29,11 mL), kopi tubruk (25,11 mL), americano (24,69 mL), dan espresso (4,34 mL). Rata-rata tingkat paparan akrilamida adalah 0,308 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bb/hari untuk kopi instan tanpa gula, 0,004 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bb/hari untuk cappuccino, 0,014 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bb/hari untuk kopi tubruk, 0,009 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bb/hari untuk americano, dan 0,002 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bb/hari untuk espresso. Risiko paparan didapatkan dengan membandingkan nilai MoE (*Margin of Exposure*) dengan MoE yang sudah ditentukan EFSA yaitu 10.000. Nilai MoE didapatkan dengan membagi nilai BMDL_{10} (*Benchmark Dose Lower Confidence Limit*) dengan tingkat paparan. MoE di bawah 10.000 ditemukan pada persentil ke-95 untuk americano, persentil ke-80 untuk kopi instan tanpa gula, dan persentil ke-95 untuk kopi tubruk. Risiko paparan akrilamida pada konsumsi kopi instan tanpa gula berdampak pada 20% (3843) mahasiswa S1 IPB, sementara risiko paparan akrilamida pada konsumsi kopi tubruk dan americano berdampak pada 5% (960) mahasiswa S1 IPB.

Kata kunci: akrilamida, kajian risiko, kopi, simulasi Monte Carlo

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.

ABSTRACT

ELDWIN DANISWARA. Risk Exposure Assessment of Acrylamide in Americano, Espresso, Cappuccino, Sugar-free Instant Coffee, and Brewed Coffee in Undergraduate Students of IPB. Supervised by PUSPO EDI GIRIWONO and DIAN HERAWATI.

High coffee consumption in Indonesia raises concerns about compounds in coffee that may pose health risks, one of which is acrylamide, a Group 2A probable carcinogen. A risk assessment is needed to determine the level of acrylamide exposure among undergraduate students at IPB University who consume coffee. This study covers Americano, espresso, cappuccino, sugar-free instant coffee, and brewed coffee. The methods used include hazard identification, hazard characterization, exposure assessment, and risk characterization, which were obtained through a literature review and a 24-hour food recall survey questionnaire. The data collected were processed using Microsoft Excel and analyzed probabilistically through Monte Carlo simulations (10.000 iterations) using @RISK. The highest to lowest daily coffee consumption levels were: sugar-free instant coffee (37,89 mL), cappuccino (29,11 mL), brewed coffee (25,11 mL), Americano (24,69 mL), and espresso (4,34 mL). The average acrylamide exposure levels were 0,308 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day for sugar-free instant coffee, 0,004 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day for cappuccino, 0,014 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day for brewed coffee, 0,009 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day for Americano, and 0,002 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day for espresso. The exposure risk was determined by comparing the MoE (Margin of Exposure) values to the EFSA's established MoE value of 10.000. MoE values were calculated by dividing the BMDL₁₀ (Benchmark Dose Lower Confidence Limit) by the exposure level. MoE values below 10.000 were found at the 95th percentile for Americano, the 80th percentile for sugar-free instant coffee, and the 95th percentile for brewed coffee. Acrylamide exposure risk from sugar-free instant coffee consumption affects 20% (3843) of IPB undergraduate students, while the exposure risk from brewed coffee and Americano affects 5% (960) of students.

Keywords: acrylamide, coffee, Monte Carlo simulation, risk assessment

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



@Hak cipta milik IPB University

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 2024

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.

**KAJIAN RISIKO PAPARAN AKRILAMIDA DALAM
AMERICANO, ESPRESSO, CAPPUCCINO, KOPI INSTAN
TANPA GULA, DAN KOPI TUBRUK PADA MAHASISWA S1 IPB**

ELDWIN DANISWARA

Skripsi Penelitian

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pangan pada

Program Studi Teknologi Pangan

DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2024

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Karsi Ambarwati, S.Gz., M.Si

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

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Kajian Risiko Paparan Akrilamida dalam
Americano, Espresso, Cappuccino, Kopi Instan
Tanpa Gula, dan Kopi Tubruk pada Mahasiswa S1
IPB
Nama : Eldwin Daniswara
NIM : F24180089
Program Studi : Teknologi Pangan
Periode Penelitian : Desember 2022 – Maret 2023

Disetujui oleh

Pembimbing 1 :

Dr. Puspo Edi Giriwono, S.TP, M.Agr
NIP. 19800310 200501 1 000

Pembimbing 2 :

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

Diketahui oleh

Ketua Program Studi :
Prof. Dr. Eko Hari Purnomo, S.TP, M.Sc.
NIP. 19760412 199903 1 004

Tanggal Ujian:
29 November 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kajian Risiko Paparan Akrilamida dalam Americano, Espresso, Cappuccino, Kopi Instan Tanpa Gula, dan Kopi Tubruk pada Mahasiswa S1 IPB” Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan kelulusan program sarjana pada Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Maka dari itu sebagai bentuk rasa syukur, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis yaitu mama Titik, papa Bimo, mas Ary, mba Danya, mba Orin, Uti, serta seluruh keluarga besar yang memberikan dukungan baik secara moril maupun materiil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Puspo Edi Giriwono, S.TP, M. Agr dan Dr. Dian Herawati, S.TP, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu, arahan, serta dukungan kepada penulis selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Karsi Ambarwati, S.Gz., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan serta dukungan ketika sidang hingga penyelesaian skripsi.
4. Seluruh dosen dan staff Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan atas ilmu yang diberikan selama perkuliahan.
5. Cr3ative Lab (Agung, Evan, dan Kamil), sahabat tongkrongan (Azka, Wildan, Ferra, Nadine, Soge, Ridho, Faqih dan Ia), Donatur ITP (Fathan, Agisha, dan Azzam), serta teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan seperti motivasi, dukungan, saran, hiburan, dan candaan lainnya yang selalu menyemangati penulis.
6. Teman-teman departemen Ilmu dan Teknologi Pangan angkatan 55 “Astrofood” yang telah senantiasa kebersamai selama masa perkuliahan.
7. Responden survei yang telah meluangkan waktunya untuk berpartisipasi dalam rangkaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, November 2024

Eldwin Daniswara

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	VIII
DAFTAR GAMBAR	VIII
DAFTAR LAMPIRAN	IX
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II. METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Tahapan Penelitian	4
2.3 Prosedur Penelitian	4
III. HASIL DAN PEMBAHASAN	10
3.1 Identifikasi Bahaya	10
3.2 Karakterisasi Bahaya	12
3.3 Kajian Paparan	14
3.4 Karakterisasi Risiko	26
IV. SIMPULAN DAN SARAN	35
4.1 Simpulan	35
4.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41

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 TABEL

1	Rangkuman hasil uji validitas kuesioner survei <i>24-hour food recall</i> (n=30)	15
2	Sebaran berat badan populasi mahasiswa S1 IPB hasil survei <i>24-hour food recall</i> .	16
3	Sebaran berat badan mahasiswa S1 IPB berdasarkan simulasi Monte Carlo menggunakan jenis sebaran <i>loglogistic</i>	18
4	Persentase responden mahasiswa S1 IPB yang mengonsumsi produk olahan kopi berdasarkan hasil survei konsumsi makan (n=509)	19
5	Ringkasan jumlah konsumsi produk kopi olahan oleh mahasiswa S1 IPB berdasarkan survei konsumsi makanan dan minuman	20
6	Jumlah produk kopi olahan per sajian	21
7	Ringkasan probabilitas jumlah konsumsi produk kopi olahan pada mahasiswa S1 IPB berdasarkan simulasi Monte Carlo	22
8	Konsentrasi akrilamida pada berbagai produk kopi olahan	23
9	Hasil simulasi Monte Carlo konsentrasi akrilamida pada produk kopi olahan	24
10	Nilai <i>Estimated Daily Intake</i> (EDI) berbagai produk kopi olahan pada mahasiswa S1 IPB berdasarkan simulasi Monte Carlo	25
11	MoE akrilamida berbagai produk kopi olahan pada mahasiswa S1 IPB berdasarkan simulasi Monte Carlo	27

DAFTAR GAMBAR

1	Konsumsi kopi nasional Indonesia (2015-2021) dan peningkatan konsumsi dalam persentase dikutip dari Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2022)	1
2	Diagram alir penelitian	4
3	Struktur molekul Akrilamida	10
4	Mekanisme pembentukan akrilamida melalui jalur asam amino asparagin (Yaylayan dan Stadler 2005)	11
5	Mekanisme pembentukan akrilamida melalui proses sintesis asam akrilat atau akrolein (Krishnakumar dan Visvanatahn 2014).	12
6	Plot berbagai jenis sebaran berat badan populasi mahasiswa S1 IPB	16
7	<i>Probability to probability</i> berbagai jenis sebaran berat badan populasi mahasiswa S1 IPB.	17
8	Sebaran berat badan populasi mahasiswa S1 IPB berdasarkan hasil simulasi Monte Carlo	18

9	<i>Sensitivity analysis</i> konsumsi americano pada populasi laki-laki mahasiswa S1 IPB.	30
10	<i>Sensitivity analysis</i> konsumsi americano pada populasi perempuan mahasiswa S1 IPB.	30
11	<i>Sensitivity analysis</i> konsumsi espresso pada populasi laki-laki mahasiswa S1 IPB	31
12	<i>Sensitivity analysis</i> konsumsi espresso pada populasi perempuan mahasiswa S1 IPB.	32
13	<i>Sensitivity analysis</i> konsumsi kopi instan tanpa gula pada populasi laki-laki mahasiswa S1 IPB.	33
14	<i>Sensitivity analysis</i> konsumsi kopi instan tanpa gula pada populasi perempuan mahasiswa S1 IPB.	33

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kuesioner Survei	41
2	Uji Validitas menggunakan <i>Pearson correlation</i> dengan software <i>IBM SPSS</i> versi 25	42
3	Sebaran probabilitik berat badan mahasiswa S1 IPB berdasarkan hasil simulasi Monte Carlo	43
4	Sebaran probabilitas konsumsi americano hasil simulasi Monte Carlo	44
5	Sebaran probabilitas konsumsi cappuccino hasil simulasi Monte Carlo	46
6	Sebaran probabilitas konsumsi espresso hasil simulasi Monte Carlo	47
7	Sebaran probabilitas konsumsi kopi instan tanpa gula hasil simulasi Monte Carlo	49
8	Sebaran probabilitas konsumsi kopi tubruk hasil simulasi Monte Carlo	50
9	Sebaran probabilitas konsentrasi akrilamida pada americano, espresso, dan kopi instan tanpa gula hasil simulasi Monte Carlo	52
10	Sebaran EDI berbagai jenis produk kopi olahan	53

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.