



KAJIAN META ANALISIS MIGRASI MONOMER BISFENOL A (BPA) PADA PRODUK TUNA KALENG

NADIRA SALSABILA



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

- 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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Kajian Meta Analisis Migrasi Monomer Bisfenol A (BPA) pada Produk Tuna Kaleng” 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, Juni Tahun 2024

Nadira Salsabila
F2401201047

- 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.



ABSTRAK

NADIRA SALSABILA. Kajian Meta Analisis Migrasi Monomer Bisfenol A (BPA) pada Produk Tuna Kaleng. Dibimbing oleh MUHAMMAD ARPAH.

Resin dari bahan epoksi merupakan bahan yang biasa digunakan sebagai lapisan bagian dalam kaleng untuk mencegah korosi dan menjaga kualitas produk tuna kaleng. Salah satu bahan penyusun resin epoksi adalah monomer bisfenol A (BPA) yang banyak ditemukan bermigrasi ke dalam produk pangan dan bersifat toksik apabila terpapar ke dalam tubuh. Migrasi BPA dalam produk pangan diatur oleh *European Food Safety Authority* dengan menetapkan batas toleransi (TDI) di tahun 2023 sebesar 0,2 ng per kg berat badan per hari. Sementara itu, beberapa penelitian menemukan beragamnya deteksi migrasi BPA pada tuna kaleng medium air garam dan minyak dengan masing-masing deteksi migrasi BPA tertinggi mencapai 197 μg per kg. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan migrasi monomer bisfenol A (BPA) pada produk pangan tuna kaleng dengan medium minyak dan air garam serta menentukan berbagai faktor yang memengaruhi migrasi BPA pada produk pangan kaleng. Penelitian ini dilakukan dengan metode meta-analisis untuk mengukur perbedaan antara migrasi BPA yang terdeteksi pada tuna kaleng medium air garam sebagai kelompok kontrol dan medium minyak sebagai kelompok eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa migrasi BPA lebih tinggi terjadi pada tuna kaleng dengan medium minyak dengan hasil keseluruhan efek berupa nilai *Standardized Mean Difference* 0,233 dan nilai *p-value* 0,702. Di samping itu, dilakukan pengujian heterogenitas studi, analisis subkelompok, meta-regresi, dan bias publikasi untuk melengkapi hasil meta-analisis. Faktor utama migrasi BPA pada tuna kaleng adalah penggunaan resin epoksi yang dideteksi pada seluruh sampel. Perkiraan parameter yang mendorong terjadinya migrasi BPA tersebut di antaranya asal produksi, metode deteksi BPA, kandungan lemak, kandungan protein, dan tingkat keasaman atau pH produk. Analisis diagram *funnel plot* menunjukkan bahwa terdapat kemungkinan bias publikasi.

Kata kunci: bisfenol A, migrasi kaleng, minyak, air garam, meta-analisis

ABSTRACT

NADIRA SALSABILA. Meta-Analysis Study of Bisphenol A (BPA) Monomer Migration in Canned Tuna Products. Supervised by MUHAMMAD ARPAH.

Tin cans commonly use epoxy resin as their inner layer to prevent corrosion and maintain the quality of canned tuna products. One of the ingredients that make up epoxy resin is the monomer bisphenol A (BPA), which is often found migrating into food products and is toxic when exposed to the body. The migration of BPA in food products is regulated by the European Food Safety Authority by setting a tolerance limit (TDI) in 2023 of 0.2 ng per kg of body weight per day. Meanwhile, several studies found varying detections of BPA migration in canned tuna in brine and oil medium, with the highest BPA migration detection reaching 197 μg per kg. The aim of this study was to compare the migration of bisphenol A (BPA) monomers in canned tuna food products using oil and brine as a medium and determine various factors that influence the migration of BPA in canned food products. This research was carried out using a meta-analysis method to measure the differences between BPA migration detected in canned tuna in brine medium as the control group and oil medium as the experimental group. The research results showed that BPA migration was higher in canned tuna with oil medium, with the overall effect being a Standardized Mean Difference value of 0.233 and a p-value of 0.702. In addition, study heterogeneity, subgroup analysis, meta-regression, and publication bias were tested to complete the meta-analysis results. The main factor contributing to BPA migration in canned tuna is the use of epoxy resin, which was detected in all samples. Estimated parameters that encourage BPA migration include the origin of production, BPA detection methods, fat content, protein content, and product acidity or pH level. Funnel plot diagram analysis shows that there is a possibility of publication bias.

Keywords: Bisphenol A, migration tin canned, oil, brine, meta-analysis



@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 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 META ANALISIS MIGRASI MONOMER BISFENOL A (BPA) PADA PRODUK TUNA KALENG

NADIRA SALSABILA

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 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. Nugraha Edhi Suyatma,,S.T.P., D.E.A.
- 2 Prof. Dr.Ir. Dede Robiatul Adawiyah,M.Si.

Judul Skripsi : Kajian Meta Analisis Migrasi Monomer Bisfenol A (BPA)
pada Produk Tuna Kaleng
Nama : Nadira Salsabila
NIM : F2401201047

Dsietujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Muhammad Arpah, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan:
Dr. Eko Hari Purnomo, S.T.P., M.Sc
NIP. 19760412 199903 1 004



Tanggal Lulus:

Tanggal Ujian:
19 Juli 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.

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 September 2023 sampai bulan Mei 2024 ini ialah Rekayasa Proses Pangan, dengan judul “Kajian Meta Analisis Migrasi Monomer Bisfenol A (BPA) pada Produk Tuna Kaleng”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing Dr. Ir. Muhammad Arpah, M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada ayah Kisworo Yuwanto, mama Cut Sasi Savira, Levina Naila, serta seluruh keluarga dan teman yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

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

Bogor, Juni 2024

Nadira Salsabila



@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	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Migrasi Kemasan Pangan	4
2.2 Bisfenol A (BPA)	4
2.3 Kemasan Kaleng dan Lapisan Enamel	6
2.4 Produk Pangan Tuna dalam Kaleng	8
2.5 Meta-Analisis	10
III METODE	14
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Prosedur Kerja	14
3.3.1 Perumusan Pertanyaan Penelitian	14
3.3.2 Penelitian Pendahuluan dan Validasi Ide	15
3.3.3 Penentuan Kriteria Inklusi dan Eksklusi	15
3.3.4 Pengumpulan Sumber Studi	16
3.3.5 Ekstraksi Data	17
3.3.6 Analisis Statistik	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Analisis Sumber Studi dan Meta-Analisis	20
4.2 Analisis Bias Publikasi	22
4.3 Forest Plot dan Uji Random Effect Model	24
4.4 Analisis Subkelompok	26
4.4.1 Subkelompok Lokasi Produksi Produk Tuna Kaleng	26
4.4.2 Subkelompok Metode Deteksi BPA pada Produk Tuna Kaleng	28
4.5 Analisis Meta-Regresi	29
4.5.1 Analisis Meta-Regresi Pengaruh Kandungan Lemak Terhadap Migrasi BPA pada Tuna Kaleng	29
4.5.2 Analisis Meta-Regresi Pengaruh Kandungan Protein Terhadap Migrasi BPA pada Tuna Kaleng	31
4.6 Parameter lain yang mempengaruhi migrasi BPA pada produk tuna kaleng	33
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35



5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	43
RIWAYAT HIDUP	47

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	Jenis-jenis lapisan enamel yang digunakan dalam kemasan kaleng pangan	8
2	Kriteria inklusi dan eksklusi	15
3	Rekapitulasi data meta-analisis	21
4	Uji random effect model studi	24
5	Uji heterogenitas studi	26
6	Hasil forest plot subkelompok lokasi produksi tuna kaleng	26
7	Hasil forest plot subkelompok metode deteksi BPA pada tuna kaleng	28
8	Hasil meta-regresi pada pengaruh kandungan lemak	30
9	Hasil meta-regresi pada pengaruh kandungan protein	32
10	Pengaruh pH terhadap migrasi BPA pada produk pangan tuna kaleng	34

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur kimia bisfenol A (BPA) (Alabi et al. 2014)	5
2	Reaksi pembentukan bisfenol A	5
3	Reaksi pembentukan histamin	9
4	Diagram alir panduan meta-analisis (Tawfik et al. 2019)	11
5	Tampilan luaran meta-analisis forest plot (Harris et al. 2008)	12
6	Tampilan luaran meta-analisis funnel plot (Sterne dan Harbord 2004)	13
7	Diagram alir tahapan penelitian	14
8	Rancangan diagram alir PRISMA	16
9	Skema pencarian dan penyeleksian sumber studi (diagram PRISMA)	20
10	Diagram funnel plot studi	24
11	Forest plot studi	25
12	Forest plot subgroup lokasi produksi tuna kaleng	27
13	Forest plot subgroup metode deteksi BPA pada tuna kaleng	29
14	Diagram bubble plot untuk parameter kandungan lemak kelompok produk pangan tuna kaleng dalam medium air garam (kontrol)	31
15	Diagram bubble plot untuk parameter kandungan lemak kelompok produk pangan tuna kaleng dalam medium minyak (eksperimen)	31
16	Diagram bubble plot untuk parameter kandungan protein kelompok	33
17	Diagram bubble plot untuk parameter kandungan protein kelompok	33



DAFTAR LAMPIRAN

1	Daftar artikel untuk meta-analisis	43
2	Tampilan proses olah data dengan <i>software OpenMEE</i> halaman	45
3	Tampilan proses olah data dengan <i>software OpenMEE</i> pengolahan	45
4	Tampilan proses olah data dengan <i>software OpenMEE</i> pengolahan	46
5	Contoh perhitungan konversi satuan menjadi mikrogram per kilogram	46