

3. HASIL

3.1. Kontaminasi *Mineral Oil Saturated Hydrocarbon* (MOSH) pada Produk Pangan

Hasil temuan kontaminasi MOSH pada produk pangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kontaminasi MOSH pada Produk Pangan

Kelompok	Produk Dalam Kemasan	Jenis Kemasan	Sumber Kontaminasi	Pelarut	Metode Deteksi dan Kuantifikasi	Konsentrasi (mg/kg)	Referensi
Ikan	Salmon, Cod	Plastik	PP	Heksana	HPLC-GC-FID	>0,9	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
	Ikan Salmon	Kaca Dan Logam	Kaca & Logam	Heksana	HPLC-GC-FID	>0,72	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
	Salmon, Cod	Plastik	PP	Heksana	HPLC-GC-FID	0,68-0,90	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
Minuman	Soda	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	445.26-1090,52	(Canavar <i>et al.</i> , 2018)
Minyak Nabati	Minyak Zaitun	Plastik	Tutup Plastik (Hdpe)	Heksana	LC-GC-FID	10,3-38,0	(Gharbi <i>et al.</i> , 2017)
Produk Susu Dan Turunannya	Susu Bubuk	Logam	Logam Kaleng	Heksana	LC-GC	0,09-0,30	(Zhang <i>et al.</i> , 2019)
	Susu Bubuk	Kertas	Wadah Kertas	Heksana	LC-GC	0,29-0,55	(Zhang <i>et al.</i> , 2019)
	Susu Bubuk	Kertas	Kotak Kertas	Heksana	LC-GC	0,11-0,65	(Zhang <i>et al.</i> , 2019)
	Susu Bubuk	Aluminium	Pelapis Aluminium	Heksana	LC-GC	0,07-2,55	(Zhang <i>et al.</i> , 2019)
	Susu	Logam	Logam	Heksana	HPLC-GC-FID	>0,64	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
	Susu Bubuk	Kertas	Wadah Kertas	Heksana	LC-GC-FID	1,5	(Liu <i>et al.</i> , 2020)
	Susu Bubuk	Logam Dan Plastik	Aluminium Foil-Kantong Plastik	Heksana	LC-GC-FID	8,74	(Liu <i>et al.</i> , 2020)
	Susu Bubuk	Logam	Kaleng Logam	Heksana	HPLC-GC	4.3	(Wan <i>et al.</i> , 2021)
	Susu Bubuk	Kertas	Wadah Kertas	Heksana	HPLC-GC	2.89	(Wan <i>et al.</i> , 2021)
	Susu Bubuk	Kertas	Kertas Karton	Heksana	HPLC-GC	3.96	(Wan <i>et al.</i> , 2021)

Tabel 4. Kontaminasi MOSH pada Produk Pangan

Kelompok	Produk Dalam Kemasan	Jenis Kemasan	Sumber Kontaminasi	Pelarut	Metode Deteksi dan Kuantifikasi	Konsentrasi (mg/kg)	Referensi
	Susu Bubuk	Logam Dan Plastik	Kantong Plastik Aluminium	Heksana	HPLC-GC	1,09	(Wan <i>et al.</i> , 2021)
	Berbasis Susu	Logam Dan Kertas	Timah Logam & Kotak Kertas	Heksana	SPE	2-2,3	(Sui <i>et al.</i> , 2020)
	Formula Bayi	Logam	Kaleng Logam	Heksana	GC-FID	1,53	(Li <i>et al.</i> , 2020)
	Formula Bayi	Kertas	Kotak Kertas	Heksana	GC-FID	1,69	(Li <i>et al.</i> , 2020)
Sereal dan Turunannya	Lasagna	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	SPE-LVI-GC-FID	367,5-428,95	(Canavar <i>et al.</i> , 2018)
	Tepung Jagung	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	304,55-579,13	(Canavar <i>et al.</i> , 2018)
	Beras	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	19,17-264,44	(Canavar <i>et al.</i> , 2018)
	Jagung, Nasi, Quinoa, Bream	Plastik	PP	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	>6,55	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
	Gandum, Nasi	Plastik	PP	Heksana	HPLC-GC-FID	>6,55	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
	Oat, Nasi	Plastik	PE	Heksana	HPLC-GC-FID	>2,32	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
	Beras	Logam	Logam	Heksana	HPLC-GC-FID	>0,64	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
	Pasta	Kertas	Kertas Karton	Heksana	HPLC-GC-FID	279	(Lorenzini <i>et al.</i> , 2013)
	Muesli	Kertas	Kertas Karton	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	442	(Lorenzini <i>et al.</i> , 2013)
	Nasi Setengah Matang	Kertas	Kertas Karton	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	27	(Biedermann & Grob, 2011)
Beras <i>Wild-Rice</i>	Kertas	Kertas Karton	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	23	(Biedermann & Grob, 2011)	

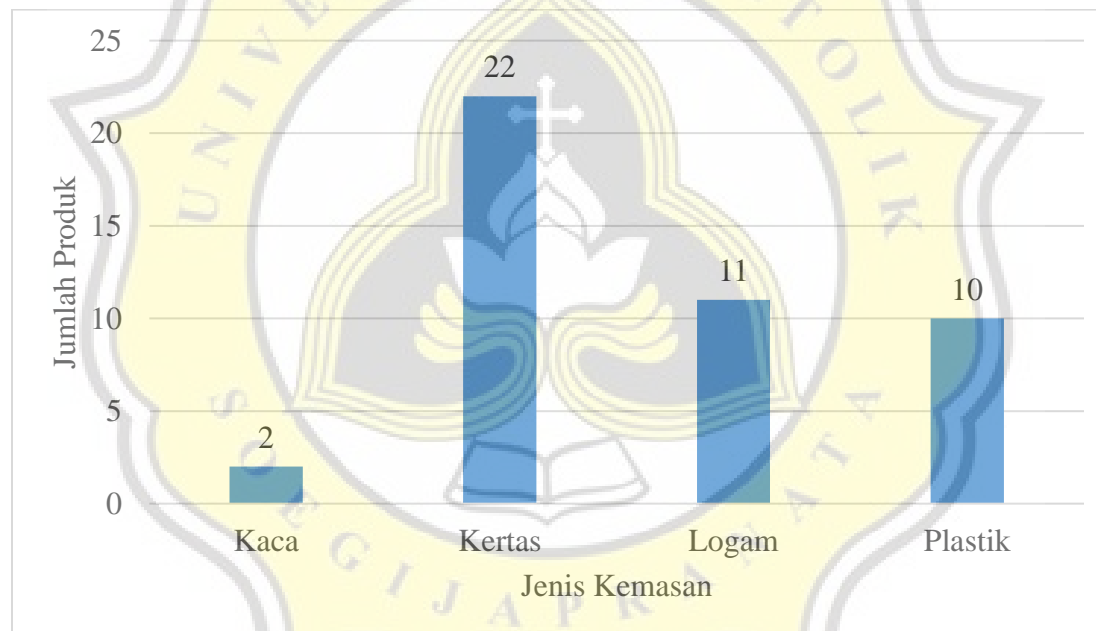
Tabel 4. Kontaminasi MOSH pada Produk Pangan

Kelompok	Produk Dalam Kemasan	Jenis Kemasan	Sumber Kontaminasi	Pelarut	Metode Deteksi dan Kuantifikasi	Konsentrasi (mg/kg)	Referensi
	Pasta	Kertas	Daur Ulang Karton	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	388	(Barp <i>et al.</i> , 2015)
	Beras	Kertas	Papan Belum Dicetak	Heksana	LC-GC	15,4	(Biedermann & Grob, 2011)
	Pasta	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	GC-FID	25	(Moret <i>et al.</i> , 2012)
	Mie	Kertas	Kertas Karton	Heksana-Etanol 1:1	SPE-LVI-GC-FID	5	(Biedermann <i>et al.</i> , 2013)
	Beras	Kertas	Kertas Karton	Heksana-Etanol 1:1	LC-GC	2,2	(Biedermann <i>et al.</i> , 2013)
	Beras	Plastik	PP	Heksana-Etanol 1:1	LC-GC	0,5-0,78	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
	Gandum	Plastik	PP	Heksana	HPLC-GC-FID	0,5-5,01	(Liu <i>et al.</i> , 2021)
	Serpihan Gandum	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana	HPLC-GC-FID	345	(Lommatzsch <i>et al.</i> , 2016)
	Serpihan Gandum	Kertas	Karton Hibrida	Heksana	HPLC-GC-FID	155	(Lommatzsch <i>et al.</i> , 2016)
Umbi-Umbian	Wortel, Kentang	Kaca Dan Logam	Kaca & Logam	Heksana	HPLC-GC-FID	>0,72	(Liu <i>et al.</i> , 2021)

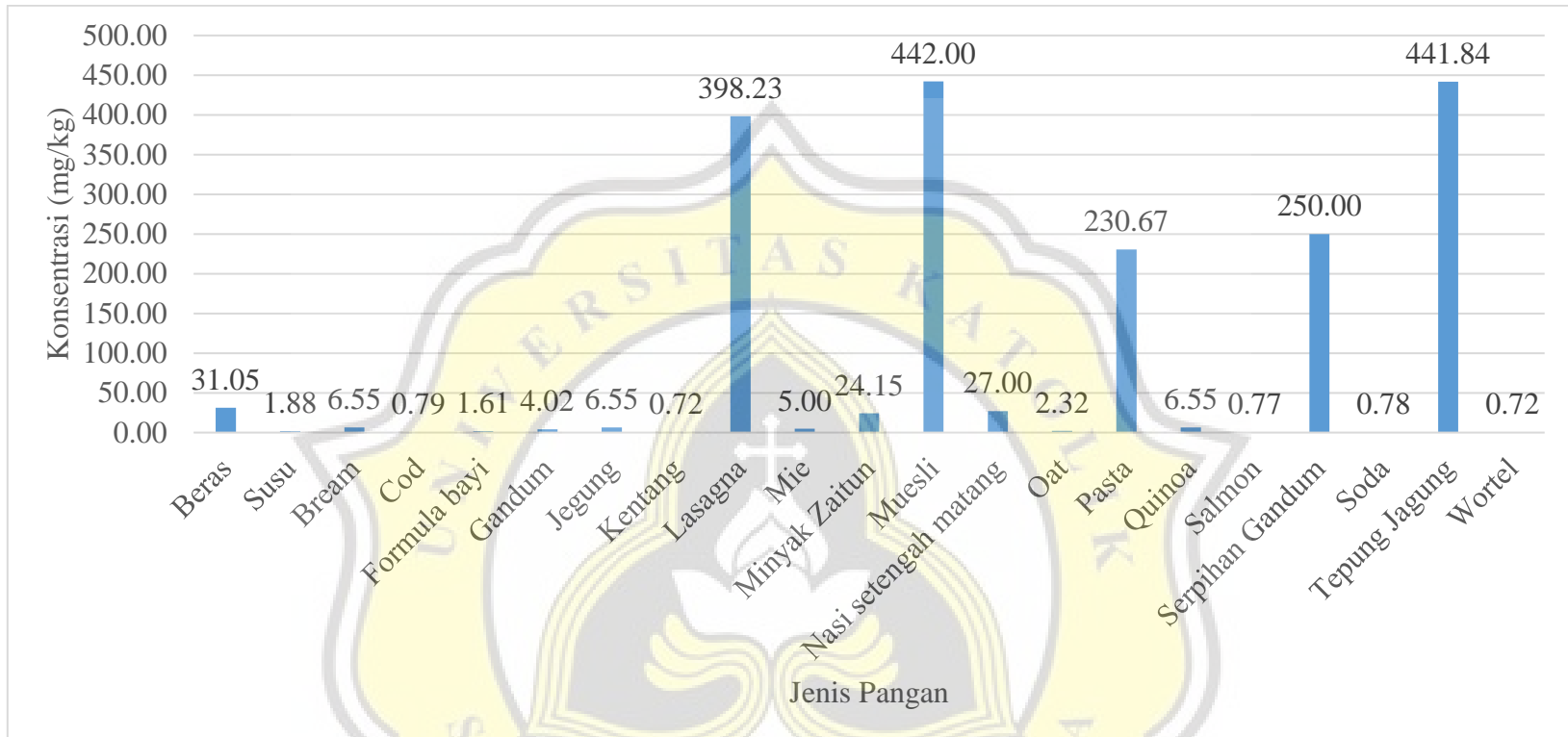
Keterangan:

HPLC: *High Performance Liquid Chromatography* (kromatografi cair kinerja tinggi)GC: *Gas Chromatography* (kromatografi gas)FID: *Flame Ionization Detection* (deteksi ionisasi nyala)LC: *Liquid Chromatography* (kromatografi cair)SPE: *Solid Phase Extraction* (ekstraksi fase padat)LVI: *Large Volume Injection* (injeksi bervolume besar)

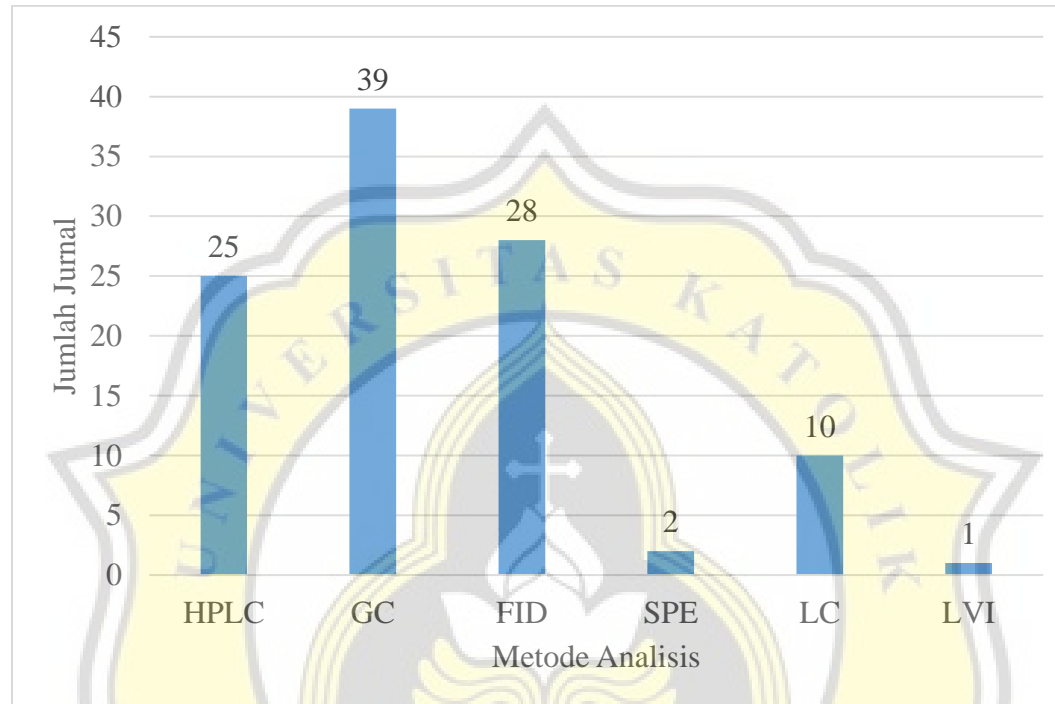
Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa secara umum, kontaminasi MOSH berasal dari bahan pengemas produk pangan. Kemasan yang berpotensi memigrasikan MOSH yaitu baik yang berbahan dasar kertas, plastik, kaca, dan logam (Gambar 4). Jumlah konsentrasi MOSH terbesar yang ditemukan berdasarkan hasil analisis jurnal yang ditemukan adalah pada produk lasagna, muesli, dan tepung jagung, yaitu sebesar 398,23mg/kg; 442mg/kg; dan 441,84mg/kg (Gambar 5). Selain itu, dapat diketahui bahwa sebagian besar metode analisis yang digunakan adalah gabungan dari beberapa metode. Metode yang sering digunakan yaitu HPLC, GC, FID (Gambar 6).



Gambar 4. Jenis Kemasan Produk Pangan yang Diduga sebagai Sumber Migrasi MOSH dalam Penelitian



Gambar 5. Konsentrasi MOSH pada Beberapa Kelompok Produk Pangan



Gambar 6. Metode Analisis MOSH yang Digunakan dalam Jurnal

3.2. Kontaminasi *Mineral Oil Aromatic Hydrocarbon* (MOAH) pada Produk Pangan

Hasil temuan kontaminasi MOAH pada produk pangan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kontaminasi MOAH pada Produk Pangan

Kelompok	Produk dalam Kemasan	Jenis Kemasan	Sumber Kontaminasi	Pelarut	Metode Deteksi dan Kuantifikasi	Konsentrasi (mg/kg)	Referensi
Minuman	Soda	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	181,44	(Canavar <i>et al.</i> , 2018)
Produk Susu dan Turunannya	Berbasis Susu Susu	Logam & Kertas	Timah Logam & Kotak Kertas	Heksana	SPE	0,6-0,8	(Sui <i>et al.</i> , 2020)
	Formula Bayi	Logam	Kaleng Logam	Heksana	GC-FID	0,55	(Li <i>et al.</i> , 2020)
	Formula Bayi	Kertas	Kotak Kertas	Heksana	GC-FID	0,54	(Li <i>et al.</i> , 2020)
Sereal dan Turunannya	Lasagna	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	242,26-351,70	(Canavar <i>et al.</i> , 2018)
	Tepung Jagung	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	196,44-408,26	(Canavar <i>et al.</i> , 2018)
	Beras	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	14,47-124,19	(Canavar <i>et al.</i> , 2018)
	Pasta	Kertas	Kertas Karton	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	80	(Lorenzini <i>et al.</i> , 2013)
	Muesli	Kertas	Kertas Karton	Heksana-Etanol 1:1	HPLC-GC-FID	110	(Lorenzini <i>et al.</i> , 2013)
	Pasta	Kertas	Daur Ulang Karton	Heksana	LC-GC	90	(Barp <i>et al.</i> , 2015)
	Beras	Kertas	Papan Belum Dicetak	Heksana-Etanol 1:1	GC-FID	4,0	(Biedermann & Grob, 2011)
	Mie	Kertas	Kertas Karton	Heksana-Etanol 1:1	LC-GC	<0,1	(Biedermann <i>et al.</i> , 2013)

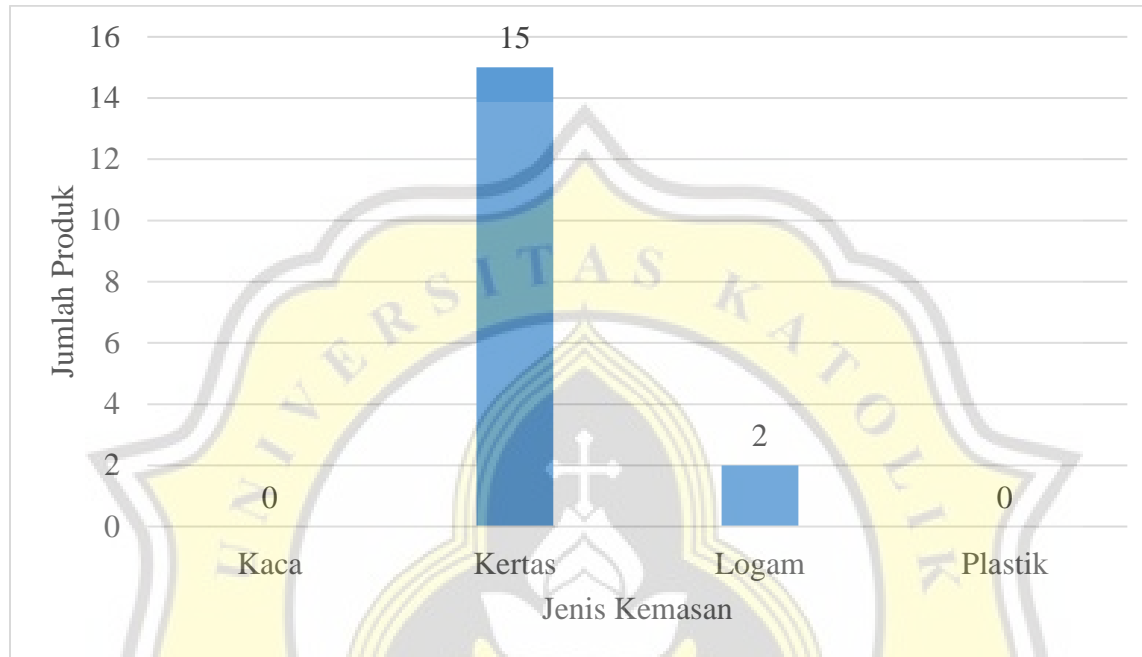
Tabel 5. Kontaminasi MOAH pada Produk Pangan

Kelompok	Produk dalam Kemasan	Jenis Kemasan	Sumber Kontaminasi	Pelarut	Metode Deteksi dan Kuantifikasi	Konsentrasi (mg/kg)	Referensi
	Beras	Kertas	Kertas Karton	Heksana-Etanol 1:1	LC-GC	0,6	(Biedermann <i>et al.</i> , 2013)
	Serpihan Gandum	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana	HPLC-GC-FID	95	(Lommatzsch <i>et al.</i> , 2016)
	Serpihan Gandum	Kertas	Karton Hibrida	Heksana	HPLC-GC-FID	35	(Lommatzsch <i>et al.</i> , 2016)
	Pasta	Kertas	Karton Daur Ulang	Heksana-Etanol 1:1	SPE-LVI-GC-FID	<0,1	(Moret <i>et al.</i> , 2012)
	-	Kertas	Daur Ulang Kertas Karton	Heksana/Diklorometana (50/50)	HPLC-GC	134	(Gaudreault <i>et al.</i> , 2013)

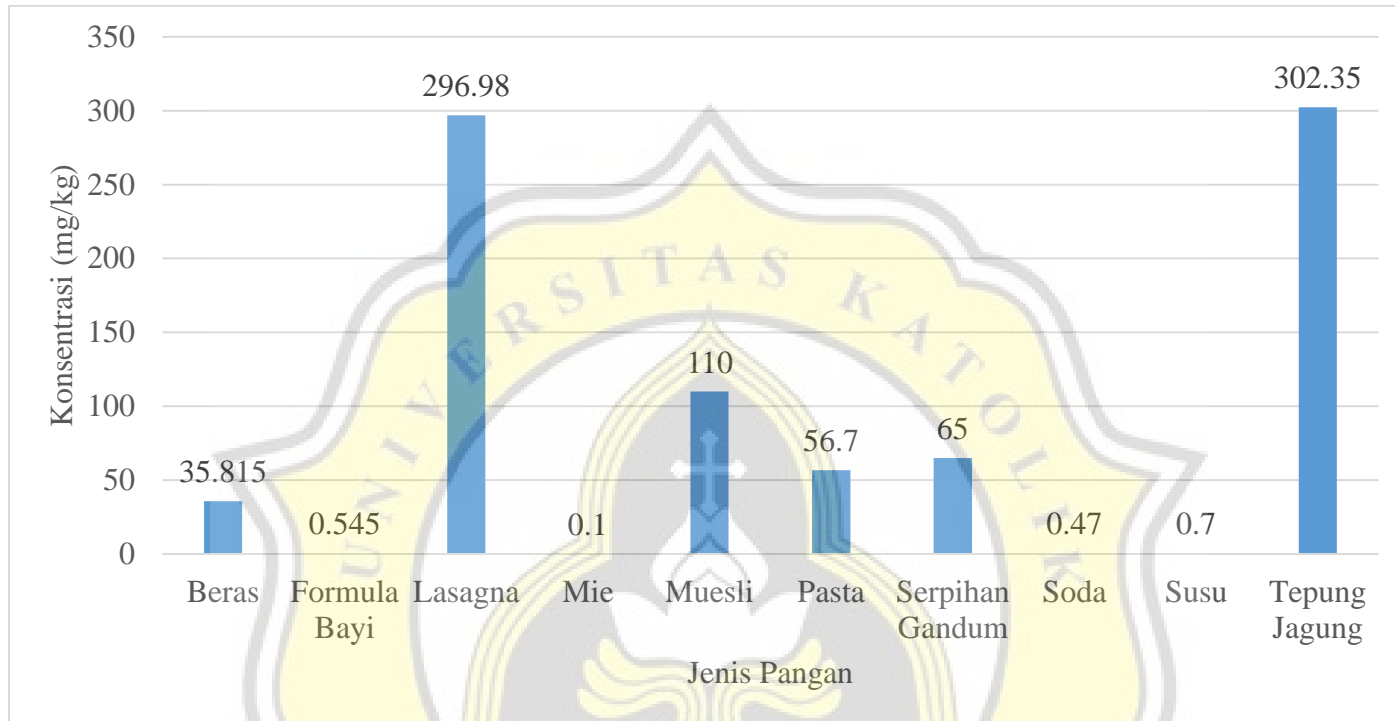
Keterangan:

- HPLC: *High Performance Liquid Chromatography* (kromatografi cair kinerja tinggi)
 GC: *Gas Chromatography* (kromatografi gas)
 FID: *Flame Ionization Detection* (deteksi ionisasi nyala)
 LC: *Liquid Chromatography* (kromatografi cair)
 SPE: *Solid Phase Extraction* (ekstraksi fase padat)
 LVI: *Large Volume Injection* (injeksi bervolume besar)

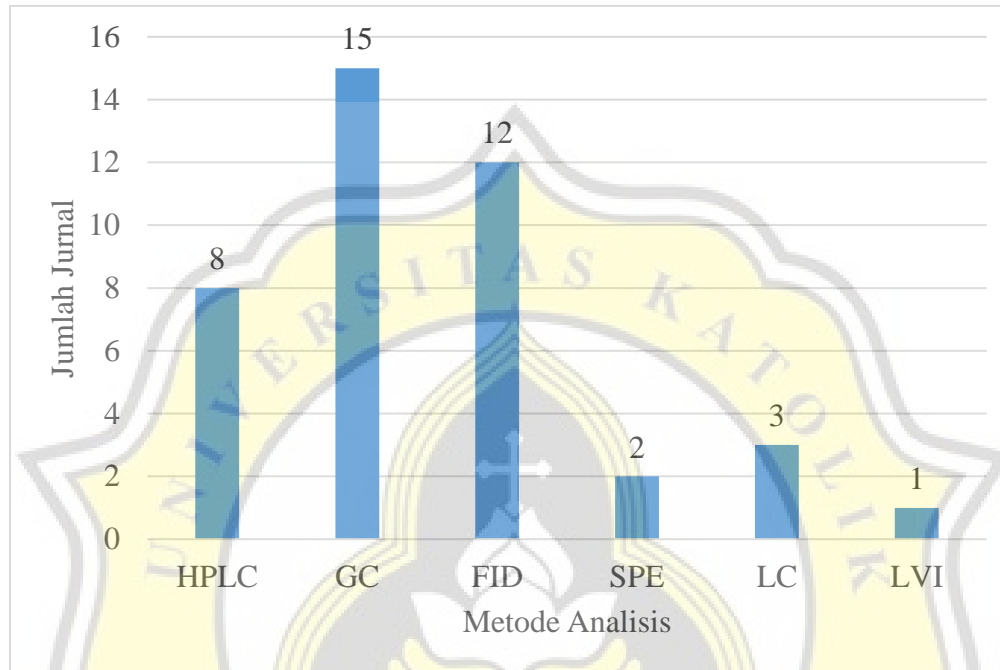
Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa secara umum, kontaminasi MOAH berasal dari bahan pengemas produk pangan. Kemasan yang berpotensi memigrasikan MOSH yaitu kertas dan logam (Gambar 7). Jumlah konsentrasi MOAH terbesar yang ditemukan berdasarkan hasil analisis jurnal yang ditemukan adalah pada produk lasagna, muesli, dan tepung jagung, yaitu sebesar 296,98mg/kg; 110mg/kg; dan 302,35mg/kg (Gambar 8). Selain itu, dapat diketahui bahwa sebagian besar metode analisis yang digunakan adalah gabungan dari beberapa metode. Metode yang sering digunakan yaitu HPLC, GC, FID (Gambar 9).



Gambar 7. Jenis Kemasan Produk Pangan yang Diduga sebagai Sumber Migrasi MOAH dalam Penelitian



Gambar 8. Konesntrasi MOAH pada Beberapa Kelompok Produk Pangan



Gambar 9. Metode Analisis MOAH yang Digunakan dalam Jurnal

3.3. Kontaminasi Ceramide pada Produk Pangan

Hasil temuan kontaminasi ceramide pada produk pangan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kontaminasi Ceramide pada Produk Pangan

Bahan Pangan	Massa Bahan Pangan yg diuji (mg)	Senyawa Kontaminan	Solven	Metode Deteksi dan Kuantifikasi	Konsentrasi (mg/kg)	Referensi
Bekatul Beras Merah Laut	50000	Ceramide	-	UHPLC-Triple-TOF-MS/MS	6270	(Wang <i>et al.</i> , 2022)
Beras	100000	Glucosylceramide	Kloroform:Metanol (2:1)	HPLC	10192	(Goto <i>et al.</i> , 2012)
Beras Warna Thailand	1000	Ceramide	Kloroform:Metanol (2:1)	GC-FID	139,5–193,1	(Paosila <i>et al.</i> , 2020)
Bit Gula	300	Glucosylceramide	2 ml Kloroform:Metanol (1:1)	TLC	450 ± 30	(Takakuwa <i>et al.</i> , 2015)
Gandum	100000	Glucosylceramide	Chloroform: Methanol (2:1)	HPLC	41552	(Goto <i>et al.</i> , 2012)
Gandum	300	Glucosylceramide	5 ml Kloroform:Metanol (1:1)	TLC	210 ± 20	(Takakuwa <i>et al.</i> , 2015)
Ikan Trout Pelangi	-	Ceramide	-	Real-Time Quantitative-RT-PCR	0,0025	(Velasco <i>et al.</i> , 2016)
Jagung	10000	Ceramide	50 ml Asetonitril:Air (1:1)	HPLC	7000-13000	(Voss <i>et al.</i> , 2006)
Kedelai	300	Glucosylceramide	4 ml Kloroform:Metanol (1:1)	TLC	390 ± 60	(Takakuwa <i>et al.</i> , 2015)

Tabel 6. Kontaminasi Ceramide pada Produk Pangan

Bahan Pangan	Massa Bahan Pangan yg diuji (mg)	Senyawa Kontaminan	Solven	Metode Deteksi dan Kuantifikasi	Konsentrasi (mg/kg)	Referensi
Kentang	300	Glucosylceramide	3 ml Kloroform:Metanol (1:1)	TLC	220 ± 20	(Takakuwa <i>et al.</i> , 2015)
Susu Keledai	100000	Ceramide	Kloroform:Metanol (2:1 V/V)	LC-MS/MS	5000-15000	(Contarini <i>et al.</i> , 2017)
Kecap	10000000	Ceramide	10 L N-Heksana-Etanol (9:1 V/V).	HPLC dan LC-MS	9,8	(Yamaguchi & Ogawa, 2012)
Keripik Tortila	10000	Ceramide	51 ml Asetonitril:Air (1:1)	HPLC	11000-18000	(Voss <i>et al.</i> , 2006)
Mentega Susu	100000	Ceramide	Etanol/Kloroform (1:2 V/V).	ESI-MS/MS	10324,08 ± 5062,77	(Bourlieu <i>et al.</i> , 2018)
<i>Sake Lees</i>	-	Glucosylceramide	Kloroform:Metanol (1:1 V/V),	TLC	2200 ± 420	(Takahashi <i>et al.</i> , 2014)
Serum Mentega	100000	Ceramide	Etanol/Kloroform (1:2 V/V).	ESI-MS/MS	13997,07 ± 5757,66	(Bourlieu <i>et al.</i> , 2018)

Keterangan:

HPLC: *High Performance Liquid Chromatography* (kromatografi cair kinerja tinggi)

LC: *Liquid Chromatography* (kromatografi cair)

MS: *Mass Spectrophotometry* (spektrofotometri massa)

TLC: *Thin Layer Chromatography* (kromatografi lapis tipis)

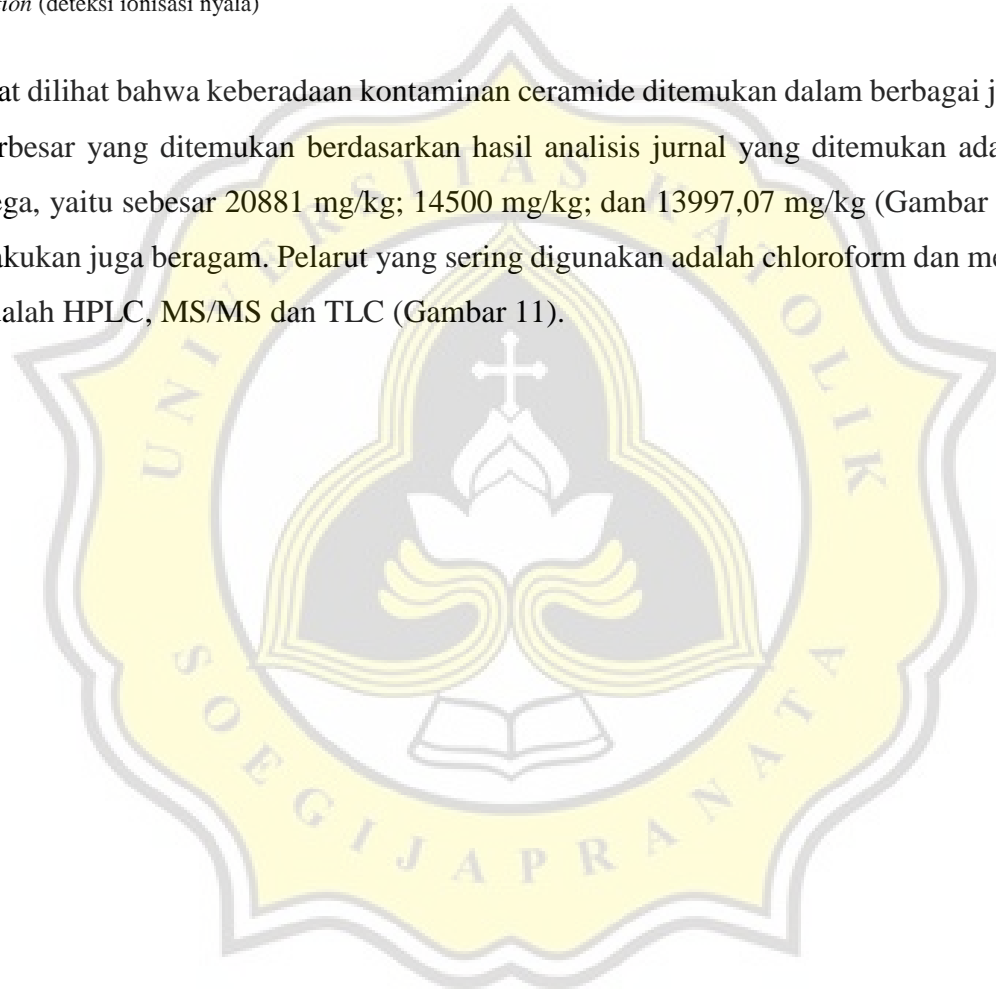
RT: *Reverse Transcription*

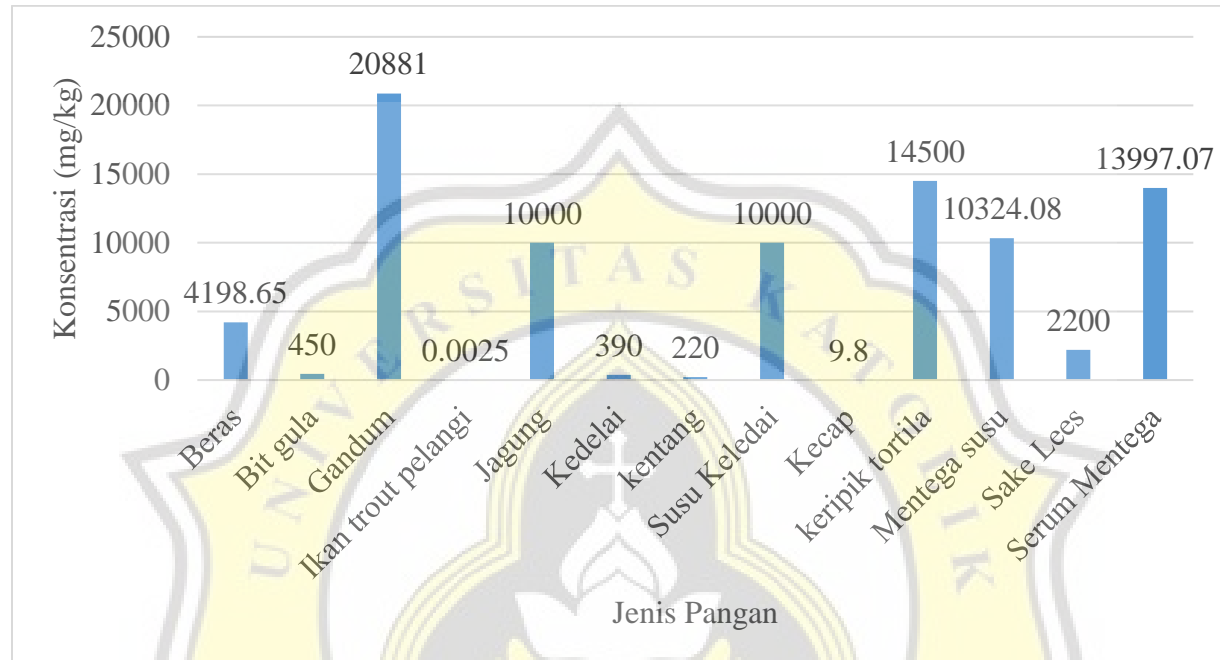
PCR: *Polymerase Chain Reaction*

ESI: *Electrospray Ionization* (ionisasi semprotan elektrik)

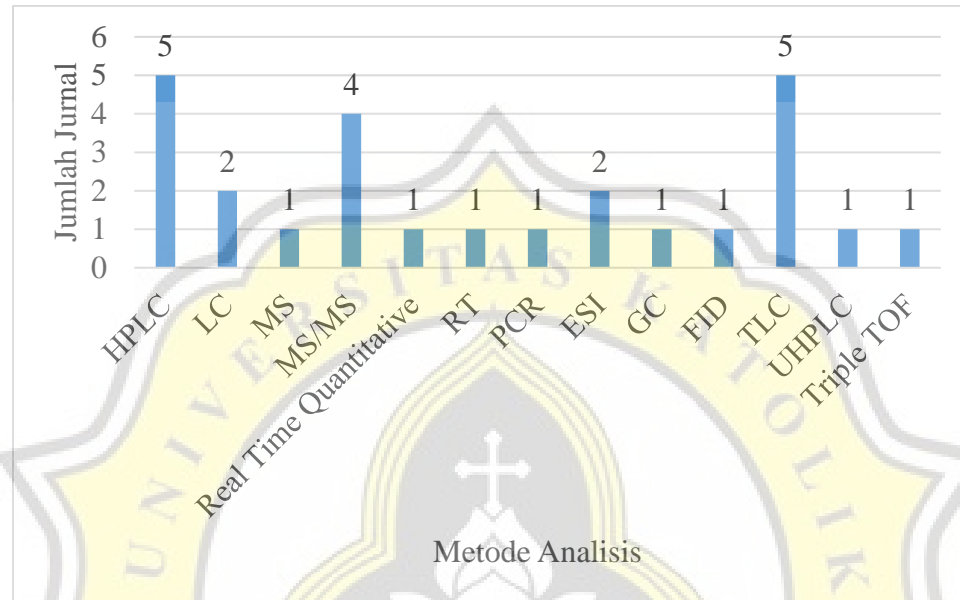
UHPLC: *Ultra High Performance Liquid Chromatography* (kromatografi cair kinerja ultra tinggi)
TOF: *Time-Of-Flight*
GC: *Gas Chromatography* (kromatografi gas)
FID: *Flame Ionization Detection* (deteksi ionisasi nyala)

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa keberadaan kontaminan ceramide ditemukan dalam berbagai jenis bahan pangan. Jumlah konsentrasi Ceramide terbesar yang ditemukan berdasarkan hasil analisis jurnal yang ditemukan adalah pada gandum, keripik tortilla, dan serum mentega, yaitu sebesar 20881 mg/kg; 14500 mg/kg; dan 13997,07 mg/kg (Gambar 10). Selain itu, pelarut dan metode analisis yang dilakukan juga beragam. Pelarut yang sering digunakan adalah chloroform dan methanol, sedangkan metode yang sering dilakukan adalah HPLC, MS/MS dan TLC (Gambar 11).





Gambar 10. Konsentrasi Ceramide pada Beberapa Kelompok Produk Pangan



Gambar 11. Metode Analisis Ceramide yang Dipakai dalam Jurnal