

KIMIA

ADITIF

**Sanksi pelanggaran Pasal 72:
Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002
Tentang Hak Cipta**

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait, sebagaimana dimaksud ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

Febi Indah Fajarwati, M.Sc.

Mai Anugrahwati, M.Sc.

KIMIA ADITIF



Kimia Aditif

Penulis :

Febi Indah Fajarwati, M.Sc.

Mai Anugrahwati, M.Sc.

Hak cipta © 2026 pada UII Press dilindungi undang-undang (*all rights reserved*). Dilarang memperbanyak, memperbanyak sebagian atau seluruh isi dari buku ini dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan Pertama : Februari 2026

UII Press Yogyakarta (Anggota IKAPI)

Bookstore UII - Jl. Kaliurang KM 14.5 Lodadi, Umbulmartani,
Ngemplak, Kabupaten Sleman, Yogyakarta 55584

Telp. 0274 547865, Fax. 0274 547864

email : uiipress@uii.ac.id; uiipress@yahoo.co.id; fb: UII Press



ISBN 978-623-140-065-9

Kata Pengantar

Alhamdulillah robbil ‘alamin, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kemampuan pada penulis untuk menyelesaikan buku Kimia Aditif ini. Buku ini disusun untuk membantu dosen dalam proses pembelajaran dan menyediakan sarana belajar penunjang bagi mahasiswa yang mengambil matakuliah Kimia Aditif. Di dalam buku ini termuat capaian pembelajaran matakuliah, materi terkait pada masing-masing bab.

Buku ini membahas kimia aditif secara komprehensif lintas sektor, dimulai dari aditif pada makanan, kemudian dilanjutkan pada aditif pada minyak dan pelumas, semen, plastik dan polimer, cat dan pelapis, serta berbagai aplikasi lain. Setiap bab akan membahas definisi, mekanisme kerja, contoh senyawa, aplikasi, serta isu regulasi dan kesehatan terkait.

Tim penulis menyampaikan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penyelesaian penulisan buku ini.

Jakarta, Juli 2025

Tim Penulis.

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel	xix
1. Pendahuluan Umum Kimia Aditif	1
A. Latar belakang.....	1
B. Pengertian kimia aditif.....	4
C. Klasifikasi umum aditif	4
D. Ruang lingkup buku	8
2. Aditif pada Makanan.....	9
A. Pendahuluan	9
B. Sumber Bahan Aditif Pada Makanan.....	10
C. Klasifikasi Bahan Aditif Pada Makanan	11
C. Regulasi penggunaan aditif pada makanan	13
D. Aditif Pemanis pada Makanan dan Minuman	16
1. Pemanis bergizi/pemanis yang mengandung kalori	16
2. Pemanis non-gizi/non-kalori	18
E. Metode analisis pemanis makanan	20
F. Aditif Perasa pada Makanan dan Minuman	30
G. Struktur dan sifat perasa makanan	31
1. Sifat interaksi perasa dengan komponen lain dalam makanan	33
2. Fungsi perasa dalam makanan.....	36
3. Faktor fisikokimia yang mempengaruhi pemilihan perasa makanan.....	38
H. Analisis perasa makanan	40
1. Metode analisis	40
2. Teknik pemisahan perasa makanan	46

I. Pengawet makanan.....	55
J. Klasifikasi dan contoh.....	56
1. Pengawet sintetik	56
2. Pengawet alami	65
K. Pemisahan dan analisis pengawet makanan	96
L. Pewarna makanan	104
M. Klasifikasi pewarna makanan	106
N. Struktur kimia dan sifat pewarna makanan	108
1. Karotenoid.....	108
2. Xantofil.....	111
3. Pigmen polifenolik: antosianin.....	112
4. Kurkumin	116
O. Metode analisis pewarna makanan	117
P. Pengental makanan	122
Q. Mekanisme pengentalan.....	125
R. Analisis pengental makanan	132
S. Emulsifier	134
T. Analisis emulsifier	138
3. Aditif pada Industri Minyak dan Pelumas.....	147
A. Pendahuluan	147
B. Pengubah viskositas.....	147
C. Pengubah gesekan	151
D. Aditif untuk Anti keausan (Anti-Wear/AW) dan Tekanan Ekstrim (extreme pressure/EP)	155
E. Antioksidan	158
F. Deterjen dan dispersan	159
G. Antikarat	161
H. Penekan titik tuang (pour point depressant)	164
I. Nanomaterial sebagai aditif	165
J. Analisis aditif dalam minyak dan pelumas	167
4. Aditif pada Industri Semen	171
A. Pendahuluan	171
B. Fly ash sebagai aditif	175

C. Metakaolin sebagai aditif.....	179
D. Tanah liat terkalsinasi sebagai aditif.....	182
E. Analisis aditif dalam semen	185
5. Aditif pada Cat.....	193
A. Aditif pada cat.....	193
B. Klasifikasi Cat Berdasarkan Fungsi dan Kebutuhan	194
1. Cat Dekoratif atau Arsitektural (Interior dan Eksterior)	194
2. Cat untuk industri umum dan otomotif (OEM atau Refinish)	195
3. Cat untuk lapisan pelindung	197
4. Cat fungsional khusus.....	198
5. Cat berteknologi rendah emisi	199
C. Komponen Cat dan Peran Aditif.....	201
D. Aditif Utama.....	202
1. Wetting dan dispersing agent	202
2. Defoamer dan deaerator.....	203
3. Rheology Modifiers atau Thickeners.....	203
4. Coalescing Agents dan Plasticizers.....	204
5. Anti-skinning dan Driers (Oksidatif)	204
6. Inhibitor Korosi	205
7. UV Stabilizers dan Antioxidants.....	205
8. Biocides (In-can dan Dry-film)	206
9. Slip / Leveling Agents, Anti-blocking, Matting	206
10. Photoinitiators (UV-curable).....	207
E. Antimikroba dan Permukaan Fungsional Tambahan	207
F. Formulasi Rendah Emisi dan Teknologi Modern	208
G. Identifikasi aditif dalam cat.....	209
6. Dampak Lingkungan	215
A. Aditif pada makanan.....	215
B. Aditif pada cat, minyak, pelumas, dan produk lain .	218
C. Aditif pada plastik	220
D. Aditif bahan organic volatile pada bahan bangunan	222

E. Aditif senyawa obat.....	224
F. Aditif logam berat dan unsur tanah jarang (REE/ Rare Earth Elements)	228
Daftar Pustaka	237
Glosarium	245
Indeks	247

Daftar Gambar

Gambar 1.1.	Penggunaan aditif pada berbagai macam industri.	4
Gambar 2.1.	Klasifikasi pemanis makanan. (Sen, 2022).....	16
Gambar 2.2.	Klasifikasi pemanis makanan. (Nollet, 2004) .	21
Gambar 2.3.	Ion prekursor dan ion produk untuk identifikasi serta konfirmasi puncak. *Ion prekursor. (Neves et al., 2021).....	26
Gambar 2.4.	Tampilan tumpukan kromatogram yang menunjukkan perbandingan sinyal dari sampel air kosong, sampel anggur, dan sampel yang sama yang diberi tambahan 250 µg/L setiap pemanis. (Neves et al., 2021)	28
Gambar 2.5.	Perasa makanan.....	31
Gambar 2.6.	Monoterpena oksigenasi aciklik penanda yang teridentifikasi pada hibrida antarspesies <i>O. africanum</i> L. perbungaan <i>O. africanum</i> hibrida sampel L1	41
Gambar 2.7.	Diskriminasi kiral enansiomer kamfor dan germacrene D.	43
Gambar 2.8.	Kurva stabilitas termal minyak esensial: L1 (atas); L4 (tengah); L5 (bawah).	45
Gambar 2.9.	Prinsip ekstraksi dengan headspace-mikroekstraksi fase padat [HS-SPME].	47
Gambar 2.10.	Mekanisme ekstraksi untuk penyerap (cair) dan penyerap (padat) pelapis serat (Schmidt & Podmore, 2015)	47
Gambar 2.11.	Skema kerja SPME	48
Gambar 2.12.	Diagram analisis dengan mikroekstraksi fase padat-kromatografi gas-spektrometri massa [SPME-GC-MS].....	49
Gambar 2.13.	Kromatogram komponen kayu manis yang diekstrak menggunakan (A) vaporizer-SPME	

pada 150 °C (biru), 200 °C (merah), dan 240 °C (hijau) (hitam adalah kromatogram blanko) dan (B) HS-SMPE konvensional 150 °C (biru), 200 °C (merah), dan 240 °C (hijau) (hitam adalah kromatogram blanko). Identifikasi senyawa: 1. E-sinamaldehida, 2. α -kopaena, 3. α -muurolena, dan 4. γ -kadinena. (Ahmed & Raynie, 2024) 49

Gambar 2.14. Peralatan untuk menjalankan SAFE otomatis termasuk katup pneumatik, sistem isi ulang nitrogen cair serta sistem deteksi dan penghentian titik akhir otomatis. (Schlumpberger, Stübner, & Steinhaus, 2022) solvent extraction followed by solvent-assisted flavour evaporation (SAFE 51

Gambar 2.15. Peralatan Likens-Nickerson untuk distilasi-ekstraksi volatil (Bankova et al., 2019) 53

Gambar 2.16. Struktur Asam Benzoat (E210) dan Etil p-hidroksibenzoat (E214) 58

Gambar 2.17. Struktur Asam Sorbat (E200)..... 59

Gambar 2.18. Struktur Asam Asetat (E260) 62

Gambar 2.19. Struktur Natamisin atau piramicin (E235) 64

Gambar 2.20. Struktur kimia beberapa komponen minyak atsiri..... 66

Gambar 2.21. Jalur aktivitas minyak atsiri (Ju et al., 2019)... 67

Gambar 2.22. Skema dan mekanisme aktivitas minyak atsiri (Ju et al., 2019)..... 68

Gambar 2.23. Target utama dari minyak atsiri dalam sel bakteri dan beberapa mekanisme aktivitas antimikroba: kerusakan pada dinding sel; degradasi membran sel; koagulasi protein sitoplasma; kebocoran isi sel dan pengurangan gaya gerak proton. (Falleh, Ben Jemaa, Saada, & Ksouri, 2020) 68

Gambar 2.24. Tokoferol dan tokotrienol. 89

Gambar 2.25. Lignan 89

Gambar 2.26. Karotenoid..... 90

Gambar 2.27. Sterol	90
Gambar 2.28. Tiokremonon.....	91
Gambar 2.29. Flavonoid.....	91
Gambar 2.30. Reaksi α -tokopherol dengan radikal peroksida lipid. (R, R' = gugus alkil)	92
Gambar 2.31. Reaksi flavonoid terstruktur katekol dengan radikal peroksida lipid.....	93
Gambar 2.32. Pembentukan hidroperoksida asam askorbat oleh oksigen singlet.....	95
Gambar 2.33. Kandungan fenolik total (TPC) dan kandungan flavonoid total (TFC) pada ekstrak air/etanol dari daun artichoke.	96
Gambar 2.34. Analisis kuantifikasi molekul bioaktif dalam ekstrak etanol daun artichoke (EEAL) menggunakan GC-MS. (Mahgoub et al., 2025)	97
Gambar 2.35. Analisis kuantifikasi senyawa fenolik dalam ekstrak etanol daun artichoke (EEAL) menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC). (Mahgoub et al., 2025)	99
Gambar 2.36. Metode konvensional dan nonkonvensional (inovatif) yang digunakan dalam ekstraksi senyawa antioksidan dari bahan pangan.	102
Gambar 2.37. Teknik-teknik yang paling umum digunakan untuk deteksi, kuantifikasi, dan penentuan struktur antioksidan yang terdapat dalam matriks alami. DAD (detektor array dioda); ESI-MS (spektrometri massa ionisasi elektropray); GC (kromatografi gas); KCKT (kromatografi cair kinerja tinggi); HSCCC (kromatografi aliran berlawanan kecepatan tinggi); LC-MS (kromatografi cair terhubung dengan spektrometri massa); MS (spektrometri massa); NIRS (spektrometri inframerah dekat); NMR (resonansi magnetik nuklir); TLC (kromatografi lapis tipis); UPLC (kromatografi cair ultra kinerja); dan UV-VIS (ultraviolet-visible) (Antonio et al., 2016).	103

Gambar 2.38. Panjang gelombang cahaya, warna terkait, dan warna komplementer	105
Gambar 2.39. Struktur karoten	109
Gambar 2.40. Reaksi degradasi β -karoten.....	110
Gambar 2.41. Struktur beberapa pigmen xantofil	112
Gambar 2.43. Enam jenis antosianidin umum dalam makanan dan perubahan warnanya	114
Gambar 2.44. Kompleks sulfonil polihidroksiflavon antosianin.	115
Gambar 2.45. Kompleks sulfit antosianin.....	115
Gambar 2.46. Reaksi antara antosianin dan ion logam	115
Gambar 2.47. Struktur kurkumin	116
Gambar 2.48. Kromatogram dari Kuning kuinolin. (a) MP Biomedicals, Ins.; (b) Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.; (c) Sigma-Aldrich. (Yamaguchi & Kajimura, 2015)	120
Gambar 2.49. Kromatogram dari 25 pewarna (20 $\mu\text{g/mL}$). (a) Kromatogram scan; (b) Kromatogram PDA. (Yamaguchi & Kajimura, 2015)	120
Gambar 2.50. Klasifikasi agen pengental makanan berdasarkan sumbernya. (Himashree, Sengar, & Sunil, 2022)	123
Gambar 2.51. Agarosa: unit struktural agar	127
Gambar 2.52. Pembentukan gel agar. (Goławska, Sprawka, Goławski, & Matok, 2014)	128
Gambar 2.53. Struktur blok dalam alginat. Dari Atas: Blok-G, blok-M, dan blok-MG (bergantian M dan G). (Danarto, Rochmadi, & Budhijanto, 2020) ...	129
Gambar 2.54. Struktur karagenan primer. (Álvarez-Viñas et al., 2021)	130
Gambar 2.55. Struktur glukomanan. (Sarifudin et al., 2022)	132
Gambar 2.56. Spektra $^1\text{H-NMR}$ guar gum standar (A), campuran roti (B), residu filter dari campuran roti (C), residu filter dari campuran roti yang dibubuhi guar gum (D), filtrat dari campuran roti (E) dan filtrat dari campuran roti yang dibubuhi guar gum (F) dalam D_2O	133

Gambar 2.57. Orientasi surfaktan pada antarmuka minyak/air	135
Gambar 2.58. Perbandingan berbagai formulasi pangan berbusa (1) tanpa dan (2) dengan penambahan emulsifier E472b.....	140
Gambar 2.59. Densitogram hasil pemindaian dalam mode fluoresensi pada UV 366/>400 nm untuk emulsifier E472b komersial (5 µg/zona) setelah pemisahan pada pelat silika gel HPTLC dengan pengembangan ganda.....	141
Gambar 3.1. Ilustrasi ini menunjukkan morfologi padatan dari empat jenis kopolimer poli(etilena-kokтена). Nilai SCB/1000C menggambarkan jumlah cabang samping per 1000 atom karbon utama dalam rantai polimer. (Rudnick, 2017)	148
Gambar 3.2. Pusat aktif [4] dalam katalis Ziegler-Natta. (a) Pada permukaan kristal dan (b) kompleks logam dasar (spesies larut). M, logam transisi (seperti Ti); M ₁ , logam dasar (seperti Al).....	150
Gambar 3.3. Struktur kimia katalis bis-siklopentadienil metalosena yang dijembatani secara umum. M adalah logam transisi Grup IVB; X adalah radikal halogen atau alkil.....	150
Gambar 3.4. FM Organik – Pembentukan Lapisan yang teradsorpsi.....	152
Gambar 3.5. Matriks berlapis-lapis molekul FM.....	153
Gambar 3.6. Struktur FM organik.....	154
Gambar 3.7. Struktur molibdenum ditiokarbamat	154
Gambar 3.8. Pertukaran gugus fungsi molibdenum ditiokarbamat dapat mengalami pertukaran gugus fungsi dengan dialkilditiofosfat seng [Zn(dtp) ₂], menghasilkan bentuk campuran seperti [Mo(dtc)(dtp)] dan [Mo(dtp) ₂].....	154
Gambar 3.9. Daerah Pelumasan–Kurva Stribeck. (Rudnick, 2017)	155
Gambar 3.10. Mekanisme Deterjensi. (Singh & Singh, 2012)	160

Gambar 3.11. Isobutena tersulfurisasi (Sulfurized isobutene, SIB).....	162
Gambar 3.12. (a) Diisobutena tersulfurisasi dan (b) Tetrapropilen Tersulfurisasi.....	162
Gambar 3.13. α -olefin tersulfurisasi inaktif	163
Gambar 3.14. Minyak lemak tersulfurisasi.....	163
Gambar 3.15. Campuran minyak lemak/olefin tersulfurisasi	163
Gambar 3.16. Mikrograf SEM dari Nanopartikel terpilih; (a) PTFE, (b) MLG, (c) Talk, (d) Grafit, (e) Titanium; dan (f) MoDTC-struktur kimia dan mikrograf TEM dari NP yang dipisahkan dari suspensi komersial.....	165
Gambar 3.17. Kemungkinan mekanisme pelumasan EP dari NP dalam oli kombinasi hibrida. (Saini, Bijwe, Seth, & Ramakumar, 2023)	166
Gambar 3.18. Spektrum massa total ion chromatogram (TIC) standar ZnDDP.....	168
Gambar 3.19. Kromatogram ion total: a) oli mesin bensin (0W-20), b) oli mesin diesel (0W-30), c) oli transmisi (DCTF TGO), d) oli transmisi (SP4MI)	169
Gambar 4.1. Daftar lengkap jenis-jenis semen, yang dikategorikan berdasarkan komposisi, penggunaan, dan sifat-sifat khusus.	173
Gambar 4.2. Pembentukan fase C-S-H dalam pasta semen: (a) tanpa campuran nano (NA); (b) menggunakan NA dengan benih C-S-H.	176
Gambar 4.3. Gambar SEM dari matriks semen berisi benih C-S-H setelah 4 jam pengeringan.....	177
Gambar 4.4. Gambar SEM matriks semen setelah 8 jam pengeringan: (a) tanpa benih C-S-H; (b) berisi benih C-S-H. (Szostak & Golewski, 2020)	178
Gambar 4.5. Diagram alir proses pembuatan metakaolin....	179
Gambar 4.6. Pembentukan metakaolin melalui dihidroksilasi kaolinit	179
Gambar 4.7. Sketsa proses geopolimerisasi metakaolin dengan aktivasi larutan alkali	181

Gambar 4.8.	Contoh dispersan.....	184
Gambar 4.9.	Polimer non ionic HEC.....	185
Gambar 4.10	a. Tampilan luar dari massa batu mirip Gliege di deposit Angren., b. Andesit basaltik dari endapan Shavazsai.....	187
Gambar 4.11.	struktur aditif Fosfosol.....	188
Gambar 5.1.	struktur TPO.....	198
Gambar 5.2.	struktur texanol.....	200
Gambar 5.3.	struktur 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-di-tert-pentylphenol.....	201
Gambar 5.4.	Citra TEM partikel silika nano dan mikro: (a) Partikel nano berukuran 30 nm; (b) 342 nm; dan (c) partikel mikro berukuran 1 μm ; (d) Citra SEM partikel silika mikro komersial berukuran 18 μm	211
Gambar 5.5.	Karakterisasi FTIR partikel silika dengan ukuran berbeda: (a) partikel silika mikro 18 μm ; (b) partikel silika mikro 1 μm ; (c) partikel silika nano 342 nm; dan (d) partikel silika nano 30 nm.	212
Gambar 5.6.	Perubahan suhu pada pelat yang dilapisi cat dengan penambahan 2,5% partikel silika berbentuk bola dengan 3 ukuran, kombinasi, dan rasio berbeda, setelah terpapar radiasi IR selama 1 jam.	212
Gambar 6.1.	Jenis-jenis bahan tambahan pangan yang digunakan dalam berbagai industri pangan. (Nabavi et al., 2020)	216
Gambar 6.2.	Rumus kimia tributil timah	218
Gambar 6. 3.	Presentasi skematis dari proses yang mempengaruhi dinamika jalur organotin di lingkungan laut. (Radke, Namiesnik, & Bolalek, 2003)	219
Gambar 6.4.	Aliran antibiotik makrolid di Lithuania pada tahun 2021. (Baranauskaite-Fedorova & Dvarioniene, 2023).....	225

Gambar 6.5.	Siklus kobalt di lingkungan.....	230
Gambar 6.6.	Pengaruh kontaminasi kobalt terhadap massa gandum	230
Gambar 6.7.	Sumber REE antropogenik di lingkungan.....	231
Gambar 6.8.	Tingkat bioakumulasi REE dalam organisme akuatik.....	232
Gambar 6.9.	Alur paparan dan dampak lingkungan unsur tanah jarang (REE) & logam berat (HM).	233

Daftar Tabel

Tabel 1.1.	Contoh berbagai bahan aditif yang digunakan dalam industri dan fungsinya.	5
Tabel 2.1.	Sumber bahan aditif pada makanan dan contohnya	10
Tabel 2.2.	Jenis aditif pangan dan fungsinya. (Blekas, 2015)	11
Tabel 2.3.	Contoh pemanis non-gizi alami.	18
Tabel 2.4.	Contoh pemanis non-gizi buatan.	20
Tabel 2.5.	Kekuatan relatif pemanis intensif (sukrosa = 1) ..	24
Tabel 2.6.	Data identifikasi pemanis: RT, ion prekursor m/z, dan ion produk m/z ¹	27
Tabel 2.7.	Nilai LOD dan LOQ yang diperoleh untuk setiap pemanis dalam berbagai jenis wine.....	29
Tabel 2.8.	Contoh struktur dan sifat perasa makanan	32
Tabel 2.9.	Tipe interaksi antara perasa dengan karbohidrat dalam makanan.....	33
Tabel 2.10.	Tipe interaksi antara bahan perasa dengan protein dalam makanan.....	34
Tabel 2.11.	Contoh perasa makanan.....	37
Tabel 2.12.	Komposisi kimia minyak atsiri daun dan	41
Tabel 2.13.	Komposisi komponen Kayu Manis pada 150 °C 50	
Tabel 2.14.	Asam benzoat, garam benzoat, dan p-hidroksibenzoat yang digunakan sebagai pengawet.....	57
Tabel 2.14.	Asam Sorbat dan Sorbat yang digunakan sebagai pengawet.....	59
Tabel 2.16.	Dioksida Sulfur dan Sulfit yang digunakan sebagai pengawet.....	61
Tabel 2.17.	Asetat dan Asam Asetat yang digunakan sebagai pengawet.....	62
Tabel 2.18.	Asam Propionat dan propionat yang digunakan sebagai pengawet.....	63

Tabel 2.19. Antibiotik yang digunakan sebagai pengawet	64
Tabel 2.20. Pengawet makanan lainnya	65
Tabel 2.21. Aktivitas biologis dari minyak atsiri.....	69
Tabel 2.22. Aktivitas Antimikroba Minyak Atsiri pada berbagai Matriks Makanan.....	70
Tabel 2.23. Aplikasi minyak atsiri sebagai pengawet pada daging	72
Tabel 2.24. Aplikasi minyak atrsiri sebagai pengawet pada sayuran dan buah-buahan	72
Tabel 2.25. Aplikasi minyak atsiri sebagai pengawet pada produk susu	73
Tabel 2.26. Batas keamanan beberapa minyak atsiri dalam median dosis letal (LD_{50})	74
Tabel 2.27. Aktivitas antimikroba rempah-rempah dan herbal	75
Tabel 2.28. Komponen antimikroba dari rempah-rempah dan herbal.....	75
Tabel 2.29. Perbandingan berrbagai manfaat bakteriosin vs antibiotik	82
Tabel 2.30. Bahan pengawet “clean lable” sebagai aditif pada makanan (GSFA, Codex Stand 192, 1995)	84
Tabel 2.31. Bahan pengawet “clean lable” sebagai pengganti aditif bahan kimia	86
Tabel 2.34. Hubungan antara panjang gelombang penyerapan maksimum (λ) oleh senyawa poliena terkonjugasi dan jumlah ikatan rangkap.....	106
Tabel 2.35. Formula kimia, nama umum, nomor komunitas Eropa (E-nomor), dominasi indeks warna (CI nomor), berat molekul (MW), panjang gelombang maksimum absorbansi (λ_{max}), dan persentase zat warna dari semua pewarna yang diteliti.....	107
Tabel 2.36. Kondisi SIR (Selected Ion Recording/Selected Ion Monitoring).....	118
Tabel 2.37. Deteksi Pewarna dalam Makanan Komersial	121
Tabel 2.38. Sifat dan Aplikasi Pengental Makanan.....	124
Tabel 2.39. Sumber Berbagai Agen Pengental Makanan dan Aplikasinya di Industri Makanan. (Himashree et al., 2022)	126

Tabel 2.32. Senyawa dalam ELEA dengan waktu retensi (RT), rumus molekul, berat molekul, dan persen luas area dari data GCMS	98
Tabel 2.33. Waktu retensi senyawa fenolik dalam ekstrak etanolik daun artichoke (EEAL) dari HPLC	99
Tabel 2.40. Campuran fase dalam produk makanan	134
Tabel 2.41. Parameter Pengemasan Kritis Memprediksi Struktur Mesofase	136
Tabel 2.42. Emulsifier Makanan yang Diterima sebagai GRAS/Generally Recognized As Safe	137
Tabel 2.43. Emulsifier yang Terdaftar sebagai Aditif Makanan Langsung	137
Tabel 2. 44. Kandungan emulsifier E472b [g/100 g sampel] pada formulasi pangan berbusa komersial (n = 3) serta pengelompokan emulsifier	142
Tabel 3.1. Jenis FM dan contohnya	151
Tabel 3.2. Kelompok aditif dan perannya	157
Tabel 3.3. Contoh penggunaan deterjen dan dispersan dalam pelumas	161
Tabel 3.4. Sifat Kinerja Produk Sulfurisasi	164
Tabel 3.5. Sifat Fisika dan Kimia Nanopartikel	166
Tabel 3.6. Batas deteksi dan batas kalibrasi ZnDDP, presisi, dan linearitas	170
Tabel 3.7. Hasil analisis sampel aktual	170
Tabel 4.1. Daftar kode dan jenis semen	172
Tabel 4.2. Aditif dalam semen	174
Tabel 4.3. Komposisi kimia dari abu terbang	177
Tabel 4.4. Komposisi kimia abu terbang	178
Tabel 4.5. Komposisi kimia komponen awal dan aditif “Phosfozol”	188
Tabel 4.7. Karakteristik kekuatan semen Portland eksperimental dengan aditif hibrida	190
Tabel 5.1. Instrumen, Prinsip, dan Aplikasi untuk Analisis Aditif dalam Cat	209
Tabel 6.1. Bahan tambahan makanan dengan laporan penilaian resiko kesehatan	216

Tabel 6.2.	Dampak beberapa ftalat pada tiga kelompok trofik $EF = PAF_{ms} / C$,	221
Tabel 6.3.	Sumber bahan bangunan yang umumnya mengemisikan VOC	223
Tabel 6.4.	Produk farmasi yang terdeteksi di air permukaan. (Bouwman-Boer, 2015)	227
Tabel 6.5.	Frase deskriptif untuk resiko lingkungan dari zat-zat	227
Tabel 6.6.	Kandungan kobalt di perairan tawar dan air asin di seluruh dunia.....	228
Tabel 6.7.	Kandungan kobalt di udara di beberapa tempat di dunia	229