

KIMIA ADITIF



Penulis:

**Waode Rustiah, Lovi Sandra, Ulfatul Mardiyah,
Nur Qadri Rasyid, Nurlela, Hanim Istatik Badi'ah,
Muawanah, Muhammad Hadi Sulhan, Wiwit Denny Fitriana,
Mamay, Linda Hevira**

KIMIA ADITIF

**Waode Rustiah
Lovi Sandra
Ulfatul Mardiyah
Nur Qadri Rasyid
Nurlela
Hanim Istatik Badi'ah
Muawanah
Muhammad Hadi Sulhan
Wiwit Denny Fitriana
Mamay
Linda Hevira**



GETPRESS INDONESIA

KIMIA ADITIF

Penulis :

Waode Rustiah
Lovi Sandra
Ulfatul Mardiyah
Nur Qadri Rasyid
Nurlela
Hanim Istatik Badi'ah
Muawanah
Muhammad Hadi Sulhan
Wiwit Denny Fitriana
Mamay
Linda Hevira

ISBN : 978-623-198-573-6

Editor : Dr. Oktavianis, M.Biomed.

Penyunting: Mila Sari, M.Si.

Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

Penerbit : GETPRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tengah Padang Sumatera Barat

website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, 8 Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Kimia Aditif dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini berisikan tentang ruang lingkup bahan tambahan pangan (BTP), antioksidan dan sekuestran, antikempal, pengawet dan pelapis, perisa dan penguat rasa, pemanis dan anti buih, pewarna dan peretensi warna, pengemulsi dan garam pengemulsi, peningkat volume dan pematang tepung, pengembang, propelan, gas untuk kemasan dan bahan pengkarbonasi makanan, pembentuk gel, pengental, dan penstabil.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah dipahami.

Padang, 8 Agustus 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB 1 RUANG LINGKUP BAHAN TAMBAHAN PANGAN (BTP)	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Pengertian Bahan Tambahan Pangan	2
1.3 Penggunaan Bahan Tambahan Pangan	4
1.4 Penggolongan Bahan Tambahan Pangan (BTP)	6
1.5 Bahan Tambahan Pangan Terlarang dan Berbahaya	10
DAFTAR PUSTAKA	14
BAB 2 ANTIOKSIDAN DAN SEKUESTRAN	15
2.1 Pendahuluan	15
2.2 Antioksidan	16
2.2.1 Penggolongan Antioksidan	16
2.2.2 Sumber Antioksidan	27
2.3 Sekuestran	27
DAFTAR PUSTAKA	29
BAB 3 ANTIKEMPAL	31
3.1 Pendahuluan	31
3.2 Anti Kempal	32
3.2.1 Calcium Carbonate	35
3.2.2 Natrium Aluminosilikat	36
3.2.3 Kalsium Silikat	37
3.2.4 Magnesium Silikat	37
3.2.5 Trikalsium Fosfat	38
3.2.6 Magnesium Oksida	39
3.2.7 Silikon Dioksida	39
3.2.8 Stearat	40
3.2.9 Besi (II) Sianida	40
3.3 Regulasi BTP Antikempal	41
DAFTAR PUSTAKA	44
BAB 4 PENGAWET DAN PELAPIS	47
4.1 Pendahuluan	47
4.2 Pengawet	47
4.2.1 Klasifikasi Pengawet Kimia	48
4.2.2 Jenis Pengawet Kimia	49
4.2.3 Pengawet Alami	57
4.3 Pelapis	57
4.3.1 Jenis Pelapis Alami	58
4.3.2 Pelapis Makanan Komersial/Sintetik	60

DAFTAR PUSTAKA.....	61
BAB 5 PERISA DAN PENGUAT RASA.....	65
5.1 Perisa (Flavouring)	65
5.1.1 Jenis-Jenis Perisa Pangan	66
5.1.2 Macam-Macam Proses Pembuatan Perisa	68
5.2 Penguat Rasa (<i>Flavour enhancer</i>)	69
5.3 Kesimpulan.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	75
BAB 6 PEMANIS DAN ANTI BUIH.....	79
6.1 Pemanis.....	79
6.2 Anti Buih	89
DAFTAR PUSTAKA.....	93
BAB 7 PEWARNA DAN PERETENSI WARNA	97
7.1 Pendahuluan	97
7.2 Definisi dan Tujuan Pewarna	98
7.3 Klasifikasi Pewarna.....	100
7.3.1 Pewarna Alami.....	101
7.3.2 Pewarna Buatan (Sintetis).....	109
7.4 Dampak Penggunaan Pewarna Buatan (Sintesis)	114
7.5 Metode Analisis Pewarna.....	116
DAFTAR PUSTAKA.....	117
BAB 8 PENGEMULSI DAN GARAM PENGEMULSI	119
8.1 Pendahuluan	119
8.2 Emulsi	121
8.2.1 Definisi dan Konsep Dasar Emulsi	121
8.2.2 Pembentukan Emulsi	125
8.2.3 Stabilisasi Emulsi	127
8.2.4 Pemecahan Emulsi	129
8.3 Pengemulsi	131
8.3.1 Pengertian dan Fungsi Pengemulsi	131
8.3.2 Jenis-jenis Pengemulsi:	133
8.3.3 Pemilihan dan Penggunaan Pengemulsi:	134
8.4 Garam Pengemulsi	135
DAFTAR PUSTAKA.....	137
BAB 9 PENINGKAT VOLUME DAN PEMATANG TEPUNG	141
9.1 Zat Aditif dalam Meningkatkan Volume Tepung.....	141
9.1.1 Pengembang Tepung.....	141
9.1.2 Garam Penstabil	144
9.1.3 Emulsifier	145
9.2 Kontroversi dan tantangan dalam penggunaan Zat Aditif	
Peningkat Volume Tepung.....	147
9.3 Zat Aditif Pematang Tepung	149

DAFTAR PUSTAKA.....	155
BAB 10 PENGEMBANG, PROPELAN, GAS UNTUK KEMASAN DAN	
BAHAN PENGKARBONASI MAKANAN	157
10.1 Pengembang Makanan.....	157
10.1.1 Pengembang Kimia.....	157
10.1.12 Pengembang Biologis	164
10.1.13 Pengembang Mekanis.....	165
10.2 Propelan	165
10.3 Gas untuk Kemasan.....	167
10.3.1 Pengaruh lingkungan gas terhadap aktivitas bakteri,	
khamir dan kapang.....	171
10.3.2 Pengaruh lingkungan gas terhadap sifat kimia biokimia	
dan fisik makanan.....	176
10.4 Bahan Pengkarbonasi Makanan.....	176
DAFTAR PUSTAKA.....	182
BAB 11 PEMBENTUK GEL, PENGENTAL, DAN PENSTABIL	183
11.1 Pendahuluan	183
11.2 Pembentuk Gel	186
11.3 Pengental.....	188
11.4 Penstabil.....	189
DAFTAR PUSTAKA.....	193
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram alir Penggolongan Antioksidan	17
Gambar 2.2. Garis besar dari mekanisme antioksidan enzimatis dalam menghilangkan radikal bebas	19
Gambar 2.3. (1) BHA, (2) BHT, (3) EDTA, (4) Etoksikuin, (5) PG, (6) TBHQ	24
Gambar 4.1. Struktur Asam Sorbat.....	51
Gambar 4.2. Struktur Asam Benzoat.....	52
Gambar 4.3. Struktur Dasar Copolimer Metakrilat.....	60
Gambar 5.1. Macam-macam Perisa.....	65
Gambar 5.2. MSG atau <i>monosodium glutamate</i>	72
Gambar 6.1. Struktur siklamat.....	85
Gambar 6.2. Struktur sakarin.....	87
Gambar 6.3. Struktur aspartam.....	87
Gambar 6.4. Struktur sukralosa	88
Gambar 6.5. Neotam.....	89
Gambar 7.1 Struktur β -karoten.....	103
Gambar 7.2 Struktur Biksin.....	104
Gambar 7.3 Struktur Klorofil a dan Klorofil b.....	106
Gambar 7.4 Struktur Antosianin	107

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jenis anti kempal dengan nilai ADI/PTWI/MTDI (mg/kg berat badan), dan batas maksimum penggunaannya (mg/kg).....	42
Tabel 4.1. Jenis Pengawet Kimia.....	49
Tabel 4.2. Jenis Pelapis Alami.....	58
Tabel 6.1. Batas Penggunaan Pemanis Buatan sebagai BTP menurut PERKA BPOM No. 11 Tahun 2019	82
Tabel 6.2. Batas Maksimum Penggunaan Pemanis Buatan dengan ADI menurut BPOM No. 4 Tahun 2014.....	83
Tabel 7.1 Contoh Pewarna Alami.....	102
Tabel 7.2. Daftar Pewarna yang Diizinkan di Indonesia.....	111
Tabel 7.3 Daftar Pewarna yang Dilarang di Indonesia.....	111
Tabel 10.1. Kebutuhan oksigen mikroorganisme dalam kemasan atmosfer termodifikasi	171
Tabel 10.2. Sensitivitas mikroorganisme yang sesuai dengan pengemasan atmosfer termodifikasi karbon dioksida	174

BAB 1

RUANG LINGKUP BAHAN TAMBAHAN PANGAN (BTP)

Oleh Waode Rustiah

1.1 Pendahuluan

Pembangunan bidang kesehatan memiliki tujuan sebagaimana tercantum dalam Undang-undang Nomor 36 tahun 2009 tentang kesehatan, ayat 3 yang berbunyi yaitu pembangunan kesehatan bertujuan untuk meningkatkan kesadaran, kemauan, dan kemampuan hidup sehat bagi setiap orang agar terwujud derajat kesehatan masyarakat yang setinggi-tingginya, sebagai investasi bagi pembangunan sumber daya manusia yang produktif secara sosial dan ekonomis.

Pembangunan bidang kesehatan dapat dilaksanakan melalui kegiatan antara lain perbaikan gizi, pengamanan makanan dan minuman dari bahan-bahan terlarang, kesehatan lingkungan dan lain-lain. Generasi muda yang kuat, sehat dan cerdas merupakan penentu keberlangsungan bangsa Indonesia. Salah satu faktor penting yang menentukan hal tersebut adalah jumlah asupan gizi yang mampu memenuhi kecukupan gizi. Asupan gizi dapat berasal dari pangan yang disediakan di rumah tangga, produk pangan olahan terkemas yang diperdagangkan secara komersial dan pangan jajanan yang dijual untuk langsung dikonsumsi.

Salah satu aspek keamanan pangan yang perlu perhatian khusus adalah penggunaan Bahan Tambahan Pangan (BTP) pada produk pangan olahan. Hal ini dikarenakan penggunaan BTP dinilai masih bermasalah terutama pada produk pangan siap saji dan pangan produksi Industri Rumah Tangga (pangan-IRT). Permasalahan yang sering terjadi adalah tidak diterapkannya cara produksi pangan olahan yang baik. Hal ini dapat mengakibatkan produk olahan pangan yang dihasilkan tidak memenuhi standar mutu dan persyaratan keamanan pangan. Tidak terpenuhinya persyaratan keamanan pangan dapat disebabkan oleh penggunaan BTP yang melebihi batas maksimum yang sudah ditetapkan.

Saat ini sebagai acuan dalam mengawasi penggunaan BTP pada produk pangan olahan adalah mengikuti Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.722/Menkes/Per/IX/1988 tentang Bahan Tambahan Makanan, yang telah diperbaharui dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 033 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan.

1.2 Pengertian Bahan Tambahan Pangan

Bahan Tambahan Pangan dikenal istilah BTP adalah bahan atau campuran bahan yang secara alami bukan merupakan bagian dari bahan baku pangan, akan tetapi ditambahkan dengan sengaja ke dalam bahan pangan, meskipun dinilai mempunyai atau tidak mempunyai nilai gizi untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan, antara lain bahan pewarna, pengawet, penyedap rasa, anti gumpal, pemucat dan pengental. Bahan tambahan pangan digunakan untuk maksud teknologi pada pembuatan, pengolahan, penyiapan, perlakuan, pengemasan dan penyimpanan.

Bahan Tambahan Pangan atau aditif makanan juga dapat diartikan sebagai bahan yang ditambahkan dan dicampurkan sewaktu mengolah makanan dengan pertimbangan agar mutu dan kestabilan makanan tetap terjaga. Pada umumnya bahan tambahan pangan dapat dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu aditif sengaja dan aditif tidak sengaja. Aditif sengaja adalah aditif yang diberikan dengan sengaja dengan maksud dan tujuan tertentu, misalnya untuk meningkatkan konsistensi, nilai gizi, cita rasa, mengendalikan keasaman atau kebasaaan, memantapkan bentuk dan rupa, dan lainnya. Sedangkan aditif yang tidak sengaja adalah aditif yang terdapat dalam makanan dalam jumlah sangat kecil sebagai akibat dari proses pengolahan. Bila dilihat dari asalnya, aditif dapat berasal dari sumber alamiah (misalnya lesitin); dan dapat juga disintesis dari bahan kimia yang mempunyai sifat serupa benar dengan bahan alamiah yang sejenis, baik dari susunan kimia maupun sifat metabolismenya (misal asam askorbat).

Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 033 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan menyebutkan, Bahan Tambahan Pangan yang selanjutnya disebut BTP adalah yang ditambahkan ke dalam pangan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan. Termasuk didalamnya adalah pewarna, penyedap rasa dan aroma, pengawet, dan pengental. Menurut Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI No.4 Tahun 2014 mengenai nama bahan tambahan pangan, atau jenis bahan tambahan pangan adalah nama kimia/generik/umum/lazim yang digunakan untuk identitas bahan tambahan pangan dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris.

Menurut Food Agricultural Organization (Organisasi pangan dan pertanian) di dalam Furia (1980), Bahan Tambahan Pangan adalah senyawa yang sengaja ditambahkan ke dalam

makanan dengan jumlah dan ukuran tertentu dan terlibat dalam proses pengolahan, pengemasan, dan atau penyimpanan. Bahan ini berfungsi untuk memperbaiki warna, bentuk, cita rasa, dan tekstur, serta memperpanjang masa simpan dan bukan merupakan bahan utama.

Menurut Codex, Bahan Tambahan Pangan adalah bahan yang tidak lazim dikonsumsi sebagai makanan, yang dicampurkan secara sengaja pada proses pengolahan makanan. Bahan ini ada yang memiliki nilai gizi ada juga yang tidak.

Peraturan pemerintah nomor 28 tahun 2004 tentang keamanan, mutu, dan gizi pangan pada bab 1 pasal 1 menyebutkan, yang dimaksud dengan bahan tambahan pangan adalah bahan yang ditambahkan ke dalam makanan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan atau produk pangan.

Pemakaian Bahan Tambahan Pangan di Indonesia diatur oleh Departemen Kesehatan. Sementara, pengawasannya dilakukan oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (Dirjen POM).

1.3 Penggunaan Bahan Tambahan Pangan

Dalam kehidupan sehari-hari, BTP sudah digunakan secara umum oleh masyarakat, termasuk dalam pembuatan pangan jajanan. Masih banyak terdapat produsen pangan yang menggunakan bahan tambahan yang beracun atau berbahaya bagi kesehatan yang sebenarnya tidak boleh digunakan dalam pangan.

Bahan Tambahan Pangan alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan tidak menimbulkan efek samping yang membahayakan kesehatan manusia. Bahan Tambahan Pangan bukan alami dikenal dengan istilah zat aditif sintesis, yang bahan

baku pembuatannya adalah dari zat-zat kimia yang kemudian direaksikan. Zat aditif sintesis yang berlebihan dapat menimbulkan beberapa efek samping.

Efek dari bahan tambahan beracun tidak dapat langsung dirasakan, tetapi secara perlahan dan pasti dapat menyebabkan sakit. Penyimpangan atau pelanggaran mengenai penggunaan BTP yang sering dilakukan oleh produsen pangan, yaitu : 1). Menggunakan bahan tambahan yang dilarang penggunaannya untuk makanan; 2). Menggunakan BTP melebihi dosis yang diizinkan. Penggunaan bahan tambahan yang beracun atau BTP yang melebihi ambang batas, akan membahayakan kesehatan masyarakat, dan berbahaya bagi pertumbuhan generasi yang akan datang. Olehnya itu produsen pangan perlu mengetahui peraturan-peraturan yang telah dikeluarkan oleh pemerintah mengenai penggunaan BTP.

Secara khusus tujuan penggunaan BTP di dalam pangan adalah untuk : 1). mengawetkan makanan dengan mencegah pertumbuhan mikroba perusak pangan atau mencegah terjadinya reaksi kimia yang dapat menurunkan mutu pangan; 2). membentuk makanan menjadi lebih baik, renyah dan lebih enak di mulut, 3). memberikan warna dan aroma yang lebih menarik sehingga menambah selera, 4). meningkatkan kualitas pangan, dan 5). menghemat biaya. Produsen produk pangan menambahkan BTP dengan berbagai tujuan, misalnya membantu proses pengolahan, memperpanjang masa simpan, memperbaiki penampilan dan cita rasa, serta pengaturan keseimbangan gizi.

1.4 Penggolongan Bahan Tambahan Pangan (BTP)

Berdasarkan fungsinya, menurut peraturan Menkes No. 235 tahun 1979, BTP dapat dikelompokkan menjadi 14 yaitu : Antioksidan; Antikempal; Pengasam, Penetrat dan pendapar; Enzim; Pemanis buatan; Pemutih dan pematang; Penambah gizi; Pengawet; Pengemulsi, Pemantap dan pengental; Pengeras; Pewarna sintetis dan alami; Penyedap rasa dan aroma, Sekuestran; dll.

BTP dikelompokkan berdasarkan tujuan penggunaannya di dalam pangan. Pengelompokkan BTP yang diizinkan digunakan pada makanan dapat digolongkan sebagai : Pewarna; Pemanis buatan; Pengawet; Antioksidan; Antikempal; Penyedap dan penguat rasa serta aroma; Pengatur keasaman; Pemutih dan pematang tepung; Pengemulsi; Pemantap dan pengental; Pengeras, Sekuestran, Humektan, Enzim dan Penambah gizi.

Penambahan bahan pewarna pada makanan dilakukan untuk memberi kesan menarik bagi konsumen, menyeragamkan warna makanan, menstabilkan warna, menutupi perubahan warna selama proses pengolahan, dan mengatasi perubahan warna selama penyimpanan. Pemerintah telah mengatur penggunaan pewarna ini, namun masih banyak produsen pangan yang menggunakan bahan-bahan pewarna yang berbahaya bagi kesehatan, misalnya pewarna untuk tekstil atau cat yang umumnya mempunyai warna lebih cerah, lebih stabil selama penyimpanan, dan harga lebih murah. Alternatif lain untuk menggantikan penggunaan pewarna sintetis adalah dengan menggunakan pewarna alami seperti ekstrak daun pandan atau daun suji, kunyit, dan ekstrak buah-buahan yang lebih aman. Beberapa pewarna alami yang diizinkan digunakan dalam makanan diantaranya adalah : Karamel, β -karoten, Klorofil, dan Kurkumin.

Pemanis buatan sering ditambahkan ke dalam makanan dan minuman sebagai pengganti gula karena mempunyai kelebihan dibandingkan dengan pemanis alami yaitu rasanya lebih manis, membantu mempertajam penerimaan terhadap rasa manis, tidak mengandung kalori ataupun mengandung kalori yang jauh lebih rendah, sehingga cocok untuk penderita penyakit gula (diabetes) dan harganya lebih murah. Pemanis buatan yang paling umum digunakan dalam pengolahan pangan di Indonesia adalah aspartam, sorbitol, sakarin, dan siklamat yang mempunyai tingkat kemanisan masing-masing 30-80 dan 300 kali gula alami, oleh karena itu sering disebut sebagai “biang gula”.

Bahan pengawet umumnya digunakan untuk memperpanjang masa simpan bahan makanan yang mempunyai sifat mudah rusak. Bahan ini dapat menghambat atau memperlambat proses degradasi bahan pangan, terutama yang disebabkan oleh faktor biologi. Penggunaan pengawet dalam makanan harus tepat, baik jenis maupun dosisnya. Suatu bahan pengawet mungkin efektif untuk mengawetkan makanan tertentu, tetapi tidak efektif untuk mengawetkan makanan lainnya, karena makanan mempunyai sifat yang berbeda-beda, sehingga mikroba perusak yang akan dihambat pertumbuhannya juga berbeda. Beberapa bahan pengawet yang umum digunakan adalah benzoat, propionat, nitrit, nitrat, sorbat dan sulfit.

Salah satu penyedap rasa dan aroma yang dikenal luas di Indonesia adalah vetsin, atau bumbu masak dalam berbagai merek. Penyedap rasa tersebut mengandung senyawa yang disebut monosodium glutamat (MSG). Peranan asam glutamat sangat penting, diantaranya untuk merangsang dan mengantar sinyal-sinyal antar sel otak dan dapat memberikan cita rasa pada makanan.

Fungsi dari pengemulsi, pemantap dan pengental dalam makanan adalah untuk memantapkan emulsi dari lemak dan air sehingga produk tetap stabil, tidak meleleh, tidak terpisah antara bagian lemak dan air, serta mempunyai tekstur yang kompak. Bahan-bahan pengemulsi, pemantap dan penstabil yang diizinkan digunakan dalam makanan diantaranya agar, alginate, dekstrin, gelatine, gum, karagenan, lesitin, CMC dan pektin.

Antioksidan adalah BTP yang digunakan untuk mencegah terjadinya ketengikan pada makanan akibat proses oksidasi lemak atau minyak yang terdapat di dalam makanan. Bahan antioksidan yang diizinkan digunakan dalam makanan diantaranya askorbat, BHA, BHT, TBHQ, propel galat dan tokoferol.

Fungsi pengatur keasaman pada makanan adalah untuk membuat makanan menjadi lebih asam, lebih basa atau menetralkan makanan. Pengatur keasaman mungkin ditambahkan langsung ke dalam makanan, tetapi seringkali terdapat di dalam bahan-bahan yang digunakan untuk membuat makanan. Beberapa pengatur keasaman yang diizinkan untuk digunakan dalam makanan, diantaranya adalah aluminium/kalium/natrium sulfat, asam laktat, asam sitrat, kalium dan natrium bikarbonat.

Antikempal biasa ditambahkan ke dalam pangan yang berbentuk tepung atau bubuk. Karena itu peranannya di dalam makanan tidak secara langsung, tetapi terdapat di dalam bahan-bahan yang digunakan untuk membuat makanan, seperti susu bubuk, tepung terigu, gula pasir dan lain sebagainya. Beberapa bahan anti kempal yang diizinkan di dalam bahan-bahan untuk makanan diantaranya adalah aluminium silikat, kalsium aluminium silikat, kalsium silikat, magnesium karbonat, magnesium oksida dan magnesium silikat.

Pemutih dan pematang tepung adalah bahan yang dapat mempercepat proses pemutihan dan sekaligus pematangan tepung sehingga dapat memperbaiki mutu hasil pemanggangan, misalnya dalam pembuatan roti, kraker, biskuit dan kue. Beberapa bahan pemutih dan pematang tepung yang diizinkan untuk makanan diantaranya adalah asam askorbat, kalium bromat, natrium stearoil-2- laktat.

Pengeras ditambahkan ke dalam makanan untuk membuat makanan menjadi lebih keras atau mencegah makanan menjadi lebih lunak. Beberapa bahan pengeras yang diizinkan untuk makanan diantaranya kalsium glukonat, kalsium klorida dan kalsium sulfat.

Sekuestran adalah bahan yang dapat mengikat ion logam pada makanan sehingga memantapkan warna dan tekstur makanan, atau mencegah perubahan warna-warna makanan. Beberapa bahan sekuestrans yang diizinkan untuk makanan di antaranya adalah asam fosfat, iso propil sitrat, kalsium dinatrium edetat (EDTA), monokalium fosfat dan natrium pirofosfat.

Enzim yaitu BTP yang berasal dari hewan, tanaman atau mikroba, yang dapat menguraikan komponen pangan tertentu secara enzimatis, sehingga membuat makanan menjadi lebih empuk, lebih larut, dll. Penambahan gizi yaitu penambahan berupa asam amino, mineral dan vitamin, baik tunggal maupun campuran yang dapat meningkatkan nilai gizi makanan. Humektan yaitu BTP yang dapat menyerap uap air sehingga mempertahankan kadar air bahan pangan.

1.5 Bahan Tambahan Pangan Terlarang dan Berbahaya

BTP dapat berupa ekstrak bahan alami atau hasil sintesis kimia. Bahan yang berasal dari alam umumnya tidak berbahaya, sementara BTP artifisial atau sintetis mempunyai risiko terhadap kesehatan jika disalahgunakan pemakaiannya. Produsen pangan skala rumah tangga atau industri kecil memakai bahan tambahan yang dinyatakan berbahaya bagi kesehatan karena alasan biaya. Tidak jarang produk pangan ditambahkan zat yang bukan untuk makanan tapi untuk industri lain, misalnya untuk tekstil dan cat. Badan POM (Pengawas Obat dan Makanan) menemukan banyak produk-produk yang mengandung formalin. Formalin bersifat desinfektan, pembunuh hama dan sering dipakai untuk mengawetkan mayat. Pewarna tekstil seperti *Rhodamin B* sering pula ditemukan pada kerupuk dan terasi. Mengonsumsi makanan yang mengandung formalin atau *Rhodamin B* dapat menyebabkan kerusakan organ dalam tubuh dan kanker.

Bahan tambahan yang dilarang oleh BPOM, melalui Permenkes No. 722/Menkes/Per/IX/88 adalah : Asam borat, Asam salisilat, Dietilpirokarbonat, Dulsin, Kalium klorat, Kloramfenol, Minyak nabati yang dibrominasi, Nitrofurazon dan Formalin.

Asam borat atau Boraks (*boric acid*) merupakan zat pengawet berbahaya yang tidakizinkan digunakan sebagai campuran bahan makanan. Boraks adalah senyawa berbentuk kristal putih, tidak berbau dan stabil pada suhu dan tekanan normal. Dalam air, boraks berubah menjadi natrium hidroksida dan asam borat.

Boraks umumnya digunakan untuk mematri logam, pembuatan gelas dan enamel, sebagai pengawet kayu dan pembasmi kecoa. Boraks ini sering disalahgunakan untuk

dicampurkan dalam pembuatan bakso, tahu, ikan asin, mie, dll. Boraks bersifat iritan dan racun bagi sel-sel tubuh, berbahaya bagi susunan saraf pusat, ginjal dan hati. Jika tertelan dapat menimbulkan kerusakan pada usus, otak atau ginjal. Kalau digunakan berulang-ulang serta kumulatif akan tertimbun dalam otak, hati dan jaringan lemak. Asam boraks ini akan menyerang sistem saraf pusat dan menimbulkan gejala kerusakan seperti rasa mual, muntah, diare, kejang perut, iritasi kulit dan jaringan lemak, gangguan peredaran darah, kejang-kejang akibatnya koma, bahkan kematian dapat terjadi karena ada gangguan sistem sirkulasi darah.

Asam salisilat sering disebut aspirin. Pada aspirin ini adalah analgetik dan anti-inflamasi. Penelitian telah menunjukkan bahwa aspirin dapat mengurangi jumlah asam folat dalam darah, meskipun kepastian perubahan belum terbukti.

Asam salisilat (*ortho-Hydroxybenzoik acid*) dapat mencegah terjadinya penjamuran pada buah dan telah digunakan dalam pabrik cuka. Namun, penggunaan asam salisilat sebagai pengawet makanan seperti yang diatur Pemerintah Amerika pada tahun 1904 disalahgunakan untuk pengawet makanan pada produsen-produsen makanan yang nakal.

Asam salisilat dilarang digunakan sebagai bahan pengawet makanan di Indonesia. Pasalnya, asam salisilat memiliki iritasi kuat ketika terhirup atau tertelan. Bahkan ketika ditambah air, asam salisilat tetap memberikan gangguan kesehatan pada tubuh karena dapat menyebabkan nyeri, mual dan muntah jika tertelan.

Pada sebuah survei terhadap sup sayuran, disebutkan bahwa sup sayuran non-organik mengandung asam salisilat hampir enam kali lipat ketimbang sup sayuran organik. Kandungan asam salisilat dalam tanaman secara alami berguna untuk tanaman bertahan dari serangan penyakit. Namun bila

kandungan asam salisilat melebihi dan berlebihan masuk ke dalam tubuh, maka gangguan kesehatan dapat terjadi, misalnya terjadi pengerasan dinding pembuluh darah dan kanker saluran pencernaan.

Dietilpirokarbonat (DEP) termasuk di dalam bahan kimia karsinogenik mengandung unsur kimia $C_6H_{10}O_5$ adalah bahan kimia sintetis yang tidak ditemukan dalam produk-produk alami dan digunakan sebagai pencegah peragian pada minuman yang mengandung alkohol maupun minuman yang tidak beralkohol. DEP sering digunakan untuk susu dan produk susu, bir, jus jeruk dan minuman buah-buahan lain, sehingga minuman ini dapat bertahan lama. DEP apabila masuk ke dalam tubuh dan terakumulasi dalam jangka panjang, dapat memicu timbulnya kanker. Dulsin adalah pemanis sintetis yang memiliki rasa manis kira-kira 250 kali dari sukrosa atau gula tebu, yang tidak ditemukan pada produk-produk pemanis alami lainnya. Dulsin telah diusulkan untuk digunakan sebagai pemanis tiruan. Dulsin ditarik total dari peredaran pada tahun 1954 setelah dilakukan pengetesan dulsin pada hewan dan menampakkan sifat karsinogenik yang dapat memicu munculnya kanker. Formalin merupakan zat pengawet terlarang yang paling banyak disalahgunakan untuk produk pangan. Zat ini termasuk bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Jika kandungannya dalam tubuh tinggi, akan bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat yang terdapat dalam sel sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kematian sel yang menyebabkan keracunan pada tubuh. Formalin adalah larutan 37 persen formaldehida dalam air, yang biasanya mengandung 10 sampai 15 persen metanol untuk mencegah polimerasi. Formalin dapat dipakai sebagai bahan anti septik, disinfektan dan bahan pengawet dalam biologi. Zat ini juga merupakan anggota paling sederhana dan kelompok aldehid dengan rumus kimia $HCHO$.

Kalium bromat (*potasium bromat*) digunakan untuk memperbaiki tepung yang dapat mengeraskan kue. Kalium bromat digunakan para pembuat roti maupun perusahaan pembuat roti untuk membantu proses pembuatan roti dalam oven dan menciptakan tekstur bentuk yang lebih bagus pada proses penyelesaian akhir produknya. Bila digunakan dalam jumlah kecil, zat ini akan hilang selama pembakaran atau pemanasan. Bila terlalu banyak digunakan, sisa kalium bromat akan tetap banyak dalam roti. Kalium bromat dilarang pada beberapa negara karena dianggap sebagai karsinogen, pemicu kanker. The Centre for Science in the Public Interest (CPSI), sebuah lembaga advokasi nutrisi dan kesehatan terkemuka di Amerika Serikat, mengajukan permohonan kepada Food and Drug Administration (FDA) untuk melarang penggunaan kalium bromat. Di negara-negara Eropa, Inggris, dan Kanada, kalium bromat telah dilarang mulai 1990 an. Kalium klorat (KClO_3) salah satu fungsinya sebagai pemutih, sehingga sering dimasukkan dalam obat kumur pemutih dan pasta gigi. Sejak tahun 1988, Pemerintah Indonesia sudah melarang penggunaan kalium klorat sebagai bahan tambahan makanan karena senyawa ini dapat merusak tubuh bahkan kematian. Jika terpapar dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan *methemoglobinemia* (kelainan dalam darah), kerusakan hati dan ginjal, iritasi pada kulit, mata dan saluran pernapasan. Bila dimakan bersamaan dengan produk pangan, kalium klorat dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan, gejalanya mual, muntah dan diare. Brominated vegetabel oil, kloramfenikol dan Nitrofurazon merupakan bahan tambahan yang dilarang penggunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Larry Branen, P. Michael Davidson, Seppo Salminen, John H. Thorngate III, *Food Additive Second Edition Revised and Expanded*, 2002.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2012. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1. 23.04.12.2205 Tahun 2012 Tentang Pedoman Pemberian Sertifikat Produksi Pangan Industri Rumah Tangga. Jakarta: BPOM.
- Cahyadi, W. (2009). Analisis & Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan, Edisi Kedua. Jakarta: Bumi Aksara. Jakarta.
- Codex Stan 192-1995 rev. 12 tahun 2011—Codex “*General Standard for Food Additives*”
- Cohen, dkk (2008). Safety Of Saccharin. Agrofood Industry Hitech. 6:24-28. Teknoscienze.com/pdf/cohen. 11 November 2012.
- Eriawan, R & Imam, P. (2002) Analisa Dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan. Jakarta: PT bumi aksara.
- Kementerian Kesehatan. 2012. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 33 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan. Jakarta: Kemenkes.
- Rahayu WP. 2011. Keamanan Pangan Kepedulian Kita Bersama. PT Penerbit IPB Press, Bogor.

BAB 2

ANTIOKSIDAN DAN SEKUESTRAN

Oleh Lovi Sandra

2.1 Pendahuluan

Bahan tambahan pangan adalah zat yang ditambahkan ke dalam makanan untuk mempertahankan rasa atau meningkatkan rasa dan penampilannya. Beberapa zat aditif telah digunakan selama berabad-abad, misalnya, untuk mengawetkan makanan dengan cara diasamkan (dengan cuka), diasinkan, seperti ikan laut, mengawetkan makanan manis dengan menambahkan gula, atau menggunakan sulfur dioksida pada beberapa minuman anggur (Mamta, 2015). Dengan banyaknya makanan olahan di sekitar abad ke-20, telah banyak zat aditif yang diperkenalkan, baik yang berasal dari alam maupun buatan. Menurut (BPOM, 2013), bahan tambahan pangan (BTP) adalah bahan yang ditambahkan ke dalam pangan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan.

Jenis-jenis zat aditif diantaranya adalah pengemulsi, pengawet, sekuestran, penguat rasa, pemanis, antioksidan, dan pewarna. Menurut Permenkes 033 Tahun 2012, zat aditif terbagi menjadi 27 jenis. Mengapa perlu mengetahui adanya zat aditif, karena bahan kimia berbahaya masih sering digunakan, menggunakan zat aditif melebihi dosis yang dianjurkan, banyak produsen pangan tidak tahu dan bahkan ada yang tidak peduli dengan zat aditif, dan pengaruh zat aditif terhadap kesehatan. Dalam chapter ini, hanya akan menjabarkan tentang antioksidan

dan sekuestran. Menurut PermenKes No. 722/1988, antioksidan sebanyak 12 jenis, sedangkan sekuestran 23 jenis (Praja, 2019).

2.2 Antioksidan

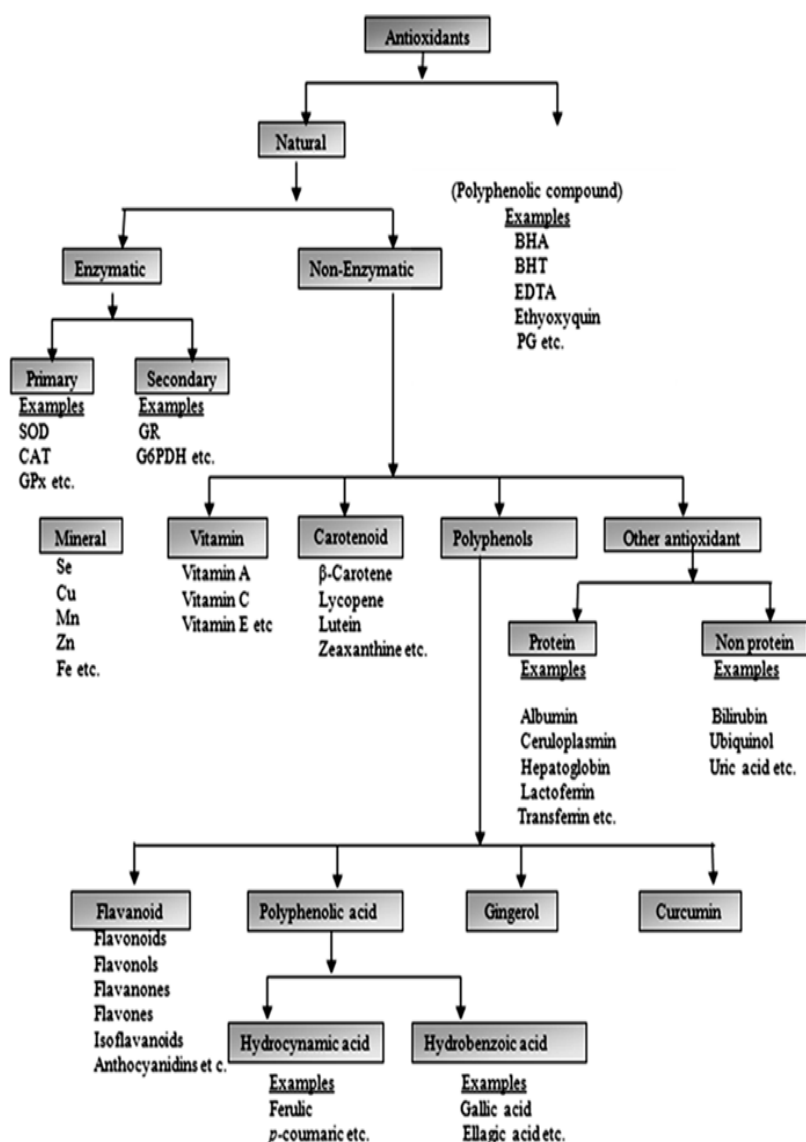
Molekul yang dikenal sebagai antioksidan berfungsi untuk mencegah kerusakan sel yang disebabkan oleh oksidasi molekul lain (BPOM, 2013). Reaksi kimia yang dikenal sebagai oksidasi melibatkan transfer elektron dari satu molekul ke oksidator. Radikal bebas diciptakan sebagai hasil dari reaksi oksidasi. Spesies radikal bebas ini sangat peka karena kulit terluarnya memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan. Reaksi berantai dimulai setelah terbentuk. Setelah berinteraksi dengan radikal bebas ini, antioksidan mengoksidasi diri mereka sendiri untuk mencegah reaksi oksidasi lainnya.

Meskipun reaksi oksidasi sangat penting bagi kehidupan, mereka juga dapat menyebabkan kerusakan. Berbagai jenis antioksidan, seperti vitamin C dan vitamin E, dan enzim, seperti katalase (CAT), superoksida dismutase (SOD), dan berbagai peroksidase, ditemukan dalam sistem kompleks tumbuhan dan hewan (Hamid, 2010). Nekrosis seluler, penyakit kardiovaskular, kanker, gangguan saraf, Parkinson (demensia), penyakit Alzheimer, inflamasi, distrofi otot, gangguan hati, dan bahkan penuaan adalah semua contoh penyakit yang disebabkan oleh tekanan oksidatif (Amit K, 2011). Selain itu, mikronutrien seperti vitamin E, β -karoten, dan vitamin C adalah antioksidan yang tubuh tidak dapat membuat sendiri sehingga perlu ditambahkan ke dalam makanan (Teresa MM, Magdalena W, 2011).

2.2.1 Penggolongan Antioksidan

Berdasarkan sumbernya antioksidan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yaitu antioksidan alami dan sintetis.

Gambaran skema penggolongan antioksidan ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1. Diagram alir Penggolongan Antioksidan (Mamta, 2015)

1. Antioksidan Alami

Dalam tubuh manusia, antioksidan alami dapat disintesis melalui proses metabolisme atau ditambahkan dari sumber alami lainnya. Sifat fisik dan kimia serta mekanisme kerjanya sangat memengaruhi aktivitasnya. Dua jenis antioksidan alami adalah antioksidan enzimatik dan antioksidan non-enzimatik.

a. Antioksidan Enzimatik

Tubuh manusia menghasilkan antioksidan enzimatik, pembagiannya adalah sebagai berikut:

1) Antioksidan Primer

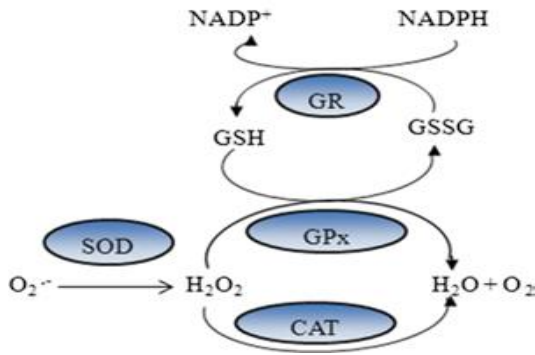
Seperti yang dijelaskan di bawah ini, superoksida dismutase (SOD), katalase (CAT), dan glutathione peroksidase (GPx) adalah beberapa contoh antioksidan primer.

Superoksida dismutase. Enzim superoksida dismutase (SOD) ditemukan di dermis dan epidermis. SOD dapat menghilangkan radikal superoksida (O_2^-) dan memperbaiki badan sel yang rusak akibat radikal bebas. SOD mengkatalisis reduksi anion superoksida menjadi hidrogen peroksida. SOD juga diketahui berkompetisi dengan oksida nitrat (NO) membentuk anion superoksida, yang tujuannya untuk menonaktifkan NO dan membentuk peroksinitrit. Oleh karena itu, dengan mengikat anion superoksida, SOD dapat mempromosikan aktivitas NO (Chakraborty, 2009).

Catalase. Enzim katalase (CAT) ditemukan dalam darah dan sebagian besar sel hidup. CAT menguraikan H_2O_2 menjadi air dan oksigen. Katalase bersama dengan glukosa peroksidase juga digunakan secara komersial untuk mengawetkan jus

buah, krim yang mengandung kuning telur, dan salad dengan cara menghilangkan oksigen (Chakraborty, 2009).

Glutathione Peroxidase. Glutathione peroksidase (GPx) adalah sekelompok enzim yang bergantung pada selenium, dan terdapat di sitosol, plasma, fosfolipid hidroperoksida, dan gastrointestinal glutathione peroksidase (Chakraborty, 2009). GPx (sel dan plasma) mengkatalisis reaksi reduksi H_2O_2 oleh glutathione (GSH); sebagai produknya, diperoleh glutathione yang teroksidasi (GSSG). Reaksi ini dapat berjalan sebaliknya dengan bantuan katalis glutathione reduktase (GR). Dan katalis GR dapat mereduksi nicotinamide adenine dinukleotida fosfat (NADPH).



Gambar 2.2. Garis besar dari mekanisme antioksidan enzimatis dalam menghilangkan radikal bebas (Mamta, 2015)

2) Antioksidan Sekunder

Glutathione reduktase (GR) dan glukosa-6-fosfat dehidrogenase (G6PDH) adalah antioksidan sekunder, yang menggunakan enzim sekunder GR dan NADPH untuk mendaur ulang glutathione tereduksi (GSH).

Glutathione adalah sistein yang mengandung antioksidan tipe peptida dan disintesis di dalam sel tubuh. Pada struktur sisteinnya, gugus tiol adalah zat pereduksi yang dapat dioksidasi dan direduksi secara *reversible*. Glutathione tingkat tinggi ditemukan di dalam sel (~3.100 µg/g jaringan) (Hissin PJ, 1976), dipertahankan dalam bentuk tereduksi (GSH) oleh enzim GR, dan pada gilirannya mengurangi metabolit lain dan sistem enzim, seperti askorbat. Karena konsentrasinya yang tinggi dan perannya dalam menjaga keadaan redoks dalam sel, glutathione dianggap sebagai salah satu antioksidan seluler yang paling penting.

b. Antioksidan Non-enzimatik

Antioksidan yang diperlukan untuk mendukung metabolisme yang tepat disebut antioksidan non-enzimatik karena tubuh tidak menghasilkannya secara alami (Raygani, 2007). Mineral, vitamin, karotenoid, polifenol, dan antioksidan lainnya adalah beberapa antioksidan non-enzimatik yang dikenal.

1) Mineral

Mineral diperlukan dalam sel-sel tubuh untuk berfungsinya enzim. Ketiadaan mereka diketahui mempengaruhi metabolisme banyak makromolekul.

Contohnya adalah selenium, tembaga, besi, seng, dan mangan. Mereka berfungsi sebagai kofaktor enzimatis antioksidan.

2) Vitamin

Contoh vitamin adalah vitamin A, vitamin C, vitamin E, dan vitamin B, merupakan mikronutrien yang diperlukan oleh sistem enzim organ tubuh agar berfungsi sebagai antioksidan. Tubuh tidak dapat menghasilkan vitamin ini sendiri, jadi mereka harus diberikan melalui makanan.

3) Karoten

Karotenoid terdiri dari β -karoten, likopen, lutein, dan zeaxanthin. Mereka adalah senyawa berwarna yang larut dalam lemak yang ditemukan dalam buah-buahan dan sayuran. β -karoten ditemukan paling banyak di lobak berwarna oranye-hijau termasuk wortel, ubi jalar, aprikot, labu, mangga, dan blewah bersama dengan beberapa sayuran hijau, seperti sawi, bayam, dan kangkung. Lutein terdapat berlimpah dalam sayuran berwarna hijau, contohnya sawi, bayam, dan kubis. Lutein terkenal karena perannya dalam melindungi retina terhadap tindakan berbahaya dari radikal bebas dan juga mencegah aterosklerosis.

Meskipun *lycopene*, lutein, canthaxanthin, dan zeaxanthin tidak memiliki provitamin A, β -karoten dikenal sebagai prekursor vitamin A. Tomat adalah sumber *lycopene* yang baik dan bayam adalah sumber zeaxanthin yang baik. Telah terbukti bahwa

likopen adalah antioksidan kuat dan merupakan senyawa yang paling efektif dalam menghapus oksigen singlet, ditemukan dalam tomat, semangka, jambu, pepaya, aprikot, jeruk bali merah muda, dan makanan lainnya.

4) Polifenol

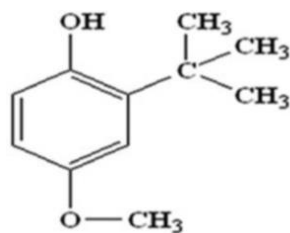
Polifenol adalah jenis fitokimia yang menunjukkan sifat antioksidan. Sifat kimia dan fisika polifenol mempengaruhi aktivitas antioksidan polifenol sendiri, yang pada gilirannya mengatur metabolisme berdasarkan struktur molekul mereka. Asam fenolik, flavonoid, kurkumin, gingerol, dan lainnya adalah beberapa contoh polifenol (Atmaja, 2019).

Golongan utama polifenol adalah flavonoid, yang dapat ditemukan dalam berbagai bahan seperti kulit kayu, biji-bijian, daun, sayuran, buah-buahan, dan bulir. Beberapa rempah-rempah, seperti kunyit dan jahe, juga mengandung polifenol yang bermanfaat. Gingerol dibuat dari rimpang temulawak, dan kurkumin, komponen bioaktif utama kunyit, diketahui memiliki sifat antioksidan yang kuat. Kurkumin adalah penangkap ROS yang sangat baik, seperti radikal $O_2\cdot^-$, radikal peroksil lipid ($LO_2\cdot$), Radikal OH, dan radikal nitrogen dioksida ($NO_2\cdot$), yang menginduksi tekanan oksidatif. Kurkumin telah terbukti menghambat peroksidasi lipid dan telah terbukti meningkatkan kadar GSH juga dalam sel epitel yang menyebabkan produksi ROS lebih rendah.

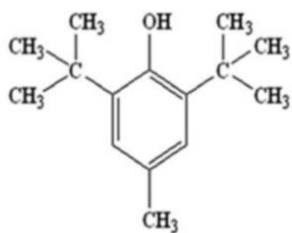
2. Antioksidan Sintetis

Ada banyak cara untuk membuat atau mensintesis antioksidan sintetis secara artifisial. Pada dasarnya, mereka adalah polifenol, yang berfungsi untuk menangkap radikal bebas dan mencegah reaksi berantai terjadi. Dalam kebanyakan kasus, turunan polifenol memiliki lebih dari satu gugus hidroksil atau metoksi. Satu-satunya heterosiklik, *ethoxy quinine*, adalah senyawa yang mengandung N yang dilaporkan memiliki potensi sebagai antioksidan dalam bahan pangan, terutama sebagai pakan ternak. Sebagian besar senyawa fenolik alami tersubstitusi orto, tetapi sebagian besar antioksidan fenolik sintetis tersubstitusi para. Karena rendah toksisitasnya, zat tersubstitusi para lebih disukai. Gugus alkil selalu menggantikan antioksidan fenolik sintetis untuk meningkatkan kelarutannya dalam lemak dan minyak serta untuk mengurangi kadar toksisitasnya. Senyawa sintetis ini memiliki sifat antioksidan, biasanya digunakan dalam obat-obatan, sebagai pengawet kosmetik, dan untuk menstabilkan lemak, minyak, dan lipid dalam makanan.

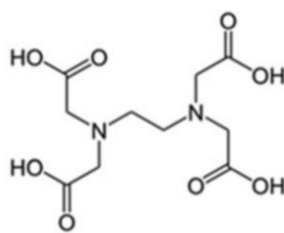
Penemuan baru tentang antioksidan sintetis ini telah mendorong penelitian menghasilkan antioksidan sintetis baru yang memiliki stabilitas, kelarutan air, dan non-toksitas yang luar biasa. Beberapa antioksidan sintetis yang diketahui memiliki karakteristik tertentu. Ini termasuk *butylated hydroxyanisole* (BHA), *butylated hydroxytoluene* (BHT), *ethylene diaminetetraacetic acid* (EDTA), propil galat (PG), *6-ethoxy-1,2-dihydro-2,2,4-trimethyl quinoline* (ethoxyquin), dan *tersier butyl hydroquinone* (TBHQ). Struktur antioksidan-antioksidan diatas ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



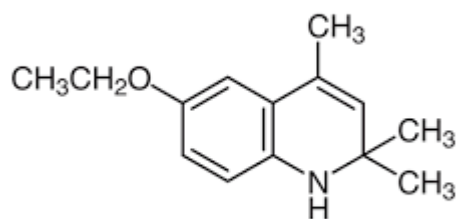
1)



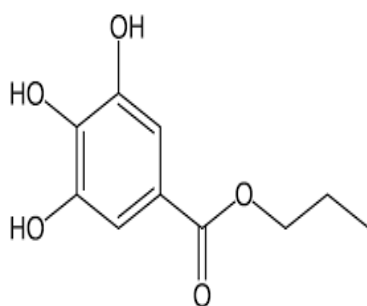
2)



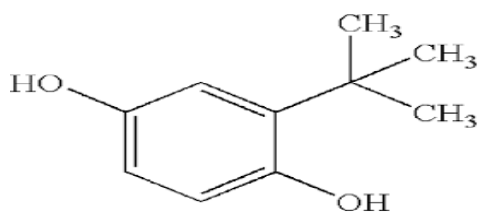
3)



4)



5)



6)

Gambar 2.3. (1) BHA, (2) BHT, (3) EDTA, (4) Etoksikuin, (5) PG, (6) TBHQ

a. BHA

Ini adalah antioksidan monofenol, larut dalam lemak, lebih baik digunakan untuk oksidasi lipid dalam lemak hewani dibandingkan dengan minyak nabati.

b. BHT

BHT juga merupakan antioksidan yang larut dalam lemak monofenol tetapi lebih stabil daripada BHA pada suhu tinggi, dan keduanya bekerja secara sinergis (Santoso, 2021). Banyak antioksidan yang tersedia secara komersial, formulasinya mengandung kedua antioksidan ini. BHA berinteraksi dengan radikal peroksi untuk menghasilkan radikal fenoksi BHA yang pada gilirannya dapat menghilangkan atom hidrogen dari grup hidroksil BHT. BHA dibuat ulang oleh radikal hidrogen yang disediakan oleh BHT. Radikal BHT yang terbentuk dapat bereaksi dengan radikal peroksi dan beraksi sebagai pemutus rantai.

c. EDTA

EDTA adalah antioksidan sekuestran umum yang larut dalam air yang ditambahkan ke makanan, perawatan tubuh, dan produk rumah tangga. EDTA mengikat mineral, seperti tembaga, besi, dan nikel, yang mungkin ada dalam produk makanan. Jika tidak dinonaktifkan, mineral ini dapat menyebabkan perubahan warna, tengik, dan kerusakan tekstur. Ketika ditambahkan sebagai antioksidan, EDTA mencegah oksigen menyebabkan perubahan warna dan ketengikan.

d. Ethoxiquin

Antioksidan yang terutama digunakan untuk melindungi oksidasi karotenoid dalam pakan ternak,

sayuran (kentang dll), dan buah-buahan (apel dan pir) selama penyimpanan.

e. PG

PG adalah ester yang dibentuk oleh kondensasi asam galat dan propanol. PG bertindak sebagai antioksidan yang digunakan sebagai aditif makanan untuk melindungi khususnya minyak dan lemak dalam produk makanan.

f. TBHQ

TBHQ adalah antioksidan difenolik paling efektif. Digunakan dalam makanan untuk mempertahankan minyak nabati tak jenuh dan banyak lemak hewani yang dapat dimakan. TBHQ digunakan secara industri sebagai penstabil untuk mencegah auto-polimerisasi peroksida organik. TBHQ tidak hanya tidak mengubah warna bahkan ketika dikombinasikan dengan besi juga tidak mengubah rasa atau bau dari bahan yang ditambahkan. TBHQ juga digunakan untuk menghambat korosi biodiesel. Di industri minyak wangi TBHQ juga digunakan sebagai fiksatif untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi laju penguapan. TBHQ juga digunakan dalam pernis, lak, resin, dan aditif pertanian. TBHQ dapat digunakan sendiri atau dikombinasikan dengan BHA atau BHT.

g. Asam Askorbat

Asam askorbat, atau vitamin C, adalah salah satu vitamin antioksidan yang paling umum digunakan. Saat membuat bir, buah potong, kentang kering, dan selai, asam askorbat dapat ditambahkan. Fungsi vitamin

antioksidan dalam makanan ini adalah untuk mencegah makanan berubah warna karena proses oksidasi yang terjadi. Asam askorbat dapat digunakan untuk menggantikan vitamin C yang hilang saat pengolahan kentang.

h. Asam Sitrat

Asam sitrat adalah bahan yang paling umum digunakan dalam pembuatan biskuit, selai, buah kaleng, minuman beralkohol, keju, dan sup kering. Asam sitrat memiliki banyak manfaat, termasuk mencegah warna makanan berubah, meningkatkan efek antioksidan dari bahan lain, dan mengontrol pH selai dan jeli.

i. Tokoferol

Pai daging dan minyak menggunakan antioksidan ini untuk mengurangi oksidasi asam lemak dan vitamin. Namun penggunaan antioksidan sintetis dibatasi karena dapat bersifat karsinogenik.

2.2.2 Sumber Antioksidan

Antioksidan dapat berasal dari dua sumber utama, yaitu sumber alami seperti buah-buahan, sayuran, sereal, kacang-kacangan, minuman, rempah-rempah, dan hewani. Misalnya vitamin C, karoten, likopen, dan antosianin. Dari agro industri, misalnya dari industri pengolahan. Contohnya seperti senyawa polifenol dan asam sitrat.

2.3 Sekuestran

Sekuestran adalah bahan tambahan makanan yang berperan untuk meningkatkan kualitas dan stabilitas makanan pada produk makanan. Sekuestran membentuk kompleks kelat dengan ion logam polivalen, khususnya tembaga, besi dan nikel,

yang berfungsi sebagai katalis dalam oksidasi lemak dalam makanan. Sekuestran adalah sejenis pengawet (Pandey, 2018).

Sekuestran atau agen pengkelat adalah kategori bahan tambahan makanan yang secara umum dapat dicirikan oleh kemampuannya untuk bereaksi dengan ion logam dengan membentuk kompleks logam yang stabil dan larut dalam air. Reaksi sekuestran yang disebabkan oleh agen pengkelat, juga dikenal sebagai efek pengkelat atau pengkelat, melindungi produk makanan dari reaksi kimia, oksidatif, atau enzimatis yang mendorong kerusakan selama pemrosesan, penyimpanan, atau penyiapan makanan. Ada beberapa contoh zat pengkelat yang digunakan dalam produk makanan, termasuk tiga yang paling populer dan berguna secara teknis – asam etilendiamintetraasetat (EDTA), piro- dan poli-fosfat, dan asam sitrat. Secara keseluruhan, sekuestran dapat memberikan sifat fungsional yang penting untuk banyak aplikasi makanan yang berbeda, dan karena alasan ini umumnya ditemukan dalam daftar bahan makanan dan telah ada selama bertahun-tahun (Bohrer, 2019).

Sesuai peraturan FSS (*Food Safety Standard*) 2011, EDTA dapat digunakan hingga maksimum 250mg/kg pada udang kalengan dan natrium heksametafosfat untuk digunakan hingga maksimum 1000 ppm dalam air berkarbonasi dan minuman buah yang diproses secara termal (Ignou, 2015).

DAFTAR PUSTAKA

- Amit K, P. K. I. (2011) 'Free radicals, oxidative stress and importance of antioxidants in human health', *J Med Allied Sci*, 1(2), pp. 53–60.
- Atmaja, Y. (2019) 'Formulasi Minuman Fungsional Teh Meniran (Phyllanthus niruri) Tinggi Antioksidan', *Jurnal AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 4(2), pp. 142–148. doi: 10.30867/action.v4i2.185.
- Bohrer, B. M. (2019) 'Sequestrants as a Food Ingredient', *Encyclopedia of Food Chemistry, Elsevier*, pp. 251–255. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.21610-7.
- BPOM (2013) *Peraturan BPOM RI NO. 38 Tahun 2013*.
- Chakraborty, et al. (2009) 'Role of antioxidants in common health diseases', *Res J Pharm Technol*, 2(2), pp. 238–244.
- Hamid, et al (2010) 'Antioxidants:its medicinal and pharmacological applications', *Afr. J Pure Appl Chem*, 4(8), pp. 142–151.
- Hissin PJ, H. R. (1976) 'A fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues', *Anal Biochem*, 74(1), pp. 214–226.
- Ignou (2015) *Food Microbiology and Safety: Food Additive*.
- Mamta, et al (2015) 'Antioxidants', *Springer Science+Business Media New York*. India: ResearchGate, pp. 1–26. doi: 10.1007/978-1-14614-8005-1_6.
- Pandey, R. . & S. K. U. (2018) 'Food Additive', *Research Gate*. India, (February 2012), pp. 1–32. doi: 10.5772/34455.
- Praja, I. D. (2019) *Zat Aditif Makanan: Manfaat dan Bahayanya*. Yogyakarta: Penerbit Garudhawaca.

- Raygani, et al (2007) 'Enzymatic and non-enzymatic antioxidants defence in Alzheimer's disease', *Acta Med Iran*, 45(4), pp. 271-276.
- Santoso, U. (2021) *Antioksidan Pangan*. Edited by Dewi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Teresa MM, Magdalena W, A. K. (2011) 'Systematic review of the effect of vitamin C infusion and vitamin E-coated membrane on hemodialysis-induced oxidative stress', *Intech*. doi: 10.5772/22542.

BAB 3

ANTIEMPAK

Oleh Ulfatul Mardiyah

3.1 Pendahuluan

Salah satu permasalahan pada produk pangan adalah seperti produk olahan bertekstur serbuk yang mencakup susu, bumbu, kaldu, dan tepung. Hal ini dapat terjadi karena biasanya bahan tersebut mengalami penggumpalan ketika disimpan dalam kemasan atau wadah yang tidak sesuai. Penggumpalan merupakan satu hal yang dapat menurunkan mutu produk pangan, sehingga faktor-faktor penyebab pangan serbuk menjadi menggumpal serta cara untuk mengatasinya merupakan satu hal yang harus dipahami.

Penggumpalan merupakan fenomena yang tidak diharapkan di mana produk yang berbentuk serbuk tersebut akan bebas menyatukan berubah menjadi padat selama penyimpanan dan produk akan kehilangan fungsi sehingga mempengaruhi terhadap tingkat penerimaan konsumen yang secara garis besar akan berpengaruh terhadap aspek ekonomi (Hansen et al., 1998).

Kadar air, suhu, tekanan, pengotor dan waktu penyimpanan adalah parameter penting dalam percobaan caking. Beberapa studi telah dilakukan untuk mengamati efek dari kombinasi parameter yang berbeda pada penggumpalan produk pangan.

Berikut beberapa kondisi yang perlu dikontrol untuk mencegah penggumpalan bahan pangan (Zafar *et al.*, 2014):

- a. Mengurangi kandungan partikel yang halus atau berbentuk bubuk;
- b. Menurunkan kadar air produk
- c. Mengidentifikasi bahan baku utama dan mengubah jika ada alternatif bahan yang lebih baik;
- d. Memperbaiki kondisi penyimpanan dengan menurunkan suhu dan kelembaban;
- e. Mengurangi batas waktu penyimpanan;
- f. Penggunaan bahan BTP anti-kempal

Bahan Tambahan Pangan (BTP) merupakan zat yang banyak ditambahkan ke dalam bahan pangan. Jenis zat aditif bervariasi dan memiliki fungsi yang berbeda dalam makanan. Fungsi zat aditif dapat diklasifikasikan sebagai berikut ini: (1) mempertahankan atau meningkatkan kualitas gizi pangan, (2) untuk mempertahankan atau meningkatkan keamanan atau kualitas produk, (3) untuk membantu dalam pengolahan dan penyimpanan, (4) untuk meningkatkan karakteristik sensorik pangan. Salah satu Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang dapat mencegah penggumpalan bahan adalah anti kempal (anti-caking) (Bampidis *et al.*, 2021).

3.2 Anti Kempal

Salah satu zat aditif yang digunakan sebagai bahan pembantu pengolahan dan penyimpanan umumnya dapat mempengaruhi tekstur produk, diantaranya adalah humektan, dan bahan antikempal. Bahan aditif dalam kelompok ini digunakan untuk mengatur stabilitas produk. Produk dalam bentuk bubuk cenderung lebih mudah mengalami

penggumpalan. Terdapat beberapa faktor gabungan yang menjadi penyebab produk menggumpal, diantaranya komposisi, ukuran partikel, temperatur, tekanan, dan kelembaban (Lipasek, Taylor and Mauer, 2011). Agen anti-kempal adalah zat yang dapat mencegah produk mengempal dan agregasi bubuk higroskopis dengan meningkatkan flowabilitasnya, sehingga fungsi agen anti-kempal bertindak sebagai penghalang yang dapat melindungi produk terhadap kelembaban (Barbosa-Canovas *et al.*, 2005). Mekanisme lain dari anti-kempal adalah dengan meningkatkan *flowability* bahan sehingga pengempalan dihambat, dan menetralkan muatan elektrostatik produk.

Anti kempal merupakan senyawa anhidrat yang dapat menyerap air tanpa membuat bahan pangan menjadi basah. Anti kempal adalah bahan tambahan pangan yang digunakan untuk mencegah terjadinya penggumpalan pada bahan pangan yang berbentuk serbuk atau bubuk sehingga dapat mempertahankan bentuk untuk tetap dapat dituang (*free flowing*) dan memperpanjang umur simpan bahan pangan.

Zat anti-kempal biasanya ditambahkan pada makanan yang berbentuk serbuk, misalnya garam meja atau merica bubuk dan bumbu lainnya agar pangan tersebut tidak mengempal dan mudah dituang dari wadahnya. Antikempal merupakan senyawa anhydrous yang dapat menyerap air tanpa menjadi basah. Bahan tersebut ditambahkan ke dalam produk berupa granula atau bubuk yang mempunyai sifat higroskopis, misalnya garam meja, lada bubuk, bubuk untuk pembuatan roti, dan lain sebagainya. Secara umum antikempal dapat berfungsi karena mudah menyerap air dengan melapisi partikel-partikel bubuk sehingga menyebabkan penolakan penyerapan air atau bubuk karena bahan tersebut tidak dapat larut air. Antikempal dapat berupa garam anhydrous atau zat yang dapat menyerap air karena pengikatan di permukaan, tetapi dia sendiri tetap mudah

dicurahkan atau dapat dibuat dalam keadaan yang diperlukan dengan perlakuan fisik. Banyaknya garam anhydrous bersifat polimorfi, yaitu dapat berada dalam bentuk kristal. Pada keadaan ini zat tersebut menyimpan energy yang rendah dengan ikatan antar atom yang kuat sehingga dapat mengurangi kelengketan antar partikel dan menurunkan kompresibilitas permukaan antar granul atau partikel bahan serbuk (Ermiş *et al.*, 2021).

Antikempal umumnya berupa serbuk sangat halus dengan satuan mikron. Ukurannya berkisar antara 40–100 μm (Barbosa-Canovas and Juliano, 2005). Zat anti-kempal harus memiliki luas permukaan yang lebih besar dari bahan produknya. Pembentukan caking dari bahan dapat dicegah dengan lebih baik bila menggunakan ukuran partikel anti-kempal yang lebih halus. Zat anti-kempal juga bersifat inert, beberapa merupakan hasil sintetik, tetapi kebanyakan bersifat alami atau identik dengan alam. Silikat, polisakarida, fosfat, stearat, dan garam besi adalah jenis agen anticaking yang umum digunakan dalam industri pangan. Sifat kelarutan BTP anti-kempal umumnya tidak larut dalam air, namun sebagian ada yang bersifat larut dalam air dan etanol.

Adapun jenis bahan tambahan pangan yang berfungsi sebagai anti-kempal yang diizinkan penggunaannya oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan dalam industri pangan antara lain (BPOM, 2013):

- a. Kalsium karbonat (Calcium carbonate);
- b. Natrium karbonat (Sodium carbonate);
- c. Natrium aluminosilikat (Sodium aluminosilicate);
- d. Kalsium silikat (Calcium silicate);
- e. Magnesium silikat (Magnesium silicate).
- f. Trikalsium fosfat (Tricalcium orthophosphate);
- g. Selulosa mikrokristalin (Microcrystalline cellulose);

- h. Selulosa bubuk (Powdered cellulose);
- i. Magnesium oksida (Magnesium oxide);
- j. Silikon dioksida halus (Silicon dioxide, amorphous);
- k. Asam miristat, palmitat dan stearat dan garamnya (Myristic, palmitic & stearic acids and their salts);
- l. Natrium besi (II) sianida (Sodium ferrocyanide);
- m. Kalsium besi (II) sianida (Calcium ferrocyanide);
- n. Kalium besi (II) sianida (Potassium ferrocyanide);
- o. Garam-garam dari asam oleat dengan kalsium, kalium dan natrium (Ca, K, Na) (Salts of oleic acid with calcium, potassium, and sodium (Ca, K, Na);

3.2.1 Calcium Carbonate

Kalsium karbonat memiliki rumus molekul CaCO_3 yang merupakan garam anorganik berwarna putih dan tidak berbau. Berat molekulnya adalah 100,1 g/mol. Kalsium karbonat memiliki berbentuk padat dan termasuk mikro-kristal dan bentuk amorf (Opinion, 2011). Diameter partikel kalsium karbonat amorf ada di kisaran 40–120 nm, bentuk kristal dari partikel kalsium karbonat umumnya memiliki diameter berkisar 1–10 μm (Meiron et al. 2010). Ukuran partikel nano pada kalsium karbonat tidak cocok digunakan sebagai bahan tambahan makanan. Ukuran partikel kalsium karbonat yang bersifat food grade berkisar antara 5 μm – 65 μm (Opinion, 2011).

Kalsium Karbonat umumnya digunakan untuk Minuman berbasis susu, krim minuman (bukan susu), Susu bubuk, krim bubuk dan bubuk analog (plain), Bubuk keju (untuk rekonstitusi contohnya dalam pembuatan saus keju), bahan akanan pencuci mulut berbahan dasar susu (misalnya puding, yoghurt berperisa atau yoghurt dengan buah, kakao bubuk, tepung dan pati, sereal untuk sarapan, tepung bumbu, produk-produk kedelai, premiks

untuk roti tawar dan produk bakery, produk-produk telur yang dikeringkan dan atau dipanaskan hingga terkoagulasi, garam, ragi dan produk sejenisnya, pangan diet untuk pelangsing dan penurunan berat badan, makanan diet, makanan ringan, kopi, kopi substitusi, teh, dan seduhan herbal (BPOM, 2013)

3.2.2 Natrium Aluminosilikat

Natrium aluminosilikat merupakan bahan sintesis yang digunakan sebagai agen anticaking, natrium aluminium silikat membantu mencegah makanan kering menggumpal membentuk gumpalan semi padat atau padat. Agen anticaking menyerap kelembapan berlebih dan juga dapat melapisi partikel untuk membuatnya anti air. Hal ini mengurangi pembentukan gumpalan dengan memastikan bahwa semua bahan kering tercampur merata.

Natrium aluminosilikat sintetis amorf adalah bubuk putih, terdiri dari 66–88% (b/b) SiO_2 , 5–15% (b/b) Al_2O_3 dan 5–8,5% (b/b) Na_2O . Natrium aluminosilikat kristal adalah bubuk halus putih yang terdiri dari 31–43% (b/b) SiO_2 , 26–36,5% (b/b) Al_2O_3 dan 16–25,5% (b/b) Na_2O (Bampidis *et al.*, 2021). Zat anti-kempal aluminosilikat dapat diaplikasikan pada produk teh, kopi, kopi substitusi, seduhan herbal, minuman biji-bijian dan sereal panas, kecuali cokelat. Batas maksimum penggunaan aluminosilikat menurut peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) adalah 500 mg/kg berat badan.

Alumunium silikat relatif murah dibandingkan dengan bahan anti-kempal lainnya. Ini sering disukai karena zat anti-kempal jenis ini memiliki harga terjangkau dalam meningkatkan kualitas produk berbentuk bubuk. *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA) pada tahun 2006 menyatakan bahwa asupan harian aluminosilikat yang dapat diterima (*Acceptable Daily Intake*-ADI) adalah sebesar 1 mg/kg

berat badan. Sementara toleransi asupan mingguan (*Provisional tolerable weekly intake* -PTWI) adalah 7 mg/kg berat badan. Konsentrasi ini berlaku untuk semua senyawa Al dalam makanan, termasuk bahan tambahan.

3.2.3 Kalsium Silikat

Kalsium silikat adalah bahan anorganik yang dapat ditemukan dalam bentuk anhidrat atau terhidrasi yang digunakan sebagai anti-kempal di industri makanan. Kalsium silikat bersifat tidak larut dalam air, berwarna putih dan sangat halus. Kalsium silikat juga memiliki kerapatan antar partikel yang rendah dengan kemampuan menyerap air yang tinggi. Senyawa ini dapat diperoleh dari batu kapur alami dan tanah atau diproduksi secara sintetis dari silikon dioksida dan kalsium oksida dengan rasio tertentu. Menurut FAO, komposisi kalsium silikat harus mengandung dari 50% hingga 95% silikon dioksida (SiO₂), dari 3 hingga 35% kalsium oksida (CaO) (JECFA, 2019). BTP jenis ini dapat digunakan dalam makanan dengan tidak melebihi 2% berat dan tidak melebihi 5% berat dalam baking powder. Berdasarkan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), kalsium karbonat dapat diaplikasikan pada produk makanan pencuci mulut berbahan dasar susu (misalnya puding, yoghurt berperisa atau yoghurt dengan buah), Bumbu dan kondimen, Minuman berbasis air berperisa, termasuk minuman olahraga atau elektrolit dan minuman berpartikel (BPOM, 2013).

3.2.4 Magnesium Silikat

Magnesium silikat menurut Peraturan Komisi Eropa No 231/2012 didefinisikan sebagai senyawa sintetis dengan rasio mol magnesium oksida menjadi silikon dioksida kira-kira 2 : 5, yakni Kandungan MgO lebih dari 15% dan kandungan SiO₂ lebih dari 67%. Magnesium silikat berbentuk bubuk yang sangat halus,

putih, tidak berbau. Magnesium silikat dapat digunakan dalam produk kembang gula sebagai bahan anti lengket dan antikempal (Rashid *et al.*, 2011). Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), BTP jenis ini digunakan untuk produk krim minuman (bukan susu) dengan batas maksimum 2800 mg/kg (dinyatakan dengan total magnesium (Mg)) (BPOM, 2013).

3.2.5 Trikalsium Fosfat

Trikalsium fosfat adalah garam kalsium dari asam fosfat. Zat ini biasa disebut dengan *Calcium phosphate, tribasic; precipitated calcium phosphate* dan diproduksi secara komersial dari asam fosfat, yang diperoleh dari tambang fosfat. Asupan maksimum harian yang dapat ditoleransi atau *Maximum Tolerable Daily Intake* (MTDI) sebesar 70 mg/kg berat badan. Trikalsium fosfat biasanya cocok untuk dikonsumsi oleh kelompok vegan dan vegetarian (FDA, 2019). BTP jenis ini biasa digunakan dalam produk Minuman berbasis susu yang berperisa atau difermentasi, Krim yang disterilkan atau secara UHT, krim “whipping” atau “whipped”, dan krim rendah lemak (*plain*), Susu bubuk dan krim bubuk, makanan pencuci mulut (*dessert*) berbasis buah termasuk makanan pencuci mulut berbasis air berflavor buah, Produk kakao dan cokelat termasuk cokelat analog dan pengganti cokelat, sereal untuk sarapan, termasuk rolled oats, dekstrosa anhidrat, dekstrosa monohidrat, fruktosa, tepung gula, tepung dekstrosa, garam, bumbu dan kondimen (termasuk bubuk bumbu, pasta dan minyak bumbu), Bubuk atau campuran untuk sup dan kaldu, pangan diet untuk pelangsing dan penurunan berat badan, minuman berbasis air berperisa yang berkarbonat, minuman berbasis air berperisa tidak berkarbonat, kopi, kopi substitusi, teh, seduhan herbal, minuman biji-bijian dan sereal panas, kecuali cokelat (BPOM, 2013).

3.2.6 Magnesium Oksida

Bahan Tambahan Pangan magnesium oksida Magnesium oksida (MgO) dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan nilai densitasnya, magnesium oksida ringan memiliki densitas $0,1-0,12 \text{ g.cm}^{-3}$. Sedangkan magnesium oksida berat memiliki densitas $0,25-0,5 \text{ g.cm}^{-3}$. Magnesium oksida bersifat tidak larut dalam etanol dan air (JECFA, 2019). dan silikon dioksida sebagai anti-kempal banyak digunakan pada produk krim minuman (bukan susu), Susu bubuk, krim bubuk dan bubuk analog (plain), Bubuk keju (untuk rekonstitusi contohnya dalam pembuatan saus keju), bahan akanan pencuci mulut berbahan dasar susu (misalnya puding, yoghurt berperisa atau yoghurt dengan buah, kakao bubuk, tepung dan pati, sereal untuk sarapan, tepung bumbu, produk-produk kedelai, premiks untuk roti tawar dan produk bakery, produk-produk telur yang dikeringkan dan atau dipanaskan hingga terkoagulasi, garam, ragi dan produk sejenisnya, pangan diet untuk pelangsing dan penurunan berat badan, makanan diet, makana ringan, kopi, kopi substitusi, teh, seduhan herbal, dan minuman biji-bijian dan sereal panas. Adapun batas maksimum yang dianjurkan berkisar antara $125 \text{ mg/kg} - 12.500 \text{ mg/kg}$ berat badan (BPOM, 2013).

3.2.7 Silikon Dioksida

silikon dioksida didefinisikan sebagai zat amorf yang disebut silika berasap atau silika terhidrasi dan memiliki rumus molekul $(\text{SiO}_2)_x$ dengan berat molekul $60,08 \text{ g/mol}$. Terdapat dua proses utama dalam pembuatan yang berbeda diterapkan untuk produksi SiO_2 . Tahap pertama adalah proses termal untuk mendapatkan pirogenik silika. Tahap kedua adalah proses basah untuk mendapatkan silika terhidrasi. Karena sifat higroskopis silikon dioksida dan kemampuannya untuk menyerap air, maka BTP jenis ini banyak diaplikasikan pada bahan campuran kering

atau makanan dengan kandungan gula tinggi seperti bubuk jus, kakao, pemutih kopi, dll untuk mencegah efek negatif dari kelembaban. Penggunaan silikon dioksida tidak dianjurkan melebihi 2% berat bubuk bahan (Magnuson *et al.*, 2013).

3.2.8 Stearat

Kalsium stearat diproduksi dengan reaksi asam stearat dan kapur. BTP jenis ini berbentuk serbuk, dan berwarna putih. Kalsium stearat tetap stabil di bawah kondisi suhu tinggi, bersifat tidak beracun dan tidak larut dalam air. Selain sebagai antikempal, BTP jenis ini juga berfungsi sebagai pelumas, stabilizer, pengemulsi dan pengental (BPOM, 2013). Kalsium stearat biasa digunakan pada 14 jenis produk yang berbeda dari produk susu dan turunannya hingga produk minuman.

Magnesium stearat memiliki ciri khas bau ringan dan terasa berminyak bila disentuh, berbentuk serbuk halus yang berwarna hampir putih atau mendekati putih. Magnesium stearat bersifat tidak larut dalam air dan etanol anhidrat. Selain kegunaannya sebagai antikempal, magnesium stearat juga digunakan sebagai pelumas, pengikat, pengental, pengemulsi. Magnesium stearat digunakan sebagai agen antikempal pada produk kembang gula. Batas penggunaan BTP jenis ini berkisar antara 0,05 hingga 3% b/b. Magnesium stearat tetap stabil tanpa mengalami dekomposisi selama penyimpanan, bahkan dapat menyerap kelembapan dalam waktu penyimpanan yang lebih lama (>12 bulan) (JECFA-CTA, 2015).

3.2.9 Besi (II) Sianida

Besi (II) sianida ditemukan dalam bentuk natrium besi (II) sianida, kalium besi (II) sianida dan kalsium besi (II) sianida. Masing-masing memiliki rumus molekul $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Ca}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Berdasarkan

spesifikasi yang dikeluarkan oleh JECFA (2015), kemurnian kandungan natrium, kalium dan kalsium untuk bahan tambahan makanan tidak boleh kurang dari 99% berat. Anion Hexacyanoferrate (II) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, yang biasa disebut ferrocyanide, memiliki struktur yang sangat stabil karena ikatan yang kuat antara besi (bilangan oksidasi +2) dan masing-masing gugus sianida. Asam ferosianat bebas; tetrahydrogen hexacyanoferrate ($\text{H}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) adalah asam tetrabasa yang kuat bila dilarutkan dalam air.

Ketiga jenis bahan tambahan dari golongan besi (II) sianida sepenuhnya adalah produk sintesis. Natrium besi (II) sianida (kuning soda) diproduksi dalam media berair dari natrium sianida mentah dan besi sulfat. Natrium garam natrium besi (II) sianida dekaahidrat diperoleh kembali dengan kristalisasi. Kalium besi (II) sianida diperoleh dengan mereaksikan natrium besi (II) sianida dengan kalsium hidroksida dan kalium klorida. Kalsium besi (II) sianida juga diperoleh dengan mereaksikan natrium besi (II) sianida dengan kalsium hidroksida.

3.3 Regulasi BTP Antikempal

Standardisasi mengenai keamanan produksi pangan dan keamanan konsumsi pangan merupakan isu penting di seluruh dunia. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) telah mengatur mengenai beberapa Bahan Tambahan Pangan jenis antikempal, baik dari segi informasi teknis, jumlah penggunaan prosedur yang berkaitan dengan bahan tambahan pangan jenis ini. Berikut beberapa jenis antikempal yang yang diizinkan digunakan dalam pangan beserta batas maksimum penggunaannya dan asupan harian yang dapat diterima atau *Acceptable Daily Intake* (ADI) untuk masing-masing jenis bahan antikempal (Tabel 3.1)

Tabel 3.1 Jenis anti kempal dengan nilai ADI/PTWI/MTDI (mg/kg berat badan), dan batas maksimum penggunaannya (mg/kg).

Jenis Bahan	ADI/PTWI/MTDI	Batas Maksimum Penggunaan	Kelompok Makanan
Kalsium karbonat	Tidak dinyatakan	CPPB – 10000 mg/kg	14 kategori makanan
Natrium karbonat	Tidak dinyatakan	CPPB	13 kategori makanan
Natrium aluminosilikat	PTWI: 1 mg/kg berat badan	500 mg/kg	1 kategori makanan
Kalsium silikat	Tidak dinyatakan	CPPB	3 kategori makanan
Magnesium silikat	Tidak dinyatakan	2800 mg/kg (total mg)	1 kategori makanan
Trikalسيوم fosfat	MTDI: 70 mg/kg berat badan	220-3000 mg/kg	8 kategori makanan
Selulosa mikrokristalin	Tidak dinyatakan	CPPB- 22.000 Mg/kg	9 kategori makanan
Selulosa bubuk	Tidak dinyatakan	CPPB	9 kategori makanan
Magnesium oksida	Tidak dinyatakan	125-12.500 mg/kg	10 kategori makanan
Silikon dioksida	Tidak dinyatakan	CPPB- 10.000 Mg/kg	11 kategori makanan
Asam miristat, palmitat dan	Tidak dinyatakan	CPPB	9 kategori makanan

Jenis Bahan	ADI/PTWI/MTDI	Batas Maksimum Penggunaan	Kelompok Makanan
stearat dan garamnya			
Natrium besi (II) sianida	ADI: 0 – 0,025 mg/kg berat badan	20 mg-kg	1 kategori makanan
Kalsium besi (II) sianida	ADI: 0 – 0,025 mg/kg berat badan	20 mg-kg	1 kategori makanan
Kalium besi (II) sianida	ADI: 0 – 0,025 mg/kg berat badan	20 mg-kg	1 kategori makanan
Garam-garam dari asam oleat dengan	Tidak dinyatakan	CPPB	8 kategori makanan

Sumber:(BPOM, 2013)

Catatan: ADI (Asupan harian yang dapat diterima), PTWI (Asupan mingguan sementara yang dapat ditoleransi), MTDI (Asupan maksimum harian yang dapat ditoleransi).

DAFTAR PUSTAKA

- Bampidis, V. *et al.* (2021) 'Safety and efficacy of a feed additive consisting of sodium aluminosilicate, synthetic, for all animal species (European Zeolites Producers Association (EUZEPA) & Association of Synthetic Amorphous Silica Producers (ASASP))', *EFSA Journal*, 19(12). doi: 10.2903/j.efsa.2021.6976.
- Barbosa-Canovas, G. and Juliano, P. (2005) *Physical and chemical properties of food powders. In Food science and technology*. Boca Raton: CRC Press.
- Barbosa-Canovas, G. V. *et al.* (2005) *Food powders: Physical properties, processing, and functionality, Food Engineering Series*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- BPOM (2013) *Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Antikempal*.
- Ermiş, E. *et al.* (2021) *Food Powders: Properties and Characterization*. Edited by E. Ermiş. Istanbul, Turkey: Springer. doi: 10.15237/gida.gd14072.
- FDA (2019) *Food Additives Permitted for Direct Addition to Food for Human Consumption. Subpart E--Anticaking Agents. CFR - Code of Federal Regulations, Sec. 172.430 Iron Ammonium Ctrate*.
- Hansen, L. D., Hoffmann, F. and Strathdee, G. (1998) 'Effects of anticaking agents on the thermodynamics and kinetics of water sorption by potash fertilizers.', *Powder Technology*, 98(1), pp. 79–82. doi: [https://doi.org/10.1016/s0032-5910\(98\)00037-0](https://doi.org/10.1016/s0032-5910(98)00037-0).

JECFA-CTA (2015) *Chemical and Technical Assessment (CTA)*. Available at: <http://www.fao.org/food/food%02safety-quality/scientific-advice/jecfa/technical-assessments/en/>.

Lipasek, R. A., Taylor, L. S. and Mauer, L. J. (2011) 'Effects of Anticaking Agents and Relative Humidity on the Physical and Chemical Stability of Powdered Vitamin C.', *Journal of Food Science*, 76(7), pp. C1062–C1074. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02333.x>.

Magnuson, B. *et al.* (2013) 'Review of the Regulation and Safety Assessment of Food Substances in Various Countries and Jurisdictions.', *Food additives & contaminants*, 30(7), pp. 1147–1220.

Opinion, S. (2011) 'Scientific Opinion on Re-evaluation of Calcium Carbonate (E 170) as a Food.', *EFSA Journal*, 9(7), pp. 1–73.

Rashid, I. *et al.* (2011) *Magnesium Silicate. In Profiles of Drug Substances, Excipients and Related Methodology*. San Diego: Elsevier.

Zafar, U. *et al.* (2014) 'Drop test: A new method to measure the particle adhesion force.', *Powder Technology*, pp. 236–241. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.04.022>.

BAB 4

PENGAWET DAN PELAPIS

Oleh Nur Qadri Rasyid

4.1 Pendahuluan

Bahan tambahan pangan atau zat aditif adalah zat alami atau sintetik yang dapat ditambahkan ke dalam bahan pangan dalam jumlah kecil untuk melakukan fungsi teknologi. Pengawetan dan Pelapis merupakan zat aditif yang digunakan untuk menjaga kualitas makanan, sifat fisiko kimianya dan mempertahankan fungsi komponen nutrisinya tanpa mempengaruhi produk itu sendiri. Sepanjang peradaban, selalu ada kebutuhan untuk mengawetkan makanan untuk digunakan di masa mendatang karena beberapa alasan, antara lain: untuk menjaga keutuhan produk makanan; untuk menjaga keamanan pangan; atau memperpanjang masa simpan produk makanan yang akan diangkut untuk digunakan di lokasi yang berbeda (Msagati, 2012).

4.2 Pengawet

Pengawet melindungi makanan dari kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme. mencegah pembusukan makanan dan juga menghentikan pertumbuhan mikroba. Pada dasarnya ada tiga jenis pengawet yang digunakan dalam makanan: antimikroba, antioksidan, dan agen anti browning (Branen, 2002).

Berbagai jenis bahan pengawet yang terbaik untuk produk makanan dan berguna melawan perubahan spesifik kimiawi tertentu. Pada produk seperti jus buah, keju, roti, dan buah kering, "antimikotik " menghentikan pertumbuhan jamur yang menurunkan kualitasnya. Beberapa contohnya adalah natrium dan kalsium propionat dan asam sorbat. Satu lagi adalah "antioksidan" butylated hydroxytoluene (BHT) memperlambat terjadinya ketengikan yang disebabkan oleh oksidasi dalam margarin, pemendekan, dan berbagai jenis makanan yang terdiri dari lemak dan minyak. Pengawet dapat menjadi reaktif terhadap tubuh (Lei & Sun, 2019). Ini dapat menyebabkan reaksi terhadap orang yang sensitif seperti alergi kulit termasuk gatal dan ruam, kesulitan bernapas, bersin, dll. Meskipun beberapa dari zat ini tidak berbahaya bila digunakan dalam jumlah kecil (misalnya, jumlah yang diizinkan), penggunaan zat lain bukan tanpa risiko bagi kesehatan manusia. Di antara sejumlah besar efek samping, ruam dan gatal pada kulit, kesulitan bernapas, bersin atau gangguan pencernaan dapat ditemukan (Mousumi Sen, 2022)

Pengawasan zat aditif dilakukan oleh Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan yang diatur dalam Peraturan nomor 36 Tahun 2013 tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pengawet (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 800) (BPOM RI, 2019)

4.2.1 Klasifikasi Pengawet Kimia

Banyak bahan kimia yang digunakan sebagai pengawet kimia dan ditambahkan ke dalam makanan. Menurut *Food Safety and Standards Authority of India* (FSSAI), bahan pengawet kimia diklasifikasikan menjadi dua kelas: Kelas 1: Ini adalah bahan pengawet yang biasanya dapat kita temukan di rumah kita di dapur. Mereka adalah pengawet yang berasal dari alam. Sifatnya tidak berbahaya bagi tubuh kita. Contoh: garam biasa, gula,

rempah-rempah, cuka, minyak sayur, madu, dan asap kayu. Kelas 2: Ini adalah pengawet buatan manusia yang disiapkan secara kimiawi. Ada lebih banyak kemungkinan mereka dapat bereaksi dengan tubuh dan menyebabkan efek berbahaya bagi tubuh. Contoh: kalsium atau natrium propionat, asam sorbat atau natrium kalium dan garam kalsiumnya, dan zat asidulan(FSSAI, 2011).

4.2.2 Jenis Pengawet Kimia

Pengawet ini digunakan dalam makanan baik sebagai aditif langsung atau dikembangkan sendiri selama proses seperti fermentasi atau dekomposisi. Beberapa pengawet tertentu yang bisa digunakan tertera dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1. Jenis Pengawet Kimia

No.	Bentuk Dasar	Bentuk garam	INS
1	Asam sorbat (<i>Sorbic acid</i>)	Asam sorbat (<i>Sorbic acid</i>)	200
		Natrium sorbat (<i>Sodium sorbate</i>)	201
		Kalium sorbat (<i>Potassium sorbate</i>)	202
		Kalsium sorbat (<i>Calcium sorbate</i>)	203
2	Asam Benzoat (<i>Benzoic acid</i>)	Asam benzoat (<i>Benzoic acid</i>)	210
		Natrium benzoat (<i>Sodium benzoate</i>)	211
		Kalium benzoat (<i>Potassium benzoate</i>)	212
		Kalsium benzoat (<i>Calcium benzoate</i>)	213
		Etil para-hidroksibenzoat (<i>Ethyl para-hydroxybenzoate</i>)	214

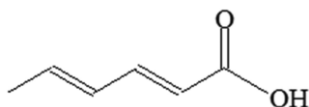
No.	Bentuk Dasar	Bentuk garam	INS
		Metil para-hidroksibenzoat (<i>Methyl para hydroxybenzoate</i>)	218
3	Sulfit (<i>Sulphites</i>)	Belerang dioksida (<i>Sulphur dioxide</i>)	220
		Natrium sulfit (<i>Sodium sulphite</i>)	221
		Natrium bisulfit (<i>Sodium bisulphate</i>)	222
		Natrium metabisulfit (<i>Sodium metabisulphite</i>)	223
		Kalium metabisulfit (<i>Potassium metabisulphite</i>)	224
		Kalium sulfit (<i>Potassium sulphite</i>)	225
		Kalsium bisulfit (<i>Calcium bisulphite</i>)	227
		Kalium bisulfit (<i>Potassium bisulphite</i>)	228
4	Nisin (<i>Nisin</i>)	Nisin (<i>Nisin</i>)	234
		Natamisin (<i>Natamycin</i>)	235
5	Nitrit (<i>Nitrites</i>)	Kalium nitrit (<i>Potassium nitrite</i>)	249
		Natrium nitrit (<i>Sodium nitrite</i>)	250
6	Nitrat (<i>Nitrates</i>)	Natrium nitrat (<i>Sodium nitrate</i>)	251
		Kalium nitrat (<i>Potassium nitrate</i>)	252
7	Asam propionat dan garamnya (<i>Propionic acid and its salts</i>):	Asam propionat (<i>Propionic acid</i>)	280
		Natrium propionate (<i>Sodium propionate</i>)	281
		Kalsium propionate (<i>Calcium propionate</i>)	282
		Kalium propionate (<i>Potassium propionate</i>)	283
8	Lisozim hidroklorida	Lisozim hidroklorida (<i>Lysozyme hydrochloride</i>)	1105

No.	Bentuk Dasar	Bentuk garam	INS
	(<i>Lysozyme hydrochloride</i>)		

Sumber (BPOM RI, 2019).

4.2.2.1 Asam Sorbat

Asam sorbat dan garam kalium, kalsium, atau natriumnya secara kolektif dikenal sebagai sorbat. Asam sorbat pertama kali diisolasi pada tahun 1859 oleh A. W. Hoffman, seorang ahli kimia Jerman, dari buah beri dari pohon abu gunung (rowanberry). Pada tahun 1940 ditemukan bahwa daya pengawet antimikroba dari asam sorbat. Asam sorbat dikenal sebagai agen fungistatik yang efektif untuk makanan sebagai penghambat pertumbuhan jamur yang efektif, termasuk yang menghasilkan mikotoksin, dan bakteri tertentu. Asam sorbat (pKa 4,75) adalah trans-trans, asam lemak monokarboksilat tak jenuh ($\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOH}$), yang sedikit larut dalam air (0,15 g/100mL pada 20°C). Garam kalium dari asam sorbat sangat larut dalam air (58,2 g/100 mL pada 20°C) (Branen, 2002).



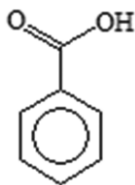
Gambar 4.1. Struktur Asam Sorbat

Sorbat memiliki beberapa keunggulan sebagai bahan pengawet pada makanan. Misalnya, meskipun awalnya dianggap hanya memiliki aktivitas antimycotic, sekarang diketahui juga menghambat bakteri. Konsentrasi efektif biasanya tidak mengubah rasa atau bau produk, dan selain itu, ia memiliki aktivitas lebih baik pada nilai asam yang lebih rendah (>pH 6,0) daripada propionat atau benzoat. Sorbat dianggap tidak berbahaya: setelah pengujian toksikologi menyeluruh, umumnya direkomendasikan sebagai status aman. Asupan hariannya yang

dapat diterima sebesar 25 mg/kg berat badan lebih tinggi daripada pengawet lainnya, dengan dosis mematikan median (LD50) 10 g/kg. Metabolisme sorbat dalam tubuh adalah dengan β -oksidasi (seperti asam lemak lainnya), membentuk CO₂ dan air serta memiliki waktu paruh dalam tubuh 40-110 menit. Namun, sebuah studi terbaru yang banyak dipublikasikan dari University of Southampton menghubungkan sorbat, bila digunakan dengan bahan tambahan makanan lainnya akan memicu hiperaktif pada anak-anak (Thomas & Delves-Broughton, 2014).

4.2.2.2 Asam Benzoat dan Benzoat

Asam benzoat adalah salah satu pengawet kimia pertama yang diizinkan oleh IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemists*), (Ogbadu, 2014). Natrium benzoat adalah garam dari asam benzoat, yang digunakan sebagai pengawet penting dalam industri makanan terhadap bakteri, jamur dan ragi dengan pH alami 4,5. Juga, zat ini dapat digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik (Shahmohammadi et al., 2016).



Gambar 4.2. Struktur Asam Benzoat

Penggunaan utama asam benzoat dan natrium benzoat adalah sebagai agen antimikotik. Kebanyakan khamir dan kapang dihambat oleh 20–2000 μ g asam benzoat per mL pada pH 5.0. Sementara beberapa bakteri yang terkait dengan keracunan makanan dihambat oleh 1000-2000 μ g/mL asam tak terdisosiasi, pengendalian banyak bakteri pembusuk membutuhkan konsentrasi yang jauh lebih tinggi. Benzoat paling efektif pada pH

2,5-4,0 dan secara signifikan kehilangan efektivitas pada pH 4,5 (Branen, 2002).

Garam logam alkali dari asam benzoat (Tabel 1), khususnya natrium benzoat (INS211), kalium benzoat (INS212) dan kalsium benzoat (INS213), biasanya digunakan sebagai pengawet untuk jus buah dan minuman ringan, karena asam benzoat sulit larut dalam air. Berbagai p-hidroksibenzoat (INS214 dan INS218) juga digunakan (Silva & Lidon, 2016)

Asupan makanan asam benzoat oleh manusia disebabkan karena mengkonsumsi minuman ringan berkarbonasi dan minuman beraroma berbahan dasar air merupakan salah satu sumber utama bahan pengawet ini. Selain minuman ringan, kecap merupakan sumber penting lainnya di negara-negara Asia, yang merupakan bagian umum dari menu mereka. Dalam peraturan BPOM No. 11 tahun 2019 batas asam benzoat yang diperbolehkan dalam makanan bervariasi sesuai dengan jenis makanannya. Namun asupan asam benzoat *Acceptable Daily Intake* (ADI) adalah 0-5 mg/kg berat badan.

4.2.2.3 Sulfit

Sulfit atau garam sulfit mengacu pada natrium hidrogen sulfit, natrium metabisulfit, kalium metabisulfit, kalsium sulfit, kalsium hidrogen sulfit, dan kalium hidrogen sulfit. Sebagai bahan tambahan makanan, pengawet ini banyak digunakan oleh industri makanan dengan berbagai kegunaan komersial dalam makanan dan minuman. Sulfit adalah zat pemutih yang efektif, sebagai antimikroba, pengikat oksigen, zat pereduksi, dan penghambat enzim. Anggur, bir, buah dan sayuran kering, selai, jus, gula, kentang olahan, makanan laut, daging, dan produk panggang adalah beberapa kategori makanan yang ditambahkan sulfit. Penggunaan Sulfit dan turunannya telah diteliti dalam berbagai masalah terkait kesehatan. Reaksi asma dan beberapa

konsekuensi antinutrisi seperti degradasi tiamin (vitamin B1) adalah reaksi merugikan yang terkait dengan sulfat. Di banyak negara, sulfat telah diatur. Sulfat umumnya diakui aman di AS dengan beberapa pengecualian saat digunakan dalam buah dan sayuran mentah. Di Uni Eropa sulfat juga dikontrol, dan jumlah yang diizinkan bervariasi menurut produk makanan (Garcia-Fuentes et al., 2015). Dalam peraturan BPOM RI No. 11 tahun 2019 batas sulfat dan beberapa turunannya yang diperbolehkan dalam makanan bervariasi sesuai dengan jenis makanannya. Namun asupan sulfat *Acceptable Daily Intake* (ADI) adalah 0-0.7 mg/kg berat badan.

Paparan makanan terhadap sulfat pada orang Indonesia menunjukkan rerata total konsumsi makanan yang mengandung sulfat tertinggi terdapat pada kelompok umur 5-12 tahun dan penggunaan sulfat tertinggi pada semua konsentrasi terjadi pada kelompok umur 0-59 bulan. Kategori makanan yang memberikan kontribusi paparan tertinggi pada semua kelompok umur adalah bumbu dan penyedap, cuka, pencampur untuk sup dan kaldu, dan saus kedelai lainnya (Fanaike et al., 2019)

Toksistas sulfat dalam dosis yang kecil, dapat dihilangkan dalam urin (sebagai sulfat). Namun, sulfur dioksida dapat merusak tiamin yang dapat dinyatakan bahwa penggunaan aditif ini dapat menyebabkan hilangnya vitamin B1. Reaksi alergi pada individu sensitif (yaitu, asma, sakit kepala, perut atau iritasi kulit, eksim, mual, diare). Sulfat juga merupakan mutagen bagi beberapa bakteri, namun efek mutageniknya pada manusia masih dalam pembahasan. Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa aditif ini memiliki beberapa aktivitas estrogenik (Lidon dan Silvestre, 2010).

4.2.2.4 Nisin

Nisin termasuk dalam kelas bakteriosin. Nisin adalah polipeptida alami yang diperoleh dari beberapa strain *Lactococcus lactis*, yang menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap bakteri gram positif, dengan aktivitas antimikroba yang rendah atau tidak ada terhadap bakteri gram negatif, ragi atau kapang. Hal ini banyak digunakan sebagai pengawet makanan yang diakui aman dan disetujui oleh Uni Eropa dan FDA. Tingkat maksimum nisin (INS234) dalam daftar bahan tambahan makanan) yang diizinkan dalam makanan adalah sebagai berikut: 10 mg/kg dalam krim dan keju mentah ; 12,5 mg/kg dalam keju matang, keju olahan, dan produk keju; 6,25 mg/L atau mg/kg dalam telur olahan dan produk telur, dan 3 mg/L atau mg/kg dalam makanan penutup. Namun, pada tahun 2017, Panel *The European Food Safety Authority* (EFSA) tentang Bahan Tambahan Makanan dan Sumber Gizi yang ditambahkan ke Makanan mengusulkan perpanjangan penggunaan nisin sebagai bahan tambahan makanan pada keju mentah hingga tingkat maksimum 12 mg/kg dan pada produk daging yang diberi perlakuan panas hingga tingkat maksimum 25 mg/kg, menyimpulkan bahwa tingkat ini tidak aman (Popa et al., 2022).

4.2.2.5 Nitrit dan Nitrat

Kalium nitrit (KNO_2) INS 249, natrium nitrit (NaNO_2) INS250, serta natrium nitrat (NaNO_3) INS251 dan kalium nitrat (KNO_3), banyak digunakan sebagai pengawet (Tabel 5.1) dan fiksatif warna dalam industri makanan agro yang berhubungan dengan produk daging, seperti ham, sosis, bacon dll. Nitrit sering juga ditambahkan ke dalam campuran untuk dimasukkan selama pengawetan daging, untuk mendapatkan warna khas daging yang diawetkan (yaitu ham dan sosis). Zat anorganik ini berasal dari

sintetis, tetapi juga ada di alam sebagai mineral (Silva & Lidon, 2016).

Konsekuensi dari asupan harian yang tinggi dari senyawa ini, dan perannya sebagai prekursor senyawa nitrosamin, telah terbukti melalui penelitian. Penyakit terpenting pada manusia dan ternak yang terkait dengan efek nitrit dalam air atau makanan adalah methemoglobinemia. Anak-anak, wanita hamil, penderita gastritis, dan orang yang secara kongenital kekurangan methemoglobin reduktase berisiko terkena penyakit ini bila terpapar nitrat dan nitrit. Konsekuensi penggunaan nitrat dan nitrit dalam makanan meliputi peningkatan risiko gastroenteritis pada orang dewasa dan methemoglobinemia pada anak-anak. Saat ini, secara umum diakui bahwa air minum, sayuran, dan bahan makanan lainnya adalah sumber utama nitrat dan nitrit, dan toksisitas senyawa ini memerlukan sistem pemantauan berkelanjutan untuk semua sumber makanan (Chamandoost et al., n.d.)

4.2.2.6 Asam Propionat

Aktivitas propionat sebagai pengawet tergantung pada pH zat yang akan diawetkan. Dalam studi awal, menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam adonan roti yang menyebabkan pembentukan serat, bakteri *Bacillus subtilis* (mesentericus), dihambat pada 0,19% pada pH 5,8 dan 0,16% pada pH 5,6. Dalam penelitian serupa, strain lain dari *Bacillus subtilis* dihambat oleh propionat pada pH 6,0. Propionat (0,1–5,0%) telah ditemukan menghambat pertumbuhan *S. aureus*, *Sarcina lutea*, *Proteus vulgaris*, *Lactobacillus plantarum*, *Torula* (Candida), dan *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* hingga 5 hari. Konsentrasi penghambatan minimum asam propionat tak terdisosiasi terhadap tiga spesies *Bacillus*, *E. coli*, dan

Staphylococcus aureus berkisar antara 0,13% hingga 0,52% dan untuk ragi *Candida albicans*, 0,29% (Branen, 2002).

4.2.3 Pengawet Alami

Sejak zaman kuno, garam dan gula digunakan sebagai bahan pengawet kimia. Mereka adalah bagian rutin dari makanan kita. Garam menyebabkan dehidrasi makanan dengan mengeringkan air dan mengikat jaringan makanan. Ini juga mengionisasi menghasilkan ion klorin dan mengganggu aksi enzim proteolitik yang berbahaya bagi mikroorganisme. Demikian pula, gula juga merupakan bagian dari makanan rutin kita. Ini juga menghasilkan kondisi tekanan osmotik tinggi yang tidak menguntungkan. Pengawet alami adalah bagian dari metode kuno untuk menyelamatkan makanan dari pembusukan. Ini menunda pertumbuhan zat yang tidak diinginkan seperti bakteri dalam makanan untuk beberapa waktu. Mereka memiliki sifat yang berbeda seperti antioksidan, antijamur, dan antimikroba yang membantu dalam penundaan dan pencegahan pertumbuhan zat yang tidak diinginkan.

4.3 Pelapis

Pelapis (*Glazing agent*) adalah BTP untuk melapisi permukaan Pangan sehingga memberikan efek perlindungan dan/atau penampakan mengkilap. Agen pelapis makanan adalah aditif yang juga dikenal sebagai agen pemoles. Ketika mereka diterapkan pada bahan makanan, itu memberikan lapisan pelindung dan mengkilap pada buah-buahan, roti, dan barang-barang panganan. Aditif ini dibuat dari sumber alami atau sintetis. Golongan pelapis yang umum adalah lilin lebah, lac, minyak mineral, dll.

4.3.1 Jenis Pelapis Alami

Tabel 4.2. Jenis Pelapis Alami

No.	Jenis Pelamis Alami	INS
1	Malam (<i>Beeswax</i>)	901
2	Lilin kandelila (<i>Candelilla wax</i>)	902
3	Lilin karnauba (<i>Carnauba wax</i>)	903
4	Syelak (<i>Shellac</i>)	904
5	Lilin mikrokristalin (<i>Microcrystalline wax</i>)	905c(i)
6	Pullulan (<i>Pullulan</i>)	1204

Sumber : (BPOM RI, 2019)

4.3.1.1 Malam (*Beeswax*)

Beeswax adalah bahan tambahan makanan resmi di Uni Eropa, diizinkan sebagai agen pelapis pada kembang gula (tidak termasuk cokelat), makanan ringan, kacang-kacangan dan biji kopi dan hanya untuk pemberian permukaan buah-buahan tertentu (segar). buah jeruk, melon, apel, pir, persik dan nanas). Itu juga diizinkan dalam suplemen makanan dan sebagai pemberi warna. Lilin lebah adalah campuran kompleks monoester linier dan kompleks jenuh dan tak jenuh, hidrokarbon, asam lemak bebas, alkohol lemak bebas, dan zat minor lainnya yang diproduksi oleh lebah madu(Wilmart et al., 2016).

Contoh pelapis alami yang digunakan dalam industri makanan adalah lilin lebah. lilin lebah memiliki rumus kimia $C_{15}H_{31}COOC_3OH_{61}$ dan merupakan produk lilin alami dari lebah madu (terutama dari genus *Apis*). Komposisi lilin lebah terutama meliputi ester asam lemak dan beberapa alkohol rantai panjang. Bahan ester utama lilin lebah dibentuk oleh palmitat, palmitoleat dan hidroksipalmitat serta ester oleat rantai panjang. Lilin lebah

banyak digunakan dalam industri makanan sebagai pelapis makanan (misalnya keju) (Msagati, 2012).

4.3.1.2 Lilin kandelila (*Candelilla wax*)

Lilin kandelila (*Candelilla wax*) adalah lilin yang diperoleh dari daun semak kecil asli Meksiko utara dan Amerika Serikat barat daya, *Euphorbia cerifera* dan *Euphorbia antisiphilitica*, dari famili *Euphorbiaceae*. Lilin kandelila adalah aditif makanan yang diakui secara global yang disetujui oleh FDA, digunakan terutama sebagai agen pelapis dan pengikat untuk permen karet. Ini juga digunakan dalam pembuatan lip balm dan lotion bar, dan dalam industri cat untuk membuat pernis. Selain itu, Lilin kandelila dapat digunakan sebagai pengganti carnauba wax dan beeswax dalam sistem pangan yang berbeda (Toro-Vazquez et al., 2011)

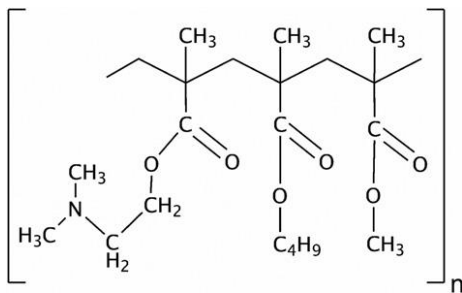
4.3.1.3 Lilin karnauba (*Carnauba wax*)

Lilin Carnauba adalah lilin "sayur" alami yang berasal dari daun pohon palem carnauba (*Copernicia prunifera*) keluarga *Arecaceae*, tanaman Brasil yang ditemukan secara eksklusif di iklim gersang di timur laut Caatingas. Carnauba wax banyak digunakan di sektor kimia, farmasi, makanan, kosmetik, komputer, dan otomotif karena sifat antioksidan, fotoprotektif, dan stabilnya karena sifat lipofilik dan nonpolarnya (Junio et al., 2022)

Lilin Carnauba Ini tidak larut dalam air dan terdiri dari ester alifatik seperti hidroksisinamat, yang diperoleh melalui reaksi asam hidroksikarboksilat atau asam metoksisinamat dengan alkohol asam lemak. Lilin Carnauba biasanya digunakan sebagai pelapis permen, permen karet dan produk makanan lainnya, dan juga digunakan sebagai bahan tambahan makanan untuk keperluan anticaking dan sebagai pelumas (Msagati, 2012)

4.3.2 Pelapis Makanan Komersial/Sintetik

Pelapis makanan sintetik yang saat ini digunakan dalam industri makanan salah satu contohnya yaitu Copolimer casic metacrylate (Gambar 4.3). Nomenklatur *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) adalah poli(butylmetakrilatko-(2-dimetilaminoetil)metakrilat ko-metil metakrilat), di mana ketiga monomernya ada dalam rasio 1:2:1. Kopolimer metakrilat dasar adalah kopolimer kationik yang terdiri dari dimetilaminoetil metakrilat, ester metakrilat, butil metakrilat, dan metil metakrilat. Kopolimer metakrilat dasar biasanya merupakan polimerisasi massal yang disintesis, di mana rantai polimer meningkat melalui polimerisasi radikal monomer, yang terjadi pada suhu tinggi. Kopolimer metakrilat dasar digunakan sebagai agen pelapis atau golongan pelapis yang sebagian besar digunakan dalam suplemen makanan padat, dan telah terbukti aman untuk dikonsumsi manusia (Eisele et al., 2011).



Gambar 4.3. Struktur Dasar Copolimer Metakrilat
Sumber: (Eisele et al., 2011)

DAFTAR PUSTAKA

- BPOM RI. (2019). *BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN REPUBLIK INDONESIA*.
- Branen, A. L. (2002). *Food additives*. Marcel Dekker.
- Chamandoost, S., Moradi, M. F., & Hosseini, M.-J. (n.d.). *A Review of Nitrate and Nitrite Toxicity in Foods*.
- Eisele, J., Haynes, G., & Rosamilia, T. (2011). Characterisation and toxicological behaviour of Basic Methacrylate Copolymer for GRAS evaluation. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 61(1), 32–43.
<https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2011.05.012>
- Fanaike, R., Andarwulan, N., Prangdimurti, E., Indrotristanto, N., & Puspitasari, R. (2019). Dietary exposure to sulfites in Indonesians. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 28(1), 122–130.
[https://doi.org/10.6133/apjcn.201903_28\(1\).0017](https://doi.org/10.6133/apjcn.201903_28(1).0017)
- FSSAI. (2011). *MINISTRY OF HEALTH AND FAMILY WELFARE (Food Safety and Standards Authority of India)*.
- Garcia-Fuentes, A., Wirtz, S., Vos, E., & Verhagen, H. (2015). Short Review of Sulphites as Food Additives. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 5(2), 113–120.
<https://doi.org/10.9734/ejnfs/2015/11557>
- Junio, E. J. M. R., Stephen, J. R. V., Muthuvel, M., Roy, A., Rodrigue, P. de A., Mendonça Filho, M. J. A. de, Araújo Teixeira, R., Barbosa, A. de P., & Benjamin, S. R. (2022). *Chemistry, Biological Activities, and Uses of Carnauba Wax* (pp. 1–23).
https://doi.org/10.1007/978-3-030-76523-1_37-1

- Lei, T., & Sun, D. W. (2019). Developments of nondestructive techniques for evaluating quality attributes of cheeses: A review. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 88, pp. 527–542). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.013>
- Mousumi Sen. (2022). *Food Chemistry*.
- Msagati, T. A. M. (2012). *The chemistry of food additives and preservatives*. Wiley-Blackwell.
- Ogbadu, L. J. (2014). Preservatives: Permitted Preservatives - Benzoic Acid. In *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition* (pp. 76–81). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00265-2>
- Popa, E. E., Miteluț, A. C., Râpă, M., Popescu, P. A., Drăghici, M. C., Geicu-Cristea, M., & Popa, M. E. (2022). Antimicrobial Active Packaging Containing Nisin for Preservation of Products of Animal Origin: An Overview. In *Foods* (Vol. 11, Issue 23). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods11233820>
- Shahmohammadi, M., Javadi, M., & Nassiri-Asl, M. (2016). An Overview on the Effects of Sodium Benzoate as a Preservative in Food Products. *Biotechnology and Health Sciences*, 3(3). <https://doi.org/10.17795/bhs-35084>
- Silva, M. M., & Lidon, F. C. (2016). Food preservatives - An overview on applications and side effects. In *Emirates Journal of Food and Agriculture* (Vol. 28, Issue 6, pp. 366–373). United Arab Emirates University. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-04-351>

- Thomas, L. V., & Delves-Broughton, J. (2014). Preservatives: Permitted Preservatives - Sorbic Acid. In *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition* (pp. 102–107). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00268-8>
- Toro-Vazquez, J. F., Charó-Alonso, M. A., Pérez-Martínez, J. D., & Morales-Rueda, J. A. (2011). Candelilla Wax as an Organogelator for Vegetable Oils-An Alternative to Develop Trans-free Products for the Food Industry. In *Edible Oleogels: Structure and Health Implications* (pp. 119–148). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-1-8.50009-7>
- Wilmart, O., Legrève, A., Scippo, M. L., Reybroeck, W., Urbain, B., De Graaf, D. C., Steurbaut, W., Delahaut, P., Gustin, P., Nguyen, B. K., & Saegerman, C. (2016). Residues in Beeswax: A Health Risk for the Consumer of Honey and Beeswax? *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(44), 8425–8434. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02813>

BAB 5

PERISA DAN PENGUAT RASA

Oleh Nurlela

5.1 Perisa (Flavouring)

Perisa atau *Flavouring* adalah bahan penambah rasa yang Preparat konsentrat yang dihasilkan dengan atau tanpa tambahan perisa (*flavouring adjunct*) digunakan untuk memberikan cita rasa, kecuali manis asam dan asin, (Subiyono, 2018). Perisa/ Flavouring termasuk kategori (BTP) Bahan Tambahan Pangan yang banyak digunakan. BTP merupakan bahan tambahan yang dimasukkan pada makanan guna memengaruhi karakteristik atau bentuk makanan, (Presiana, 2020)



Gambar 5.1. Macam-macam Perisa

(Sumber: Foodreview Indonesia edisi Maret 2019: Savor the flavor.)

Perisa terbentuk dari perpaduan kesan berbagai rasa didapat dari bahan pangan dipakai. Pembuatan Perisa serbuk memerlukan senyawa koordinasi/senyawa kompleks seperti Zat-zat yang mudah menguap dan tidak mudah menguap yang terdiri dari asam amino glutamat berfungsi Untuk memberikan cita rasa yang lezat, (L. Umah, T.Winarni .A, 2021). Kualitas dari cita rasa pada bubuk ekstrak kepala udang vanamei bisa ditingkatkan dengan menambahkan glutamat asam amino bebas ke dalam produk.

Perisa pada makanan umumnya dimanfaatkan untuk mengubah aroma alami produk makanan atau menciptakan aroma untuk produk makanan yang memiliki rasa yang tidak diinginkan/dikehendaki. Gula dan natrium klorida merupakan contoh aroma alami yang paling banyak digunakan untuk menambahkan atau memberikan rasa manis dan asin pada hidangan.

Perisa bukan hanya berperan untuk meningkatkan cita rasa, melainkan juga pemberi aroma atau keharuman pada makanan atau minuman. Beberapa tujuan penggunaan perisa diantaranya mempertinggi minat produk pangan, menjaga konsistensi rasa produk akhir, memperkuat rasa berkurang, mengganti rasa berkurang dalam proses produksi, menutupi karakteristik yang tidak diinginkan, dan mempertinggi etika ekonomi bahan

5.1.1 Jenis-Jenis Perisa Pangan

Menurut peraturan yang berlaku di banyak negara, termasuk Indonesia, perisa terdiri dari tiga jenis:

1. Perisa Alami (natural flavors)

Berasal dari bahan Flora atau Fauna berdasarkan sifat fisika misalnya mengekstraksi secara alamia, secara

mikrobiologis atau enzimatik. Bahan-bahan dengan rasa alami termasuk minyak pati, oleoresin, esen atau ekstrak, hidrolisa hasil penyulingan protein, pemanasan serta pemecahan enzim. Pakar wewangian akan menggunakan bahan alami guna menciptakan aroma alami. Contoh Pisang Ambon adalah jenis pisang yang sangat populer di Indonesiadan merupakan penyedap alami pisang Ambon sebagai perisa alami dalam penambahan pembuatan yogurt, (Zulaikhah and Fitria, 2020)

2. Perisa identik alami (nature-identical flavors)

Berasal dari hewan dan tumbuh-tumbuhan dengan sifat kimia di mana ahli perisa akan menggunakan bahan kimia sintetis untuk menghasilkan rasa yang sama secara alami, yang mengandung bahan kimia sintetis selain bahan kimia alami.

3. Perisa artifisial (artificial flavors)

Diproduksi dengan mencampurkan beberapa bahan kimia sintetis untuk menciptakan seperti yang terdapat di alam. Walaupun komposisi kimiawi dalam perisa buatan tidak sama, tapi sifat sensorisnya sama dengan perisa alami. Perisa animasi dan perisa foto termasuk kedalam perisa buatan.

Saat ini masih sedikit perisa alami yang memiliki cita rasa dan aroma seafood. Oleh karena itu, penggunaan serbuk perisa alami yang berasal dari limbah pengolahan daging rajungan dapat menjadi alternatif yang potensial untuk meningkatkan cita rasa makanan seperti masakan dan camilan.(Hermansyah, Mulyadi and Alami, 2012).

Tambahan lagi, perisa alami yaitu perisa pangan yang lebih aman karena terbuat dari bahan-bahan alami dibandingkan dengan penggunaan bahan perisa buatan.

5.1.2 Macam-Macam Proses Pembuatan Perisa

(Presiana, 2020)

1. Perisa Asap

Dihasilkan dari kondensasi dan fraksinasi spesies berdaun lebar seperti serbuk gergaji kerang, dan tanaman berkayu dengan pembakaran terkendali, penyulingan kering dan perlakuan uap untuk menghasilkan aroma yang diinginkan.

Contoh:

- Senyawa penanda benzo[a]pirena.
- Benzo[a]pyrene dalam makanan = 0.03 mcg/kg
- Kecuali jika makanan tersebut diatur oleh peraturan kontaminan

2. Perisa Hasil Proses Panas

Dihasilkan dari substansi dengan kata lain kombinasi substansi makanan, atau yang secara alami terdapat pada makanan atau diizinkan untuk digunakan pada peroses perasa dengan perlakuan panas.

Contoh:

- Senyawa penanda 3-monokloropropana-1,2-diol(3-MCPD)
- Nilai batas atas untuk 3-monokloropropana-1,2-diol sesuai dengan ketentuan batas atas spolutan

Beberapa contoh dari bahan tambahan yang digunakan untuk meningkatkan rasa dan aroma (perisa) termasuk dalam kelompok ester contohnya Isoamil asetat (rasa pisang), isoamil valerat (rasa apel), butil butirat (rasa nanas), dan isobutil propionat (rasa anggur) digunakan dalam minuman ringan, (Amir, Amida and Nurhamidah, 2021)

Di Amerika dan Eropa, terdapat dua jenis rasa yakni rasa organik dan rasa sintetis. Rasa organik juga termasuk dalam kategori rasa sintetis. Aditif rasa merupakan bahan tambahan yang dibutuhkan untuk menciptakan, melarutkan, mencairkan, menyimpan, dan menggunakan rasa tersebut.

Di Indonesia, campuran Bahan Tambahan Pangan (BTP) adalah gabungan dari beberapa BTP dan belum ada peraturan khusus mengenai jenis-jenis BTP yang dapat dicampurkan. Di tahun 2015, hasil sidang ke-47 Codex Committee on Food Additives (CCFA) menjelaskan bahwa bahan tambahan pangan sekunder adalah bahan tambahan pangan yang ditambahkan pada proses pembuatan formulasi bahan tambahan pangan, enzim, serta perisa.

Bahan tambahan pangan sekunder berperan secara teknis sebagai pengawet, zat pengemulsi, serta pelarut untuk enzim, perisa, dan bahan tambahan pangan lainnya. Namun, (BTP) sekunder tidak memiliki peran secara teknis pada produk akhir pangan. Bahan-bahan pembantu proses tidak termasuk dalam kategori bahan tambahan pangan sekunder, (Sari, Andarwulan and Fardiaz, 2019)

5.2 Penguat Rasa (*Flavour enhancer*)

Penguat Rasa adalah salah satu Bahan Tambahan pada Pangan (BTP) bermanfaat sebagai pelengkap. Penguat rasa terdiri dari 2 bagian yaitu:

1. Penguat Rasa Alami

Penguat rasa alami diperoleh dari proses alami yang tidak berbahaya bagi kesehatan. Contohnya:

Proses hidrolisis protein dari ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyedap dalam masakan

alami. Hidrolisat protein ikan yang dihasilkan dapat digunakan untuk meningkatkan rasa makanan dan dapat menjadi alternatif yang lebih sehat daripada MSG. Proses hidrolisis protein ikan melibatkan pemecahan ikatan peptida dalam struktur protein diubah menjadi ikatan yang lebih sederhana dengan memanfaatkan enzim, asam, atau basa. Metode hidrolisis enzimatis dengan enzim bromelin berasal dari nanas atau papain dari pepaya, adalah cara yang aman untuk menghasilkan hidrolisis protein daging ikan. Hidrolisis protein daging ikan yang diperoleh mengandung peptida kecil, dengan 2-20 asam amino yang dapat digunakan sebagai bahan penyedap masakan. (Fitriyani, Deviarni and ..., 2021)

Selain menjadi sumber protein, karbohidrat, serat, vitamin dan mineral yang kaya, Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) juga memiliki kandungan asam glutamat yang sangat banyak. Kandungan asam glutamat dalam jamur tiram mencapai 53,3 g/100 g bahan kering, (Kadaryati, Afriani and Yolin, 2022)

Penyedap rasa alami yang terbuat dari jamur shiitake, hidrolisis ikan kembung dan hidrolisis dari ampas tahu, (Ghassani *et al.*, 2022)

Kepala Udang dan daun murbei terbukti terkandung vitamin B1, asam askorbat, provitamin D, karotenoid dan asam folat. Kandungan protein daun murbei terdiri dari 15 jenis asam amino, di mana asam glutamat adalah yang paling banyak 0,64% pada daun muda yang dikeringkan, dan kandungan ini meningkat menjadi 0,75% pada daun murbei. Mengingat potensi ini, daun murbei diolah menjadi hidrolisat protein untuk produk penyedap rasa alami, (A. Rosida.F, 2022)

Pemanfaatan hasil perikanan (daging ikan) yang lezat dan aromatik dan mengembangkan menjadi rempah-rempah olahan untuk membumbui hidangan (Teni Novianti, 2021). Jamur dengan kadar senyawa glutamat yang tinggi adalah jamur shitake.

Kedelai juga sangat tinggi asam glutamat, biji-bijian yang sangat tinggi proteinnya sehingga ahli gizi di seluruh dunia mengklasifikasikannya sebagai salah satu dari lima sumber protein selama daging, ikan, telur, susu dan kedelai mengandung berbagai zat yang baik untuk manusia (Maulana and Artahsasta, 2020)

Contoh lain dari penguat rasa alami yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari:

- a. garam
- b. lada
- c. pala
- d. vanili
- e. daun jeruk

2. Penguat Rasa Sistetis

Perisa buatan adalah perisa yang terbuat dari senyawa kimia, sedangkan perisa alami tidak ada.

Perisa makanan ini biasanya diproduksi dari bahan alami, minyak mentah atau tar batubara, dengan destilasi fraksionasi atau manipulasi kimia tambahan



Gambar 5.2. MSG atau *monosodium glutamate*
(Sumber Nabila Viera Yovita, 2022)

Senyawa sintetis yang berasal dari bahan atau bahan kimia yang dibuat menyerupai penyedap rasa alami adalah (MSG) *monosodium glutamat*. MSG merupakan bagian dari penyedap rasa sintetis yang paling umum digunakan oleh sebagian masyarakat untuk menyedapkan masakan agar tercipta rasa gurih dan asli (Teni Novianti, 2021). MSG adalah satu bahan tambahan makanan yang dimanfaatkan untuk memperbaiki rasa masakan menjadi lebih lezat, (Sulastri, 2014)

Regulasi penggunaan MSG telah ditetapkan oleh BPOM melalui aturan Nomor 23 Tahun 2013 mengenai batas maksimum penggunaan bahan tambahan pangan sebagai penguat rasa. Pemanfaatan bahan tambahan ini aman selama masih mematuhi standar pemerintah. Namun, penyalahgunaan bahan tambahan buatan dalam jangka waktu yang lama dan frekuensi yang tinggi dapat berdampak buruk pada kesehatan di masa depan.

Sebagai bahan tambahan sintetis yang digunakan untuk meningkatkan rasa, MSG (Monosodium Glutamate) yang sering disebut dengan nama dagang vetsin adalah yang paling umum digunakan.

Contoh lain penyedap rasa buatan:

- a. Perisa buah jenis ester
- b. Perisa buatan vanili yang mengandung ethil vanilin
- c. Perisa buah amil asetat
- d. Perisa jeruk dengan kandungan terpenoid

5.3 Kesimpulan

Perisa dan penguat rasa merupakan bahan tambahan pangan. Pemanfaatan bahan tambahan pangan (BTP) yang sesuai dengan batasan aman yang ditetapkan akan memberikan manfaat teknologi bagi kualitas pangan. Akan tetapi, apabila pemanfaatan BTP tidak sesuai atau melebihi batas aman, dapat berdampak buruk terhadap kesehatan..

Pemanfaatan Bahan Tambahan Pangan wajib disesuaikan dengan jenis makanan yang dihasilkan dan tidak boleh melebihi batas maksimum penggunaan yang telah ditentukan. (Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 Pasal 75 (1); Peraturan Pemerintah No. 28 Tahun 2004 Pasal 12; Peraturan Menteri Kesehatan No. 033 Tahun 2012 Pasal 5 (2).

BTP yang diizinkan untuk digunakan dalam bahan pangan dan batasannya dapat dilihat pada Permenkes No. 033 tahun 2012 (Pasal 3, Pasal 4 (1), Lampiran 1)

Badan POM secara teratur dan aktif melakukan pendampingan dan pengenalan kepada pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), mengenai proses sertifikasi cara

produksi pangan olahan yang baik (CPPOB) dan pendaftaran pangan olahan, termasuk dimasa wabah pandemi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Rosida.F, S.W. (2022) 'KARAKTERISTIK PENYEDAP RASA DAUN MURBEI DAN KEPALA UDANG DENGAN HIDROLISIS ENZIMATIS MENGGUNAKAN PAPAIN DAN CALOTROPIN', *Jurnal AGRITEPA*, 7(June), pp. 1–5.
- Amir, H., Amida, N. and Nurhamidah, N. (2021) 'Sosialisasi Pengenalan Tentang Bahan Aditif Tambahan Pada Makanan Dan Minuman', *Andromeda: Jurnal Pengabdian Masyarakat Rafflesia*, 1(1), pp. 22–31. Available at: <https://doi.org/10.33369/andromeda.v1i1.19112>.
- Fitriyani, E., Deviarni, I.M. and ... (2021) 'Karakteristik Serbuk Hidrolisat Protein Ikan Toman (*Channa micropeltes*) Sebagai Penyedap Rasa Alami', *Jurnal Galung Tropika*, 10(2), pp. 249–260. Available at: <https://jurnalpertanianumpar.com/index.php/jgt/article/view/798>
- Ghassani, A.M. *et al.* (2022) 'Formulation of Flavor Enhancer from Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes*) with the Addition of Mackerel Fish (*Scomberomorus commerson*) and Dregs Tofu Hydrolysates', *Indonesian Journal of Chemical Science*, 11(3). Available at: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>.
- Hermansyah, R., Mulyadi, A.F. and Alami, P. (2012) 'Pembuatan Tepung Pewarna Alami dari Limbah Pengolahan Daging Rujungan (Kajian Konsentrasi Dekstrin, Suhu Pengeringan dan Analisis Biaya Produksi)', *Jurnal Industri*, 1(1), pp. 40–49. Available at: <https://industria.ub.ac.id/index.php/industri/article/view/99>.

- Kadaryati, S., Afriani, Y. and Yolin, J. (2022) 'Evaluasi Penggunaan Formula Bumbu Penyedap Berbasis Jamur Tiram pada Sistem Penyelenggaraan Makanan', *Jurnal Gizi*, 11(1). Available at:
<https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jgizi/article/download/9456/6184>.
- L. Umah, T.Winarni .A, A.S.F. (2021) 'KARAKTERISTIK PERISA BUBUK EKSTRAK KEPALA UDANG VANAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DENGAN PENAMBAHAN KONSENTRAT TOMAT (*Lycopersicum esculentum*) MENGGUNAKAN METODE FOAM MAT DRYING', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 3(1), pp. 50–57.
- Maulana, A. and Artahsasta, H.F. (2020) 'Pemanfaatan Kacang Kedelai Sebagai Pengganti Ayam Dalam Pembuatan Penyedap Rasa', *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 15(1), pp. 1–4.
- Presiana, D. (2020) 'Keamanan Pangan dan Bahan Tambahan Pangan (BTP)', *Disampaikan pada acara Pemberdayaan UMKM untuk Memenuhi Standar Keamanan Pangan dalam rangka Seri Webinar Pengabdian Kepada Masyarakat oleh Universitas Mulawarman*, 1, p. 44. Available at:
http://yin.thp.unmul.ac.id/thp/wpcontent/uploads/2020/08/Materi-Dr.-Deksa-Presiana-Apt.-M.Kes_.pdf.
- Sari, D.M., Andarwulan, N. and Fardiaz, D. (2019) 'Profil Komposisi BTP Campuran, Pelabelan, dan Penggunaannya pada Industri Rumah Tangga Pangan (IRTP) di DKI Jakarta', *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*, 6(1), pp. 38–45. Available at:
<https://doi.org/10.29244/jmpi.2019.6.38>.

- Subiyono, J. (2018) 'Bahan Tambahan Pangan dan Bahan Berbahaya Pada Pangan', *Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan Semarang*, pp. 41–43. Available at: <http://dishanpan.jatengprov.go.id/files/89595838BTPDANRESIDUPESTISIDA.pdf>.
- Sulastri, Ans. (2014) 'Analisis Kadar Monosodium Glutamat (MSG) pada Bumbu Mie Instan yang Diperjualbelikan di Koperasi Wisata Universitas Indonesia Timur', *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1), pp. 2071–2079.
- Teni Novianti (2021) 'Panelist's Level of Favor for Natural Non-MSG Flavor from Different Fish Meat', *Mangifera Edu*, 6(1), pp. 56–67. Available at: <https://doi.org/10.31943/mangiferaedu.v6i1.116>.
- Zulaikhah, S.R. and Fitria, R. (2020) 'Pengaruh Penambahan Sari Buah Pisang Ambon (*Musa paradisiaca*) sebagai Perisa Alami terhadap Warna, Total Padatan Terlarut dan Sifat Organoleptik Yogurt', *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(4), pp. 434–440. Available at: <https://doi.org/10.31186/jspi.id.15.4.434-440>.
- [https://imgcdn.medkomtek.com/HXtDQYQ9tCOqZFFEcYqQtrUdf4k=/730x411/smart/filters:quality\(75\):strip_icc\(\):format\(webp\)/article/i5PTE4VSD1Da1oUE0vepC/original/088432400_1614238432-penyedap-rasa-alami-untuk-gantikan-msg.jpg](https://imgcdn.medkomtek.com/HXtDQYQ9tCOqZFFEcYqQtrUdf4k=/730x411/smart/filters:quality(75):strip_icc():format(webp)/article/i5PTE4VSD1Da1oUE0vepC/original/088432400_1614238432-penyedap-rasa-alami-untuk-gantikan-msg.jpg)
- https://images.tokopedia.net/img/cache/900/product-1/2019/7/26/28311620/28311620_2efd41e6-7bcb-41dd-85cf-9935401a3983_2048_2048
- Nabila Viera Yovita**, 30 Mei 2022 [https://imgcdn.medkomtek.com/HXtDQYQ9tCOqZFFEcYqQtrUdf4k=/730x411/smart/filters:quality\(75\):strip_icc\(\):format\(webp\)/article/i5PTE4VSD1Da1oUE0vepC/original/088432400_1614238432-penyedap-rasa-alami-untuk-gantikan-msg.jpg](https://imgcdn.medkomtek.com/HXtDQYQ9tCOqZFFEcYqQtrUdf4k=/730x411/smart/filters:quality(75):strip_icc():format(webp)/article/i5PTE4VSD1Da1oUE0vepC/original/088432400_1614238432-penyedap-rasa-alami-untuk-gantikan-msg.jpg)

BAB 6

PEMANIS DAN ANTI BUIH

Oleh Hanim Istatik Badi'ah

6.1 Pemanis

Pemanis adalah senyawa alami atau senyawa buatan yang dengan sengaja ditambahkan pada makanan dan minuman untuk memberikan rasa manis. Selain sebagai pemanis, dapat juga digunakan sebagai pengawet, fermentasi (dalam pembuatan bir dan anggur), berkontribusi pada pembentukan tekstur, karamelisasi dan ragi dalam pembuatan makanan. Pemanis sering digunakan untuk keperluan produk olahan pangan, industri serta makanan dan minuman kesehatan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 235, pemanis termasuk ke dalam Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang diperbolehkan ada pada makanan dan minuman selain zat yang lain seperti anti oksidan, pengawet, dan lainnya. Berdasarkan sumbernya, pemanis dibedakan menjadi dua jenis yaitu pemanis alami dan pemanis buatan.

Pemanis alami adalah jenis pemanis yang dapat ditemukan di alam, biasanya ditemukan dalam tumbuhan seperti tebu dan bit. Pemanis alami dapat diperoleh melalui proses fermentasi ataupun sintesis. Pemanis alami tidak mengandung vitamin dan serat kasar, namun mengandung kalori dalam jumlah besar, yaitu 394 kKal dalam setiap 100 gram bahan. Tingginya kadar kalori pada pemanis alami seperti gula, madu dan sirup jagung sering dikaitkan dengan masalah kesehatan seperti obesitas, kerusakan

gigi dan bahkan mengancam kehidupan bagi penderita diabetes. Sehingga sejak abad ke-19 telah ada upaya untuk menghasilkan pemanis yang mengandung sedikit dan bahkan tidak ada nilai kalori, yang disebut sebagai pemanis buatan. Beberapa contoh pemanis alami yang sering digunakan sebagai BTP adalah D-glukosa, D-fruktosa, laktosa, maltosa, galaktosa, dan glikosida *steviol*.

Gula adalah istilah generik untuk pemanis dari kategori senyawa karbohidrat atau yang dikenal sebagai sukrosa. Sukrosa memiliki rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$ dengan berat molekul 342 g/mol, berat jenis 1,6 g/mL dan titik leleh 160°C . Secara umum jenis gula dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a. Monosakarida
Merupakan gula yang terdiri dari mono atau satu jenis gula. Jenis gula yang masuk golongan monosakarida adalah glukosa, fruktosa dan galaktosa.
- b. Disakarida
Adalah gula yang terdiri dari dua molekul gula atau dua jenis monosakarida. Jenis gula yang masuk ke dalam golongan disakarida diantaranya sukrosa (gabungan antara glukosa dan fruktosa), maltosa (gabungan antara dua gula glukosa), dan laktosa (gabungan dari glukosa dan galaktosa).

Sukrosa adalah jenis gula disakarida yang tersusun dari dua monosakarida atau gula sederhana. Rasa manis sukrosa jika digambarkan dengan nilai 1 maka rasa manis dari glukosa adalah sekitar 0,5 – 0,5; laktosa sekitar 0,27; dan maltosa sekitar 0,6. Fruktosa memiliki tingkat manis yang lebih tinggi dibanding sukrosa, yaitu sekitar 1,1 – 2,0 lebih manis dibanding sukrosa. Sukrosa tidak hanya dapat diperoleh secara alami dari tanaman

tebu dan bit gula, tetapi juga dapat diperoleh dari pohon *maple*, pohon palem, dan sorgum. Pada buah apel mengandung sekitar 4% sukrosa, 6% fruktosa, dan 1% glukosa. Sedangkan pada buah anggur mengandung sekitar 2% sukrosa, 8% fruktosa, 7% glukosa, dan 2% maltosa.

Pemanis buatan atau yang sering disebut dengan pemanis sintetis adalah senyawa yang tidak terdapat dalam dan untuk mendapatkannya bisa melalui proses kimiawi dilaboratorium. Pemanis buatan dapat memberikan rasa manis dalam makanan tetapi tidak memiliki nilai gizi dengan sedikit nilai kalori. Sehingga pemanis buatan cocok digunakan untuk diet dan penderita diabetes. Beberapa contoh pemanis buatan diantaranya adalah aspartam, sakarin, siklamat, sorbitol, neotam, dan sukralosa. Pemanis buatan sering digunakan sebagai BTP dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Sebagai bahan tambahan pangan bagi para penderita diabetes melitus karena tidak menimbulkan kelebihan gula darah dengan tingkat kalori yang rendah.
- b. Memenuhi kebutuhan rendah kalori untuk penderita obesitas. Obesitas merupakan salah satu faktor penyebab penyakit jantung. Pemanis buatan cocok untuk orang yang kurang aktif secara fisik karena untuk mengurangi asupan kalori per harinya.
- c. Meningkatkan cita rasa dan aroma, memperbaiki sifat fisik makanan dan minuman. Pemanis juga berfungsi sebagai pengawet makanan dan minuman.
- d. Menghindari kerusakan gigi. Pada makanan seperti permen sering digunakan pemanis buatan sebagai bahan tambahan pangan. Hal ini karena pemanis buatan memiliki tingkat kemanisan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemanis alami. Sehingga dengan penambahan dalam jumlah sedikit saja sudah dapat

memberikan efek rasa manis untuk mencegah kerusakan pada gigi.

- e. Pada industri makanan dan minuman, penambahan pemanis buatan digunakan untuk menekan biaya produksi. Hal ini karena pemanis buatan memiliki tingkat rasa manis yang tinggi dengan harga yang jauh lebih murah dibandingkan pemanis alami.

Pemanis buatan diizinkan sebagai bahan tambahan pangan dengan syarat jumlahnya harus sesuai dengan kadar yang diperbolehkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Berikut contoh batas maksimal penggunaan pemanis buatan yang diperbolehkan ada pada makanan menurut PERKA BPOM No. 11 Tahun 2019.

Tabel 6.1. Batas Penggunaan Pemanis Buatan sebagai BTP menurut PERKA BPOM No. 11 Tahun 2019

No	Jenis Pemanis Buatan	Jenis/Bahan Makanan	Batas Maksimum Penggunaan (mg/kg bahan)
1.	Sakarin	a. Buah dalam kemasan	200
		b. Gula dalam semua jenis sirup	300
		c. Minuman berbasis susu fermentasi atau perisa	80
		d. Makanan pencuci mulut dengan bahan dasar buah	100
		e. Saus dan produk sejenis	160
		f. Minuman berperisa	120
		g. Makanan ringan	100
		h. Konsentrat sari buah	300
		i. Keik, kukis dan pai	170

No	Jenis Pemanis Buatan	Jenis/Bahan Makanan	Batas Maksimum Penggunaan (mg/kg bahan)
2.	Siklamat	a. Buah dalam kemasan	500
		b. Gula dalam semua jenis sirup	500
		c. Minuman berbasis susu fermentasi atau perisa	250
		d. Makanan pencuci mulut dengan bahan dasar buah	250
		e. Kembang gula dan permen	500
		f. Minuman berperisa	350
		g. Permen karet	2000
		h. Konsentrat sari buah	200

Sedangkan batas maksimum penggunaan pemanis buatan sebagai bahan tambahan pangan yang diperbolehkan dengan *Acceptable Daily Intake* (ADI) atau batas asupan yang dapat diterima tubuh menurut Peraturan BPOM No. 4 tahun 2014 adalah sebagai berikut.

Tabel 6.2. Batas Maksimum Penggunaan Pemanis Buatan dengan ADI menurut BPOM No. 4 Tahun 2014

No	Jenis Pemanis Buatan	<i>Acceptable Daily Intake</i> (ADI) (mg/kg berat badan)
1.	Aspartam	0 – 40
2.	Asesulfam-K	0 – 15
3.	Neotam	0 – 2
4.	Sakarin	0 – 5
5.	Siklamat	0 – 11
6.	Sukralosa	0 – 15

Pemanis buatan sebagai bahan tambahan pangan memiliki efek positif dan negatif. Hal ini bisa menjadikan bahan pertimbangan bagi para produsen untuk memproduksi makanan dan bagi konsumen untuk lebih bijak lagi dalam mengkonsumsi produk pangan. Beberapa efek positif dari penggunaan pemanis buatan, diantaranya adalah:

- 1) Pemanis buatan bukan merupakan substrat untuk pertumbuhan mikroorganisme sehingga pemanis buatan juga dapat berfungsi sebagai pengawet produk pangan.
- 2) Pemanis buatan merupakan pemanis yang bersifat *non-nutritive* sehingga tidak mengandung nilai gizi dan kalori yang dapat dengan aman dikonsumsi oleh penderita diabetes.
- 3) Permen yang mengandung pemanis buatan dapat dikonsumsi oleh anak-anak tanpa kekhawatiran akan gigi menjadi berlubang, karena tidak meningkatkan pertumbuhan mikroba pada mulut.

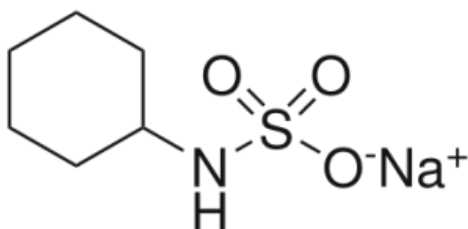
Selain memiliki dampak positif, penggunaan pemanis buatan sebagai bahan tambahan pangan juga memiliki efek negatif, diantaranya adalah produk pangan yang mengandung pemanis buatan seringkali mengandung lemak jenuh yang tinggi sehingga sebaiknya dihindari dikonsumsi dalam jumlah yang berlebih. Efek negatif bagi Kesehatan yang ditimbulkan oleh pemanis buatan tidak langsung memberikan dampak, akan tetapi memerlukan waktu yang lama dan terus berakumulasi didalam tubuh. Beberapa efek negatif jangka panjang akibat konsumsi pemanis buatan secara terus-menerus diantaranya adalah risiko serangan jantung, hipertensi, kanker pankreas, diare, alergi dan iritasi. Pada anak-anak konsumsi pemanis buatan yang berlebih dapat menyebabkan obesitas dan risiko keterbelakangan mental

akibat akumulasi pemanis buatan pada jaringan syaraf dan otak anak yang masih dalam proses tumbuh kembang.

1. Siklamat

Siklamat pertama kali ditemukan oleh Michael Sveda pada tahun 1927. Sejak tahun 1950 siklamat mulai ditambahkan ke dalam olahan bahan pangan. Nama lain dari siklamat adalah natrium siklamat atau sikloheksilsulfamat dengan nama dagang *assugrin*, *sucrose* atau *sucaryl*. Siklamat memiliki rumus molekul $C_6H_{11}NHSO_3Na$ dengan struktur seperti pada Gambar 1 dengan berat molekul 179,24 gr/mol. Garam siklamat berbentuk kristal putih, tidak berbau dan tidak berwarna, mudah larut dalam pelarut air dan etanol, serta memiliki tingkat kemanisan sebesar 30 kali dibandingkan sukrosa. Siklamat banyak digunakan sebagai bahan tambahan pangan karena rasa manisnya tanpa menimbulkan rasa pahit seperti sakarin.

Hasil metabolisme dari siklamat berupa sikloheksilamin yang bersifat karsinogenik. Senyawa sikloheksilamin tidak dapat dicerna oleh tubuh sehingga senyawa ini akan mengendap dalam tubuh dan memicu berbagai kerusakan organ pada tubuh. Konsumsi siklamat dalam jumlah yang besar juga akan meningkatkan risiko kanker kandung kemih, tumor paru, hati dan limfa.



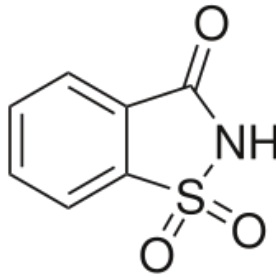
Gambar 6.1. Struktur siklamat

2. Sakarin

Sakarin merupakan jenis pemanis buatan yang bersifat non kalori dan berbentuk garam berupa kalium, kalsium dan natrium sakarin. Sakarin memiliki tingkat kemanisan 200 – 500 kali lebih manis dibanding gula (sukrosa). Sifat fisika dari sakarin yaitu memiliki bentuk seperti kristal putih, tidak berbau atau berbau aromatik lemah dan mudah larut dalam air. Sakarin memiliki rumus molekul $C_7H_4KNO_3S \cdot 2H_2O$, $C_7H_4NaNO_3S \cdot 2H_2O$, dan $C_{14}H_8CaN_2O_6S_2 \cdot 3H_2O$. Penggunaan sakarin biasanya di kombinasikan dengan pemanis buatan yang lain karena sifatnya yang sinergis.

Pada umumnya, industri minuman kemasan atau kaleng menggunakan sakarin dan aspartam sebagai pemanis karena sakarin tidak bereaksi dengan bahan makanan, sehingga dimaksudkan supaya minuman tersebut murah dan tidak rusak. Kekurangan dari sakarin adalah sakarin juga menghasilkan rasa pahit dibandingkan dengan jenis pemanis buatan lain.

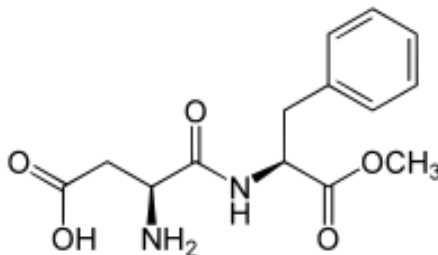
Sakarin tidak di metabolisme atau diproses oleh tubuh, sehingga lambat diserap oleh usus dan cepat diekskresikan melalui urin tanpa perubahan. Hasil penelitian mengatakan bahwa sakarin tidak bereaksi dengan DNA, tidak bersifat karsinogenik, tidak menyebabkan karies gigi dan baik digunakan untuk penderita diabetes karena non kalori. Akan tetapi konsumsi sakarin secara berlebihan dapat menyebabkan gangguan Kesehatan seperti diare, sakit kepala, iritasi dan lain sebagainya. Berdasarkan Permenkes RI No. 208/Menkes/Per/IV/85, kadar sakarin yang diperbolehkan untuk penderita diabetes mellitus adalah 300 mg per kg bahan makanan/minuman.



Gambar 6.2. Struktur sakarin

3. Aspartam

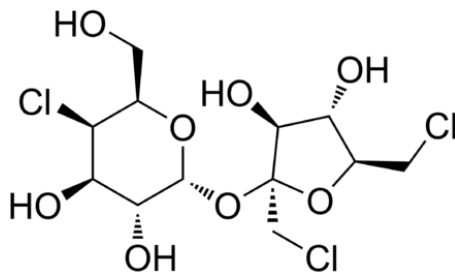
Aspartam adalah jenis pemanis buatan dengan kalori yang rendah yaitu sekitar 4 kKal (4.000 kalori) per gram. Sifat fisika dari aspartam adalah tidak berbau, berbentuk kristal berwarna putih dan sedikit larut dalam air. Aspartam memiliki rumus kimia $C_{14}H_{18}N_2O_5$ dengan massa molekul 294,301 gr/mol. Aspartam digunakan untuk penegas cita rasa utamanya pada cita rasa buah-buahan. Aspartam memiliki tingkat kemanisan 160 – 220 dibandingkan gula tebu atau sukrosa. Jenis pemanis aspartame banyak digunakan pada berbagai makanan dan minuman terutama makanan dan minuman rendah kalori seperti selai, *ice cream*, sirup dan *soft drink*. Aspartam sampai saat ini masih dianggap sebagai pemanis yang lebih aman dibandingkan dengan sakarin dan siklamat.



Gambar 6.3. Struktur aspartam

4. Sukralosa

Sukralosa berbeda dengan sukrosa, di mana sukralosa adalah triklorodisakarida yaitu 1,6-dikloro-1,6-dideoksi- β -fruktofuranosil-4-kloro-4-deoksi- α -D-galaktopiranosida dengan rumus kimia $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$. Sukralosa memiliki bentuk kristal warna putih, tidak berbau, tidak berbau dan mudah larut dalam air, alkohol dan metanol. Sukralosa memiliki tingkat kemanisan sekitar 550 – 750 kali dibandingkan gula sukrosa dengan kalori yang rendah. Sukralosa tidak digunakan sebagai sumber energi oleh tubuh karena terurai sebagaimana halnya sukrosa. Oleh karena itu, sukralosa termasuk ke dalam golongan GRAS dan sangat bermanfaat sebagai pengganti gula bagi penderita diabetes. Selain itu, sukralosa tidak menyebabkan kerusakan dan karies pada gigi, sehingga cocok digunakan untuk tambahan pangan pada industri permen atau kembang gula. Sukralosa juga aman untuk dikonsumsi oleh anak-anak dan ibu hamil.

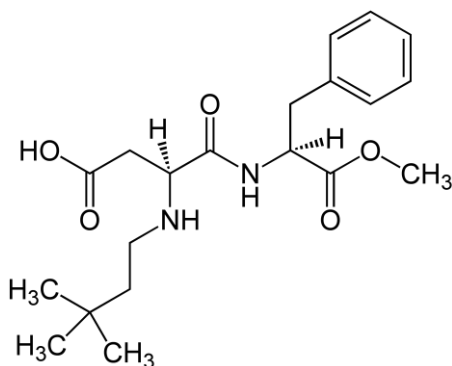


Gambar 6.4. Struktur sukralosa

5. Neotam

Neotam merupakan pemanis buatan yang pertama kali dikenalkan oleh biotek Monsanto. Neotam diciptakan sebagai pemanis buatan baru dan mulai muncul di pasaran pada tahun 2002. Neotam memiliki tingkat kemanisan

7.000 hingga 13.000 kali lebih manis dibandingkan gula sukrosa. Rumus molekul dari neotam adalah $C_{20}H_{30}N_2O_5$ dan memiliki bentuk berupa serbuk berwarna putih. Kandungan neotam hampir mirip dengan aspartame. Akan tetapi, senyawa kimia yang digunakan dalam proses sintesis neotam dinilai lebih beracun dari aspartam. Selain mengandung formaldehida seperti aspartam, neotam juga mengandung senyawa 3-dimetilbutil yang tidak dimiliki aspartam. Kandungan senyawa inilah yang dinilai membuatnya lebih beracun dibanding aspartam.



Gambar 6.5. Neotam

6.2 Anti Buih

Anti buih atau yang disebut dengan anti *foaming* adalah bahan tambahan pangan yang digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan pembentukan buih atau busa dalam makanan dan minuman. Fungsi utama dari anti buih adalah untuk mencegah terjadinya masalah seperti kehilangan volume, kebocoran dan gangguan pada kualitas produk makanan atau minuman yang dihasilkan akibat adanya buih yang berlebihan. Anti buih bekerja dengan cara menghancurkan atau menghalangi pembentukan gelembung udara atau gas dalam bahan pangan. Anti buih telah digunakan secara luas dalam berbagai sektor

industri makanan, minuman berkarbonasi, produk susu, saus, minyak goreng, dan lain sebagainya. Penggunaan anti buih membantu menjaga kualitas, stabilitas dan tampilan produk pangan.

Penggunaan anti buih dalam industri pangan telah dimulai sejak awal abad ke-20. Seiring dengan perkembangan teknologi dan pengetahuan, berbagai jenis anti buih telah dikembangkan dan digunakan secara luas dalam berbagai sektor industri pangan. Penggunaan anti buih dalam pangan diatur oleh badan pengawas masing-masing negara, seperti Badan Pengawas Obat dan Makanan (FDA) di Amerika Serikat dan *European Food Safety Authority* (EFSA) di Uni Eropa, untuk memastikan keamanan dan kelayakan penggunaan.

Anti buih memiliki beberapa jenis, yaitu:

a. Anti buih berbasis silikon

Anti buih berbasis silikon adalah yang paling umum digunakan dalam industri pangan. Mereka terbuat dari senyawa silikon yang memiliki sifat hidrofobik, artinya mereka tidak larut dalam air. Jenis anti buih ini efektif dalam mengurangi pembentukan buih pada minuman berkarbonasi, minyak goreng, dan produk susu.

b. Anti buih berbasis lemak

Anti buih berbasis lemak biasanya terbuat dari minyak nabati atau hewani. Mereka bekerja dengan melapisi gelembung udara, mencegah pembentukan busa. Anti buih ini sering digunakan dalam produksi cokelat, margarin, dan produk bakteri.

c. Anti buih berbasis polimer

Anti buih berbasis polimer menggunakan senyawa polimer yang larut dalam air. Mereka bekerja dengan

membentuk lapisan tipis disekitar gelembung udara, mencegah pembentukan buih. Jenis anti buih ini sering digunakan dalam produk seperti saus dan sup.

d. Anti buih berbasis mineral

Anti buih berbasis mineral menggunakan senyawa mineral seperti silikat, karbonat, atau fosfat. Mereka bekerja dengan menyerap kelebihan kelembapan dan membentuk lapisan yang mencegah pembentukan busa. Jenis anti buih ini umumnya digunakan dalam industri minuman, termasuk bir dan minuman berkarbonasi.

e. Anti buih alami

Anti buih alami didapatkan dari sumber-sumber alami seperti tumbuhan atau hewan. Contohnya adalah protein telur, gelatin, dan asam lemak. Anti buih alami ini umumnya digunakan dalam produk-produk organik atau yang membutuhkan label "bebas bahan tambahan sintetis".

Mekanisme kerja anti buih terbagi menjadi beberapa cara, yaitu meliputi reduksi tegangan permukaan, penghancuran busa yang terbentuk, pemblokiran pengembangan gas, pengurangan viskositas dan penghambatan pembentukan gelembung udara.

1. Reduksi tegangan permukaan

Anti buih bekerja dengan mereduksi atau merusak tegangan permukaan larutan yang dapat mengurangi kemampuan larutan untuk membentuk buih. Hal ini bisa dilakukan dengan mengubah sifat permukaan larutan atau melapisi gelembung udara untuk mencegah pengembangannya.

2. Penghancuran busa yang terbentuk

Anti buih juga dapat bekerja dengan menghancurkan busa yang terbentuk dengan memecah gelembung udara menjadi gelembung yang lebih kecil atau melarutkan ke dalam larutan.

3. Pemblokiran pengembangan gas

Beberapa jenis anti buih bekerja dengan membentuk lapisan tipis disekitar gelembung udara, mencegah gas atau udara masuk dan mengembangkannya menjadi busa.

4. Pengurangan viskositas

Beberapa anti buih dapat bekerja dengan mengurangi viskositas larutan sehingga dapat mengurangi kemampuan larutan untuk membentuk buih.

5. Penghambatan pembentukan gelembung udara

Anti buih juga dapat bekerja melalui mekanisme penghambatan pembentukan gelembung udara dengan menghambat atau mengurangi proses reaksi kimia atau fermentasi yang menghasilkan gas.

Penggunaan anti buih sebagai tambahan bahan pangan memiliki dampak terhadap Kesehatan dan lingkungan. Meskipun penggunaan anti buih dalam jumlah kecil dianggap aman oleh badan pengawas pangan, beberapa studi menunjukkan bahwa konsumsi anti buih tertentu dalam jumlah besar dapat menyebabkan efek samping seperti gangguan pencernaan, reaksi alergi, dan pengaruh terhadap mikrobiota usus. Selain berdampak pada Kesehatan, penggunaan anti buih juga memiliki dampak terhadap lingkungan. Beberapa jenis anti buih, terutama yang berbasis silikon, dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Jika limbah anti buih yang mengandung silikon masuk ke perairan, mereka dapat membahayakan kehidupan akuatik dan ekosistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). (2012). Pedoman penggunaan anti buih dalam pangan. Jakarta: BPOM RI
- Choudhary, A. K., Lee, Y. Y., & Taufiq-Yap, Y. H. (2018). In vitro and in vivo evaluation of non-caloric artificial sweeteners as potential anticancer agents. *Process Biochemistry*, 71, 12-19
- Fardiaz, D. (2011). Pemanis buatan: Dari teori ke praktik. *Citec Journal*, 2(1), 45-57
- Fitriani, E., & Lioe, H. N. (2019). Anti buih dalam pangan: Fungsi, jenis, dan keamanannya. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 18(2), 73-82
- Gupta, P., & Gupta, N. (2020). Artificial sweeteners and their implications on health. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 12(1), 4-9
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2016). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tentang Bahan Tambahan Pangan. Kepmenkes RI No. 722/Menkes/Per/IX/2016
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tentang Bahan Tambahan Pangan. Kepmenkes RI No. 722/Menkes/Per/IX/2016
- Kurniawati, E., & Winarsih, S. (2018). Pemanis buatan: Aspek keamanan dan pengaruhnya terhadap kesehatan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 13(2), 91-100

- Magnuson, B. A., Carakostas, M. C., Moore, N. H., Poulos, S. P., & Renwick, A. G. (2016). Biological fate of low-calorie sweeteners. *Nutrition Reviews*, 74(11), 670-689
- Mariska, I., & Kusumaningrum, H. P. (2015). Penggunaan anti buih dalam industri pangan: Tinjauan regulasi dan dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 3(2), 107-115
- Nurtama, B., & Haryanto, A. (2019). Pemanis buatan dan kaitannya dengan risiko obesitas. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 14(1), 8-15
- Nurtama, B., & Adhi, L. (2018). Peran dan penggunaan anti buih dalam industri pangan. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6(2), 65-71
- Permadi, A. (2017). Pemanis buatan sebagai solusi pengganti gula pada makanan dan minuman. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(3), 137-145
- Pramita, G. Y., & Nugraha, Y. K. (2015). Perilaku konsumsi pemanis buatan pada remaja dan dampaknya terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan*, 7(1), 41-47
- Pratami, L. R., & Adhika, D. Y. (2019). Peran anti buih dalam industri minuman berkarbonasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(1), 44-52
- Puspitasari, I. M. (2018). Efek pemanis buatan terhadap kadar gula darah dan insulin pada individu diabetes melitus tipe 2. *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*, 41(2), 145-153
- Rachmawati, D., & Meiyanto, E. (2014). Pengaruh pemanis buatan terhadap kesehatan dan penggunaan alternatif pemanis alami. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 4(2), 84-91

- Riyanti, R. S., & Rahmawati, A. (2017). Peran anti buih dalam industri makanan dan minuman: Aspek keamanan dan pengaruh terhadap kesehatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 12(2), 63-72
- Saragih, R. A. S., & Yunita, F. (2017). Perbedaan pemahaman dan perilaku konsumsi pemanis buatan pada mahasiswa Fakultas Kedokteran dan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara. *Jurnal Kesehatan*, 10(2), 139-146
- Satria, D., & Puspitasari, I. M. (2019). Anti buih sebagai bahan tambahan pangan: Penggunaan, keamanan, dan regulasinya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 7(1), 45-53
- Suharyono. (2016). Pengaruh pemanis buatan terhadap kesehatan dan penggunaan pemanis alami sebagai alternatif. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 3(1), 71-76
- Swithers, S. E (2019). Artificial sweeteners produce the counterintuitive effect of inducing metabolic derangements. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 30(7), 455-457
- Sylvetsky, A. C., Jin, Y., Clark, E. J., Welsh, J. A., Rother, K. I., & Talegawkar, S. A. (2017). Consumption of low-calorie sweeteners among children and adults in the United States. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 117(3), 441-448
- Wijayanti, H. S., & Priyantono, D. (2018). Anti buih: Fungsi, jenis, dan penggunaan dalam industri pangan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 17(2), 101-110

BAB 7

PEWARNA DAN PERETENSI WARNA

Oleh Muawanah

7.1 Pendahuluan

Dampak perkembangan dunia secara fisik terhadap hidup kita pada hakikatnya diwarnai oleh persepsi manusia. Melalui mekanisme berbagai reseptor sensorik manusia, maka manusia akan mengubah lingkungan dengan rangsangan sebagai gelombang tekanan menjadi suara, struktur kimia menjadi rasa dan bau, dan radiasi elektromagnetik menjadi penglihatan. Penglihatan tidak hanya mewakili sensorik yang paling kompleks sistem dalam tubuh manusia, tetapi juga mendominasi pusat proses itu sendiri yaitu otak manusia. Dari sifat-sifat yang berkaitan dengan penglihatan, warnalah yang paling berdampak langsung (Branen, et al., 2002).

Penggunaan pewarna makanan untuk membuat makan lebih menarik dan menggugah selera telah dipraktekkan selama berabad-abad. Warna adalah faktor penting serta pilihan kriteria dalam hal memilih makanan. Hal itu dapat meningkatkan daya tarik terhadap makanan sehingga mempengaruhi preferensi, kesenangan, dan penerimaan produk makanan. Dengan demikian dapat diaktakan bawa warna adalah parameter yang paling menonjol dalam menilai kualitas makanan dan rasa (Msagati, 2013).

Khusus dalam kaitannya dengan makanan, warna memiliki peranan penting bagi penilaian konsumen terhadap makanan, selain cita rasa, tekstur, struktur, dan nilai gizinya. Akan tetapi sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan, secara visual faktor warna terlebih dahulu diperhatikan dan kadang-kadang sangat menentukan. Suatu makanan yang dinilai bergizi, enak, dan teksturnya sangat baik, tetapi akan mengurangi rasa selera makan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberikan kesan menyimpang dari warna yang seharusnya. Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran dan kematangan. Pencampuran atau cara pengolahan yang baik dapat ditentukan dengan adanya warna yang seragam dan merata (Winarno, 2002).

7.2 Definisi dan Tujuan Pewarna

Pewarna digunakan untuk meningkatkan sifat visual makanan. penggunaannya sangat kontroversial karena sebagian orang menganggap warna sebagai alat untuk menipu konsumen tentang sifat makanan, tetapi juga karena beberapa produk paling berwarna yang biasanya ditujukan untuk anak-anak. Seperti halnya semua aditif, penggunaannya dikontrol secara ketat dan diizinkan jika hanya diperlukan, isalnya untuk mengembalikan warna yang hilang selama proses pengolahan seperti pengalengan, perlakuan panas untuk memastikan konsistensi warna dan untuk dekorasi visual (Christie, 2015).

Istilah pewarna makanan telah diadopsi dari untuk pewarna yang berasal dari makanan yang dikenal dan diproses sedemikian rupa sehingga karakteristik penting dari makanan asal bahan tersebut dipertahankan. Sedangkan situasi yang berbeda dengan dengan pewarna alami yang dianggap sebagai

aditif dimana pigmen diekstraksi dan dipekatkan secara selektif. Bahan pewarna makanan dapat dinyatakan sebagai bahan tanpa label persyaratan untuk mencantumkan fungsinya, karena undang-undang hanya mensyaratkan bahan tambahan ini, seperti warna kuning cerah berasal dari kunyit, warna kuning keemasan hingga orange alami berasal dari wortel dan paprika, warna hijau dari bayam yang kaya akan klorofil, warna coklat dari sirup gula caramel, dan warna merah dari konsentrat buah kol merah dan bit yang banyak mengandung antosianin (Emerton dan Choi, 2008).

Pewarna adalah zat atau bahan lain yang dijadikan sebagai pewarna yang dibuat dengan cara sintesis atau cara kimiawi lain atau bahan alami dari tanaman, hewan, mineral, atau sumber lainnya yang diekstrak, diisolasi dengan atau tanpa perubahan identitas apabila ditambahkan pada makanan, obat, kosmetik, atau ke bagian tubuh menjadi bagian dari warna dan bahan tersebut (Trenggono, 1990).

Zat pewarna adalah bahan tambahan makanan yang dapat memperbaiki warna makanan yang berubah atau menjadi pucat selama proses pengolahan atau untuk memberi warna pada makanan yang tidak berwarna agar kelihatan lebih menarik (Winarno, 2005). Sedangkan menurut PERMENKES RI No. 033 Tahun 2012, pewarna adalah bahan tambahan pangan dimana ketika diaplikasikan pada makanan mampu memberikan atau memperbaiki warna.

Bahan tambahan warna adalah setia zat warna, pigmen, atau zat yang mampu mewarnai baik sendiri atau dengan bereaksi dengan zat lain ketika ketika ditambahkan ke amakan, obat-obatan, kosmetik, atau diterapkan pada tubuh manusia. Menurut *Codex Alimentarius Commssion* (CAC) mendefinisikan bahwa pewarna sebagai zat yang ditambahkan untuk mewarnai

makanan atau untuk mengoreksi warna makanan. selain itu, pewarna ditambahkan untuk mengembalikan warna alami yang hilang selama pemrosesan dan penyimpanan makanan, untuk meningkatkan warna yang ada, untuk memperkuat warna yang lemah, dan untuk mewarnai makanan yang sebenarnya tidak berwarna (Sezgin dan Ayyildiz, 2018).

Tujuan penambahan zat pewarna yaitu:

1. Memberikan kesan menarik bagi konsumen
- 2.. Menyeragamkan dan menstabilkan warna makanan
3. Menutupi perubahan warna akibat proses pengolahan dan penyimpanan.
4. Menyamarkan variasi warna alami
5. Memberikan identitas pada makanan (Winarno, 2004).

7.3 Klasifikasi Pewarna

Dalam pengelompokan pewarna pada makanan berdasarkan dua kriteria yaitu satu klasifikasi berdasarkan sumbernya alami atau buatan sedangkan kedua berdasarkan sifat kimianya yang tergantung pada gugus fungsinya yang bertanggung jawab atas efek pewarnaan. Klasifikasi berdasarkan sumbernya, pewarna makanan ada tiga kelompok utama yaitu pewarna makanan alami, pewarna identik alami, dan pewarna buatan atau sintesis. Sedangkan berdasarkan kandungan kimianya warna makanan dapat dibagi atas yaitu flavanoid (sumber utama buah dan sayuran), karotenoid (sumber utama wortel, tomat, dan jeruk) (Msagati, 2013).

Pemeriksaan pewarna dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu: 1) pewarna yang nilai ADI-nya ditentukan dan diizinkan untuk penggunaannya; 2) pewarna yang diizinkan

digunakan hanya untuk tujuan khusus seperti finishing permukaan; dan 3) warna yang diizinkan digunakan dalam beberapa makanan (titanium dioksida, karbon nabati, dan bit merah). Karena sulit untuk mengklasifikasikan pewarna menurut sifat-sifatnya, maka dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan sumbernya yaitu pewarna alami dan sintesis (Sezgin dan Ayyildiz, 2018).

7.3.1 Pewarna Alami

Pewarna alami yang sering digunakan dan diketahui memiliki manfaat yang signifikan saat dikonsumsi dan diminati oleh orang-orang karena efek jangka panjang atau pendeknya, fungsi, potensi biologis, dan efek kesehatannya. Konsumen menganggap bahwa pewarna alami lebih aman daripada pewarna sintesis yang dianggap berbahaya. Selain itu, produksi pewarna dari sumber yang dikenal seperti bit, anggur, kol, dan paprika membuat konsumen merasa aman dan lebih mudah mengenal dan menerima produk. Pewarna alami memiliki sifat-sifat yaitu kurang stabil terhadap panas, cahaya, pH, dan produksinya tidak memadai untuk memenuhi permintaan industri. Pewarna ini cepat memudar saat terkena cahaya dan menunjukkan ketahanan rendah terhadap keasaman dan suhu tinggi. Misalnya Annatto berubah menjadi merah muda dari kuning pada pH rendah dan klorofil berubah menjadi coklat dari hijau (Sezgin dan Ayyildiz, 2018).

Pewarna alami makanan adalah zat pewarna (pigmen) yang diperoleh dari tumbuhan, hewan, atau sumber-sumber mineral. Biasanya zat pewarna ini telah digunakan sejak dulu dan umumnya dianggap lebih aman daripada pewarna sintesis seperti kunyit sebagai pewarna kuning alami bagi jenis makanan. beberapa pewarna alami turut ikut menyumbangkan nilai nutrisi seperti karotenoid, riboflavin, dan kobalamin; bumbu (kunyit dan

paprika); dan pemberi rasa (karamel) ke bahan olahannya (Cahyadi, 2006).

Pewarna alami juga dapat diklasifikasikan berdasarkan struktur kimianya, yaitu:

1. Derivat isoprenoid : karotenoid, santofil, likopen, lutein, β -karoten
2. Derivat tetrapyrrol: klorofil, porfirin, pigmen heme
3. Derivat benzopiran: antosianin, flavon, flavonoid, tannin
4. Lain-lain: karamel, melanoidin, karbon, antraquinon (Mulyono, 2009).

Beberapa contoh pewarna alami yang sering digunakan sebagai pewarna makanan seperti yang disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 7.1 Contoh Pewarna Alami

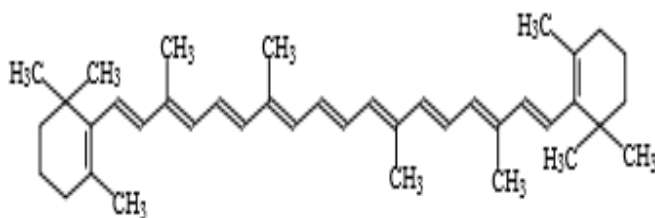
No	Nama Pewarna	Warna Yang Dihasilkan	Sumber warna
1	Karoten	Jingga merah	Wortel, pepaya
2	Biksin	Kuning seperti mentega	Biji pohon Bixa <i>Orellana</i>
3	Klorofil	Hijau	Daun Suji, daun pandan, dan dedaunan yang berwarna hijau
4	Antosianin	Merah, jingga, ungu, dan biru	Bunga dan buah-buahan seperti bunga mawar, pacar air, kembang sepatu, dan lain-lain
5	Karamel	Coklat gelap	Hidrolisis (pemecahan) karbohidrat, gula pasir, laktosa, sirup malt

Sumber: Saparinto dan Hidayanti, 2006

1). Karoten

Karoten digunakan untuk beberapa zat hidrokarbon yang memiliki rumus $C_{40}H_x$, yang disintesis oleh tanaman tetapi tidak dapat dibuat oleh hewan. Karoten merupakan senyawa yang tidak larut dalam air dan sedikit larut dalam minyak atau lemak. Karoten berpotensi pada fotosintesis dengan mentransmisikan energi cahaya yang diserap dari klorofil. Karoten juga melindungi jaringan tanaman dengan membantu menyerap energi dari oksigen tunggal, bentuk tereksitasi molekul O_2 yang terbentuk selama fotosintesis. Bersama dengan klorofil, karotenoid berperan penting dalam fotosintesis dan karotenoid dapat memberi warna visual pada jaringan tanaman (Solymosi, et al., 2017).

Karotenoid yang mengandung gugus hidroksil disebut xantofil. Salah satu pigmen yang termasuk kelompok xantofil adalah kriptoxantin yang mempunyai rumus molekul yang mirip sekali dengan β -karoten. Karotenoid merupakan zat warna yang berwarna kuning, merah, dan orange, yang banyak terdapat dalam wortel, tomat, jeruk, alga, lobster, dan lain-lain (Winarno, 2002).

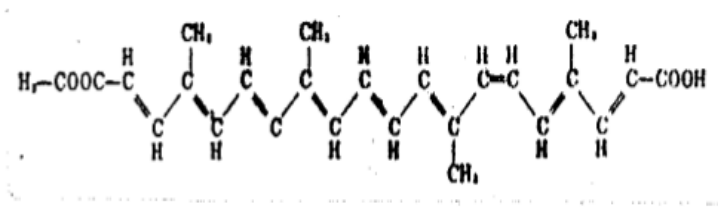


Gambar 7.1 Struktur β -karoten

(Sumber : Silva et al., 2022)

2). Biksin

Annato biksin dan norbiksin merupakan zat yang diperoleh dengan mengekstraksi dari kulit biji pohon *Bixa orellana* yang banyak terdapat di daerah tropis. Zat ini memberikan warna kuning ke merah pada produk makanan yang diekstrak dari bijinya menggunakan minyak sayur panas terutama terdiri dari karotenoid biksin (norbiksin) (Winarno, 2002).



Gambar 7.2 Struktur Biksin

(Sumber : Winarno, 2002)

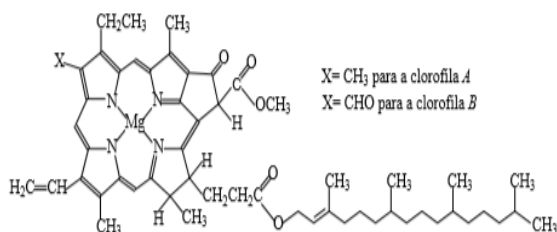
Biksin hanya larut dalam minyak sayur dengan prosentase yang rendah dan berwarna kuning tetapi suspensinya berwarna merah orange. Sedangkan norbiksin dapat larut dalam air dan bervariasi warna dalam rona dari kuning sampai jingga tergantung pada tingkat penggunaannya. Meskipun struktur dari biksin dan norbiksin memiliki kesamaan, namun mereka memiliki karakteristik fisikokimia yang berbeda. Zat pewarna ini sangat stabil terhadap oksidasi namun tidak tahan pada cahaya dan panas. Pewarna makanan ini dapat digunakan dalam keju matang, mentega, margarin, minyak jagung, dan *salad dressing* (Silva et al., 2022).

3). Klorofil

Klorofil merupakan pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas bersama dengan karoten dan xantofil. Kloroplas tumbuhan tingkat tinggi memiliki dua jenis klorofil yaitu klorofil a dan klorofil b. Sifat dari klorofil ini yaitu tidak larut dalam air, larut dalam alkohol, peka terhadap cahaya, pH, oksigen, dan panas (Silva et al., 2022).

Beberapa klorofil ditemukan di alam dan strukturnya berbeda dalam substituen di sekitar inti phorbil. Phorbil dianggap inti dari semua klorofil dan dibentuk oleh penambahan cincin isosiklik kelima ke protoporphyrin. Klorofil adalah ligan tetradentat mengikat Mg^{2+} melalui atom nitrogen pada cincin porfirin. Selain itu ditandai juga dengan asam propionat pada posisi C-7. Klorofil alami lainnya ditemukan yaitu klorofil c dan d. Klorofil c berasosiasi dengan klorofil a pada ganggang coklat sedangkan klorofil d adalah konstituen minor yang menyertai klorofil a pada ganggang merah (Damodaran dan Parkin, 2017).

Rumus bangun dari klorofil a dan klorofil b berbeda dalam substituen atom C-3. Klorofil a mengandung gugus metil sedangkan klorofil b mengandung gugus aldehida. Kedua klorofil tersebut memiliki gugus vinil pada posisi C-2, gugus etil pada posisi C-4, gugus karbometoksi pada posisi C-10 pada cincin E, dan gugus fitol yang diesterifikasi menjadi propionat pada posisi C-7 (Winarno, 2002).



Gambar 7.3 Struktur Klorofil a dan Klorofil b
(Sumber : Silva et al., 2022)

Klorofil digunakan dalam produk roti, produk susu, permen, sereal, selai, dan jelly, untuk memberi warna hijau. Klorofil juga digunakan sebagai warna pelengkap bila diperlukan untuk mengurangi warna susu keju yang kekuningan (Sezgin dan Ayyildiz, 2018).

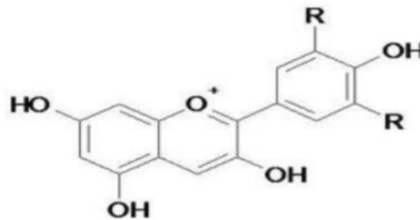
Klorofil yang berwarna hijau mengalami perubahan warna menjadi hijau kecoklatan atau mungkin berubah menjadi coklat karena hilangnya atom magnesium dalam molekul klorofil yang akan membentuk feofitin. Reaksi ini akan berjalan dengan cepat pada lrtan yang bersifat asam. Jadi ketidakstabilan klorofil menentukan penggunaan yang terbatas sebagai bahan tambahan makanan, meskipun tidak ada toksisitas untuk jumlah yang biasanya dikonsumsi (Silva, et al., 2022)

4). Antosianin

Antosianin adalah pada dasarnya glikosida dari antosianidin (aglikon). Gugus gula biasanya melekat pada antosianidin melalui posisi 3-hidroksil atau 5-hidroksil dan pada tingkat yang lebih rendah pada posisi 7-hidroksil. Gula antosianin dapat berupa gula sederhana yang paling umum adalah glukosa, laktosa, galaktosa, rhamnosa dan arabinosa,

dan atau gula kompleks seperti rutinosa, dan sambubiosa. Antosianin adalah pewarna makanan ditemukan di berbagai tanaman yang dapat dimakan seperti kulit apel merah, plum, dan anggur (Branen, et al., 2002).

Antosianin merupakan salah satu golongan pigmen flavanoid yang bersifat mudah larut dalam air, dimana flavanoid mengandung dua cincin benzena yang dihubungkan dengan tiga atom karbon. Ketiga atom karbon tersebut dikaitkan dengan sebuah atom oksigen sehingga terbentuk cincin diantara dua cincin benzena (Winarno, 2002).



Gambar 7.4 Struktur Antosianin
(Sumber : Zesgin dan Ayyildiz, 2018)

Selain itu, antosianin adalah zat yang relatif tidak stabil yang cocok hanya dilingkungan asam dipengaruhi oleh suhu, cahaya, oksigen, ion logam asosiasi intramolekul. Dan asosiasi antaramolekul dengan senyawa lainnya yaitu pigmen, gula. Protein, sulfit, dan produk degradasi dimana dapat mengubah warna dan stabilitasnya (Silva, et al., 2022).

Intensitas pembentukan warna antosianin sangat dipengaruhi oleh pH. Antosianin adalah sekelompok pewarna makanan alami yang memiliki warna dari ungu hingga biru, tetapi dapat menampilkan warna lain tergantung pH. Pada pH rendah (asam) pigmen ini berwarna merah, sedangkan pada pH 4-6 tidak membentuk warna, dan pada pH tinggi berubah menjadi violet dan kemudian menjadi biru. Beberapa jenis

pigmen yang tergolong dalam antosianin adalah pelargonidin (orange), sianidin (orange merah), dan dephinidin (merah kebiruan) (Andarwulan, dkk, 2011).

5). Karamel

Karamel adalah salah satu pewarna tertua yang sering digunakan dalam makanan dan minuman. Karamel digunakan dalam industri makanan untuk memberikan atau mengintensifkan warna kuning atau coklat, yang dapat larut dalam air dan juga dapat menyebar dalam sistem minyak yang menghasilkan pasta atau emulsi. Pewarna makanan karamel ini disiapkan dengan karamelisasi dari karbohidrat (Silva, et al., 2022).

Karamel biasanya diperoleh dari perlakuan panas terkontrol dari beberapa karbohidrat dan bertanggung jawab atas karakteristik warna coklat kemerahan hingga coklat kehitaman (Msagati, 2013).

Jenis-jenis karamel berdasarkan perbedaan penggunaannya dalam bahan makanan yaitu:

- a. Karamel tahan asam, digunakan untuk mewarnai minuman yang mengandung CO₂ dan bersifat asam serta berbentuk cair
- b. Karamel untuk roti, merupakan kelas yang lebih rendah dan digunakan untuk produk-produk seperti biskuit, *cake*, dan roti
- c. Karamel kering digunakan untuk campuran dalam bentuk kering atau untuk produk cair dalam jumlah banyak (Winarno, 2002).

7.3.2 Pewarna Buatan (Sintetis)

Pewarna yang ditambahkan ke dalam bahan pangan dapat berasal dari pigmen alami yang diekstrak dan pewarna sintesis. Penggunaan pewarna ini telah ditetapkan dalam peraturan yang dikeluarkan oleh *Food and Drug Administration* (US_FDA) atau *Codex Alimentarius Commission* (CAC). Peraturan tentang pewarna makanan di Indonesia dikeluarkan oleh Badan POM (Andarwulan, 2011).

Pewarna makanan bisa sintetis, atau turunan alami dengan memiliki perbedaan baik sifat, proses pembuatan, maupun manfaat dari pewarna tersebut. Pewarna alami diperoleh dari alam dan diisolasi dari proses ekstraksi yang kurang lebih rumit, sedangkan pewarna sintesis disintesis secara kimiawi. Namun, kadang-kadang sulit untuk mengklasifikasikan menjadi warna sintesis atau alami, karena pemrosesan warna makanan dapat menjadi sulit. Hal itu disebabkan meskipun mungkin dimulai dengan zat alami, namun serangkaian proses kimia yang melibatkan ekstraksi atau prosedur modifikasi dari zat awal mungkin diperlukan. Pewarna sintetis memiliki keunggulan berupa dari segi bentuk yaitu bubuk, pasta, atau butiran dan larut dalam air. Akan tetapi beberapa aditif pewarna sintetis dapat menimbulkan masalah kesehatan yaitu masalah alergi pada anak-anak, dapat menyebabkan hiperaktif dan bahkan patologi mutagenik atau karsinogenik (Silva, et al., 2022).

Pewarna sintetis dikembangkan pertama kali oleh William Henry Perkin pada tahun 1856. Awal dari abad-19 diproduksi secara besar pewarna sintesis dari produksi derivat petroleum (Lakshmi, 2014). Zat-zat yang tidak terdapat di alam dan diperoleh secara sintesis kimiawi disebut sebagai pewarna sintetis. Pewarna sintesis memiliki keunggulan lebih banyak dibandingkan dengan pewarna alami yaitu kemampuannya

terhadap pewarnaan lebih tinggi, tone warna yang lebih beragam, distribusi warna yang homogen, kecerahan, stabilitas, dengan kemudahan disolusi air dan minyak yang tinggi maka umur pewarna sintesis lebih bertahan lama (Sezgin dan Ayyildiz, 2018).

Pewarna makanan buatan adalah produk dari proses kimia dimana molekul yang mampu memberi warna pada makanan diproduksi atau disintesis. Contoh pewarna makanan sintesis termasuk *tartrazine* dan *carmoizine*. Sebagian besar pewarna sintesis bersifat hidrofilik dan mudah larut dalam air dimana merupakan suatu sifat yang berarti dapat dimasukkan ke dalam makanan tanpa perlu pra-pemrosesan (Msagati, 2013).

Pewarna makanan sintesis adalah pewarna yang dengan sengaja ditambahkan pada makanan untuk mengembalikan warna alami makanan yang hilang dalam pemrosesan, untuk mengurangi variasi warna secara bertahap, dan untuk menghasilkan produk yang menarik secara estetika dan psikologis. Bahan tambahan makanan pada umumnya dan bahan tambahan warna pada khususnya semakin banyak diteliti untuk dievaluasi keamanannya (Sawaya, 2008).

Pewarna sintesis dapat dikelompokkan menjadi pewarna sintesis yang diizinkan diatur oleh Permenkes RI No. 033 Tahun 2012 tentang bahan tambahan pangan, sedangkan pewarna sintesis yang dilarang diatur dalam Permenkes RI No. 239/Menkes/Per/85 tentang zat warna tertentu yang dinyatakan sebagai bahan berbahaya.

Tabel 7.2. Daftar Pewarna yang Diizinkan di Indonesia

No	Bahan Pewarna	Nomor Indeks Warna
1	Tartrazine	19140
2	Kuning kuinolin	47005
3	Kuning FCF	15985
4	Karmoisin	14720
5	Ponceau	16255
6	Eritrosin	45430
7	Merah allura	16035
8	Indigotin	73015
9	Biru berlian	42090
10	Hijau FCF	42053
11	Coklat HT	20285

Sumber: Permenkes, 2012

Tabel 7.3 Daftar Pewarna yang Dilarang di Indonesia

No	Bahan Pewarna	No. Indeks Warna
1	Auramine	41000
2	Alkanet	75520
3	Butter Yellow	11020
4	Black 7984	27755
5	Burn Unber	77491
6	Chrysoidine	11270

No	Bahan Pewarna	No. Indeks Warna
7	Chrysoine	14270
8	Sitrus red	12156
9	Chocolate brown	-
10	Fast red E	16045
11	Fast Yellow AB	13015
12	Guinine Green B	42085
13	Indhatrene blue RS	69800
14	Magenta	42510
15	Methanil Yellow	13065
16	Oil Orange SS	12100
17	Oil orange XO	12140
18	Oil orange AB	11380
19	Oil orange OB	11390
20	Orange G	16230
21	Orange CGN	15980
22	Orange RN	15970
23	orchid and Orchein	-
24	Ponceau 3R	16155
25	Ponceau SX	14700
26	Ponceau 6R	16290
27	Rhodamin B	45170

No	Bahan Pewarna	No. Indeks Warna
28	Sudan I	12055
29	Scarlet GN	14815
30	Violet 6B	42620

Sumber: Permenkes, 1985

Berdasarkan kelarutannya, pewarna sintesis dibagi 3 kelompok yaitu: warna sintesis yang larut dalam air, warna sintesis yang larut dalam lemak, dan warna *Lake* (Sezgin dan Ayyildiz, 2018).

- 1) Pewarna sintesis yang larut dalam air
 - a. *Allura Red AC*: Pewarna sintesis yang umumnya berasal dari tar batubara, yang digunakan dalam produksi makanan seperti makanan berkarbonasi, permen karet, makanan ringan, saus, anggur apel. Sebenarnya Uni Eropa melarang penggunaan dari pewarna sintesis ini seperti Denmark, Swiss, Austria dan Norwegia.
 - b. *Brilliant Blue FCF* dan *Brilliant Black BN*: memiliki warna biru dan hitam dan berbentuk bubuk dan butiran. Pewarna ini mudah larut dalam air sementara kurang larut dalam alkohol. *Brilliant Black* biasa digunakan dalam produksi keju, anggur, saus, dan minuman.
 - c. Tartrazine: digunakan untuk mendapatkan warna kuning lemon dan ditambahkan ke dalam produk makanan seperti roti, minuman, sereal, kacang tanah, kembang gula, krim, es krim, dan makanan kaleng.
 - d. Eritrosine: berbentuk bubuk atau butiran merah yang digunakan dalam produk susu, puding rasa, permen karet, permen, jeli, dan minuman.

2) Pewarna sintesis yang larut dalam lemak

Pewarna sintesis ini mudah larut dalam lemak karena tidak mengandung kelompok yang mampu membentuk garam seperti yang mudah larut dalam air. Pewarna ini tidak dapat digunakan sebagai pewarna makanan karena sifat racunnya.

3) *Lake*

Pewarna ini tidak larut dalam air, lemak maupun pelarut lainnya sehingga terdispersi dalam makanan dan menghasilkan warna dan biasanya digunakan dalam kue, isian biskuit, kembang gula, minuman bubuk, permen, sup, dan campuran rempah-rempah.

7.4 Dampak Penggunaan Pewarna Buatan (Sintesis)

Pandangan yang berbeda ketika bahan tambahan makanan dinilai dari segi resiko kesehatan. Seperti kita ketahui bahwa anak-anak selalu tertarik dengan dengan makanan dan minuman yang memiliki tampilan warna yang cerah. Oleh karena itu, penambahan warna yang menarik dapat meningkatkan cita rasa dan daya tarik makanan dan minuman bagi konsumen. Penambahan pewarna makanan sintesis dapat memberikan efek yang bermanifestasi sebagai gangguan perilaku, hiperaktivitas pada anak-anak seperti tartrazine, *sunset yellow*, *ponceau 4R*. Allura merah AC. Allura merah AC dapat menyebabkan kanker, penyimpangan kromosom, toksisitas perkembangan, kerusakan DNA, perilaku hiperaktif pada anak-anak, neurotoksisitas, psikotoksitas, dan toksisitas reproduksi (Sezgin dan Ayyildiz, 2018).

Selain itu, beberapa dampak negatif dari penggunaan zat pewarna sintesis yang dilarang di Indonesia, yaitu

1) Rhodamin B

Rhodamin B merupakan pewarna sintesis berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan, dalam bentuk larutan pada konsentrasi tinggi berwarna merah keunguan sedangkan pada konsentrasi rendah berwarna merah terang. Rhodamin B sudah mulai dilarang penggunaannya karena bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker). Konsumsi rhodamin B dalam jangka panjang menyebabkan akumulasi di dalam tubuh, dapat juga menyebabkan gejala pembesaran hati dan ginjal, gangguan fungsi hati, kerusakan hati, gangguan fisiologis tubuh, bahkan bisa menyebabkan kanker hati (Masyulani & Thristy, 2019).

2) Metanil Yellow

Metanil Yellow merupakan bahan pewarna sintesis yang berbentuk serbuk, berwarna kuning kecoklatan, bersifat larut dalam air dan alkohol, agak larut dalam benzena dan eter serta sedikit larut dalam aseton. Pewarna ini umumnya digunakan sebagai pewarna pada tekstil, kertas, tinta, plastik, kulit, dan cat, namun sekarang disalahgunakan untuk mewarnai berbagai jenis pangan antara lain kerupuk, mie, tahu, dan makanan yang berwarna kuning. Pewarna ini telah dilarang penggunaannya pada pangan karena efek toksisitasnya. Pewarna metanil yellow merupakan tumor promoting agent, bersifat karsinogenik, dan dapat menyebabkan kerusakan pada hati. Pewarna ini sangat berbahaya apabila terhirup melalui kulit, mata, dan tertelan. Dampak yang ditimbulkan berupa iritasi pada pernafasan, iritasi pada kulit, iritasi pada mata, serta bahaya kanker kandung dan saluran kemih. Apabila tertelan dapat

menimbulkan iritasi pada saluran pencernaanmual, muntah, sakit perut, diare, demam, lemah, dan tekanan rendah (Susilo, 2015).

7.5 Metode Analisis Pewarna

Beberapa metode untuk analisis pewarna dalam bahan makanan sudah diketahui. Karena senyawa ini memiliki kromofor penyerap UV yang kuat. Teknik kromatografi cair fase terbalik adalah metode pilihan dalam banyak kasus. Metode pilihan lain seperti kromatografi kapiler elektrokinetik digabung dengan deteksi UV. Selain itu, teknik HPLC digabungkan spektrofotometri massa ionisasi tekanan atmosfer. Metode elektrokimia seperti voltametri adsorptif diketahui berguna dalam penentuan pewarna karena senyawa ini mengandung fungsi elektroaktif (Msagati, 2013).

DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N., Kusnandar, F., & Herawati. 2011. *Analisis Pangan*. Jakarta: Penerbit PT. Dian Rakyat.
- Branen, A. L., dkk. 2002. *Food Additives Second Edition*. The United States of America: Macel Dekker. Inc.
- Cahyadi, W. 2006. *Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Christie Robert, M. *Colour Chemistry 2nd Edition*. Saudi Arabia. Departement of Chemistry. King Abdulaziz University.
- Damodaran, S & Parkin, K. L. 2017. *Fennema'S Food Chemistry Fifth Edition*. Francis: CRC Press.
- Emerton, V & Choi, E. 2008. *Essential Guide To Food Additives*. Leatherhead Food International Ltd.
- Lakhsmi G.C. 2014. Food Coloring the Natural Way. *Journal Of Chemical Science*. 4(2), 87-96.
<http://www.isca.in/rjcs/Archives/v4/i2/15.ISCA-RJCS-2014-007.pdf>
- Masyulani, F & Thristy, I. 2019. Identifikasi Zat Pewarna Rhodamin B Pada Lipstik Yang Beredar Di Kalangan Mahasiswi Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2013. *Anatomica Medical Journal*. 2(3), 1-8.
<file:///E:/Pewarna%20dan%20peretensi%20warna/3423-6596-1-PB.pdf>
- Msagati Titus, A. M. 2013. *Chemistry of Food Additives and Preservatives*. Departement of Applied Chemistry, University Johannesburg, Republic of South Africa: Wiley Blackwell.
- Mulyono, N. 2009. *Bahan Tambahan Pangan Pewarna*. Bogor: IPB Press.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 033 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan.

file:///E:/Pewarna%20dan%20peretensi%20warna/Per
menkes%20033-

2012%20Bahan%20Tambahan%20Pangan.pdf

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.
239/Menkes/Per/1985 Tentang Zat Warna Tertentu Yang
Dinyatakan Sebagai Bahan Berbahaya.
[https://agus34drajat.files.wordpress.com/2010/10/perm
enkesrino-239_zat-warna-berbahaya.pdf](https://agus34drajat.files.wordpress.com/2010/10/perm
enkesrino-239_zat-warna-berbahaya.pdf)

Saparinto, C & Hidayati, D. 2006. *Bahan Tambahan Pangan*.
Yogyakarta: Kanisius.

Sawaya, W., dkk. 2008. Colour Additive Levels in Foodstuffs
Commonly Consumed by Children in Kuwait. *Journal
ScienceDirect. Food Control* 9. 98-105.
[https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S
0956713507001211?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S
0956713507001211?via%3Dihub)

Sezgin, A & Ayyidiz, S. 2018. Food Additives: Colorants. *Journal
ResearchGate*.
<https://www.researchgate.net/publication/322404775>

Silva, M., Reboredo, F. H. & Lidon, F, C. 2022. Food Colour
Additives: A Synoptical Overview on Their Chemical
Properties, Applications In Food Products and Health Side
Effects. *Journal ResearchGate*.
<https://www.researchgate.net/publication/358209968>

Solymosi, K. dkk. 2017. Food Colour Additives of Natural Origin.
Journal ResearchGate.
<https://www.researchgate.net/publication/273767472>

Trenggono. 1990. *Bahan Tambahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi*.
Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Winarno. F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia
Pustaka Utama.

Winarno. F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia
Pustaka Utama.

BAB 8

PENGEMULSI DAN GARAM

PENGEMULSI

Oleh Muhammad Hadi Sulhan

8.1 Pendahuluan

Emulsi merupakan sistem dua fase yang terdiri dari fase terdispersi (minyak atau lemak) yang terdispersi dalam fase pendispersi (air atau larutan air) (Kale and Deore, 2017). Emulsi memiliki peran yang penting dalam berbagai industri karena kemampuannya untuk menggabungkan bahan-bahan yang tidak saling larut, meningkatkan stabilitas, serta memberikan tekstur, rasa, dan penampilan yang diinginkan dalam produk akhir. Untuk membantu pembentukan dan stabilitas emulsi dapat menggunakan pengemulsi dan garam pengemulsi.

Pentingnya Penggunaan Pengemulsi:

- A. Membantu Pembentukan Emulsi: Pengemulsi membantu mengurangi tegangan antarmuka antara minyak dan air sehingga memfasilitasi pencampuran dan dispersi fase terdispersi dalam fase pendispersi. Tanpa pengemulsi, pembentukan emulsi akan sulit atau bahkan tidak mungkin terjadi.
- B. Meningkatkan Stabilitas Emulsi: Pengemulsi berperan penting dalam menjaga tetes-tetes fase terdispersi tetap terdispersi dalam fase pendispersi. Mereka membentuk lapisan antarmuka yang stabil di antara kedua fase, mencegah penggumpalan, pemisahan, atau koalesensi tetes.

Ini menjaga kestabilan emulsi selama jangka waktu yang lebih lama.

- C. Modifikasi Tekstur dan Sifat Produk: Pengemulsi dapat memberikan tekstur, kekentalan, konsistensi, dan kelembutan yang diinginkan dalam berbagai produk seperti makanan, kosmetik, dan farmasi. Mereka juga dapat mempengaruhi penyerapan, pelepasan, atau bioavailabilitas zat aktif dalam produk farmasi.

Teori tentang emulsi banyak diaplikasikan dalam berbagai macam industri salah satunya dalam industri farmasi (Attama *et al.*, 2016).

Tinjauan Singkat Mengenai Aplikasi Emulsi dalam Berbagai Industri:

- A. Industri Makanan dan Minuman: Emulsi digunakan dalam pembuatan saus, salad dressing, mayones, margarin, es krim, cokelat, dan produk olahan lainnya. Mereka memberikan tekstur, kelembutan, stabilitas, dan penampilan yang diinginkan dalam produk makanan dan minuman.
- B. Industri Kosmetik dan Perawatan Pribadi: Emulsi digunakan dalam produk seperti krim wajah, lotion tubuh, sampo, conditioner, dan produk perawatan kulit lainnya. Mereka membantu dalam penggabungan bahan-bahan berbasis minyak dan air, memberikan tekstur yang lembut, serta meningkatkan stabilitas dan penyerapan bahan aktif.
- C. Industri Farmasi: Emulsi digunakan dalam pembuatan sediaan obat seperti suspensi oral, salep, dan krim. Mereka dapat meningkatkan kelarutan, stabilitas, serta pelepasan dan penyerapan zat aktif dalam produk farmasi.
- D. Industri Cat dan Perekat: Emulsi digunakan dalam pembuatan cat dan perekat berbasis air. Mereka memberikan stabilitas dan penyebaran pigmen, serta meningkatkan daya lekat dan aplikabilitas produk.

- E. Industri Tekstil dan Kertas: Emulsi digunakan dalam proses pengolahan tekstil dan produksi kertas untuk melumasi serat, meningkatkan stabilitas, dan memberikan efek waterproof atau anti-stain.

8.2 Emulsi

8.2.1 Definisi dan Konsep Dasar Emulsi

Emulsi adalah sistem dispersi dua fase yang terdiri dari fase terdispersi (biasanya minyak atau lemak) yang terdispersi dalam fase pendispersi (biasanya air atau larutan air). Fase terdispersi terdiri dari tetes-tetes kecil atau partikel-partikel yang tersebar dalam fase pendispersi. Emulsi seringkali dibentuk karena ketidaklarutan antara fase terdispersi dan fase pendispersi. Berdasarkan tipenya emulsi dibagi menjadi empat yaitu:

1. Oil in water (o/w): jenis emulsi yang terdiri dari fase minyak terdispersi berbentuk tetes-tetes kecil atau partikel-artikel dalam pendispersi fase air (Hisprastin and Nurwarda, 2018).
2. Water in oil (w/o): Jenis emulsi yang terdiri dari fase air terdispersi berbentuk tetes-tetes kecil atau partikel-artikel dalam pendispersi fase minyak (Hisprastin and Nurwarda, 2018).
3. Oil in water in oil (o/w/o): jenis emulsi yang terdiri dari dua fase air (air- minyak- air). Dalam emulsi ini, fase air yang terdispersi (air) dikelilingi oleh fase minyak yang kemudian dikelilingi lagi oleh fase air eksternal. Dengan kata lain, partikel-partikel air terdispersi terdapat di dalam fase minyak yang terdispersi, yang kemudian terdapat di dalam fase air eksternal (Attama *et al.*, 2016).
4. Water in oil in water (w/o/w): jenis emulsi yang terdiri dari dua fase minyak (minyak-air-minyak). Dalam emulsi ini, fase minyak yang terdispersi (minyak) dikelilingi oleh fase air

yang kemudian dikelilingi lagi oleh fase minyak eksternal. Dengan kata lain, partikel-partikel minyak terdispersi terdapat di dalam fase air yang terdispersi, yang kemudian terdapat di dalam fase minyak eksternal (Attama *et al.*, 2016).

Konsep dasar emulsi melibatkan beberapa elemen penting untuk memahami beberapa tipe emulsi di atas sebagai berikut:

1. Fase Terdispersi: Fase terdispersi adalah fase yang terdistribusi dalam bentuk tetes atau partikel-partikel kecil dalam fase pendispersi. Fase terdispersi cenderung memiliki sifat hidrofobik, artinya tidak larut dalam air. Contoh fase terdispersi termasuk minyak, lemak, atau senyawa non-polar lainnya.
2. Fase Pendispersi: Fase pendispersi adalah medium yang melingkupi fase terdispersi. Biasanya, fase pendispersi berupa air atau larutan air. Fase pendispersi memiliki sifat hidrofilik, artinya larut dalam air. Fase pendispersi berperan penting dalam membentuk dan mempertahankan dispersi fase terdispersi.
3. Tegangan Antarmuka: Tegangan antarmuka adalah tegangan permukaan yang terdapat di antara batas antara fase terdispersi dan fase pendispersi. Fase terdispersi dan fase pendispersi memiliki tegangan permukaan yang berbeda. Pembentukan emulsi melibatkan penurunan tegangan antarmuka antara kedua fase ini agar fase terdispersi dapat terdispersi secara efektif dalam fase pendispersi.
4. Stabilisasi Emulsi: Stabilisasi emulsi adalah proses menjaga kestabilan emulsi seiring waktu. Hal ini melibatkan pencegahan penggumpalan, pemisahan, atau koalesensi tetes fase terdispersi dari fase pendispersi. Stabilisasi dapat dicapai dengan bantuan pengemulsi atau garam pengemulsi, yang membentuk lapisan antarmuka yang stabil di antara kedua fase.

Dalam emulsi, fase terdispersi dan fase pendispersi tetap terpisah secara fisik dan membentuk batas antarmuka di antara keduanya. Tegangan antarmuka terjadi di sepanjang batas antarmuka ini, dan itu adalah tegangan yang bekerja di antara kedua fase. Fase terdispersi dan fase pendispersi memiliki tegangan permukaan yang berbeda, dan perbedaan ini menciptakan gaya yang mendorong terjadinya perubahan dalam sistem emulsi.

Pengemulsi atau garam pengemulsi sering digunakan dalam emulsi untuk membantu pembentukan dan stabilitas sistem dua fase ini. Mereka memiliki sifat amfipatik, yang berarti molekulnya memiliki bagian hidrofobik (tidak larut dalam air) dan hidrofilik (larut dalam air). Bagian hidrofobik pengemulsi berinteraksi dengan fase terdispersi, sedangkan bagian hidrofiliknya berinteraksi dengan fase pendispersi. Ini membantu mengurangi tegangan antarmuka dan membentuk lapisan antarmuka yang stabil, yang mencegah penggumpalan atau pemisahan fase terdispersi dari fase pendispersi.

Emulsi sebagai sistem dua fase memiliki banyak aplikasi dalam berbagai industri. Makanan dan minuman, kosmetik, farmasi, cat dan lapisan, serta industri lainnya menggunakan emulsi untuk mencapai stabilitas, tekstur, dan penampilan yang diinginkan dalam produk akhir mereka. Memahami sifat dan konsep dasar emulsi sebagai sistem dua fase penting dalam merancang, mengembangkan, dan memanfaatkan emulsi dengan efektif dalam berbagai aplikasi industri tersebut.

Emulsi memiliki beberapa karakteristik dan sifat-sifat yang mempengaruhi stabilitas, tekstur, dan penggunaannya dalam berbagai aplikasi. Berikut adalah beberapa karakteristik dan sifat-sifat penting dari emulsi:

1. Partikel Terdispersi: Emulsi terdiri dari partikel terdispersi dalam fase pendispersi. Partikel ini bisa berupa tetes-tetes kecil atau partikel-partikel padat yang tersebar secara heterogen dalam fase pendispersi. Ukuran dan distribusi partikel terdispersi mempengaruhi stabilitas emulsi dan pengalaman sensorik produk.
2. Stabilitas: Stabilitas emulsi merujuk pada kemampuannya untuk tetap terdispersi dan tidak terjadi penggumpalan atau pemisahan selama jangka waktu yang diinginkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas emulsi meliputi ukuran dan distribusi tetes, sifat permukaan antarmuka, adanya pengemulsi atau garam pengemulsi, pH, suhu, dan kekuatan pengadukan.
3. Viskositas: Emulsi memiliki viskositas yang terkait dengan kekentalan atau kelarutan partikel terdispersi dalam fase pendispersi. Viskositas mempengaruhi penyebaran, penyebaran, dan kemudahan pengolahan emulsi dalam proses produksi.
4. Kekuatan Dalam: Kekuatan dalam emulsi mengacu pada ketahanan emulsi terhadap tekanan atau perubahan mekanis seperti pengadukan, pengocokan, atau proses pengolahan lainnya. Emulsi yang kuat dalam dapat mempertahankan kestabilan dan mencegah perubahan struktural atau pemisahan fase.
5. Reologi: Reologi adalah studi tentang aliran dan deformasi bahan. Sifat reologi emulsi, seperti viskositas, elastisitas, dan viskoelastisitas, mempengaruhi pemrosesan dan aplikasi emulsi dalam berbagai industri.
6. Kepekaan terhadap pH dan Suhu: Emulsi bisa rentan terhadap perubahan pH dan suhu. Perubahan ini dapat mempengaruhi stabilitas emulsi dan menyebabkan pemisahan fase atau penggumpalan. Pengaturan pH dan suhu yang tepat penting dalam mempertahankan stabilitas emulsi.
7. Reversibilitas: Emulsi dapat mengalami perubahan struktural dan dapat dibalikkan. Reversibilitas emulsi terkait

dengan kemampuannya untuk berubah dari bentuk terdispersi menjadi bentuk terpisah dan sebaliknya. Ini dapat terjadi melalui proses seperti pemanasan atau pendinginan yang mengubah sifat fisik dan kimia emulsi.

8. Memahami karakteristik dan sifat-sifat emulsi penting dalam pengembangan dan penggunaan emulsi dalam berbagai industri seperti makanan, kosmetik, farmasi, dan industri teknis lainnya. Hal ini membantu dalam merancang formulasi yang stabil, efektif, dan berkualitas tinggi.

8.2.2 Pembentukan Emulsi

Pembentukan emulsi melibatkan dispersi fase terdispersi (minyak atau lemak) ke dalam fase pendispersi (air atau larutan air). Proses ini melibatkan penurunan tegangan antarmuka antara kedua fase, sehingga fase terdispersi dapat terdispersi dengan baik dalam fase pendispersi. Ada beberapa mekanisme yang terlibat dalam pembentukan emulsi, dan faktor-faktor tertentu mempengaruhi proses ini.

Mekanisme Pembentukan Emulsi:

1. Mekanisme Pengecilan Tetes (*Breakup Mechanism*): Mekanisme ini melibatkan pembentukan tetes-tetes kecil fase terdispersi akibat perpecahan tetes yang lebih besar. Hal ini dapat terjadi melalui proses seperti pengadukan, pengocokan, atau pemompaan yang menyebabkan deformasi dan akhirnya pecahnya tetes yang lebih besar menjadi tetes yang lebih kecil (Li *et al.*, 2022).
2. Mekanisme Koalesensi Balik (*Back Coalescence Mechanism*): Mekanisme ini terjadi ketika tetes-tetes kecil fase terdispersi bersatu kembali membentuk tetes yang lebih besar. Namun, dengan adanya pengemulsi atau garam pengemulsi, proses koalesensi balik ini dapat ditekan dan emulsi dapat tetap stabil (Xu *et al.*, 2023).

3. Mekanisme Adsorpsi Lapisan Pengemulsi (Emulsifying Layer Adsorption Mechanism): Mekanisme ini melibatkan adsorpsi pengemulsi di antara fase terdispersi dan fase pendispersi. Pengemulsi membentuk lapisan antarmuka yang stabil, yang mencegah penggumpalan dan pemisahan tetes fase terdispersi (He *et al.*, 2023).

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Emulsi:

- A. Konsentrasi Pengemulsi: Konsentrasi pengemulsi yang tepat diperlukan untuk mencapai pembentukan emulsi yang stabil. Konsentrasi yang rendah mungkin tidak cukup untuk membentuk lapisan antarmuka yang stabil, sedangkan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan pengemulsi berlebihan dan mengurangi stabilitas emulsi.
- B. Kecepatan Pencampuran (Agitation Rate): Kecepatan dan intensitas pengadukan atau pengocokan mempengaruhi pembentukan emulsi. Pencampuran yang kuat dan energik dapat menghasilkan tetes yang lebih kecil dan meningkatkan pembentukan emulsi.
- C. Suhu: Suhu dapat mempengaruhi viskositas dan kekentalan fase terdispersi dan fase pendispersi. Perubahan suhu dapat mempengaruhi stabilitas emulsi dengan mempengaruhi tegangan permukaan dan viskositas fase-fase tersebut.
- D. pH: pH dapat mempengaruhi sifat permukaan fase terdispersi dan fase pendispersi. Perubahan pH dapat mempengaruhi interaksi antara molekul-molekul pengemulsi dan membran tetes, yang pada gilirannya mempengaruhi pembentukan emulsi.

Teknik dan Metode Pembentukan Emulsi:

1. Pengadukan Mekanis: Pengadukan menggunakan pengaduk mekanis atau peralatan pencampuran lainnya seperti homogenizer atau mixer digunakan untuk mencampurkan fase terdispersi dan fase pendispersi secara mekanis. Teknik

ini melibatkan pengadukan kuat untuk menciptakan kekuatan gesekan yang cukup untuk memecah dan menyebarkan fase terdispersi.

2. Homogenisasi: Homogenisasi adalah proses penghancuran tetes fase terdispersi yang lebih besar menjadi tetes yang lebih kecil menggunakan homogenizer atau perangkat homogenisasi lainnya. Hal ini membantu dalam pembentukan tetes yang lebih kecil dan distribusi ukuran tetes yang lebih merata.
3. Ultrasonikasi: Ultrasonikasi menggunakan gelombang ultrasonik untuk menciptakan efek kavitasi dalam emulsi, yang membantu dalam pengecilan tetes fase terdispersi. Teknik ini efektif dalam menciptakan emulsi dengan tetes yang sangat kecil dan distribusi ukuran tetes yang sempit.
4. Mikrofluidika: Teknik mikrofluidika menggunakan perangkat mikrofluidika yang dirancang khusus untuk mencampurkan fase terdispersi dan fase pendispersi dalam ruang mikroskopis. Ini memungkinkan pembentukan emulsi yang sangat stabil dengan ukuran tetes yang sangat kecil dan distribusi ukuran tetes yang seragam.

Pemilihan teknik dan metode pembentukan emulsi tergantung pada aplikasi spesifik dan persyaratan produk akhir. Setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahan tertentu, dan pemilihan yang tepat harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti ukuran tetes yang diinginkan, stabilitas, dan skala produksi yang diperlukan.

8.2.3 Stabilisasi Emulsi

Stabilisasi emulsi adalah proses mempertahankan tetes fase terdispersi dalam fase pendispersi dengan mencegah penggumpalan atau pemisahan. Tegangan antarmuka antara fase terdispersi dan fase pendispersi memainkan peran penting dalam stabilitas emulsi. Pengemulsi memiliki peran kunci dalam

menurunkan tegangan antarmuka dan membentuk lapisan antarmuka yang stabil, sehingga menjaga kestabilan emulsi.

Tegangan Antarmuka dan Peran Pengemulsi: Tegangan antarmuka adalah tegangan yang bekerja di antara batas antarmuka fase terdispersi dan fase pendispersi. Fase terdispersi memiliki tegangan permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan fase pendispersi. Pengemulsi, yang merupakan senyawa amfipatik, berinteraksi dengan kedua fase tersebut. Bagian hidrofobik dari pengemulsi berinteraksi dengan fase terdispersi yang tidak larut dalam air, sementara bagian hidrofiliknya berinteraksi dengan fase pendispersi yang larut dalam air. Ini mengurangi tegangan antarmuka dan membentuk lapisan antarmuka yang stabil di antara tetes-tetes fase terdispersi.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Stabilitas Emulsi:

1. **Pengemulsi dan Konsentrasi Pengemulsi:** Jenis dan konsentrasi pengemulsi yang digunakan mempengaruhi stabilitas emulsi. Pengemulsi harus dipilih dengan cermat berdasarkan sifat kimia dan fisiknya yang sesuai dengan sistem emulsi yang diinginkan.
2. **Kecepatan Pencampuran:** Kecepatan dan intensitas pengadukan atau pengocokan mempengaruhi stabilitas emulsi. Pencampuran yang terlalu lemah dapat menyebabkan penggumpalan tetes, sementara pencampuran yang terlalu kuat dapat menyebabkan pecahnya tetes.
3. **Ukuran dan Distribusi Tetes:** Ukuran dan distribusi tetes fase terdispersi mempengaruhi stabilitas emulsi. Semakin kecil ukuran tetes, semakin besar luas permukaan antarmuka, yang memperkuat lapisan antarmuka dan mencegah penggumpalan.
4. **pH dan Suhu:** pH dan suhu sistem emulsi dapat mempengaruhi stabilitas emulsi. Perubahan pH dan suhu dapat menyebabkan perubahan sifat permukaan dan

viskositas, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi stabilitas.

Metode dan Strategi untuk Menjaga Stabilitas Emulsi:

1. Penggunaan Pengemulsi yang Sesuai: Memilih pengemulsi yang sesuai dengan sistem emulsi yang diinginkan sangat penting. Pengemulsi harus memiliki sifat amfipatik yang memadai untuk membentuk lapisan antarmuka yang stabil.
2. Pengendalian Proses: Pengendalian kecepatan pencampuran, suhu, dan pH selama pembentukan emulsi dapat membantu menjaga stabilitas. Pencampuran yang baik dan pengendalian suhu yang tepat dapat menghasilkan distribusi ukuran tetes yang seragam.
3. Penggunaan Garam Pengemulsi: Garam pengemulsi, seperti garam empedu atau garam anorganik, dapat digunakan untuk meningkatkan stabilitas emulsi. Garam pengemulsi membentuk kompleks dengan pengemulsi dan membantu meningkatkan efisiensi penurunan tegangan antarmuka.
4. Penggunaan Teknik Stabilisasi Tambahan: Beberapa teknik stabilisasi tambahan dapat digunakan, seperti penggunaan polimer atau surfaktan tambahan, penggunaan partikel padat sebagai penghalang, atau penggunaan pendinginan atau pemanasan yang dikendalikan.

Penting untuk mencatat bahwa stabilitas emulsi tidak dapat dijamin sepenuhnya, dan emulsi mungkin mengalami perubahan seiring waktu. Oleh karena itu, pemantauan dan pengujian berkala diperlukan untuk memastikan stabilitas emulsi dalam jangka waktu yang diinginkan.

8.2.4 Pemecahan Emulsi

Pemecahan emulsi terjadi ketika terjadi pemisahan fase dalam emulsi, di mana fase terdispersi (minyak atau lemak) dan fase pendispersi (air atau larutan air) terpisah kembali menjadi

fase yang terpisah. Pemecahan emulsi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, dan terdapat metode dan teknik yang digunakan untuk memecahkan emulsi.

Penyebab dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pemisahan Fase dalam Emulsi:

1. Koalesensi: Koalesensi terjadi ketika tetes-tetes fase terdispersi menyatu kembali membentuk tetes yang lebih besar. Faktor-faktor seperti kecepatan pencampuran yang rendah, pengaruh gravitasi, perubahan suhu, atau ketiadaan pengemulsi yang memadai dapat memicu koalesensi (Xu *et al.*, 2023).
2. Pemisahan Gravitasi: Fase terdispersi yang lebih ringan atau lebih berat secara gravitasi dapat mengendap di bagian atas atau bawah emulsi, menyebabkan pemisahan fase. Ini terutama terjadi ketika perbedaan densitas antara fase terdispersi dan fase pendispersi sangat besar (Xu *et al.*, 2023).
3. Perubahan Fisikokimia: Perubahan kondisi fisikokimia, seperti perubahan suhu, pH, atau penambahan bahan kimia tertentu, dapat mempengaruhi stabilitas emulsi dan menyebabkan pemisahan fase (Xu *et al.*, 2023).

Metode dan Teknik untuk Memecahkan Emulsi:

1. Sentrifugasi: Sentrifugasi adalah metode pemecahan emulsi yang menggunakan gaya sentrifugal untuk memisahkan fase terdispersi dan fase pendispersi. Emulsi ditempatkan dalam tabung sentrifugasi dan diputar dengan kecepatan tinggi. Gaya sentrifugal menyebabkan fase terdispersi terpisah dari fase pendispersi dan mengendap di bagian bawah tabung.
2. Pemanasan atau Pendinginan: Pemanasan atau pendinginan dapat digunakan untuk memecahkan emulsi dengan mempengaruhi viskositas atau sifat fisik fase-fase emulsi. Perubahan suhu dapat menyebabkan perubahan dalam

tegangan antarmuka dan dapat menghasilkan koalesensi tetes fase terdispersi.

3. Penambahan Bahan Kimia: Penambahan bahan kimia tertentu, seperti elektrolit atau asam, dapat mempengaruhi sifat permukaan dan tegangan antarmuka emulsi, menyebabkan pemisahan fase. Bahan kimia ini dapat mengurangi efek pengemulsi atau mengubah kondisi fisikokimia emulsi.
4. Pengendapan dan Dekantasi: Metode ini melibatkan membiarkan emulsi diam agar fase terdispersi dan fase pendispersi terpisah secara alami. Fase yang lebih berat atau lebih ringan dapat mengendap di bagian bawah atau atas, sehingga memungkinkan pemisahan manual atau dengan menggunakan alat dekantasi.
5. Penggunaan Metode Mekanis: Penggunaan metode mekanis seperti pengadukan atau pengocokan dengan intensitas yang tinggi dapat memecahkan emulsi dengan memperbesar tetes fase terdispersi sehingga terjadi pemisahan fase.

Pemilihan metode yang tepat untuk memecahkan emulsi tergantung pada sifat-sifat emulsi dan tujuan pemisahan yang diinginkan.

8.3 Pengemulsi

8.3.1 Pengertian dan Fungsi Pengemulsi

Pengemulsi adalah senyawa yang digunakan dalam pembentukan dan stabilisasi emulsi. Mereka memiliki sifat amfipatik, yang berarti mereka memiliki bagian yang larut dalam air (hidrofilik) dan bagian yang tidak larut dalam air (hidrofobik). Sifat ini memungkinkan pengemulsi berinteraksi dengan fase terdispersi (misalnya minyak atau lemak) dan fase pendispersi (misalnya air) dalam emulsi (Yang *et al.*, 2023).

Karakteristik pengemulsi meliputi:

1. Kelarutan: Pengemulsi harus larut dalam fase pendispersi untuk membentuk lapisan antarmuka yang stabil di antara tetes-tetes fase terdispersi.
2. Aktivitas Permukaan: Pengemulsi harus memiliki aktivitas permukaan yang cukup untuk menurunkan tegangan antarmuka antara fase terdispersi dan fase pendispersi. Ini membantu dalam membentuk dan mempertahankan emulsi.
3. Kemampuan Emulsifikasi: Pengemulsi harus mampu membentuk dan mempertahankan tetes-tetes fase terdispersi dalam fase pendispersi. Mereka harus memiliki afinitas baik terhadap fase terdispersi maupun fase pendispersi.

Fungsi pengemulsi dalam pembentukan dan stabilisasi emulsi meliputi:

1. Membantu Pembentukan Emulsi: Pengemulsi membantu dalam membentuk tetes-tetes fase terdispersi dalam fase pendispersi. Mereka membantu dalam mengurangi tegangan antarmuka antara dua fase yang tidak saling larut, sehingga memfasilitasi pembentukan tetes-tetes kecil dan homogen.
2. Menurunkan Tegangan Antarmuka: Pengemulsi bekerja untuk menurunkan tegangan antarmuka antara fase terdispersi dan fase pendispersi. Mereka membentuk lapisan antarmuka yang stabil, yang membantu mencegah koalesensi dan pemisahan fase dalam emulsi.
3. Meningkatkan Stabilitas Emulsi: Pengemulsi membantu meningkatkan stabilitas emulsi dengan membentuk lapisan antarmuka yang melindungi tetes-tetes fase terdispersi dari penggumpalan atau koalesensi. Mereka juga dapat memberikan repulsif elektrostatis atau sterik yang mencegah tetes-tetes fase terdispersi saling mendekat.
4. Mempertahankan Keasaman dan Kestabilan Rasa: Dalam aplikasi makanan dan minuman, pengemulsi dapat

membantu dalam mempertahankan keasaman dan kestabilan rasa. Mereka membantu dalam menyebarkan bahan-bahan yang tidak larut dalam air, seperti minyak esensial atau aroma, dalam fase pendispersi.

Pengemulsi memainkan peran krusial dalam membentuk, stabilisasi, dan mempertahankan emulsi dalam berbagai aplikasi industri, termasuk makanan, farmasi, kosmetik, cat, dan banyak lagi.

8.3.2 Jenis-jenis Pengemulsi:

1. **Pengemulsi Berbasis Protein:** Pengemulsi berbasis protein adalah senyawa protein yang digunakan sebagai pengemulsi dalam pembentukan dan stabilisasi emulsi. Protein seperti albumin telur, kasein, dan protein kedelai sering digunakan sebagai pengemulsi. Mereka memiliki sifat amfipatik dan dapat membentuk lapisan antarmuka yang stabil di antara fase terdispersi dan fase pendispersi. Pengemulsi berbasis protein umumnya digunakan dalam aplikasi makanan, farmasi, dan kosmetik (Nerome *et al.*, 2023).
2. **Pengemulsi Berbasis Lemak:** Pengemulsi berbasis lemak adalah senyawa yang berasal dari lemak atau minyak, seperti mono- dan digliserida asam lemak. Mereka memiliki struktur molekul yang mirip dengan minyak atau lemak dan mampu membentuk lapisan antarmuka stabil di antara fase terdispersi dan fase pendispersi. Pengemulsi berbasis lemak sering digunakan dalam industri makanan, terutama dalam produk bakery, margarin, dan produk berbasis lemak lainnya (Nagy Mohamed *et al.*, 2023).
3. **Pengemulsi Berbasis Polimer:** Pengemulsi berbasis polimer menggunakan senyawa polimer untuk memfasilitasi pembentukan dan stabilisasi emulsi. Polimer seperti polisakarida, pektin, gum arab, dan karboksimetil selulosa sering digunakan sebagai pengemulsi. Mereka memiliki sifat hidrofilik dan hidrofobik yang dapat membentuk lapisan

antarmuka yang stabil dan memberikan stabilitas emulsi yang baik. Pengemulsi berbasis polimer digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk makanan, farmasi, kosmetik, cat, dan industri lainnya (Ma *et al.*, 2022).

Pilihan pengemulsi yang tepat tergantung pada jenis emulsi yang ingin dibentuk, sifat bahan yang digunakan, dan aplikasi spesifiknya. Penggunaan pengemulsi yang sesuai sangat penting untuk mencapai stabilitas emulsi yang diinginkan dan memenuhi persyaratan produk akhir.

8.3.3 Pemilihan dan Penggunaan Pengemulsi:

1. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan pengemulsi:
 - a. Kebutuhan Fisikokimia: Sifat fisikokimia dari bahan yang akan diemulsi perlu dipertimbangkan, seperti komposisi, viskositas, pH, dan kestabilan termal.
 - b. Karakteristik Emulsi yang Diharapkan: Jenis emulsi yang diinginkan, seperti emulsi minyak dalam air (O/W) atau air dalam minyak (W/O), serta ukuran tetes dan stabilitas yang diharapkan.
 - c. Ketersediaan dan Legalitas: Ketersediaan bahan pengemulsi yang aman, mudah ditemukan, dan memenuhi persyaratan peraturan dan regulasi yang berlaku.
 - d. Keberlanjutan dan Keberhasilan: Keberlanjutan penggunaan pengemulsi dari sudut pandang lingkungan dan keberhasilan dalam aplikasi yang diinginkan.
2. Aplikasi pengemulsi dalam industri makanan, kosmetik, farmasi, dan industri lainnya:
 - a. Industri Makanan: Pengemulsi digunakan dalam pembuatan makanan untuk mencapai tekstur, stabilitas, dan penyebaran yang diinginkan. Contohnya termasuk pembuatan saus, mayones, krim, es krim, cokelat, dan produk bakery.

- b. Industri Kosmetik: Pengemulsi digunakan dalam produk kosmetik seperti krim wajah, losion, pelembap, dan produk perawatan pribadi lainnya untuk mencapai stabilitas, tekstur, dan penyebaran yang baik.
- c. Industri Farmasi: Pengemulsi digunakan dalam formulasi farmasi untuk mencapai penyampaian obat yang optimal, stabilitas formulasi, dan bioavailabilitas yang tinggi. Mereka digunakan dalam sediaan oral, topikal, atau parenteral.
- d. Industri Cat: Pengemulsi digunakan dalam industri cat untuk memperoleh sifat dispersi yang baik, stabilitas pigmen, dan penyebaran yang homogen dalam sistem cat.
- e. Industri lainnya: Pengemulsi juga digunakan dalam industri tekstil, minyak dan gas, pertanian, dan berbagai industri lainnya untuk aplikasi yang melibatkan pembentukan dan stabilisasi emulsi.

Pemilihan pengemulsi yang tepat dan penggunaan yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi sangat penting untuk mencapai hasil yang diinginkan. Setiap industri dan aplikasi memiliki persyaratan khusus, oleh karena itu pemahaman yang mendalam tentang karakteristik pengemulsi dan pemilihan yang tepat sangat penting dalam konteks aplikasi spesifik

8.4 Garam Pengemulsi

Garam pengemulsi, juga dikenal sebagai surfaktan ionik, adalah senyawa yang digunakan sebagai pengemulsi dalam pembentukan dan stabilisasi emulsi. Mereka terdiri dari ion-ion positif dan negatif yang dapat membentuk lapisan antarmuka di antara fase terdispersi dan fase pendispersi dalam emulsi.

Beberapa contoh garam pengemulsi yang umum digunakan termasuk:

1. Sodium Lauryl Sulfate (SLS): Garam pengemulsi ini digunakan secara luas dalam industri makanan, farmasi, dan kosmetik. Mereka dapat membentuk emulsi O/W (minyak dalam air) dan berperan dalam membentuk busa dan meningkatkan stabilitas emulsi (Milinković *et al.*, 2018).
2. Sodium Stearate: Garam pengemulsi ini sering digunakan dalam pembuatan sabun dan kosmetik. Mereka membentuk emulsi W/O (air dalam minyak) dan dapat memberikan tekstur krim yang kaya dan lembut (Zhang *et al.*, 2015).
3. Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB): Garam pengemulsi ini digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk farmasi dan kimia. Mereka membentuk emulsi O/W dan berperan dalam stabilisasi koloid, dispersi partikel, dan pembentukan mikrokapsul (Bao *et al.*, 2021).

Fungsi garam pengemulsi dalam emulsi mirip dengan pengemulsi non-ionik dan pengemulsi berbasis protein. Mereka membantu dalam mengurangi tegangan antarmuka antara fase terdispersi dan fase pendispersi, membentuk lapisan antarmuka yang stabil, dan mencegah koalesensi dan pemisahan fase. Garam pengemulsi juga dapat memberikan stabilitas elektrostatik atau sterik pada tetes-tetes fase terdispersi.

Pemilihan garam pengemulsi yang tepat tergantung pada sifat-sifat bahan yang digunakan, jenis emulsi yang diinginkan, dan persyaratan aplikasi spesifik. Penting untuk mengidentifikasi garam pengemulsi yang kompatibel dengan sistem yang digunakan dan memahami efeknya terhadap stabilitas, tekstur, dan kinerja keseluruhan emulsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Attama, A.A. *et al.* (2016) 'Nanomedicines for the Eye: Current Status and Future Development', in *Nanoscience in Dermatology*, pp. 323–336. Available at:
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802926-8.00025-2>.
- Bao, C. *et al.* (2021) 'Extraction of cellulose nanocrystals from microcrystalline cellulose for the stabilization of cetyltrimethylammonium bromide-enhanced Pickering emulsions', *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 608(September 2020), p. 125442. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.125442>.
- He, M. *et al.* (2023) 'Investigation on the mechanism of heating effect influencing emulsifying ability of crude oil: Experimental and molecular dynamics simulation', *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 671, p. 131654. Available at:
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2023.131654>.
- Hisprastin, Y. and Nurwarda, R.F. (2018) 'Perbedaan Emulsi Dan Mikroemulsi Pada Minyak Nabati', *Farmaka*, 16(1), pp. 133–140.
- Kale, S. and Deore, S. (2017) 'Emulsion Microemulsion and Nanoemulsion', *Systematic Review in Pharmacy*, 8(1), pp. 39–47.
- Li, N. *et al.* (2022) 'Deformation and breakup mechanism of water droplet in acidic crude oil emulsion under uniform electric field: A molecular dynamics study', *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 632, p. 127746. Available at:
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.127746>.

- Ma, H. *et al.* (2022) 'Emulsifying stability and viscosity reduction for heavy crude oil in surfactant-polymer composite system', *Journal of Molecular Liquids*, 362, p. 119713. Available at:
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.molliq.2022.119713>.
- Milinković, J. *et al.* (2018) 'Interfacial and emulsifying properties of chitosan/sodium lauryl ether sulfate system', *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 557(June), pp. 9–13. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2018.06.085>.
- Nagy Mohamed, E. *et al.* (2023) 'Comparative study between platelet-rich plasma (PRP) and mechanically emulsified fat grafts in management of chronic wounds', *Asian Journal of Surgery*, (xxxx), pp. 1–7. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2023.01.097>.
- Nerome, S. *et al.* (2023) 'Identification of emulsification proteins released from the cells by inhibiting the synthesis of GPI-anchor or β -1,3-glucan in *Candida albicans*', *Journal of Microbiological Methods*, 209, p. 106728. Available at:
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mimet.2023.106728>.
- Xu, G. *et al.* (2023) 'Functional polymer coating on glass-fiber fabric for de-emulsification and coalescence of water-in-oil emulsion', *Reactive and Functional Polymers*, 182, p. 105487. Available at:
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2022.105487>.

- Yang, Y. *et al.* (2023) 'Potential application of polysaccharide mucilages as a substitute for emulsifiers: A review', *International Journal of Biological Macromolecules*, 242, p. 124800. Available at:
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124800>.
- Zhang, R. *et al.* (2015) 'Emulsion phase inversion from oil-in-water (1) to water-in-oil to oil-in-water (2) induced by in situ surface activation of CaCO₃ nanoparticles via adsorption of sodium stearate', *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 477, pp. 55–62. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2015.03.043>.

BAB 9

PENINGKAT VOLUME DAN PEMATANG TEPUNG

Oleh Wiwit Denny Fitriana

9.1 Zat Aditif dalam Meningkatkan Volume Tepung

Aditif dalam industri pangan digunakan untuk meningkatkan volume tepung dengan cara mempengaruhi sifat-sifat fisik, kimia, dan organoleptik tepung tersebut. Beberapa zat kimia akan mengalami penguraian dan menghasilkan gas ketika berada dalam adonan roti. Saat adonan tersebut dibakar, volume gas yang dihasilkan bersama dengan udara dan uap air yang terperangkap di dalamnya akan mengembang, sehingga menghasilkan struktur berpori-pori pada roti. Karakteristik tekstur pada bahan pangan memiliki keterkaitan yang kuat dengan kualitas bahan tersebut. Kualitas pangan tersebut akan menjadi faktor penentu apakah konsumen akan menyukainya atau tidak. Meskipun kandungan gizi dalam bahan pangan tersebut baik, namun jika penampilannya tidak menarik, maka konsumen akan memberikan penilaian yang buruk terhadapnya (Winarno, 2004).

9.1.1 Pengembang Tepung

Aditif pengembang tepung seperti ragi, baking powder, atau soda kue digunakan untuk menghasilkan gelembung gas di dalam adonan. Gelembung gas ini kemudian akan terperangkap dalam struktur gluten adonan dan mengembang saat dipanaskan

selama proses pemanggangan. Pengembang tepung memainkan peran penting dalam meningkatkan volume roti, kue, dan produk tepung lainnya. Keuntungan penggunaan pengembang tepung meliputi:

1. Peningkatan volume adonan dan struktur produk akhir.
2. Pembentukan tekstur yang lebih ringan dan empuk.
3. Peningkatan daya tahan roti terhadap penurunan volume selama penyimpanan.

Pengembang tepung dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis:

1. Biologis: Contohnya adalah ragi (*Saccharomyces cerevisiae*), yang bekerja dengan mengubah gula menjadi karbon dioksida dan alkohol melalui fermentasi. Ragi sering digunakan dalam pembuatan roti. Jika kadar kelembapan meningkat, maka masa tahan pertumbuhan ragi akan menjadi lebih pendek (Maharani dkk, 2021). Ragi roti instan adalah ragi yang berbentuk kering dan banyak tersedia di pasaran. Ragi ini mudah ditemukan dan menjadi salah satu pilihan pengganti dalam proses fermentasi bioetanol karena memiliki struktur butiran kecil yang kasar dan memiliki daya tahan yang lebih lama.
2. Kimia: Contohnya adalah baking powder, yang terdiri dari campuran bahan kimia seperti natrium bikarbonat (NaHCO_3) dan asam tartarat atau asam sitrat. Ketika baking powder terkena kelembaban dan panas, reaksi kimia terjadi dan menghasilkan karbon dioksida, mengembangkan adonan.

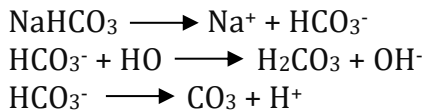
Mekanisme kerja aditif pengembang tepung dapat melibatkan dua proses utama:

1. Fermentasi:

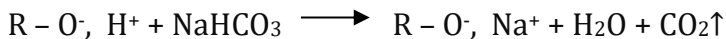
Ragi adalah aditif pengembang tepung yang menggunakan proses fermentasi. Ragi mengandung mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* yang mengkonsumsi gula dalam adonan dan menghasilkan karbon dioksida (CO₂) serta alkohol sebagai produk sampingan. Gelembung-gas karbon dioksida yang dihasilkan selama fermentasi terperangkap dalam adonan dan mengembang saat adonan dipanaskan. Ini memberikan volume dan struktur yang lebih baik pada produk tepung.

2. Reaksi Kimia

Baking powder dan soda kue mengandung bahan kimia seperti natrium bikarbonat (NaHCO₃) dan asam tartarat atau asam sitrat (Prambudi, 2015). Berikut reaksi kimia NaHCO₃ dalam air



Sedangkan reaksinya dengan adonan akan lebih kompleks karena terdapat protein maupun ion-ion yang mungkin ikut bereaksi. Penambahan bahan pengembang adonan bersifat asam akan menimbulkan ion H⁺ sehingga dalam adonan reaksinya adalah sebagai berikut :



Perbandingan antara asam dan NaHCO_3 harus diperhatikan agar tidak menimbulkan rasa seperti sabun ataupun rasa asam dan pahit.

Saat adonan mengandung air atau adonan terkena panas selama pemanggangan, reaksi kimia antara natrium bikarbonat dan asam terjadi. Reaksi ini menghasilkan karbon dioksida, yang memicu pengembangan adonan.

9.1.2 Garam Penstabil

Aditif garam penstabil seperti fosfat dan asam askorbat digunakan untuk memperkuat dan menstabilkan struktur gluten dalam adonan. Garam penstabil bekerja dengan cara meningkatkan daya tarik air pada protein gluten, sehingga membentuk adonan yang lebih elastis dan kuat (Sari, 2019). Manfaat penggunaan garam penstabil meliputi:

1. Meningkatkan volume dan tekstur roti yang lebih kenyal dan empuk.
2. Menghambat pembentukan gluten yang berlebihan, menghindari roti yang terlalu keras atau kenyal.
3. Meningkatkan kelembutan dan keseragaman roti pada setiap proses pembuatan.

Garam penstabil dapat berupa:

1. Fosfat: Seperti monosodium fosfat (NaH_2PO_4) atau sodium pyrophosphate ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$). Fosfat membantu meningkatkan daya tarik air pada protein gluten dan memperbaiki tekstur produk.
2. Asam Askorbat (vitamin C): Selain sebagai antioksidan, asam askorbat juga berperan sebagai garam penstabil dalam pembuatan roti. Ia membantu meningkatkan kekuatan dan elastisitas gluten. (Fadhilah, 2017)

Mekanisme kerja aditif garam penstabil melibatkan interaksi dengan protein gluten dalam adonan:

1. Pengikatan Air

Garam penstabil seperti fosfat atau asam askorbat dapat meningkatkan daya tarik air pada protein gluten dalam adonan. Ini menghasilkan adonan yang lebih lembab dan elastis, karena gluten menyerap lebih banyak air. Kelembaban yang lebih tinggi membantu meningkatkan pengembangan adonan dan volume produk tepung.

2. Peningkatan Kelembutan dan Kekuatan Gluten

Aditif garam penstabil membantu memperkuat ikatan gluten dalam adonan. Ini membuat gluten lebih elastis dan kuat. Adonan yang lebih kuat dapat menahan tekanan gas yang dihasilkan selama pemanggangan, sehingga menghasilkan produk tepung dengan volume yang lebih baik. Selain itu, garam penstabil juga mengurangi pembentukan gluten yang berlebihan, sehingga menghindari produk tepung yang terlalu keras atau kenyal.

9.1.3 Emulsifier

Aditif emulsifier seperti monoglycerida dan lecitin digunakan untuk membantu pengembangan gluten dan peningkatan volume dalam produk tepung. Emulsifier bekerja dengan cara membantu dispersi lemak dan air dalam adonan, serta membentuk film tipis yang melapisi gelembung gas. Manfaat penggunaan emulsifier meliputi:

1. Meningkatkan stabilitas dan volume adonan.
2. Mengurangi kekeringan dan pembentukan remah pada roti.

3. Memperpanjang umur simpan produk roti dengan mempertahankan kelembaban yang lebih baik.

Beberapa contoh emulsifier yang umum digunakan meliputi:

1. Monoglicerida dan Digliserida Asam Lemak: Emulsifier ini membantu mengemulsi lemak dan air dalam adonan, meningkatkan tekstur dan kualitas produk tepung.
2. Lesitin: Lesitin, yang sering diekstraksi dari kedelai, juga berfungsi sebagai emulsifier. Ia membantu menghasilkan adonan yang lebih stabil dan dapat meningkatkan volume produk.

Mekanisme kerja aditif emulsifier melibatkan pembentukan dan stabilisasi emulsi

1. Emulsi Lemak dan Air

Aditif emulsifier membantu memecah lemak menjadi partikel-partikel yang lebih kecil dan membantu pengemulsiannya dengan air dalam adonan. Ini membentuk emulsi yang stabil dalam adonan tepung. Stabilitas emulsi yang baik meningkatkan volume dan tekstur produk tepung.

2. Peningkatan Stabilitas Gelembung Gas

Aditif emulsifier membentuk film tipis di sekitar gelembung gas dalam adonan, mencegah gelembung gas tersebut pecah atau menggabungkan satu sama lain selama proses pemanggangan. Hal ini membantu mempertahankan volume dan struktur yang dihasilkan oleh gelembung gas.

Mekanisme kerja aditif peningkat volume tepung ini merupakan hasil dari interaksi kompleks antara aditif dengan bahan-bahan lain dalam adonan tepung. Dengan penggunaan aditif yang tepat, volume tepung dapat ditingkatkan secara signifikan, menghasilkan produk akhir yang lebih menggemirakan secara visual dan tekstural (Galuh, 2019). Penting untuk mencatat bahwa penggunaan aditif harus mematuhi regulasi dan batasan yang ditetapkan oleh otoritas pangan yang berwenang, serta mempertimbangkan aspek keamanan dan kualitas produk pangan secara menyeluruh.

9.2 Kontroversi dan tantangan dalam penggunaan Zat Aditif Peningkat Volume Tepung

Penggunaan aditif peningkat volume tepung telah menjadi subjek kontroversi dan tantangan dalam industri pangan. Berikut adalah beberapa kontroversi dan tantangan yang terkait dengan penggunaan aditif peningkat volume tepung:

1. Keamanan dan Kesehatan

Salah satu kontroversi utama adalah terkait dengan keamanan dan kesehatan penggunaan aditif peningkat volume tepung. Beberapa aditif telah dikaitkan dengan potensi efek samping atau masalah kesehatan tertentu. Contohnya, beberapa aditif pengembang tepung seperti natrium bikarbonat (soda kue) dapat menyebabkan masalah pencernaan pada individu yang peka atau memiliki kondisi medis tertentu (Cahyadi, 2006). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dan pengawasan yang ketat terhadap aditif yang digunakan untuk memastikan keamanan konsumen.

2. Ketergantungan dan Pemalsuan Produk

Penggunaan aditif peningkat volume tepung juga dapat menimbulkan ketergantungan industri pangan terhadap aditif tersebut. Beberapa produsen mungkin tergantung pada aditif untuk mencapai volume dan tekstur yang diinginkan dalam produk tepung mereka. Selain itu, penggunaan aditif peningkat volume tepung juga dapat menjadi celah bagi praktik pemalsuan produk, di mana aditif digunakan secara berlebihan atau tidak sesuai dengan dosis yang aman, untuk memperoleh keuntungan yang lebih besar.

3. Keaslian dan Nilai Gizi Produk

Penggunaan aditif peningkat volume tepung juga dapat menimbulkan kekhawatiran terkait dengan keaslian dan nilai gizi produk. Aditif sering digunakan untuk meningkatkan volume dan tekstur, tetapi dapat mengaburkan kualitas alami tepung dan bahan pangan. Hal ini dapat memengaruhi citarasa dan karakteristik organoleptik produk tepung. Selain itu, penggunaan aditif tertentu juga dapat mengurangi nilai gizi produk, seperti mengurangi kandungan serat atau nutrisi lainnya.

4. Regulasi dan Labelisasi:

Regulasi dan labelisasi aditif peningkat volume tepung juga menjadi tantangan yang harus dihadapi. Penting untuk memiliki regulasi yang ketat dan mekanisme labelisasi yang jelas untuk memastikan adanya informasi yang jelas dan akurat kepada konsumen terkait penggunaan aditif dalam produk tepung. Konsumen harus diberikan akses yang memadai terhadap informasi mengenai aditif yang digunakan, dosis yang digunakan, dan potensi risiko kesehatan yang terkait.

5. Permintaan Konsumen dan Preferensi:

Tantangan lainnya adalah menghadapi permintaan dan preferensi konsumen yang beragam. Beberapa konsumen mungkin menghindari atau memilih produk tepung yang tidak mengandung aditif tambahan. Ini mendorong industri pangan untuk mencari alternatif alami atau metode produksi yang lebih alami untuk mencapai volume dan kualitas yang diinginkan, sehingga mengurangi ketergantungan pada aditif.

Dalam menghadapi kontroversi dan tantangan ini, penting bagi produsen pangan untuk melakukan penelitian yang cermat, mematuhi regulasi yang berlaku, dan memberikan informasi yang jelas dan transparan kepada konsumen. Selain itu, peran pemerintah dan lembaga pengawas dalam pengaturan dan pengawasan penggunaan aditif peningkat volume tepung sangat penting untuk memastikan keamanan dan keberlanjutan industri pangan.

9.3 Zat Aditif Pematang Tepung

Zat aditif pematang tepung adalah bahan tambahan yang digunakan dalam industri pangan untuk memperpanjang umur simpan dan meningkatkan keawetan produk tepung. Zat aditif ini bertujuan untuk mencegah kerusakan mikrobiologis, oksidatif, dan enzimatis pada tepung, sehingga mempertahankan kualitas produk tepung lebih lama (Hanum, 2019). Berikut adalah penjelasan lebih rinci mengenai zat aditif pematang tepung.

1. Penghambat Mikrobiologis

Zat aditif pematang tepung dapat mengandung penghambat mikrobiologis, seperti antimikroba atau bahan

pengawet, yang membantu menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, atau ragi. Penghambat mikrobiologis ini mencegah kontaminasi mikroba yang dapat menyebabkan kerusakan, degradasi, atau infeksi pada produk tepung.

2. Antioksidan

Beberapa zat aditif pematang tepung juga berfungsi sebagai antioksidan. Mereka melindungi tepung dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh paparan oksigen. Kerusakan oksidatif dapat menyebabkan perubahan warna, rasa, dan aroma pada tepung, serta penurunan nilai gizi. Antioksidan melindungi produk tepung dari efek buruk oksidasi, menjaga kualitas produk tepung lebih lama.

3. Enzim Inaktif

Beberapa zat aditif pematang tepung mengandung enzim inaktif, yang membantu menghambat aktivitas enzimatis dalam tepung. Enzim alami yang terdapat dalam tepung dapat menyebabkan perubahan kualitas dan keawetan tepung seiring waktu. Enzim inaktif dalam aditif pematang tepung dapat membantu mencegah kerusakan enzimatis, menjaga stabilitas dan keawetan produk tepung.

4. Penyesuaian pH

Zat aditif pematang tepung juga dapat digunakan untuk menyesuaikan pH dalam tepung. Penyesuaian pH yang tepat dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan memperpanjang umur simpan tepung. Selain itu, penyesuaian pH yang tepat juga dapat mempengaruhi aktivitas enzim dalam tepung, sehingga menjaga kualitas dan keawetan produk tepung.

5. Stabilisator dan Pengikat

Beberapa zat aditif pematang tepung memiliki sifat stabilisator atau pengikat. Mereka membantu menjaga kestabilan struktur dan tekstur tepung, mencegah perubahan yang tidak diinginkan selama penyimpanan. Stabilisator dan pengikat dapat mengurangi terjadinya aglomerasi, penggumpalan, atau perubahan fisik pada produk tepung, sehingga mempertahankan kualitas produk tepung lebih lama.

Penting untuk mencatat bahwa penggunaan zat aditif pematang tepung harus sesuai dengan pedoman dan regulasi yang berlaku dalam industri pangan. Penggunaan yang berlebihan atau tidak sesuai dapat memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia atau lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk memastikan penggunaan aditif pematang tepung dalam jumlah dan cara yang aman dan sesuai.

Aditif pematang tepung adalah bahan tambahan makanan yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dan stabilitas tepung. Penggunaan aditif ini harus mematuhi standar keamanan pangan yang ditetapkan oleh otoritas regulasi setempat, seperti Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) di Indonesia atau Food and Drug Administration (FDA) di Amerika Serikat.

Berikut adalah langkah-langkah umum untuk menggunakan aditif pematang tepung secara aman dan sesuai dengan standar:

1. Pilih aditif yang disetujui

Pastikan aditif yang akan digunakan telah disetujui oleh otoritas regulasi. Periksa label produk untuk

memastikan aditif tersebut aman dan sesuai dengan standar yang berlaku.

2. Ikuti petunjuk dosis

Setiap aditif memiliki dosis yang direkomendasikan. Pastikan untuk mengikuti petunjuk penggunaan yang tertera pada kemasan produk. Jangan melebihi dosis yang direkomendasikan, karena hal ini dapat berdampak negatif pada kualitas atau keamanan produk akhir.

3. Perhatikan metode pengadukan

Aditif pematang tepung biasanya perlu diaduk secara merata dengan tepung. Pastikan untuk mengikuti petunjuk penggunaan terkait metode pengadukan yang benar. Pada umumnya, aditif pematang tepung ditambahkan ke dalam tepung saat proses penggilingan atau pencampuran.

4. Perhatikan waktu penggunaan

Beberapa aditif pematang tepung memerlukan waktu tertentu agar dapat berfungsi secara optimal. Pastikan untuk memberikan waktu yang cukup sesuai dengan petunjuk penggunaan. Hal ini penting untuk mencapai hasil yang diharapkan.

5. Simpan dengan benar

Jika Anda tidak menggunakan seluruh aditif pematang tepung dalam satu kali penggunaan, pastikan untuk menyimpannya dengan benar sesuai instruksi pada kemasan. Simpan aditif dalam wadah kedap udara, di tempat yang kering, sejuk, dan terlindung dari cahaya langsung.

6. Pantau reaksi dan efek samping

Setelah menggunakan aditif pematang tepung, perhatikan perubahan yang terjadi pada tepung atau produk akhir. Jika terdapat efek samping yang tidak diinginkan, seperti perubahan rasa atau tekstur yang aneh, hentikan penggunaan aditif tersebut dan konsultasikan dengan ahli pangan atau otoritas regulasi terkait.

Penggunaan zat aditif pematang tepung sering kali menghadapi beberapa kontroversi dan tantangan. Berikut adalah beberapa di antaranya:

1. Keamanan

Salah satu kontroversi utama terkait aditif pematang tepung adalah keamanannya bagi kesehatan manusia. Beberapa aditif tertentu mungkin memiliki potensi efek samping atau bahaya jika digunakan dalam jumlah atau cara yang tidak sesuai. Otoritas regulasi terus melakukan penelitian dan evaluasi risiko terkait aditif ini untuk memastikan keamanannya.

2. Penggunaan berlebihan

Meskipun aditif pematang tepung dapat meningkatkan kualitas dan stabilitas tepung, penggunaan berlebihan atau penggunaan aditif yang tidak sesuai dapat menyebabkan masalah. Penggunaan yang berlebihan dapat mengubah rasa, tekstur, atau kualitas produk akhir, serta dapat mengakibatkan dampak negatif bagi kesehatan konsumen.

3. Ketergantungan industri

Beberapa kritikus berpendapat bahwa industri makanan terlalu bergantung pada penggunaan aditif

pematang tepung untuk memperpanjang umur simpan dan meningkatkan kualitas produk mereka. Hal ini dapat mengabaikan penggunaan bahan-bahan alami dan proses tradisional yang lebih sehat.

4. Ketidakjelasan informasi

Tantangan lain adalah kurangnya informasi yang jelas dan transparan mengenai aditif pematang tepung. Beberapa produsen mungkin tidak memberikan informasi yang memadai tentang aditif yang digunakan dalam produk mereka, termasuk dosis yang digunakan. Ini dapat menyulitkan konsumen untuk membuat pilihan yang sadar dan menginformasikan keputusan makanan mereka.

5. Preferensi konsumen

Beberapa konsumen mungkin memiliki preferensi untuk makanan yang tidak mengandung aditif pematang tepung, dan mereka lebih cenderung mencari produk yang lebih alami dan minim aditif. Hal ini telah mendorong munculnya tren makanan organik dan bebas aditif, yang merupakan tantangan bagi industri makanan dalam menciptakan produk yang memenuhi kebutuhan pasar ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi, S. 2006. Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan. Cetakan Pertama Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Fadhilah. F . 2017. Penggunaan Bahan Tambah Pangan (BTP) Pada Pengelolaan Industri Rumah Tangga Di Kecamatan Payah Kumbuh Barat.Padang : Universitas Negeri Padang.
- Hanum, G. R. 2019. Kimia Amami. Buku Ajar. Sidoarjo: Umsida Press.
- Maharani, M.M., Bakrie, M., Nurlela. 2021. Pengaruh Jenis Ragi, Massa Ragi Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Biji Durian. Jurnal Redoks, Vol 6. No. 1.
- Pambudi, Setyo. 2015. Pengaruh Proporsi Soda Kue (Natrium Bikarbonat) dan Amoniak Bubuk (Ammonium Bikarbonat) Sebagai Bahan Pengembang Terhadap Sifat Fisik Kimia dan Organoleptik Kue Bagiak. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- Sari, L. K. 2019. Jenis Bahan Penstabil Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Pada Leather Labu Air (*Lagenaria Siceraria*), Skripsi, Universitas Semarang
- Winarno, F. G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

BAB 10

PENGEMBANG, PROPELAN, GAS UNTUK KEMASAN DAN BAHAN PENGKARBONASI MAKANAN

Oleh Mamay

10.1 Pengembang Makanan

10.1.1 Pengembang Kimia

Pengembang kimia makanan adalah bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses pembuatan makanan untuk memberikan volume, kelembutan, dan tekstur yang diinginkan. Bahan-bahan ini bekerja dengan cara memproduksi gas, khususnya karbon dioksida (CO_2), yang terperangkap dalam adonan atau adonan makanan, sehingga mengakibatkan pengembangan adonan.

a. Soda Kue

Pengembang soda kue, yang juga dikenal sebagai baking soda atau natrium bikarbonat, adalah salah satu jenis pengembang kimia yang umum digunakan dalam pembuatan makanan. Komposisi pengembang soda kue terdiri dari bahan aktif tunggal, yaitu natrium bikarbonat (NaHCO_3). Ini adalah senyawa garam yang bersifat alkali dan dapat memproduksi gas karbon dioksida (CO_2) ketika teraktivasi dalam keadaan tertentu. Cara Kerja soda kue, ketika soda kue terkena asam, seperti jus lemon, yogurt, atau bahan asam

lainnya, terjadi reaksi kimia antara natrium bikarbonat dan asam. Reaksi ini menghasilkan gas karbon dioksida yang menyebabkan adonan atau adonan mengembang. Gas karbon dioksida yang dihasilkan membentuk gelembung-gelembung udara di dalam adonan, memberikan tekstur yang ringan dan pori-pori yang terbuka pada produk makanan.

Pengembang soda kue membutuhkan kondisi tertentu untuk diaktifkan. Biasanya, aktivasi terjadi ketika pengembang soda kue terkena kelembapan dan panas selama proses pemanggangan. Aktivasi ini memicu reaksi antara natrium bikarbonat dan asam yang ada dalam adonan atau resep makanan, menghasilkan gas karbon dioksida. Untuk mengaktifkan pengembang soda kue, perlu ada bahan asam dalam adonan atau resep. Bahan asam ini dapat berupa jus lemon, cuka, yogurt, krim tartar, atau bahan-bahan asam lainnya. Bahan asam bereaksi dengan natrium bikarbonat, memicu pengembangan dan menghasilkan gas karbon dioksida.

Pengembang soda kue sangat umum digunakan dalam pembuatan kue, roti, dan produk panggang lainnya. Namun, penting untuk mengikuti petunjuk penggunaan yang tepat dan perbandingan yang benar sesuai dengan resep yang digunakan. Penggunaan yang berlebihan atau kurang dari pengembang soda kue dapat mempengaruhi rasa dan tekstur produk akhir.

b. Baking powder

Pengembang baking powder adalah salah satu jenis pengembang kimia yang sering digunakan dalam pembuatan makanan, terutama dalam pembuatan kue dan produk panggang. Komposisi baking powder terdiri dari campuran

beberapa bahan, termasuk natrium bikarbonat (baking soda), bahan asam, dan bahan penstabil. Bahan asam yang umum digunakan dalam baking powder adalah asam tartarat, asam sitrat, atau campuran keduanya. Bahan penstabil seperti pati juga dapat ditambahkan untuk menjaga kestabilan dan kinerja baking powder.

Ada dua jenis baking powder yang umum digunakan, yaitu baking powder yang mengandung bahan asam tunggal dan baking powder yang mengandung bahan asam ganda (*double-acting baking powder*). Baking Powder dengan Bahan Asam Tunggal mengandung asam tunggal, seperti asam tartarat atau asam sitrat. Ketika baking powder ini terkena kelembapan, reaksi kimia terjadi antara natrium bikarbonat dan asam tunggal, menghasilkan gas karbon dioksida yang memicu pengembangan adonan. Reaksi ini terjadi segera setelah baking powder terkena kelembapan, sehingga adonan perlu segera dipanggang setelah adonan diencerkan atau setelah baking powder ditambahkan. Double-Acting Baking Powder mengandung bahan asam ganda, biasanya kombinasi asam tartarat dan asam sitrat. Double-acting baking powder bekerja dalam dua tahap. Tahap pertama terjadi ketika baking powder terkena kelembapan, seperti saat ditambahkan ke adonan. Reaksi kimia antara natrium bikarbonat dan asam ganda menghasilkan gas karbon dioksida dalam jumlah terbatas. Tahap kedua terjadi saat adonan dipanaskan selama pemanggangan. Pemanasan mengaktifkan reaksi kedua, menghasilkan lebih banyak gas karbon dioksida dan mengembangkan adonan lebih lanjut.

Kelebihan penggunaan baking powder memungkinkan adonan mengembang dengan cepat dan memberikan tekstur yang ringan dan empuk pada produk makanan. Baking powder memberikan hasil yang konsisten dan dapat

diandalkan dalam pembuatan kue dan produk panggang. Penting untuk mengikuti petunjuk penggunaan yang tertera pada kemasan baking powder dan memperhatikan jenis baking powder yang digunakan dalam resep tertentu. Perbandingan yang tepat antara baking powder dan bahan-bahan lainnya dalam adonan juga penting untuk mendapatkan hasil yang diinginkan

c. Amonium bikarbonat

Amonium karbonat $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ adalah senyawa kimia yang digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sebagai bahan pengembang dalam industri makanan dan minuman. Amonium karbonat menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) saat terurai, yang membantu adonan atau campuran naik atau mengembang. Gas karbon dioksida yang dihasilkan akan terperangkap dalam adonan atau campuran, memberikan tekstur yang ringan dan berongga.

Pada umumnya, pengembang amonium karbonat diproduksi oleh produsen bahan kimia atau pabrik kimia. Proses produksi melibatkan reaksi antara amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2) dalam suasana beralkali:



Proses ini melibatkan peralatan dan kondisi yang cermat untuk memastikan keamanan dan kualitas produk akhir. Dalam industri makanan dan minuman, amonium karbonat digunakan dalam jumlah yang sangat kecil dan diatur dengan ketat sesuai dengan pedoman keamanan pangan.

Penting untuk dicatat bahwa amonium karbonat saat ini jarang digunakan dalam industri makanan karena beberapa alasan, termasuk kekhawatiran tentang keamanan

dan potensi penggunaan yang salah. Beberapa pengembang alternatif yang lebih umum digunakan adalah baking powder (bubuk pengembang), baking soda (natrium bikarbonat), atau campuran tartar (asam tartarat).

Sebagai pengguna atau produsen bahan kimia, sangat penting untuk mematuhi peraturan keamanan, petunjuk penggunaan, dan pedoman industri yang berlaku dalam pengolahan atau penggunaan amonium karbonat. Selalu konsultasikan dengan ahli kimia atau otoritas terkait sebelum menggunakan atau mengembangkan bahan kimia tersebut

d. Kalium bikarbonat

Sebagai seorang pengembang makanan, Anda mungkin tertarik untuk menggunakan kalium bikarbonat sebagai bahan tambahan dalam produk Anda. Kalium bikarbonat adalah garam kalium dari asam bikarbonat. Bahan ini dapat memberikan efek pengembangan pada makanan, serta berperan dalam keseimbangan pH. Kalium bikarbonat dapat digunakan sebagai pengganti natrium bikarbonat untuk menurunkan kandungan natrium produk jadi. Kalium karbonat larut dalam air dan sebagian terurai pada pemanasan untuk memberikan pelepasan sebagian CO₂ yang tersedia, sehingga membutuhkan asam ragi agar untuk menghasilkan pelepasan lengkap CO₂. Kalium bikarbonat jarang digunakan karena memiliki aftertaste pahit dan sangat higroskopis, sehingga sulit untuk disimpan



Beberapa manfaat penggunaan kalium bikarbonat dalam pengembangan makanan antara lain:

- 1) Kalium bikarbonat dapat digunakan sebagai bahan pengembang dalam adonan roti, kue, atau produk roti

lainnya. Ketika kalium bikarbonat terkena panas, ia akan membebaskan gas karbon dioksida, yang membantu adonan mengembang.

- 2) Kalium bikarbonat dapat digunakan untuk menyeimbangkan pH dalam makanan, terutama pada produk yang bersifat asam. Ini dapat membantu mencapai pH yang diinginkan untuk menjaga kualitas dan stabilitas produk.
- 3) Kalium bikarbonat juga dapat digunakan sebagai pengganti sebagian natrium dalam formulasi makanan. Dalam beberapa produk, penggunaan kalium bikarbonat dapat membantu mengurangi jumlah natrium tanpa mengorbankan rasa.

e. Asam Tartarat

Sebagai seorang pengembang makanan, Anda mungkin tertarik untuk menggunakan asam tartarat sebagai bahan tambahan dalam produk Anda. Asam tartarat, juga dikenal sebagai asam tartar, adalah asam organik alami yang ditemukan dalam anggur dan beberapa jenis buah lainnya. Bahan ini dapat memberikan efek pengembangan pada makanan dan digunakan dalam berbagai aplikasi makanan.

Berikut adalah beberapa manfaat penggunaan asam tartarat dalam pengembangan makanan:

- 1) Pengembangan adonan: Asam tartarat dapat digunakan sebagai agen pengembang dalam adonan roti, kue, dan produk roti lainnya. Ketika terkena panas, asam tartarat akan membebaskan gas karbon dioksida, yang membantu adonan mengembang dan memberikan tekstur yang lebih ringan pada produk akhir.
- 2) Stabilisasi putih telur: Dalam pembuatan kue atau meringue, asam tartarat dapat digunakan untuk membantu menjaga stabilitas putih telur. Asam tartarat

membantu mengatur tingkat keasaman dan mencegah putih telur dari kehilangan kekakuan dan mengalami kerusakan.

- 3) Pengatur keasaman: Asam tartarat dapat digunakan untuk mengatur tingkat keasaman dalam makanan, terutama dalam produk-produk yang membutuhkan tingkat keasaman tertentu untuk keberhasilan reaksi kimia atau karakteristik organoleptik yang diinginkan.

f. Asam sitrat

Sebagai pengembang makanan, Anda mungkin tertarik untuk menggunakan asam sitrat sebagai bahan tambahan dalam produk Anda. Asam sitrat adalah asam organik yang terdapat secara alami dalam buah-buahan sitrus, seperti jeruk dan lemon. Bahan ini memiliki beberapa manfaat dan aplikasi dalam pengembangan makanan. Berikut adalah beberapa manfaat penggunaan asam sitrat:

- 1) Pengembangan adonan: Asam sitrat dapat digunakan sebagai agen pengembang dalam adonan roti, kue, dan produk roti lainnya. Ketika terkena panas, asam sitrat akan membebaskan gas karbon dioksida, yang membantu adonan mengembang dan memberikan tekstur yang lebih ringan pada produk akhir.
- 2) Penyeimbang rasa: Asam sitrat memiliki sifat asam yang kuat dan dapat digunakan untuk menyeimbangkan rasa dalam makanan. Ini dapat digunakan untuk memberikan keasaman yang diinginkan pada produk, seperti minuman ringan, permen, atau makanan penutup.
- 3) Pengawet dan antioksidan: Asam sitrat juga dapat berperan sebagai pengawet alami dan antioksidan dalam beberapa produk makanan. Ini membantu memperpanjang umur simpan produk dengan

melindungi mereka dari oksidasi dan pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan.

10.1.12 Pengembang Biologis

Ragi adalah jenis mikroorganisme, terutama spesies *Saccharomyces cerevisiae*, yang digunakan dalam proses fermentasi makanan. Ragi umumnya digunakan dalam produksi roti, kue, dan produk tepung lainnya. Proses fermentasi ragi melibatkan konversi karbohidrat menjadi gas karbon dioksida, yang memberikan adonan kembang dan tekstur yang diinginkan pada produk roti. Ragi juga berkontribusi pada pembentukan aroma dan rasa khas pada produk roti dan kue. Selain itu, ragi juga digunakan dalam produksi bir, anggur, dan minuman fermentasi lainnya. Dalam konteks ini, ragi bertanggung jawab untuk mengubah gula dalam bahan baku menjadi alkohol melalui proses fermentasi.

Ragi memiliki peran penting dalam industri makanan karena kemampuannya untuk menghasilkan hasil fermentasi yang diinginkan. Ragi diproduksi secara komersial dalam bentuk kering atau cair dan dapat digunakan untuk mengawali fermentasi dalam berbagai jenis makanan. Penggunaan ragi dalam pengembangan makanan secara biologis dapat membantu meningkatkan kualitas, rasa, dan tekstur produk makanan. Namun, penting untuk memastikan bahwa ragi yang digunakan berasal dari sumber yang aman dan terhindar dari kontaminasi patogen. Selain itu, penggunaan ragi dalam industri makanan juga harus mematuhi standar keamanan dan regulasi yang berlaku untuk memastikan keamanan pangan yang optimal.

10.1.13 Pengembang Mekanis

a. Krim

Pembuatan krim melalui proses mengocok kristal gula dan lemak padat mentega bersama-sama dengan sebuah mixer. Proses ini dilakukan agar gelembung udara kecil masuk ke dalam campuran gula kristal yang dikocok secara fisik. Dalam pembuatan krim, terjadi proses memotong struktur lemak kemudian mengembang di bawah pengaruh panas. Proses ini memberikan volume pada produk. Campuran krim biasanya mengembang lebih lanjut dengan ragi kimia seperti soda kue sebelum dipanaskan. Proses ini sering digunakan dalam pembuatan kue.

b. Mengocok

Aplikasi potensial mereka dalam industri makanan dijelaskan. Menggunakan pengocok pada cairan tertentu, terutama krim atau putih telur juga dapat menghasilkan busa melalui tindakan mekanis. Metode ini digunakan dalam pembuatan kue bolu, di mana matriks protein telur yang dihasilkan oleh pengadukan kuat menyediakan hampir semua struktur produk jadi.

10.2 Propelan

Propelan membantu mendorong makanan dari wadah. Mereka adalah gas bertekanan yang digunakan untuk mengusir makanan dari wadahnya. Propelan juga digunakan untuk mengurangi jumlah oksigen yang bersentuhan dengan makanan dalam kemasan. Wadah aerosol bertekanan digunakan untuk mengeluarkan produk makanan cair dalam bentuk cair, busa atau semprotan. Penggunaan propelan memberikan tekanan yang diperlukan untuk memaksa fluida makanan dari wadah aerosol. Propelan yang paling umum digunakan termasuk nitrogen, nitro oksida dan karbon

dioksida. Propelan terakhir umumnya digunakan untuk mengeluarkan busa dan semprotan jenis produk, seperti krim kocok, keju, dan mustard. Ini karena nitro oksida dan karbon dioksida cenderung larut dalam cairan makanan dan mengembang selama pelepasannya dari wadah, menyebabkan pembentukan semprotan atau busa. Nitrogen tidak menunjukkan sifat seperti itu dan dengan demikian digunakan untuk mengeluarkan makanan yang dibutuhkan dalam bentuk cair, misalnya minyak dan sirup.

1. Nitro oksida

Nitrous oxide paling sering diperoleh dengan dekomposisi termal ammonium nitrat. Dalam kemasan atmosfer termodifikasi, nitro oksida adalah gas kemasan yang diizinkan, tetapi tidak digunakan untuk aplikasi pengemasan makanan umum. Nitro oksida digunakan dalam industri susu untuk beberapa aplikasi, di mana ia memiliki sifat mampu mengurangi oksidasi lipid oleh apapun udara sisa. Ini digunakan dalam krim kocok dan mousse dan sebagai propelan dalam krim aerosol.

Nitrous oxide adalah gas yang sangat reaktif, membutuhkan tindakan pengamanan. Umur simpan dalam produk susu kemasan dapat diperpanjang dengan penggunaan nitro oksida, di mana ketengikan oksidatif dapat dihindari. Produk Khas termasuk krim kocok siap saji. N_2O memiliki kinerja yang sangat baik sebagai propelan produk aerosol makanan. Krim kocok dari N_2O memiliki stabilitas berbusa yang lebih tinggi. Yang terpenting, rasa krim kocok yang mengandung N_2O mirip dengan krim kocok udara.

2. Butana dan Iso-butana

Butana (juga dikenal sebagai n-butana) dan iso-butana diperoleh dari gas alam dengan fraksinasi. Zat ini tidak berwarna, tidak berbau, gas yang mudah terbakar

pada suhu normal dan tekanan. Mereka mudah dicairkan di bawah tekanan pada suhu kamar dan disimpan dan dikirim sebagai cairan. Butana dan iso-butana dapat digunakan sebagai propelan dalam semprotan minyak sayur dan air semprotan emulsi berbasis.

3. *Propana*

Propana (juga dikenal sebagai dimetilmetana) diperoleh dari gas alam melalui fraksinasi. Ini adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar pada suhu dan tekanan normal, yang mudah dicairkan di bawah tekanan pada suhu kamar. Propana disimpan dan dikirim dalam keadaan cair. Propana dapat digunakan sebagai propelan dalam semprotan panci minyak sayur dan emulsi berbahan dasar air semprotan.

10.3 Gas untuk Kemasan

Komposisi gas normal udara adalah nitrogen (N_2) 78,08%, oksigen (O_2) 20,96% dan karbon dioksida (CO_2) 0,03%, bersama dengan variabel konsentrasi uap air dan jejak gas inert atau mulia. Banyak makanan yang cepat rusak di udara karena hilangnya atau penyerapan air, reaksi dengan oksigen dan pertumbuhan mikroorganisme aerobik, yaitu bakteri dan jamur. Pertumbuhan mikroba mengakibatkan perubahan tekstur, warna, rasa dan nilai gizi makanan. Perubahan ini dapat membuat makanan menjadi tidak enak dan berpotensi tidak aman untuk dikonsumsi manusia. Penyimpanan makanan dalam atmosfer gas yang dimodifikasi dapat menjaga kualitas dan memperpanjang umur simpan produk, dengan memperlambat reaksi kimia dan biokimia yang merusak dan dengan memperlambat (atau dalam beberapa kasus mencegah) pertumbuhan organisme pembusuk.

Modified atmosphere packaging (MAP) didefinisikan sebagai 'pengemasan produk yang mudah rusak dalam atmosfer yang telah dimodifikasi sehingga komposisinya berbeda dari udara. Sementara penyimpanan dengan atmosfer terkendali melibatkan pemeliharaan konsentrasi gas yang tetap di sekitar produk dengan pemantauan yang cermat dan penambahan gas; komposisi gas makanan MAP segar terus berubah karena reaksi kimia dan aktivitas mikroba. Pertukaran gas antara ruang kepala kemasan dan lingkungan eksternal juga dapat terjadi sebagai akibat permeasi di seluruh bahan kemasan.

Mengemas makanan dalam suasana yang dimodifikasi dapat menawarkan umur simpan yang lebih lama dan penyajian produk yang lebih baik dalam wadah yang nyaman, membuat produk lebih menarik bagi pelanggan ritel. Namun, MAP tidak dapat meningkatkan kualitas produk pangan yang kualitasnya buruk. Oleh karena itu, makanan harus memiliki kualitas terbaik sebelum dikemas untuk mengoptimalkan manfaat dari memodifikasi suasana kemasan. Praktik kebersihan yang baik dan kontrol suhu di seluruh rantai dingin untuk produk yang mudah rusak diperlukan untuk mempertahankan manfaat kualitas dan memperpanjang umur simpan makanan MAP

Tiga gas utama yang digunakan dalam MAP di Eropa adalah O₂, CO₂ dan N₂; karbon monoksida (CO) digunakan secara luas di Amerika Serikat (AS). Pilihan gas tergantung pada produk makanan yang dikemas. Digunakan secara tunggal atau kombinasi, gas ini digunakan untuk menyeimbangkan perpanjangan masa simpan yang aman dengan sifat organoleptik makanan yang optimal. Gas mulia atau inert, seperti argon, digunakan secara komersial untuk produk, seperti produk kopi dan makanan ringan; namun,

literatur tentang penerapan dan manfaatnya terbatas. Methylcyclopropene (CMC), penghambat produksi etilen, juga termasuk dalam beberapa MAP pada buah.

1. Karbon dioksida

Karbon dioksida (CO_2) adalah gas tidak berwarna dengan sedikit bau menyengat pada konsentrasi yang sangat tinggi. Ini adalah sesak napas dan sedikit korosif di hadapan kelembaban. CO_2 mudah larut dalam air (1,57 g/kg pada 100 kPa, 20 °C) untuk menghasilkan asam karbonat (H_2CO_3) yang meningkatkan keasaman larutan dan menurunkan pH. Gas ini juga larut dalam lipid dan beberapa senyawa organik lainnya. Kelarutan CO_2 meningkat dengan penurunan suhu. Aktivitas antimikroba CO_2 secara nyata lebih besar pada suhu di bawah 10°C dibandingkan pada suhu 15 °C atau lebih tinggi. Kelarutan CO_2 yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan bungkus karena pengurangan volume. Dalam beberapa aplikasi MAP, kerusakan kemasan lebih disukai, misalnya pada keju yang dibungkus untuk penjualan eceran.

2. Oksigen

Oksigen (O_2) adalah gas tidak berwarna dan tidak berbau yang sangat reaktif dan mendukung pembakaran. Gas oksigen memiliki kelarutan yang rendah dalam air (0,040 g/kg pada 100 kPa, 20°C). Oksigen memicu beberapa jenis reaksi deterioratif dalam makanan termasuk oksidasi lemak, reaksi pencoklatan, dan oksidasi pigmen. Sebagian besar bakteri dan jamur pembusuk membutuhkan O_2 untuk pertumbuhannya. Oleh karena itu, untuk meningkatkan umur simpan makanan, atmosfer kemasan harus mengandung sisa O_2 dengan konsentrasi rendah. Perlu diperhatikan bahwa pada beberapa makanan konsentrasi O_2 yang rendah

dapat menyebabkan masalah kualitas dan keamanan (misalnya perubahan warna yang tidak menguntungkan pada pigmen daging merah, penuaan pada buah dan sayuran dan pertumbuhan bakteri peracunan makanan anaerobik), dan ini harus diperhatikan.

3. Nitrogen

Nitrogen (N_2) adalah gas yang relatif tidak reaktif tanpa bau, rasa atau warna. Nitrogen memiliki kerapatan yang lebih rendah daripada udara, tidak mudah terbakar dan memiliki kelarutan yang rendah dalam air (0,018 g/kg pada 100 kPa, **20°C**) dan konstituen makanan lainnya. Nitrogen tidak mendukung pertumbuhan mikroba aerob, dan karena itu, menghambat pertumbuhan pembusukan aerob tetapi tidak mencegah pertumbuhan bakteri anaerob. Kelarutan N_2 yang rendah dalam makanan dapat digunakan untuk mencegah keruntuhan kemasan dengan memasukkan N_2 yang cukup dalam campuran gas untuk menyeimbangkan penurunan volume akibat CO_2 yang masuk ke dalam larutan.

4. Karbon monoksida

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau yang sangat reaktif dan sangat mudah terbakar. Gas ini memiliki kelarutan yang rendah dalam air tetapi relatif larut dalam beberapa pelarut organik. CO adalah gas fungistatik dan komponen asap kayu; karenanya, makanan telah terpapar gas ini selama ratusan tahun. Ini telah digunakan di Amerika Serikat sejak tahun 1970 untuk memperpanjang umur simpan selada dan untuk MAP daging dan ikan sejak tahun 2002.

5. Gas mulia

Gas mulia termasuk helium (He), argon (Ar), xenon (Xe) dan neon (Ne) bersifat inert. Dikombinasikan dengan gas MAP lainnya, gas-gas tersebut memiliki efek yang menguntungkan pada umur simpan segar, daging, makanan siap saji, buah dan sayuran segar

10.3.1 Pengaruh lingkungan gas terhadap aktivitas bakteri, khamir dan kapang

Makanan dapat mengandung berbagai mikroorganisme termasuk bakteri dan spora, ragi, kapang, protozoa dan virus. Sementara teknologi pengemasan umumnya akan peduli dengan pencegahan pertumbuhan bakteri, ragi dan jamur dalam makanan, orang harus menyadari bahwa mikroorganisme patogen tertentu, meskipun tidak tumbuh dalam makanan, dapat bertahan hidup selama periode umur simpan dan memiliki potensial, jika ada dalam makanan, menyebabkan keracunan makanan atau penyakit pada konsumen. Bagian ini berkaitan dengan kelompok mikroba utama yang dapat dikontrol atau dipengaruhi oleh MAP

Tabel 10.1. Kebutuhan oksigen mikroorganisme dalam kemasan atmosfer termodifikasi

Kelompok	Organisme perusak	Organisme patogen
Aerob	<i>Micrococcus sp</i>	<i>Bacillus cereus</i>
	<i>Moulds, seperti</i>	<i>Yersinia</i>
	<i>Botrytis cinea</i>	<i>enterocolitica</i>
	<i>Pseudomonas sp</i>	<i>Vibrio</i>
Mikroaofil		<i>parahaemolyticus</i>
	<i>Lactobacillus sp</i>	<i>Camplobacter jejuni</i>
	<i>Bacilus so</i>	<i>Listeria</i>
Anaerob fakultatif	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>monocytogenes</i>
	<i>Brocothrix</i>	<i>Aeromona hidrofili</i>
	<i>thermosphacta</i>	<i>Eschericia coli</i>

Kelompok	Organisme perusak	Organisme patogen
Anaerob	<i>Shewanella putrefaciens</i>	<i>Salmonella sp</i>
	<i>Yeast</i>	<i>Staphylococcus sp</i>
	<i>Clostridium sporogenes</i>	<i>Vibrio sp</i>
	<i>Clostridium trybutyricum</i>	<i>Clostridium preflingens</i>
		<i>Clostridium botulinum</i>

1. Pengaruh oksigen

Bakteri, khamir dan kapang memiliki kebutuhan respirasi dan metabolisme yang berbeda dan dapat dikelompokkan menurut kebutuhan O₂

- *Aerob*. Mereka membutuhkan O₂ untuk pertumbuhan dan termasuk bakteri pembusuk Gram-negatif yang ada di mana-mana yang termasuk dalam genus *Pseudomonas*. Pengelompokan ini juga termasuk bakteri patogen tertentu seperti *Vibrio parahaemolyticus*. Perhatikan bahwa beberapa spesies *Vibrio* lainnya diklasifikasikan sebagai aerob fakultatif.
- *Mikroaerofil*. Mereka tumbuh di bawah konsentrasi rendah O₂. Dengan demikian, lingkungan rendah O₂ mungkin selektif untuk beberapa patogen penting termasuk *Campylobacter jejuni* dan *Listeria monocytogenes*. Beberapa bakteri mikroaerofilik, misalnya spesies *Lactobacillus*, mungkin juga memerlukan peningkatan kadar CO₂ dalam kondisi oksigen rendah untuk pertumbuhan optimal.
- *Anaerob fakultatif*. Mereka umumnya tumbuh lebih baik dalam O₂ tetapi juga dapat tumbuh tanpa O₂. Ini termasuk berbagai genera penting dari

Enterobacteriaceae termasuk organisme patogen, seperti spesies *Escherichia coli*, *Salmonella* dan *Shigella* ; *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*; spesies *Brochothrix* ; spesies *Vibrio* ; ragi fermentasi dan beberapa spesies *Bacillus*. *Aeromonas hydrophilia* adalah patogen baru dan muncul yang tampaknya sangat terkait dengan ikan dan produk ikan. Banyak strain bersifat psikrotrofik dan beberapa dapat tumbuh antara 3 dan 5°C.

- *Anaerob*. Mereka dihambat atau dibunuh oleh keberadaan O₂, misalnya bakteri patogen *Clostridium botulinum*. Penghapusan O₂, misalnya dalam kemasan vakum, akan membatasi pertumbuhan pembusukan aerobik dan bakteri patogen dan, karenanya, memperpanjang umur simpan. Namun, seperti yang ditunjukkan di atas, terdapat mikro-organisme lain termasuk patogen *E. coli* dan *A. hydrophilia* yang mampu tumbuh pada kondisi tersebut.

2. Pengaruh karbon dioksida

Sifat antibakteri CO₂ telah diketahui sejak lama. Penelitian menunjukkan bahwa CO₂ efektif melawan psychrotrophs dan memiliki potensi untuk memperpanjang umur simpan makanan yang disimpan pada suhu rendah. Ada beberapa teori mengenai mekanisme aksi CO₂ yang sebenarnya. Secara umum, CO₂ meningkatkan fase lag dan waktu generasi mikro-organisme, dan efek ini akan terjadi diharapkan, ditingkatkan pada suhu yang lebih rendah. Tampaknya ada serangkaian mekanisme antimikroba, termasuk penurunan pH CO₂, penghambatan oksidase suksinat pada konsentrasi CO₂ lebih besar dari 10%, penghambatan enzim dekarboksilasi tertentu dan gangguan membran sel.

Tabel 10.2. Sensitivitas mikroorganisme yang sesuai dengan pengemasan atmosfer termodifikasi karbon dioksida

Pertumbuhan mikroorganisme dihambat CO₂	pertumbuhan mikroorganisme sedikit atau tidak dipengaruhi CO₂	Pertumbuhan mikroorganisme dirangsang CO₂
<i>Pseudomonas sp</i> <i>Aeromonas so</i> <i>Bacillus sp</i> Moulds seperti <i>Botrytis cinerea</i> <i>Enterobacteriaceae</i> (termasuk <i>E Coli</i>) <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Yersina enterocolitica</i>	<i>Enterococcus sp</i> <i>Brochothrix sp</i> <i>Lactobacillus sp</i> <i>Clostridium sp</i> <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Aeromonas hidrofil</i>	<i>Lactobacilus sp</i> <i>Clostridium botulinum</i>

Secara umum, pertumbuhan bakteri Gram-negatif jauh lebih terhambat daripada bakteri Gram-positif. Efek CO₂ sangat bergantung pada suhu, dan oleh karena itu, integritas kontrol suhu di seluruh rantai pasokan harus dipertahankan untuk melindungi kesehatan konsumen. Perkecambahan spora *C. botulinum* dapat distimulasi oleh CO₂ terutama pada suhu rendah, larut dalam air dan lipid, dan penyesuaian adsorpsi diperlukan. Konsentrasi CO₂ yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan, misalnya peningkatan tetesan pada daging segar, dan keruntuhan wadah. Yang terakhir dapat terjadi di mana CO₂ adalah gas utama yang ada, dan di mana gas menjadi larutan dalam fase air dan lipid dari produk. Untuk mengatasi efek ini, gas yang tidak larut, seperti nitrogen atau gas inert, misalnya argon dapat ditambahkan ke dalam campuran gas. Ketika CO₂

diperlukan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri dan jamur, umumnya digunakan minimal 20%. Tingkat optimal tampaknya berada di wilayah 20-30%. Namun, konsentrasi CO₂ 100% dapat digunakan dalam kemasan massal daging dan unggas.

3. Pengaruh nitrogen

Nitrogen adalah gas yang relatif tidak reaktif. Ini digunakan untuk menggantikan udara dan, khususnya, O₂ dari MAP. Karena udara dan akibatnya O₂ telah dihilangkan, pertumbuhan organisme pembusuk aerobik dihambat atau dihentikan. Ini juga digunakan untuk menyeimbangkan tekanan gas di dalam kemasan, untuk mencegah pecahnya kemasan yang mengandung makanan yang mengandung lemak dan kelembapan tinggi, misalnya daging. Karena kelarutan CO₂ dalam air dan lemak, makanan ini cenderung menyerap CO₂ dari atmosfer kemasan. Gas inert berfungsi dengan cara yang sama.

4. Efek oksigen

Terlepas dari pengaruhnya terhadap mikroorganisme, O₂ dapat meningkatkan oksidasi lipid, mempengaruhi warna beberapa pigmen makanan, berkontribusi terhadap pencoklatan enzimatis dan meningkatkan rasa tidak enak pada beberapa makanan. Penting untuk dicatat bahwa masuknya O₂ dalam lingkungan atmosfer yang dimodifikasi berpotensi memiliki efek positif dan atau negatif terhadap kualitas produk. Efek yang dihasilkan sebagian besar bergantung pada produk

10.3.2 Pengaruh lingkungan gas terhadap sifat kimia biokimia dan fisik makanan

Pembusukan makanan juga dapat disebabkan oleh reaksi kimia dan biokimia, termasuk reaksi yang dikatalisis oleh enzim dalam makanan. Teknologi pengemasan harus memiliki kesadaran akan efek ini dan memahami sejauh mana atmosfer yang dimodifikasi dapat mengurangnya

Oksidasi lipid atau lemak sering disebut ketengikan oksidatif dan dipromosikan oleh O_2 . Ketengikan oksidatif adalah penyebab utama pembusukan makanan. Reaksi O_2 dengan asam lemak tak jenuh pada makanan yang mengandung lemak merupakan penyebab utama kerusakan lemak atau makanan yang mengandung lemak. Oksidasi lemak tak jenuh disebut sebagai autooksidasi, karena laju oksidasi meningkat seiring berjalannya reaksi. Hidroperoksida adalah produk reaksi awal utama asam lemak dengan oksigen. Reaksi selanjutnya mengontrol laju reaksi dan sifat produk yang terbentuk. Beberapa dari produk ini, seperti asam dan aldehida, sebagian besar bertanggung jawab atas karakteristik rasa dan bau tak sedap dari makanan tengik. Penghapusan O_2 dan penggantinya dengan N_2 atau CO_2 atau campurannya dapat menghambat perkembangan ketengikan.

10.4 Bahan Pengkarbonasi Makanan

Karbonasi adalah properti sensorik yang penting untuk penerimaan banyak minuman karena meningkatkan aroma dan menghasilkan rasa yang menarik di mulut yang sering digambarkan sebagai "kesemutan". Dalam produk makanan seperti soda, air soda, teh, jus, atau kopi berkarbonasi yang baru-baru ini populer, karbon dioksida (CO_2) atau kombinasi nitrogen dan CO_2 biasanya digunakan untuk membuat gelembung yang terbentuk dan naik melalui cairan. Secara

keseluruhan, penggunaan karbonasi membantu meningkatkan dan mendiversifikasi pilihan minuman yang ada di berbagai macam produk.

1. Tingkat Karbonasi

Beberapa faktor menentukan tingkat karbonasi minuman, termasuk gula dan alkohol; Namun, faktor yang paling signifikan adalah tekanan dan suhu CO_2 . Jumlah CO_2 yang terlarut dalam minuman dapat memengaruhi rasa, rasa di mulut, dan kelezatan minuman. Satuan untuk mengukur jumlah CO_2 terlarut biasanya dinyatakan sebagai gram CO_2 per liter minuman (g/L) atau sebagai volume CO_2 (STP) per volume cairan (vol/vol). Perkiraan konversi antara kedua satuan ini adalah 1 vol/vol sama dengan ~ 2 g/L. Tingkat karbonasi minimum yang dapat dideteksi manusia adalah $\sim 0,6$ volume CO_2 . Setiap nilai yang lebih rendah memiliki persepsi yang datar dan dianggap tidak berkarbonasi. Karbonasi maksimum mutlak tingkat yang direkomendasikan adalah 8 volume CO_2 . Setiap nilai yang lebih tinggi akan menyebabkan gigitan yang tidak menarik dan rasa terbakar yang berlebihan pada lidah dan tenggorokan.

Pada konsentrasi CO_2 yang lebih tinggi, botol menjadi bahaya keamanan karena tekanan yang berlebihan. Sebagai eferensi, sebagian besar minuman ringan, seperti air tonik, berkarbonasi hingga 3–3,5 volume CO_2 . Untuk diklasifikasikan sebagai anggur bersoda, tingkat karbonasinya harus mencapai tingkat yang lebih besar dari 2 volume CO_2 .

2. Metode Karbonasi

Ada dua metode karbonasi yang umum: metode karbonasi paksa dan metode karbonasi botol, yang mencakup variasi seperti metode cham pagne tradisional dan metode Charmat. Metode karbonasi paksa adalah teknik yang memompa gas CO_2 bertekanan ke bagian atas atau cairan di dalam bejana bertekanan. Umumnya di industri, CO_2 dipompa melalui batu berpori yang terendam dalam minuman, memaksa CO_2 keluar sebagai gelembung kecil yang berdifusi dengan cepat ke dalam produk. Proses karbonasi selesai setelah kesetimbangan dengan tekanan parsial tercapai antara produk dan headspace. Metode karbonasi paksa paling umum digunakan dalam industri minuman bersoda karena dapat dengan mudah dan cepat mengkarbonasi minuman dalam jumlah besar dalam beberapa jam. Tingkat karbonasi terutama bergantung pada tekanan CO_2 dan suhu, karena air akan memiliki kelarutan karbon dioksida yang lebih besar pada suhu yang lebih rendah (untuk tekanan tertentu). Saat wadah dibuka, CO_2 akan keluar dari cairan (yang akan menyebabkan minuman menjadi rata) karena CO_2 terlarut akan mencapai kesetimbangan baru dengan tekanan parsial CO_2 di atmosfer. Sementara kelarutan CO_2 yang tepat untuk umur minuman akan dipengaruhi oleh konsentrasi gula dan etanol.

3. Karbonasi Paksa

Saat melakukan metode karbonasi paksa, tangki CO_2 dipasang ke bejana bertekanan dengan tekanan konstan. Dengan menggunakan persamaan, kalkulator, atau tabel, kelarutan tekanan/ CO_2 ditentukan. Tekanan ditentukan kemudian diatur untuk mencapai tingkat CO_2 yang diinginkan. Metode paksa mengkarbonasi minuman dalam bejana bertekanan, yang umumnya terbuat dari baja tahan

karat kelas makanan. Dibandingkan dengan metode tradisional, metode karbonasi paksa dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat. Laju karbonasi dipengaruhi oleh suhu dan tekanan di dalam bejana bertekanan.

Metode karbonasi paksa hanya membutuhkan satu langkah, menghubungkan tangki CO₂ ke bejana bertekanan, yang membuat metode ini relatif mudah dilakukan, dengan biaya tenaga kerja yang relatif rendah. Minuman berkarbonasi paksa dapat menyebabkan gelembung CO₂ yang lebih besar di dalam produk (karena perubahan lain dalam minuman berkarbonasi dalam kemasan). Gelembung yang lebih besar dapat dikaitkan dengan kualitas yang secara subyektif lebih rendah pada beberapa jenis minuman berkarbonasi, seperti sampanye dan anggur. Selain itu, seperti yang disebutkan di bagian sebelumnya, produk harus dibotolkan di bawah tekanan, atau kehilangan CO₂ akan terjadi.

4. Karbonasi Botol

Dalam industri anggur, metode karbonasi botol sering disebut sebagai sampanye, atau metode tradisional. Metode karbonasi ini merupakan proses padat karya dan panjang, berlangsung dari beberapa bulan hingga beberapa tahun, tergantung produknya. Untuk karbonat dalam botol, fermentasi sekunder dilakukan dengan ragi dan gula dosis tertentu. Ragi akan mengkarbonasi minuman dengan mengonsumsi gula secara anaerobik, menghasilkan etanol dan CO₂ sebagai produk sampingan. Seiring waktu, tekanan di dalam botol meningkat karena ragi melepaskan lebih banyak CO₂. Tingkat karbonasi tergantung pada jumlah tambahan gula yang ditambahkan. Semakin banyak gula yang ditambahkan, semakin banyak alkohol dan CO₂ yang dihasilkan oleh fermentasi ragi. Ragi komersial tersedia secara luas sebagai cairan, sebagai bubuk kering, atau

dikemas dalam gel. Setelah dicampur dengan air hangat dan gula, ragi akan aktif.

Setiap galur ragi akan memiliki kondisi optimal berbeda yang akan menghasilkan sifat berbeda pada minuman akhir. Sebagai hasil fermentasi kedua, produk akan memiliki kandungan alkohol yang sedikit lebih tinggi dan rasa sekunder (dari produk sampingan fermentasi dan penuaan). Dalam produksi anggur bersoda, ragi kemudian dihilangkan dengan membalikkan dan memutar botol untuk mengumpulkan ragi yang menetap di leher selama berbulan-bulan. Leher dari botol tersebut kemudian direndam dalam propilen glikol hingga ragi dan cairan di leher botol membeku. Selanjutnya, botol dibuka dan bagian yang beku dikeluarkan. Botol tersebut kemudian diisi ulang dengan campuran anggur asli (dan terkadang gula) untuk disegel.

Dalam pembuatan bir, ragi sering dibiarkan di dalam botol untuk menghasilkan kabut saat dituangkan ke dalam gelas, praktik yang biasa dilakukan dalam produksi bir gandum. Pendekatan alternatif untuk metode karbonasi botol adalah metode Charmat, di mana gula dan ragi ekstra ditambahkan ke volume anggur yang lebih besar dalam tangki bertekanan hingga berkarbonasi penuh. Proses ini dapat diselesaikan dalam beberapa minggu tetapi tidak menghasilkan produk yang identik dengan metode tradisional. Ragi yang digunakan dalam metode ini dihilangkan melalui penyaringan di bawah tekanan sehingga produk akhir menjadi jernih. Sulfit dapat ditambahkan setelah salah satu metode untuk menghambat sisa ragi hidup atau kontaminasi bakteri untuk pertimbangan stabilitas rak.

Prosedur untuk melakukan metode karbonasi botol lebih rumit daripada metode karbonasi paksa. Perbedaan antara kedua metode ini adalah bahwa alih-alih menggunakan tangki CO₂ untuk mengkarbonasi produk, ragi dan gula dalam jumlah tertentu ditambahkan ke dalam botol atau bejana. Selama berminggu-minggu atau berbulan-bulan, produk akhir akan berkarbonasi ke tingkat yang diinginkan. Metode ini dapat diselesaikan secara efisien di laboratorium, pabrik percontohan, atau skala komersial dengan menggunakan prosedur yang sama.

Beberapa keuntungan dan kerugian dari karbonasi botol. Profil rasa unik dihasilkan karena proses fermentasi sekunder. Namun, gagal menghilangkan semua ragi dari botol dapat mengakibatkan rasa yang bervariasi, serta kekeruhan (kabut) pada produk akhir. Metode ini juga dapat mempengaruhi ukuran gelembung karena viskositas minuman akan terpengaruh. Kesalahan operasional dapat mengakibatkan hilangnya karbonasi pada produk akhir, sehingga pekerja harus dilatih tentang prosedur karbonasi. Selain itu, metode ini memiliki kisaran suhu optimum 80°F–100°F karena aktivitas ragi, sehingga tidak dapat dilakukan pada suhu rendah. Botol dengan tekanan yang tepat harus digunakan untuk mencapai tingkat karbonasi yang tinggi. Terakhir, sulfur dioksida atau agen antijamur lain yang sudah ada dalam minuman akan menghambat aktivitas ragi, sehingga mencegah metode ini dilanjutkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Linda, C. 2017. Baking powder wars: the cutthroat food fight that revolutionized cooking. University of Illinois Press, Urbana, Illinois. pp. 45, 70–74
- Miller, R. 2016. Leavening agents. In Caballero, B., Finglas, BM and Toldra, F. Encyclopedia of Food and Health. Elsevier, USA. 1(A): 523-528.
- Mohan, 2017. *Recent trends in harvest and post-harvest technologies in fisheries*, Central Institute of Fisheries Technology, Kochi, India.
- Moriaux, A.-L., R. Vallon, B. Parvitte, V. Zeninari, G. Liger-Belair, and C. Cilindre. 2018. "Monitoring Gas-Phase CO₂ in the Headspace of Champagne Glasses through Combined Diode Laser Spectrometry and Micro-gas Chromatography Analysis." *Food Chemistry* 264:255–262. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.094>
- Neeharika B, Suneetha W J, Kumari B A, Tejashree M. 2020. Leaving Agen for Food Insustry. International Journal of Current Microbiology and Applied Science. Vol 9 No 9 : 1812-1817

BAB 11

PEMBENTUK GEL, PENGENTAL, DAN PENSTABIL

Oleh Linda Hevira

11.1 Pendahuluan

Kimia aditif adalah zat-zat yang ditambahkan ke dalam produk yang bertujuan untuk memodifikasi atau meningkatkan sifat-sifat tertentu. Semua zat yang dicampurkan pada produk makanan selama proses pengolahannya, proses penyimpanannya, dan proses pengemasannya disebut sebagai zat aditif pada makanan.

Ada dua golongan zat aditif yang ditambahkan pada makanan, yaitu golongan yang tidak disengaja (*incidental*) dan golongan yang sengaja (*intentional*) ditambahkan. Golongan yang tidak sengaja ditambahkan dalam makanan terjadi karena proses pengolahan, penyimpanan dan pengemasan yang dilakukan terhadap makanan, seperti logam, toksin, jamur dan lainnya. Sedangkan golongan yang sengaja ditambahkan adalah penambah rasa, warna, aroma, pembentuk gel, pengental, penstabil dan lainnya. Walaupun ada juga pada akhirnya zat tambahan itu berlebihan bahkan dilarang pemakainya seperti pada makanan (Hevira et al., 2020), minuman, obat dan kosmetik (Yulia et al., 2019).

Zat Aditif pada makanan dapat dibagi menjadi tiga tipe yaitu:

1. Zat yang mudah menguap (*volatil*).

Zat aditif yang mudah menguap seperti etilen oksida dan propilen oksida digunakan untuk sterilisasi tertentu.

2. Zat yang tidak stabil.

Zat aditif yang tidak stabil seperti dietil bikarbonat dan hexamine, yang penggunaannya sangat terbatas bahkan sudah dilarang di beberapa negara.

3. Zat yang stabil seperti asam benzoat dan garamnya, ester para hidroksi benzoate, asam sorbat dan garamnya, belerang dioksida dan senyawa sulfit sudah diizinkan untuk digunakan sebagai zat aditif (Rorong & Wilar, 2019).

Zat aditif pada makanan juga terdiri dari senyawa organik, seperti asam benzoat, asam sorbat, asam propionate, asam asetat dan garam garamnya. Sedangkan zat aditif yang mengandung senyawa anorganik seperti senyawa sulfida, senyawa nitrit dan nitrat.

Faktor keamanan dari zat kimia yang ditambahkan ke dalam zat pangan atau yang terdapat secara alami harus diperhatikan. Penggunaan zat aditif dengan konsentrasi yang tinggi memang akan lebih efektif namun dapat berbahaya terhadap kesehatan. Penambahan zat aditif pada makanan harus sesuai dengan konsentrasi yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

Meskipun demikian pemilihan zat aditif pada makanan juga memperhatikan hal-hal sebagai berikut (Rorong & Wilar, 2019):

1. Menguntungkan secara ekonomis;
2. Memperpanjang umur simpan zat pangan
3. Tidak menurunkan kualitas zat pangan yang diawetkan
4. Mudah dilarutkan

5. Menunjukkan sifat antimikroba pada daerah pH dari zat pangan yang diawetkan
6. Aman dalam jumlah yang diperlukan
7. Mudah ditentukan dengan analisis kimia
8. Tidak menghambat enzim pencernaan
9. Tidak mengalami dekomposisi atau tidak bereaksi dengan zat pangan untuk membentuk suatu senyawa kompleks yang bersifat lebih toksik
10. Mudah dikontrol dan distribusi secara merata ke dalam zat pangan.

Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2013 telah menetapkan tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan (BPOM, 2019). Penambahan bahan aditif ke dalam makanan harus sesuai dengan Batas Maksimum yaitu jumlah maksimum BTP (Bahan Tambahan Pangan) yang diizinkan ada dalam makanan. Sedangkan Batas Maksimum Cara Produksi Pangan yang Baik (CPPB) atau *Good Manufacturing Practice*, merupakan Batas Maksimum jumlah BTP yang diizinkan terdapat pada pangan dalam jumlah secukupnya yang diperlukan untuk menghasilkan efek yang diinginkan. Sedangkan kode INS merupakan *International Numbering System*.

Di dalam aturan BPOM NO 11. Tahun 2019 menyatakan ada 27 Golongan yang termasuk dalam Bahan Tambahan Pangan, yaitu: Antioksidan (*antioxidant*), Pemanis (*sweetener*), termasuk Pemanis Alami (*natural sweetener*) dan Pemanis Buatan (*artifiial sweetener*), Pembentuk Gel (*gelling agent*), Pengental (*thickener*), Penstabil (*stabilizer*) dan lainnya (BPOM, 2019).

Diantara BTP yang diatas, pada bab ini akan dibahas tentang Pembentuk Gel, Pengental, dan Penstabil.

Pembentuk gel, pengental, dan penstabil adalah bahan-bahan yang digunakan dalam berbagai produk untuk memberikan sifat-sifat khusus pada produk tersebut. Beberapa contoh produk yang menggunakan bahan-bahan tersebut adalah makanan, kosmetik, obat-obatan, dan produk perawatan pribadi.

11.2 Pembentuk Gel

Pembentuk gel adalah bahan yang digunakan untuk membentuk gel atau suspensi yang kental. Pembentuk gel lainnya biasanya digunakan dalam produk kosmetik seperti produk perawatan kulit dan rambut, serta produk obat-obatan seperti salep dan krim.

Pembentuk gel memiliki peran penting dalam makanan karena mereka memberikan tekstur kental, stabil, dan kenyal pada produk tersebut.

Tujuan ditambahkan pembentuk gel dalam makanan:

1. **Peningkatan Tekstur:** Pembentuk gel digunakan untuk memberikan tekstur yang kental dan kenyal pada makanan, yang dapat meningkatkan pengalaman mengonsumsi makanan tersebut. Mereka memberikan rasa yang lebih memuaskan dan menarik bagi konsumen.
2. **Stabilisasi:** Pembentuk gel membantu menjaga stabilitas makanan dengan mencegah pemisahan fase, seperti pemisahan cairan atau penggumpalan partikel. Ini memastikan produk tetap dalam keadaan yang diinginkan selama umur simpannya dan menghindari perubahan yang tidak diinginkan.
3. **Penyajian yang Menarik:** Pembentukan gel dapat digunakan untuk tujuan penyajian yang menarik. Gel dapat membentuk lapisan eksterior yang melindungi makanan atau memberikan tampilan yang estetik, yang mempengaruhi presentasi visual makanan.

Pembentuk gel dapat membentuk atau mempertahankan struktur gel dalam sistem, memberikan tekstur kental dan stabil. Contoh zat aditif pembentuk gel dan penggunaannya dalam makanan adalah:

- Agar-Agar: Agar-agar adalah sejenis polisakarida yang diekstraksi dari beberapa jenis alga merah. Agar-agar digunakan sebagai pembentuk gel dalam berbagai produk makanan, seperti jeli buah, manisan jeli, dan makanan kalengan.
- Carrageenan: Carrageenan adalah polisakarida yang diekstraksi dari alga merah tertentu. Carrageenan digunakan sebagai pembentuk gel dalam produk makanan seperti es krim, susu cokelat, dan makanan kalengan.
- Gelatin: Gelatin adalah protein yang dihasilkan dari kolagen hewan, seperti tulang dan kulit babi atau sapi. Gelatin digunakan dalam pembuatan permen, marshmallow, jeli, dan produk makanan lainnya.

Jenis BTP Pembentuk gel yang diizinkan digunakan dalam pangan terdiri atas :

1. Asam alginat (Alginic acid)
2. Natrium alginat (Sodium alginate)
3. Kalium alginat (Potassium alginate)
4. Kalsium alginat (Calcium alginate)
5. Agar-agar (Agar)
6. Karagen (Carrageenan)
7. Rumput laut eucheuma olahan (Processed eucheuma seaweed)
8. Gom gelan (Gellan gum)
9. Gelatin (Edible gelatin)
10. Pektin (Pectins).

11.3 Pengental

Pengental dalam makanan memiliki peran penting dalam memodifikasi tekstur dan konsistensi produk. Pengental dalam makanan digunakan untuk:

1. **Peningkatan Tekstur dan Konsistensi:** Pengental digunakan untuk meningkatkan kekentalan atau viskositas makanan, memberikan tekstur yang lebih padat, dan meningkatkan sensasi dalam mulut saat mengonsumsi makanan tersebut. Dalam beberapa kasus, pengental juga digunakan untuk memberikan kekonsistenan yang khusus, seperti membuat adonan roti yang lebih elastis atau saus yang lebih kental.
2. **Stabilisasi:** Pengental juga berperan dalam menjaga stabilitas makanan dengan mencegah pemisahan fase, seperti pemisahan cairan atau penggumpalan partikel. Ini membantu menjaga kualitas dan tampilan produk, serta mencegah terjadinya perubahan yang tidak diinginkan selama umur simpannya.
3. **Perbaikan Rasa dan Tekstur:** Beberapa pengental memiliki sifat yang dapat memberikan tekstur yang lembut dan halus pada makanan, serta meningkatkan kekriman atau kelembutan produk tertentu. Ini dapat memberikan pengalaman rasa yang lebih baik dan menyenangkan bagi konsumen.

Pengental yang sering digunakan dan fungsinya adalah:

- **Xanthan Gum:** Xanthan gum adalah polisakarida yang diproduksi melalui fermentasi bakteri *Xanthomonas campestris*. Xanthan gum digunakan dalam berbagai produk makanan dan minuman, termasuk saus salad, saus tomat, saus cokelat, dan es krim.
- **Guar Gum:** Guar gum adalah polisakarida yang diekstraksi dari biji tanaman guar. Guar gum digunakan dalam

industri makanan sebagai pengental dan stabilisator dalam produk seperti susu nabati, saus, dan es krim.

- Pektin: Pektin adalah polisakarida yang ditemukan secara alami dalam buah-buahan. Pektin digunakan sebagai pengental dalam pembuatan selai, jeli, yogurt, dan produk makanan lainnya.

Ada 57 buah golongan BTP Pengental yang diizinkan dapat ditambahkan pada makanan, tujuannya adalah untuk menambah viskositas pangan. Namun penambahannya harus sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, diantaranya:

1. Kalsium asetat (Calcium acetate)
2. Natrium laktat (Sodium lactate)
3. Kalsium laktat (Calcium lactate)
4. Asam alginat (Alginic acid) 5. Natrium alginat (Sodium alginate) dan lainnya (BPOM, 2019).

11.4 Penstabil

Penstabil adalah zat aditif yang digunakan untuk menjaga kestabilan dan mencegah pemisahan fase dalam sistem, mempertahankan tekstur dan konsistensi produk. Penstabil dalam makanan memiliki peran penting dalam menjaga kualitas, kestabilan, dan daya tahan produk selama penyimpanan dan pengolahan.

Fungsi Penstabil dalam makanan adalah untuk:

- Pemeliharaan Kestabilan Fisik: Penstabil digunakan untuk mempertahankan stabilitas fisik makanan, seperti mencegah pemisahan fase atau pengendapan partikel. Ini membantu menjaga tekstur, konsistensi, dan penampilan visual produk makanan.

- **Pengendalian Reaksi Kimia:** Penstabil juga digunakan untuk menghambat atau mengatur reaksi kimia yang dapat terjadi dalam makanan, seperti oksidasi lemak atau perubahan warna. Ini membantu mempertahankan kualitas nutrisi, rasa, dan tampilan produk makanan.
- **Perlindungan terhadap Perubahan Mikrobiologis:** Beberapa penstabil memiliki sifat antimikroba atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme, seperti bakteri atau jamur. Hal ini membantu memperpanjang umur simpan produk makanan dengan mencegah kerusakan yang disebabkan oleh mikroba.

Contoh zat penstabil dalam makanan dan tujuan penambahannya:

- **Asam Askorbat:** Asam askorbat, juga dikenal sebagai vitamin C, digunakan sebagai penstabil dalam berbagai produk makanan, seperti daging olahan, produk roti, minuman, dan produk susu. Asam askorbat berperan dalam mempertahankan warna, menghambat oksidasi lemak, dan meningkatkan daya tahan produk makanan.
- **Asam Sitrat:** Asam sitrat adalah asam organik yang umum digunakan sebagai penstabil dan pengatur keasaman dalam makanan. Asam sitrat digunakan dalam minuman ringan, produk susu, permen, saus, dan banyak lagi.
- **Natrium Benzoat:** Natrium benzoat adalah garam natrium dari asam benzoat. Ini adalah bahan penstabil dan pengawet yang sering digunakan dalam makanan dan minuman seperti minuman ringan, saus tomat, permen, dan produk roti.

Sumber dari bahan penstabil makanan dan penggunaannya antara lain adalah:

1. Gelatin berasal dari kolagen, protein yang ditemukan dalam jaringan ikat hewan, seperti tulang dan kulit babi atau sapi. Cara pembuatannya melibatkan ekstraksi kolagen dari sumbernya yang kemudian mengalami pemanasan dan pengolahan enzimatik. Gelatin digunakan dalam pembuatan berbagai produk makanan, termasuk permen, marshmallow, jeli, dan es krim. Gelatin berfungsi sebagai pengental, pengemulsi, dan stabilisator dalam produk makanan.
2. Karagenan: Karagenan adalah polisakarida yang diekstraksi dari alga merah tertentu, seperti *Eucheuma cottonii* atau *Chondrus crispus*. Alga tersebut diolah untuk mendapatkan karagenan yang memiliki sifat pengental dan stabilisator dalam makanan. Karagenan digunakan dalam produk seperti es krim, susu nabati, saus, dan produk daging olahan. Pembuatan karagenan melibatkan proses ekstraksi, pemurnian, dan pengeringan dari alga merah tersebut.
3. Gum Arabic (Gum Acacia): Gum Arabic, juga dikenal sebagai Gum Acacia, adalah polisakarida yang diekstraksi dari pohon Akasia, seperti pohon Acacia senegal atau Acacia seyal. Cara pembuatannya melibatkan pengestrakan getah dari batang dan cabang pohon yang kemudian diolah menjadi bubuk atau granul. Gum Arabic digunakan sebagai pengemulsi, pengental, dan penstabil dalam berbagai produk makanan dan minuman, termasuk minuman ringan, permen, saus, dan es krim.

4. Carrageenan: Carrageenan adalah polisakarida yang diekstraksi dari alga merah tertentu, seperti *Chondrus crispus*, *Eucheuma cottonii*, atau *Gigartina stellata*. Alga merah tersebut diolah untuk mendapatkan carrageenan dengan metode seperti ekstraksi air panas, pengendapan, dan pengeringan. Carrageenan digunakan sebagai pengental dan stabilisator dalam produk makanan seperti es krim, susu cokelat, dan makanan kalengan.
5. Xanthan Gum: Xanthan gum adalah polisakarida yang diproduksi melalui fermentasi bakteri *Xanthomonas campestris* menggunakan sumber karbohidrat seperti glukosa atau sukrosa. Proses fermentasi dilanjutkan dengan pengendapan dan pengeringan untuk menghasilkan xanthan gum dalam bentuk serbuk. Xanthan gum digunakan sebagai pengental, pengemulsi, dan penstabil dalam berbagai produk makanan dan minuman, termasuk saus salad, saus tomat, saus cokelat, dan es krim.

Penstabil (Stabilizer) makanan berfungsi untuk menstabilkan sistem dispersi yang homogen pada Pangan. Ada 102 macam Penstabil makanan yangizinkan oleh BPOM diantaranya adalah Kalsium karbonat (Calcium carbonate) 2. Kalsium asetat (Calcium acetate) 3. Asam fumarat (Fumaric acid) 4. Lesitin (Lecithins) 5. Natrium laktat (Sodium lactate) dan lainnya (BPOM, 2019). Adapun penamabahan zat aditif tersebut harus sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia.
- BPOM. (2019). Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Bahan Tambahan Pangan. In *BPOM RI*.
- Hevira, L., Alwinda, D., & Hilaliyati, N. (2020). Analisis pewarna Rhodamin B pada kerupuk merah di Payakumbuh. *Chempublish Journal*, 5(1), 27–35. <https://doi.org/10.22437/chp.v5i1.7912>
- Rorong, J. A., & Wilar, W. F. (2019). Studi Tentang Aplikasi Zat Aditif pada Makanan yang Beredar di Pasaran Kota Manado. *Techno Science Journal*, 1(2), 39–52.
- Yulia, R., Putri, A., & Hevira, L. (2019). Analisis Merkuri Pada Merk Krim Pemutih Wajah dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Katalisator*, 4(2), 103–110.

BIODATA PENULIS



Dr. Waode Rustiah, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar

Penulis lahir di Pangkep pada tanggal 30 Januari 1979. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar. Penulis juga aktif di Himpunan Kimia Indonesia (HKI) Cabang Sul-Sel. Tahun 2002 menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Hasanuddin, dan melanjutkan S2 pada tahun 2005 di FMIPA Institut Teknologi Bandung (ITB) pada bidang konsentrasi Kimia Analitik. Pada tahun 2019 telah menyelesaikan pendidikan S3 pada Program Doktor Ilmu Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin.

BIODATA PENULIS



Lovi Sandra, M. Sc

Dosen Program Studi Teknologi Hasil Perikanan
Universitas Ibrahimy

Penulis menyelesaikan studi sarjana di Universitas Negeri Malang dan studi magister di Universitas Gadjah Mada. Sehari-hari penulis aktif mengajar di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimy yang berada di bawah naungan Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo. Penulis juga aktif mengajar di Fakultas Tarbiyah pada program studi Tadris Matematika Universitas Ibrahimy. Penulis mulai aktif menulis *book chapter* sejak tahun 2021 dan telah menghasilkan beberapa judul *book chapter*.

BIODATA PENULIS



Ulfatul Mardiyah, S.Si. M.P.

Dosen Program Studi Teknologi Hasil Perikanan
Fakultas Sains dan Teknologi

Ulfatul Mardiyah lahir di Situbondo pada 11 Juni 1990. Jenjang strata 1 ditempuh di jurusan kimia Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang (2008-2012) dengan topik skripsi mengenai bioaktif biota laut. Pada tahun 2015 melanjutkan pendidikan Magister Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Brawijaya (2015-2017) dengan topik tesis mengenai pemanfaatan limbah produk perikanan. Saat ini penulis aktif sebagai dosen di Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimy Sukorejo Situbondo.

BIODATA PENULIS



Nur Qadri Rasyid, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar

Nur Qadri Rasyid, S.Si, M.Si lahir di Sungguminasa pada tanggal 28 Februari 1988. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar tahun 2011. Penulis menyelesaikan pendidikan magister pada Program Studi Kimia, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor tahun 2013 melalui program Beasiswa Unggulan (BU). Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar di Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar 2015-sekarang.

Penulis aktif mempublikasi artikel ilmiah di jurnal nasional terakreditasi seperti: *Marina Chimica Acta* 18 (1) dengan judul *Analysis of iodine content in seaweed and estimation of iodine intake*. *Indonesia Chimica Acta* 10(1) dengan judul *The Determination Of Paraben Preservatives In Body Scrub* dan *Indonesia Chimica Acta Study of Electrolyte Levels in Diabetic Patients*. Jurnal Media Analis Kesehatan 12(2) : 86-93 dengan judul *Metode Sederhana Untuk Mendeteksi Keracunan Alkohol Dalam Saliva*.

BIODATA PENULIS



Nurlela, S.T., M.T

Dosen Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang

Penulis lahir di Lahat (Sumatera Selatan) tanggal 21 Desember 1975. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Kimia dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Kimia. Penulis menekuni bidang Menulis. Berikut adalah beberapa karya penulis.

1. Modul Teknik Bioproses pada Prodi Teknik Kimia Universitas PGRI Palembang.
2. Analisa Bilangan Peroksida Terhadap Kualitas Minyak Goreng Sebelum dan Sesudah Dipakai Berulang (2020)
3. Kualitas Minyak Goreng Sebelum Dan Sesudah Dipakai Ditinjau Dari Kandungan Asam Lemak Bebas dan Perubahan Warna (2020)
4. Analisa Pengaruh Jenis Ragi, Masa Ragidan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol dari Limbah Biji Durian (2021)
5. Pemanfaatan Limbah Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik *Biodegradable* (2021)

6. Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Mesin Diesel Menggunakan Proses Pemurnian Bahan Kimia Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan Tipe Oli 10-30W (2023)

BIODATA PENULIS



Muawanah

Dosen Program Studi DIII Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar

Penulis lahir di Pekkae tanggal 15 Juni 1979. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi DIII Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Kimia Universitas Muslim Indonesia dan melanjutkan S2 pada Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin. Penulis menekuni bidang ilmu Biokimia dan Toksikologi Klinik.

BIODATA PENULIS

Muhammad Hadi Sulhan, S.Si.,M.Sc

Dosen Program Studi D3 Analisis Kesehatan
STIKes Karsa Husada Garut

Penulis lahir di Jago tanggal 1 Februari 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Analisis Kesehatan STIKes Karsa Husada Garut. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Ilmu Kimia di Universitas Negeri Yogyakarta dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Kimia di Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni penelitian bidang Ilmu Kimia yang berkaitan pada pemeriksaan Kesehatan yang disebabkan oleh zat berbahaya yang biasa dikenal sebagai zat Toksik. Penulis juga menekuni terkait teoritis-teoritis Ilmu kimia termasuk di dalamnya terkait Emulsi dan aplikasinya.

BIODATA PENULIS



Wiwit Denny Fitriana, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum

Penulis lahir di Jombang tanggal 2 Mei 1989. Penulis adalah dosen aktif dan Direktur Pusat Studi Halal di Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum (Unipdu) Jombang. Penulis menyelesaikan studi Sarjana dan Magister Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis merupakan peneliti di bidang Kimia Organik Bahan Alam yang berguna untuk kesehatan dan obat tradisional. Produk riset yang telah dihasilkan dan mendapat perlindungan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) diantaranya Jamu Post Partum (setelah melahirkan) dan Jam tangan kesehatan untuk Haji dan Umroh. Selain itu hasil riset juga telah dipublikasikan baik pada seminar internasional, jurnal internasional bereputasi dan jurnal nasional. Penulis juga mendapatkan berbagai penghargaan sebagai Dosen Berprestasi dan Dosen Berinovasi oleh Rektor Unipdu. Penulis dapat dihubungi melalui email wiwitdenny@mipa.unipdu.ac.id

BIODATA PENULIS



Dr. Linda Hevira, S.Si, M.Si

Dosen Program Studi Farmasi

Fakultas Kesehatan Universitas Mohammad Natsir Bukittinggi

Penulis lahir di Dumai tanggal 2 Oktober 1974. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Farmasi Fakultas Kesehatan Universitas Mohammad Natsir Bukittinggi. Menyelesaikan pendidikan S1, S2 dan S3 pada Jurusan Kimia Universitas Andalas dan melanjutkan Post Doctoral di Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, BRIN Cibinong, Jawa Barat.