

PERBANDINGAN MIGRASI MONOMER BISFENOL A (BPA) DAN BISFENOL F (BPF) PADA MINUMAN RINGAN KEMASAN KALENG: KAJIAN META-ANALISIS

ALIYA HANIFAH



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

@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



@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.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perbandingan Migrasi Monomer Bisfenol A (BPA) dan Bisfenol F (BPF) pada Minuman Ringan Kemasan Kaleng: Kajian Meta-Analisis” 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, Juli 2024

Aliya Hanifah
F2401201075

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

ALIYA HANIFAH. Perbandingan Migrasi Monomer Bisfenol A (BPA) dan Bisfenol F (BPF) pada Minuman Ringan Kemasan Kaleng: Kajian Meta-Analisis. Dibimbing oleh MUHAMMAD ARPAH.

Bisfenol A (BPA) digunakan dalam produksi permil enamel permukaan kontak makanan untuk kaleng. Akibat resiko bahayanya, senyawa bisfenol lain digunakan sebagai pengganti BPA, salah satunya bisfenol F (BPF). European Food Safety Authority (EFSA) menetapkan TDI bisfenol sebesar 0,2 ng per kilogram berat badan per hari (kg/bb/hari). Sementara itu beberapa penelitian telah melaporkan adanya migrasi BPA dan BPF pada minuman kemasan kaleng dengan hasil yang beragam dengan jumlah BPA dapat mencapai 1310 ng/L dan migrasi BPF mencapai 64 ng/L. Kajian meta-analisis dilakukan untuk mengetahui perbandingan jumlah migrasi BPA dan BPF pada minuman ringan kemasan kaleng serta faktor yang memengaruhinya. Hasil penelitian menunjukkan tingkat migrasi BPA lebih tinggi dibandingkan migrasi BPF pada minuman ringan kemasan kaleng dengan nilai *overall effect size* sebesar -9.397. Analisis lanjutan dilakukan pada beberapa variabel yang dapat memengaruhi migrasi meliputi kategori minuman, suhu penyimpanan, dan metode analisis yang digunakan. Kategori minuman pada jenis minuman karbonasi memberi pengaruh yang signifikan terhadap migrasi BPA. Sementara analisis pada variabel suhu penyimpanan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara setiap studi. Analisis dengan menggunakan metode *solid phase extraction* dilanjutkan dengan analisis GC-MS memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap BPA. Perhitungan *fail-safe number* (Nft) menunjukkan bias publikasi tergolong kecil dan model meta-analisis kuat.

Kata kunci: bisfenol A, bisfenol F, meta-analisis, minuman kemasan kaleng

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.

ABSTRACT

ALIYA HANIFAH. Comparison of Bisphenol A (BPA) and Bisphenol F (BPF) Monomer Migration in Canned Beverages: A Meta-Analytic Review. Supervised by MUHAMMAD ARPAH.

Bisphenol A (BPA) is used in the production of food contact surface enamel varnishes for cans. Due to its hazardous risks, other bisphenol compounds are used as substitutes for BPA, one of which is bisphenol F (BPF). The European Food Safety Authority sets the TDI of bisphenol at 0.2 ng per kilogram of body weight per day (kg/bb/day). Meanwhile, several studies have reported the migration of BPA and BPF in canned beverages with mixed results with the amount of BPA reaching 1310 ng/L and BPF migration reaching 64 ng/L. A meta-analysis study was conducted to compare the amount of BPA and BPF migration in canned soft drinks and the factors that influence it. The results showed that the level of BPA migration was higher than BPF migration in canned soft drinks with an overall effect size value of -9.397. Further analysis was carried out on several variables that could affect migration including beverage category, storage temperature, and the analysis method used. The beverage category in the type of carbonated beverage has a significant influence on BPA migration. While the analysis on the storage temperature variable showed results that were not significantly different between each study. Analysis using the solid phase extraction method followed by GC-MS analysis has a higher sensitivity to BPA. The calculation of the fail-safe number (Nft) shows that publication bias is relatively small and the meta-analysis model is strong.

Keywords: bisphenol A, bisphenol F, canned beverage, meta-analysis

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 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.

PERBANDINGAN MIGRASI MONOMER BISFENOL A (BPA) DAN BISFENOL F (BPF) PADA MINUMAN RINGAN KEMASAN KALENG: KAJIAN META-ANALISIS

ALIYA HANIFAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Pangan

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



@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 Skripsi:
1. Dr. Ir. Sukarno, M.Sc.
2. Dr. Vallerina Armetha, S.T.P., M.Si.



@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 Skripsi : Perbandingan Migrasi Monomer Bisfenol A (BPA) dan Bisfenol F (BPF) pada Minuman Ringan Kemasan Kaleng: Kajian Meta-Analisis

Nama : Aliya Hanifah
NIM : F2401201075

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Muhammad Arpah, M.Si.
NIP. 19600608 198603 1 002

Diketahui oleh

Ketua Departemen:

Dr. Eko Hari Purnomo, S.T.P., M.Sc.
NIP. 19760412 199903 1 004

Tanggal Ujian:
12 Juli 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul “Perbandingan Migrasi Monomer Bisfenol A (BPA) dan Bisfenol F (BPF) pada Minuman Ringan Kemasan Kaleng: Kajian Meta-Analisis.” yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan Mei 2024. Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung selama penulisan tugas akhir ini, yaitu:

1. Dr. Ir. Muhammad Arpah, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, motivasi dan banyak memberi saran kepada penulis sehingga penulisan tugas akhir ini dapat dituntaskan dengan baik.
2. Ibu Yani, Bapak Asep, Teteh Fathonah, dan Aa Ihsan, serta keluarga penulis yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.
3. Kak Afifah yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukan terkait metode meta-analisis.
4. Sahabat dan teman-teman seperjuangan penulis, Ima, Yasmin, Kalinda, Vanya, teman tayo (Dinda, Sapphira, Ifa, Salsa), teman satu bimbingan (Hikma dan Nadira), teman Bukan Bintang Biasa, teman-teman ITP 57, dan teman-teman KKN yang telah saling menguatkan, menemani, menghibur, dan memberikan doa serta dukungannya.
5. Seventeen, teman yang selalu menemani dan menghibur penulis dengan musik dan karyanya.

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

Bogor, Juli 2024

Aliya Hanifah



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kemasan Kaleng	4
2.2 Produk Minuman Ringan Kemasan Kaleng	4
2.3 Migrasi Pangan	5
2.4 Bisfenol A (BPA)	6
2.5 Bisfenol F (BPF)	8
2.6 Meta-analisis	9
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	11
3.3.1 Perumusan Pertanyaan Penelitian	11
3.3.2 Penentuan Kriteria Inklusi dan Eksklusi	12
3.3.3 Pengumpulan Sumber Studi	12
3.3.4 Ekstraksi Data	13
3.4 Analisis Data	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Analisis Sumber Studi	16
4.2 Analisis Data	17
4.3 Analisis <i>SubGroup</i>	21
4.3.1 Jenis Kategori Minuman Kaleng	21
4.3.2 Suhu Penyimpanan	23
4.3.3 Metode Analisis	24
4.4 Analisis Meta-regresi	25
4.5 Analisis Bias Publikasi	26
V SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	36
RIWAYAT HIDUP	40

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

DAFTAR TABEL

1	Rekapitulasi data meta-analisis	17
2	Analisis <i>overall effect size</i> dan heterogenitas migrasi bisfenol A dan bisfenol F pada minuman ringan kemasan kaleng	20
3	Analisis <i>subgroup</i> jenis kategori minuman terhadap mirasi bisfenol A dan bisfenol F	22
4	Analisis <i>subgroup</i> suhu penyimpanan minuman terhadap mirasi bisfenol A dan bisfenol F	23
5	Analisis <i>subgroup</i> metode analisis minuman terhadap mirasi bisfenol A dan bisfenol F	24
6	Hasil meta-regresi variabel volume sampel	26

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur kimia bisfenol A	7
2	Sintesis resin epoksi BPA	7
3	Struktur molekul BPF	8
4	Contoh <i>forest plot</i>	10
5	Contoh <i>funnel plot</i>	10
6	Diagram alir tahapan penelitian	11
7	Contoh diagram alir PRISMA	13
8	Skema pencarian dan penyeleksian sumber studi (diagram PRISMA)	16
9	<i>Forest plot</i> migrasi BPA dan BPF minuman ringan kemasan kaleng	20
10	Plot meta-regresi variabel moderator	26
11	<i>Funnel plot</i> migrasi BPA dan BPF minuman ringan kemasan kaleng	27

DAFTAR LAMPIRAN

1	Tampilan proses pengolahan data <i>software OpenMEE</i>	37
2	<i>Forest plot subgroup</i> kategori minuman ringan kemasan kaleng	37
3	<i>Forest plot subgroup</i> suhu penyimpanan minuman ringan kemasan kaleng	38
4	<i>Forest plot subgroup</i> metode analisis migrasi BPA dan BPF pada minuman ringan kemasan kaleng	38
5	Hasil perhitungan metode <i>Rosenthal</i>	39

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.