

KAJIAN PAPARAN DAN KARAKTERISASI RISIKO ETILEN OKSIDA DARI BUBUK CABAI PADA PRODUK MI INSTAN DI INDONESIA

ASRI YUSNITASARI



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

- 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.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Kajian Paparan dan Karakterisasi Risiko Etilen Oksida dari Bubuk Cabai pada Produk Mi Instan di Indonesia” 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

Asri Yusnitasari
F2502221012

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

- 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

ASRI YUSNITASARI. Kajian Paparan dan Karakterisasi Risiko Etilen Oksida dari Bubuk Cabai pada Produk Mi Instan di Indonesia. Dibimbing oleh PUSPO EDI GIRIWONO dan NURI ANDARWULAN.

Residu etilen oksida (EtO) dalam pangan merupakan isu keamanan pangan yang mendapat perhatian global dan diklasifikasikan sebagai karsinogen kelompok 1 oleh International Agency for Research on Cancer (IARC). Penelitian ini bertujuan menentukan kadar EtO dari bubuk cabai pada produk mi instan yang beredar di Indonesia, memperkirakan tingkat paparan konsumsi, serta melakukan karakterisasi risiko kesehatan. Data diperoleh dari pengawasan BPOM tahun 2023 dan hasil pengujian sampel bubuk cabai dalam mi instan tahun 2024 menggunakan GC-MS/MS. Data BPOM tahun 2023 mencakup seluruh komponen mi instan, sedangkan data pengujian tahun 2024 dibatasi pada komponen bubuk cabai. Kajian paparan dilakukan secara deterministik menggunakan data konsumsi Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI).

Kadar EtO hasil pengawasan BPOM tahun 2023 pada komponen mi berada pada rentang tidak terdeteksi sampai 23,5 µg/kg, bubuk cabai tidak terdeteksi sampai 25,0 µg/kg, bumbu tidak terdeteksi sampai 20,9 µg/kg, dan minyak tidak terdeteksi. Kadar EtO pada bubuk cabai hasil pengujian tahun 2024 berada pada rentang tidak terdeteksi sampai 1,5 µg/kg dengan rata-rata $0,463 \pm 0,303$ µg/kg. Kadar rata-rata EtO pada bubuk cabai menurun dari 4,923 µg/kg pada data 2023 menjadi 0,463 µg/kg pada tahun 2024, sedangkan kadar maksimum menurun dari 25,0 µg/kg menjadi 1,5 µg/kg. Seluruh sampel bubuk cabai tahun 2024 memenuhi batas maksimum residu yang ditetapkan di Indonesia.

Konsumsi mi instan berdasarkan berat kering berada pada rentang 0,02 sampai 225,23 g/orang/hari (setara 0 sampai 3 bungkus/orang/hari) dengan rata-rata 45,41 g/orang/hari (setara 0,6 bungkus/orang/hari). Paparan EtO total komponen mi instan hasil pengawasan BPOM tahun 2023 berada pada rentang $1,87 \times 10^{-5}$ sampai $9,87 \times 10^{-3}$ µg/kg bb/hari berdasarkan kadar rata-rata dan $9,51 \times 10^{-5}$ sampai $5,59 \times 10^{-2}$ µg/kg bb/hari berdasarkan kadar maksimum. Paparan tertinggi ditemukan pada kelompok balita (6–59 bulan), sedangkan terendah pada kelompok lansia (>55 tahun). Paparan EtO dari bubuk cabai hasil pengujian tahun 2024 berada pada rentang $1,76 \times 10^{-6}$ sampai $5,31 \times 10^{-6}$ µg/kg bb/hari berdasarkan kadar rata-rata dan $5,70 \times 10^{-6}$ sampai $1,72 \times 10^{-5}$ µg/kg bb/hari berdasarkan kadar maksimum. Paparan EtO pada bubuk cabai hasil pengujian tahun 2024 lebih rendah dibandingkan dengan hasil pengawasan BPOM tahun 2023.

Karakterisasi risiko menunjukkan nilai MOE di atas 10.000 pada seluruh kelompok usia, baik berdasarkan total komponen mi instan hasil pengawasan BPOM tahun 2023 maupun komponen bubuk cabai hasil pengujian tahun 2024. Hal ini menunjukkan tingkat kekhawatiran yang rendah terhadap kesehatan masyarakat. Perubahan profil residu EtO antara data tahun 2023 dan 2024 mengindikasikan penurunan paparan setelah penerapan kebijakan mitigasi risiko, namun perlu ditafsirkan secara hati-hati karena terdapat perbedaan sumber data, cakupan sampel, metode, dan laboratorium pengujian.

Kata kunci: Etilen oksida, kajian paparan, keamanan pangan, mi instan

SUMMARY

ASRI YUSNITASARI. Exposure Assessment and Risk Characterization of Ethylene Oxide from Chili Powder in Instant Noodle Products in Indonesia. Supervised by PUSPO EDI GIRIWONO and NURI ANDARWULAN.

Ethylene oxide (EtO) residues in food have emerged as a major global food safety concern and have been classified as a Group 1 carcinogen by the International Agency for Research on Cancer (IARC). This study aimed to determine EtO concentrations in chili powder from instant noodle products marketed in Indonesia, estimate exposure assessment, and characterize potential health risks. Data were derived from National Agency for Drug and Food Control (BPOM) surveillance conducted in 2023 and from analysis of chili powder samples from instant noodle products in 2024 using GC-MS/MS. The 2023 data covered all instant noodle components, whereas the 2024 data were limited to the chili powder. Exposure assessment was conducted using a deterministic approach based on consumption data from the Indonesian Individual Food Consumption Survey (SKMI, eaters only).

Ethylene oxide concentrations in the 2023 BPOM surveillance data ranged from not detected to 23.5 µg/kg in the noodle, from not detected to 25.0 µg/kg in chili powder, from not detected to 20.9 µg/kg in seasoning and were not detected in the oil component. Ethylene oxide concentrations in chili powder analyzed in 2024 ranged from not detected to 1.5 µg/kg, with an average of 0.463 ± 0.303 µg/kg. The average EtO concentration in chili powder decreased from 4.923 µg/kg in the 2023 data to 0.463 µg/kg in 2024, while the maximum concentration decreased from 25.0 µg/kg to 1.5 µg/kg. All chili powder samples analyzed in 2024 complied with the maximum residue limit established by Indonesia.

Instant noodle consumption, expressed as dry weight, ranged from 0.02 to 225.23 g/person/day (equivalent to 0 to 3 packs/person/day), with an average of 45.41 g/person/day (equivalent to 0.6 packs/person/day). Ethylene oxide exposure from all instant noodle components based on the 2023 BPOM data ranged from 1.87×10^{-5} to 9.87×10^{-3} µg/kg bw/day using average concentrations and from 9.51×10^{-5} to 5.59×10^{-2} µg/kg bw/day using maximum concentrations. The highest exposure was observed in toddlers aged 6–59 months and the lowest in the elderly group aged >55 years. Ethylene oxide exposure from chili powder analyzed in 2024 ranged from 1.76×10^{-6} to 5.31×10^{-6} µg/kg bw/day using the average concentration and from 5.70×10^{-6} to 1.72×10^{-5} µg/kg bw/day using the maximum concentration. Ethylene oxide exposure from chili powder based on the 2024 analytical results was lower than that estimated from the 2023 BPOM surveillance data.

Risk characterization showed MOE values above 10,000 across all age groups, both for total instant noodle components based on the 2023 BPOM surveillance data and for the chili powder component based on the 2024 analytical results. The change in the EtO residue profile between the 2023 and 2024 data indicates a reduction in exposure following the implementation of risk mitigation policies. However, this finding should be interpreted cautiously due to differences in data sources, sample coverage, analytical methods, and testing laboratories.

Keywords: Ethylene oxide, exposure assessment, food safety, instant noodle



@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 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



@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.

KAJIAN PAPARAN DAN KARAKTERISASI RISIKO ETILEN OKSIDA DARI BUBUK CABAI PADA PRODUK MI INSTAN DI INDONESIA

ASRI YUSNITASARI

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. Diah Chandra Aryani, S.TP., M.Sc.
2. Dr. Dias Indrasti, S.T.P., M.Sc.



@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 : Kajian Paparan dan Karakterisasi Risiko Etilen Oksida dari
Bubuk Cabai pada Produk Mi Instan di Indonesia
Nama : Asri Yusnitasari
NIM : F2502221012

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Puspo Edi Giriwono, S.T.P., M.Agr.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Nuri Andarwulan, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Magister Teknologi Pangan:

Dr. Dian Herawati, S.T.P, M.Si.

NIP 197501112007012001

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi:

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

NIP 196105021986031002

Tanggal Ujian: 3 Juli 2026

Tanggal Lulus: 23 Juli 2026

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari sampai Desember 2024 dengan judul Kajian Paparan dan Karakterisasi Risiko Etilen Oksida dari Bubuk Cabai pada Produk Mi Instan di Indonesia.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Dr. Puspo Edi Giriwono S.T.P., M.Agr. dan Ibu Prof. Dr. Ir. Nuri Andarwulan, M.Si. yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran dan masukan dalam penyelesaian tesis ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Dr. Diah Chandra Aryani, S.TP., M.Sc. selaku penguji pertama yang telah memberikan saran dan masukan pada tesis ini dan Ibu Dr. Dias Indrasti., S.T.P., M.Sc. selaku penguji kedua sekaligus Sekretaris Program Studi Magister Teknologi Pangan atas saran, masukan dan dukungannya.

Penghargaan penulis sampaikan juga kepada Badan Pengawas Obat dan Makanan yang telah memberikan beasiswa pada Program Studi Magister ini, Kepala Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Pengawasan Obat dan Makanan serta seluruh staf yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil. Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh Ibu dan Bapak dosen, serta staf di program studi Magister Teknologi Pangan. Terima kasih disampaikan kepada keluarga tercinta bapak, ibu, suami, dan anak, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini. Terima kasih juga diucapkan kepada keluarga dan sahabat TPN 18 (2022), atas kebersamaan, dukungan, dan doa yang diberikan selama ini.

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

Bogor, Juli 2026

Asri Yusnitasari

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sumber Etilen Oksida dalam Pangan	5
2.2 Toksisitas dan Genotoksisitas Etilen Oksida dan Senyawa Turunannya	6
2.3 Keberadaan Etilen Oksida dan 2-Kloroetanol dalam Pangan	7
2.4 Regulasi Etilen Oksida dan 2-Kloroetanol dalam Pangan	8
2.5 Analisis Risiko Etilen Oksida	10
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Tahapan Penelitian	13
3.4 Analisis Data	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Identifikasi Jenis Mi Instan di Indonesia	20
4.2 Kadar Etilen Oksida dalam Mi Instan	21
4.3 Berat Badan dan Tingkat Konsumsi Mi Instan di Indonesia	28
4.4 Paparan Etilen Oksida pada Mi Instan	30
4.5 Karakterisasi Risiko Etilen Oksida pada Mi Instan	35
4.6 Keterbatasan Penelitian	40
V SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
RIWAYAT HIDUP	49

DAFTAR TABEL

1	Sifat fisika kimia etilen oksida (EtO)	5
2	Perbandingan pendekatan regulasi etilen oksida dan 2-kloroetanol pada produk pangan di beberapa negara	9
3	Hasil validasi metode analisis EtO dalam matriks bumbu	16
4	Perbandingan data kadar etilen oksida yang digunakan	19
5	Kadar etilen oksida pada komponen mi instan	21
6	Hasil uji normalitas menggunakan SPSS versi 27	27
7	Berat badan pengonsumsi mi instan di Indonesia	29
8	Konsumsi mi instan matang di Indonesia	29
9	Konsumsi mi instan kering di Indonesia	29
10	Konsumsi bubuk cabai dalam mi instan di Indonesia	30
11	Konsumsi bumbu dalam mi instan di Indonesia	30

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur kimia etilen oksida (EtO)	5
2	Tahapan analisis risiko (FAO/WHO 2006a)	10
3	Diagram alir pengambilan sampel mi instan	15
4	Profil produk mi instan terdaftar dan beredar di Indonesia: produk dalam negeri terdaftar (a), produk dalam negeri beredar (b), produk impor terdaftar (c), produk impor beredar (d)	20
5	Kadar etilen oksida pada mi instan hasil pengawasan 2023	22
6	Kadar etilen oksida pada bubuk cabai dalam mi instan hasil pengujian 2024	23
7	Perbandingan kadar etilen oksida pada bubuk cabai dalam mi instan hasil pengawasan BPOM dan hasil pengujian 2024	25
8	Paparan etilen oksida pada komponen mi instan berdasarkan pengawasan BPOM 2023	32
9	Perbandingan paparan etilen oksida pada bubuk cabai dalam mi instan hasil pengawasan BPOM 2023 dengan hasil pengujian 2024	34
10	MOE etilen oksida pada komponen mi instan berdasarkan pengawasan BPOM 2023	37
11	Perbandingan MOE etilen oksida pada bubuk cabai dalam mi instan hasil pengawasan BPOM 2023 dengan hasil pengujian 2024	38



@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.