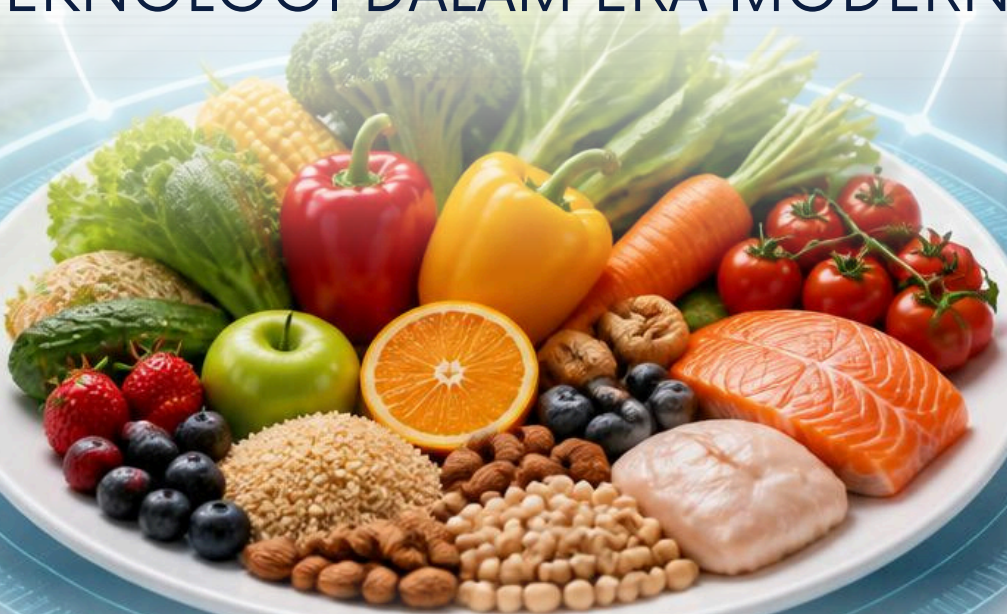




SMART NUTRITION:

INTEGRASI PANGAN, GIZI, DAN TEKNOLOGI DALAM ERA MODERN



Tim Penulis :

- Dr. Masyudi, M.Kes
- Yuliani Safmila, SKM, M.Si
- Namira Yusuf, SST, M.K.M
- Cut Juliana, SKM, M.Kes
- Miftahul Jannah, S.K.M., M.K.M

SMART NUTRITION: INTEGRASI PANGAN, GIZI, DAN TEKNOLOGI DALAM ERA MODERN

Tim Penulis :

Dr. Masyudi, M.Kes
Yuliani Safmila, SKM, M.Si
Namira Yusuf, SST, M.K.M
Cut Juliana, SKM, M.Kes
Miftahul Jannah, S.K.M., M.K.M

Editor :

Dr. Nurlena Andalia, M.Pd



GET PRESS INDONESIA

**SMART NUTRITION:
INTEGRASI PANGAN, GIZI, DAN TEKNOLOGI DALAM ERA MODERN**

Penulis :

Dr. Masyudi, M.Kes
Yuliani Safmila, SKM, M.Si
Namira Yusuf, SST, M.K.M
Cut Juliana, SKM, M.Kes
Miftahul Jannah, S.K.M., M.K.M

ISBN :

Editor : Dr. Nurlena Andalia, M.Pd
Desain Sampul dan Tata Letak : Mila Sari, M.Si.

PENERBIT : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022
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, Agustus 2026

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga buku yang berjudul **Smart Nutrition: Integrasi Pangan, Gizi, dan Teknologi dalam Era Modern** ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai bahan ajar sekaligus referensi ilmiah bagi mahasiswa, dosen, peneliti, praktisi, serta masyarakat yang ingin memahami perkembangan ilmu pangan dan gizi di era digital yang semakin terintegrasi dengan kemajuan teknologi. Konsep *smart nutrition* yang diangkat dalam buku ini menekankan pentingnya pemanfaatan ilmu pengetahuan, teknologi digital, dan inovasi pangan untuk mewujudkan pola konsumsi yang lebih cerdas, sehat, aman, berkelanjutan, dan berbasis bukti ilmiah. Materi disajikan secara sistematis, mulai dari konsep dasar *smart nutrition*, perkembangan ilmu pangan dan gizi, komponen gizi, pangan fungsional dan senyawa bioaktif, teknologi pangan, kesehatan lingkungan, pencegahan penyakit, pemanfaatan teknologi digital seperti *Artificial Intelligence*, *Internet of Things* (IoT), *big data*, dan *wearable technology*, hingga pengembangan pangan lokal berbasis kearifan lokal, implementasi *smart nutrition* dalam kehidupan sehari-hari, serta tantangan dan peluang pengembangannya di masa depan menuju sistem pangan dan kesehatan yang berkelanjutan.

Buku ini juga mengintegrasikan berbagai isu strategis, seperti Revolusi Industri 4.0, Society 5.0, nutrigenomik, *precision nutrition*, *sustainable food system*, dan pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), sehingga diharapkan mampu memberikan wawasan yang komprehensif mengenai transformasi ilmu pangan dan gizi di masa depan. Penyusunan buku ini mengacu pada berbagai referensi ilmiah yang relevan dan mutakhir agar dapat menjadi sumber belajar yang kredibel serta mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terkini. Penulis menyadari bahwa buku

ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Akhirnya, semoga buku ini dapat memberikan manfaat sebagai sumber pembelajaran, referensi akademik, dan inspirasi bagi pengembangan ilmu pangan, ilmu gizi, kesehatan masyarakat, serta inovasi teknologi yang mendukung terwujudnya masyarakat yang lebih sehat, cerdas, dan berkelanjutan..

Padang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 KONSEP SMART NUTRITION DALAM ILMU PANGAN DAN GIZI.....	1
1.1 Definisi Smart Nutrition	4
1.2 Karakteristik Smart Nutrition	6
1.3 Komponen Utama Smart Nutrition	7
1.4 Teknologi Pendukung Smart Nutrition	8
1.5 Penerapan Smart Nutrition dalam Kehidupan Sehari-hari	12
1.6 Manfaat Smart Nutrition	13
1.7 Tantangan Implementasi Smart Nutrition.....	14
1.8 Prospek Smart Nutrition di Masa Depan	14
BAB 2 PERKEMBANGAN ILMU PANGAN DAN GIZI DI ERA MODERN	17
2.1 Hakikat dan Definisi Smart Nutrition.....	19
2.2 Landasan Filosofis Smart Nutrition	21
2.3 Prinsip-Prinsip Dasar Smart Nutrition.....	22
2.4 Komponen Utama Smart Nutrition	22
2.5 Teknologi Pendukung Smart Nutrition	26
2.6 Smart Nutrition dalam Ilmu Pangan.....	27
2.7 Smart Nutrition dalam Ilmu Gizi	28
2.8 Manfaat Smart Nutrition	28

2.9 Tantangan dan Hambatan.....	29
2.10 Prospek Masa Depan Smart Nutrition.....	29
BAB 3 KOMPONEN GIZI DAN PERANNYA DALAM	
TUBUH.....	31
3.1 Konsep Dasar Komponen Gizi	34
3.2 Karbohidrat dan Perannya dalam Tubuh	35
3.3 Protein dan Perannya dalam Tubuh.....	36
3.4 Lemak dan Perannya dalam Tubuh	38
3.5 Vitamin dan Perannya dalam Tubuh	39
BAB 4 PANGAN FUNGSIONAL DAN BIOAKTIF	
DALAM SMART NUTRITION.....	41
4.1 Konsep Pangan Fungsional.....	43
4.2 Smart Nutrition dan Pangan Fungsional.....	44
4.3 Senyawa Bioaktif dalam Pangan	44
4.4 Antioksidan dan Peranannya dalam Kesehatan	47
4.5 Pangan Fungsional untuk Pencegahan Penyakit.....	47
4.6 Potensi Pangan Lokal Indonesia sebagai Pangan Fungsional	48
4.7 Teknologi dalam Pengembangan Pangan Fungsional.....	49
BAB 5 TEKNOLOGI PANGAN DALAM	
MENDUKUNG SMART NUTRITION.....	51
5.1 Konsep Teknologi Pangan dalam Smart Nutrition	53
5.2 Evolusi Teknologi Pangan dari Tradisional hingga Modern	53

5.3 Teknologi Pengolahan Pangan dan Dampaknya terhadap Nilai Gizi	55
5.4 Teknologi Pengawetan Pangan untuk Mempertahankan Kualitas Gizi.....	55
5.5 Fortifikasi dan Biofortifikasi Pangan.....	56
5.6 Teknologi Fermentasi dan Pangan Fungsional	57
5.7 Nanoenkapsulasi dan Sistem Penghantaran Nutrien	58
5.8 Digitalisasi dan Smart Food Technology.....	58
5.9 Teknologi Pangan Berkelanjutan dan Kesehatan Lingkungan	59
BAB 6 KESEHATAN LINGKUNGAN DAN SMART NUTRITION	61
6.1 Konsep Kesehatan Lingkungan dalam Sistem Pangan.....	63
6.2 Sanitasi Pangan dan Keamanan Pangan	64
6.3 Kualitas Air dan Pengaruhnya terhadap Status Gizi	65
6.4 Perubahan Iklim, Ketahanan Pangan, dan Gizi.....	66
6.5 Pencemaran Lingkungan dan Risiko Kesehatan.....	68
6.6 Sustainable Food System untuk Kesehatan Masyarakat.....	69
BAB 7 SMART NUTRITION DAN PENCEGAHAN PENYAKIT	71
7.1 Konsep Smart Nutrition dalam Pencegahan Penyakit.....	73
7.2 Hubungan Pola Makan dan Kesehatan	75
7.3 Smart Nutrition dan Pencegahan Obesitas	76

7.4 Smart Nutrition dan Pencegahan Diabetes Mellitus.....	77
---	----

BAB 8 PERAN TEKNOLOGI DIGITAL DALAM SMART NUTRITION 79

8.1 Konsep Teknologi Digital dalam Smart Nutrition	81
8.2 Aplikasi Kesehatan dan Pemantauan Gizi	82
8.3 Wearable Technology dalam Smart Nutrition	83
8.4 Big Data dan Analisis Nutrisi	84
8.5 Artificial Intelligence dalam Smart Nutrition.....	85
8.6 Telehealth dan Konsultasi Gizi Digital	86
8.7 Internet of Things (IoT) dalam Sistem Pangan dan Gizi.....	86
8.8 Media Digital dan Edukasi Gizi Masyarakat.....	87
8.9 Tantangan Pemanfaatan Teknologi Digital dalam Smart Nutrition.....	87
8.10 Masa Depan Teknologi Digital dalam Smart Nutrition	88

BAB 9 PANGAN LOKAL DAN SMART NUTRITION BERBASIS KEARIFAN LOKAL..... 89

9.1 Konsep Pangan Lokal dalam Perspektif Smart Nutrition	91
9.2 Kearifan Lokal sebagai Fondasi Smart Nutrition	92
9.3 Potensi Gizi Pangan Lokal Indonesia.....	94
9.4 Pangan Lokal sebagai Pangan Fungsional	95
9.5 Modernisasi Pangan Lokal dalam Era Smart Nutrition	96

9.6 Pangan Lokal dan Ketahanan Pangan	97
9.7 Teknologi Digital dan Promosi Pangan Lokal	98
9.8 Smart Nutrition Berbasis Kearifan Lokal dalam Mendukung Sustainable Development Goals (SDGs)	98
9.9 Tantangan dan Peluang Pengembangan Pangan Lokal	99
9.10 Masa Depan Pangan Lokal dalam Smart Nutrition	99
BAB 10 SMART NUTRITION DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI.....	101
10.1 Memahami Smart Nutrition dalam Kehidupan Modern.....	104
10.2 Pola Makan Sehat sebagai Fondasi Smart Nutrition	105
10.3 Membangun Kebiasaan Makan yang Cerdas	106
10.4 Smart Nutrition dan Aktivitas Fisik.....	106
10.5 Hidrasi Cerdas untuk Kesehatan Optimal.....	107
10.6 Peran Teknologi Digital dalam Kehidupan Sehari-hari	108
10.7 Smart Nutrition dan Kesehatan Mental	108
10.8 Smart Nutrition Sepanjang Daur Kehidupan.....	109
BAB 11 TANTANGAN DAN PELUANG SMART NUTRITION DI MASA DEPAN.....	111
11.1 Transformasi Sistem Gizi di Era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0	113
11.2 Tantangan Global dalam Implementasi Smart Nutrition	114

11.3 Perubahan Iklim dan Masa Depan Sistem Pangan	115
11.4 Tantangan Literasi Gizi di Era Digital	116
11.5 Artificial Intelligence dan Masa Depan Nutrisi	117
11.6 Nutrigenomik dan Nutrisi Presisi	117
11.7 Perkembangan Pangan Fungsional dan Bioaktif	118
11.8 Smart Nutrition dan Sustainable Food System	119
11.9 Peluang Indonesia dalam Pengembangan Smart Nutrition	119
11.10 Visi Smart Nutrition Tahun 2050	120
BAB 12 INTEGRASI PANGAN, GIZI, DAN TEKNOLOGI UNTUK KESEHATAN MASA DEPAN	123
12.1 Refleksi Perjalanan Smart Nutrition	125
12.2 Integrasi Ilmu Pangan dalam Mewujudkan Kesehatan Masa Depan	126
12.3 Peran Ilmu Gizi dalam Meningkatkan Kualitas Hidup	127
12.4 Teknologi sebagai Katalisator Transformasi Gizi	128
12.5 Smart Nutrition dan Sustainable Health	129
12.6 Membangun Ekosistem Smart Nutrition	130
12.7 Agenda Penelitian Masa Depan	131
12.8 Transformasi Pendidikan Gizi di Era Digital	132
12.9 Visi Smart Nutrition untuk Generasi Mendatang	132

DAFTAR PUSTAKA.....	134
BIODATA PENULIS.....	139

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Beberapa contoh pangan lokal yang kaya senyawa bioaktif.....	48
Tabel 9. 1. Sumber Karbohidrat Lokal.....	94
Tabel 9. 2. Contoh Sayuran dan Buah Lokal	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Pangan Lokal	2
Gambar 1. 2. Smart Nutrition	3
Gambar 1. 3. Perkembangan Ilmu Gizi.....	5
Gambar 1. 4. Artificial Intelligence (AI).....	9
Gambar 1. 5. Internet of Things (IoT)	9
Gambar 1. 6. Big Data Analytics.....	10
Gambar 1. 7. Wearable Technology	11
Gambar 1. 8. Bioteknologi Pangan.....	11
Gambar 1. 9. Contoh Smart Nutrition dalam Kehidupan Sehari-hari.....	12
Gambar 2. 1. Precision Nutrition.....	23
Gambar 2. 2. Personalized Nutrition	23
Gambar 2. 3. Nutrigenomik	24
Gambar 2. 4. Nutrigenetik.....	25
Gambar 2. 5. Mikrobioma Nutrisi	25
Gambar 2. 6. Cloud Computing	27
Gambar 3. 1. Komponen Gizi Dan Perannya Dalam Tubuh	32
Gambar 4. 1. Pangan Fungsional Dan Bioaktif Dalam Smart Nutrition	42
Gambar 5. 1. Teknologi Pangan	52
Gambar 6. 1. Kesehatan Lingkungan Dan Smart Nutrition.....	62
Gambar 6. 2. Smart Nutrition	72
Gambar 7. 1. Smart Nutrition	75
Gambar 8. 1. Smart Farm.....	80
Gambar 9. 1. Pangan Lokal	90
Gambar 9. 2. Modernisasi Pangan Lokal dalam Era Smart Nutrition	97

Gambar 10. 1. Smart Nutrition dalam Kehidupan Sehari-Hari.....	102
Gambar 11. 1. Smart Farming.....	112
Gambar 12. 1. Integrasi Pangan, Gizi, dan Teknologi Untuk Kesehatan Masa Depan	124

BAB 1

KONSEP SMART NUTRITION DALAM ILMU PANGAN DAN GIZI

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ke-21 telah membawa perubahan besar dalam cara manusia memproduksi, mengolah, mendistribusikan, dan mengonsumsi pangan (Hidayat & Najicha, 2023; Mahrurnisya, 2023; Rahayu *et al.*, 2022). Kemajuan teknologi digital, kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), Internet of Things (IoT), big data, serta bioteknologi telah mendorong lahirnya paradigma baru dalam bidang pangan dan gizi yang dikenal sebagai *Smart Nutrition* (S. Jennings *et al.*, 2024). Konsep ini tidak hanya berfokus pada pemenuhan kebutuhan gizi secara kuantitatif, tetapi juga menekankan optimalisasi kualitas konsumsi pangan berdasarkan kebutuhan individu, kondisi kesehatan, gaya hidup, faktor genetik, serta lingkungan tempat seseorang hidup.



Gambar 1. 1. Pangan Lokal

Selama beberapa dekade, pendekatan gizi konvensional cenderung menggunakan rekomendasi yang bersifat umum untuk seluruh populasi. Pendekatan tersebut memang efektif dalam mengatasi masalah kekurangan gizi secara luas, namun sering kali kurang mampu menjawab kebutuhan spesifik setiap individu yang memiliki karakteristik biologis dan metabolisme yang berbeda. Seiring meningkatnya prevalensi penyakit tidak menular seperti obesitas, diabetes melitus, hipertensi, penyakit kardiovaskular, dan gangguan metabolik lainnya, muncul kebutuhan akan sistem nutrisi yang lebih personal, adaptif, dan berbasis data. Dalam konteks inilah konsep Smart Nutrition menjadi sangat relevan.



Gambar 1. 2. Smart Nutrition

Smart Nutrition merupakan pendekatan inovatif yang mengintegrasikan ilmu pangan, ilmu gizi, teknologi informasi, biologi molekuler, serta ilmu kesehatan untuk menghasilkan rekomendasi nutrisi yang lebih tepat sasaran. Pendekatan ini memanfaatkan berbagai sumber data, mulai dari pola konsumsi, aktivitas fisik, kondisi kesehatan, biomarker metabolik, hingga informasi genomik individu. Dengan demikian, setiap orang dapat memperoleh rekomendasi pola makan yang sesuai dengan kebutuhan fisiologisnya sehingga mampu meningkatkan kualitas hidup dan mencegah berbagai penyakit kronis (Ni Ketut Erawati, 2020).

Konsep Smart Nutrition juga berkembang sejalan dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya gaya hidup sehat dan konsumsi pangan berkelanjutan (*sustainable food consumption*). Konsumen modern tidak hanya mempertimbangkan rasa dan harga pangan, tetapi juga kandungan gizi, keamanan pangan,

dampak lingkungan, serta manfaat kesehatan jangka panjang. Oleh karena itu, Smart Nutrition hadir sebagai solusi yang menghubungkan kebutuhan kesehatan individu dengan sistem pangan yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

Dalam perspektif ilmu pangan, Smart Nutrition mendorong pengembangan produk pangan fungsional, pangan fortifikasi, pangan personalisasi, serta inovasi teknologi pengolahan yang mampu mempertahankan nilai gizi secara optimal. Sementara itu, dalam bidang ilmu gizi, konsep ini menjadi dasar bagi pengembangan nutrisi presisi (*precision nutrition*), yaitu pendekatan pemberian rekomendasi diet berdasarkan karakteristik biologis dan metabolisme individu. Sinergi antara kedua bidang tersebut menghasilkan sistem nutrisi yang lebih efektif dalam mendukung kesehatan Masyarakat (Zulfan *et al.*, 2024).

Bab ini membahas secara komprehensif konsep Smart Nutrition dalam ilmu pangan dan gizi, meliputi definisi, karakteristik, komponen utama, teknologi pendukung, penerapan dalam kehidupan sehari-hari, manfaat, tantangan, serta prospek pengembangannya di masa depan. Pemahaman terhadap konsep ini diharapkan mampu memberikan wawasan baru mengenai transformasi sistem pangan dan gizi menuju era digital yang lebih cerdas, personal, dan berkelanjutan.

1.1 Definisi Smart Nutrition

Smart Nutrition dapat didefinisikan sebagai pendekatan nutrisi modern yang memanfaatkan teknologi digital, data kesehatan, dan ilmu biologi untuk menyediakan

rekomendasi konsumsi pangan yang lebih tepat, personal, dan berorientasi pada peningkatan kualitas kesehatan individu maupun masyarakat. Konsep ini mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, termasuk ilmu gizi, ilmu pangan, teknologi informasi, bioteknologi, kesehatan masyarakat, dan kecerdasan buatan (Bhuiyan & Nahid, 2025).

Berbeda dengan pendekatan gizi tradisional yang bersifat umum, Smart Nutrition mengedepankan prinsip personalisasi. Setiap individu memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda berdasarkan usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, kondisi kesehatan, faktor genetik, dan lingkungan. Oleh karena itu, rekomendasi nutrisi dalam Smart Nutrition disusun berdasarkan analisis data yang spesifik sehingga lebih efektif dalam mendukung kesehatan dan pencegahan penyakit.



Gambar 1. 3. Perkembangan Ilmu Gizi

Smart Nutrition juga mencakup penggunaan teknologi modern seperti aplikasi kesehatan digital, perangkat *wearable*, sensor biometrik, sistem pemantauan konsumsi pangan, dan algoritma kecerdasan buatan yang mampu menganalisis kebutuhan nutrisi secara real-time. Dengan demikian, keputusan terkait pola makan dapat dilakukan secara lebih akurat dan berbasis bukti ilmiah (Qudwatullathifah *et al.*, 2025).

1.2 Karakteristik Smart Nutrition

Smart Nutrition memiliki beberapa karakteristik utama yang membedakannya dari pendekatan nutrisi konvensional.

1. Personalisasi Nutrisi

Personalisasi merupakan inti dari Smart Nutrition. Rekomendasi gizi disesuaikan dengan kondisi unik setiap individu sehingga menghasilkan intervensi yang lebih efektif dibandingkan pendekatan populasi umum.

2. Berbasis Data

Smart Nutrition menggunakan berbagai jenis data, seperti data antropometri, data klinis, aktivitas fisik, pola konsumsi, biomarker kesehatan, dan informasi genetik untuk menghasilkan rekomendasi nutrisi yang akurat.

3. Integrasi Teknologi

Pemanfaatan teknologi digital memungkinkan pemantauan status gizi secara berkelanjutan. Teknologi ini membantu individu memahami kebutuhan nutrisi mereka secara lebih mudah dan praktis.

4. Pencegahan Penyakit

Fokus utama Smart Nutrition bukan hanya mengobati penyakit, tetapi juga mencegah munculnya gangguan kesehatan melalui pengelolaan pola makan yang tepat.

5. Berkelanjutan

Smart Nutrition mempertimbangkan aspek keberlanjutan lingkungan melalui pemilihan sumber pangan yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan sumber daya alam.

1.3 Komponen Utama Smart Nutrition

1. Precision Nutrition

Precision Nutrition merupakan pendekatan nutrisi yang mempertimbangkan faktor biologis, genetik, metabolik, dan lingkungan individu. Pendekatan ini memungkinkan penyusunan diet yang lebih spesifik dan efektif.

2. Nutrigenomik

Nutrigenomik mempelajari hubungan antara nutrisi dan ekspresi gen. Ilmu ini menjelaskan bagaimana makanan dapat memengaruhi aktivitas gen tertentu serta bagaimana variasi genetik memengaruhi respons tubuh terhadap makanan.

3. Nutrigenetik

Nutrigenetik berfokus pada pengaruh variasi genetik terhadap kebutuhan dan respons nutrisi seseorang.

Informasi ini dapat digunakan untuk menyusun rekomendasi diet yang lebih personal.

4. Digital Nutrition

Digital Nutrition memanfaatkan aplikasi kesehatan, perangkat pintar, dan platform digital untuk memantau konsumsi makanan, aktivitas fisik, serta kondisi kesehatan secara real-time.

5. Functional Foods

Pangan fungsional merupakan komponen penting dalam Smart Nutrition karena mengandung senyawa bioaktif yang memberikan manfaat kesehatan di luar fungsi gizi dasar.

1.4 Teknologi Pendukung Smart Nutrition

1. Artificial Intelligence (AI)

AI mampu menganalisis data kesehatan dalam jumlah besar dan memberikan rekomendasi nutrisi yang spesifik sesuai kondisi individu. Sistem AI dapat memprediksi risiko penyakit dan membantu penyusunan pola makan yang optimal.



Gambar 1. 4. Artificial Intelligence (AI)

2. Internet of Things (IoT)

Perangkat IoT memungkinkan pemantauan aktivitas fisik, kualitas tidur, denyut jantung, serta konsumsi energi harian secara otomatis sehingga membantu evaluasi kebutuhan nutrisi secara lebih akurat.



Gambar 1. 5. Internet of Things (IoT)

3. Big Data Analytics

Analisis data besar memungkinkan identifikasi pola konsumsi masyarakat, tren penyakit, dan hubungan antara faktor nutrisi dengan kesehatan populasi.



Gambar 1. 6. Big Data Analytics

4. Wearable Technology

Jam tangan pintar dan perangkat kesehatan lainnya dapat mengumpulkan data fisiologis yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan terkait nutrisi (Qudwatullathifah *et al.*, 2025).



Gambar 1. 7. Wearable Technology

5. Bioteknologi Pangan

Bioteknologi mendukung pengembangan pangan yang memiliki nilai gizi lebih tinggi, stabilitas nutrisi yang lebih baik, serta manfaat kesehatan yang spesifik.



Gambar 1. 8. Bioteknologi Pangan

1.5 Penerapan Smart Nutrition dalam Kehidupan Sehari-hari

Penerapan Smart Nutrition dapat ditemukan dalam berbagai aspek kehidupan modern. Individu dapat menggunakan aplikasi pencatat makanan untuk memantau asupan energi dan zat gizi harian. Perangkat wearable membantu mengukur aktivitas fisik dan kebutuhan kalori secara otomatis. Selain itu, layanan konsultasi gizi berbasis digital memungkinkan penyusunan menu yang sesuai dengan kondisi kesehatan masing-masing pengguna (Nur'aini *et al.*, 2020).



Gambar 1. 9. Contoh Smart Nutrition dalam Kehidupan Sehari-hari

Dalam dunia industri pangan, konsep Smart Nutrition mendorong pengembangan produk pangan yang dipersonalisasi berdasarkan kebutuhan konsumen. Contohnya adalah produk dengan kandungan protein tinggi

untuk atlet, pangan rendah gula bagi penderita diabetes, atau produk kaya serat untuk kesehatan saluran pencernaan.

Pada tingkat masyarakat, Smart Nutrition dapat mendukung program kesehatan publik melalui sistem pemantauan status gizi berbasis digital yang lebih cepat dan akurat. Informasi tersebut dapat digunakan untuk merancang kebijakan intervensi gizi yang lebih efektif (S. A. Jennings *et al.*, 2022).

1.6 Manfaat Smart Nutrition

Penerapan Smart Nutrition memberikan berbagai manfaat, antara lain:

1. Meningkatkan kualitas kesehatan individu.
2. Mengurangi risiko penyakit kronis.
3. Membantu pengelolaan berat badan secara lebih efektif.
4. Meningkatkan efisiensi intervensi gizi.
5. Mendukung gaya hidup sehat berbasis data.
6. Mengoptimalkan kualitas pangan yang dikonsumsi.
7. Mendukung keberlanjutan sistem pangan global.
8. Meningkatkan kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan.

1.7 Tantangan Implementasi Smart Nutrition

Meskipun memiliki potensi besar, implementasi Smart Nutrition masih menghadapi sejumlah tantangan.

- Pertama, biaya teknologi yang relatif tinggi dapat membatasi akses masyarakat terhadap layanan nutrisi personal.
- Kedua, perlindungan data kesehatan menjadi isu penting karena Smart Nutrition mengandalkan pengumpulan data individu dalam jumlah besar.
- Ketiga, masih terdapat kesenjangan literasi digital yang menyebabkan sebagian masyarakat kesulitan memanfaatkan teknologi kesehatan.
- Keempat, diperlukan regulasi yang jelas terkait penggunaan data kesehatan, kecerdasan buatan, dan layanan nutrisi digital.

Selain itu, integrasi data dari berbagai sumber seringkali menghadapi kendala teknis dan standar interoperabilitas yang berbeda. Oleh karena itu, kolaborasi antara pemerintah, akademisi, industri, dan tenaga kesehatan sangat diperlukan untuk mengembangkan ekosistem Smart Nutrition yang efektif dan aman.

1.8 Prospek Smart Nutrition di Masa Depan

Perkembangan teknologi diperkirakan akan semakin memperkuat implementasi Smart Nutrition. Integrasi kecerdasan buatan, genomik, metabolomik, dan sensor kesehatan generasi baru akan menghasilkan sistem nutrisi yang semakin presisi. Di masa depan, rekomendasi pola

makan dapat diberikan secara otomatis berdasarkan kondisi fisiologis yang terdeteksi secara real-time.

Selain itu, kemajuan teknologi pangan akan memungkinkan produksi makanan yang dirancang khusus sesuai kebutuhan individu. Konsep *personalized food* diprediksi menjadi tren utama dalam industri pangan global. Smart Nutrition juga berpotensi berkontribusi dalam pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya dalam bidang kesehatan, ketahanan pangan, dan konsumsi yang berkelanjutan.

BAB 2

PERKEMBANGAN ILMU PANGAN DAN GIZI DI ERA MODERN

Perubahan lanskap kesehatan global pada abad ke-21 menuntut lahirnya pendekatan baru dalam pengelolaan pangan dan gizi yang tidak hanya berorientasi pada pemenuhan kebutuhan nutrisi dasar, tetapi juga mampu menjawab kompleksitas tantangan kesehatan modern. Meningkatnya prevalensi penyakit tidak menular seperti obesitas, diabetes melitus, hipertensi, penyakit kardiovaskular, dan berbagai gangguan metabolik lainnya menunjukkan bahwa pendekatan gizi konvensional yang bersifat umum (*one-size-fits-all*) tidak lagi sepenuhnya memadai. Setiap individu memiliki karakteristik biologis, genetik, fisiologis, perilaku, dan lingkungan yang berbeda sehingga respons tubuh terhadap makanan dan zat gizi pun tidak selalu sama. Dalam konteks tersebut, muncul paradigma baru yang dikenal sebagai *Smart Nutrition*, sebuah konsep yang mengintegrasikan ilmu pangan, ilmu gizi, teknologi digital, kecerdasan buatan, bioteknologi, dan analisis data untuk menghasilkan sistem nutrisi yang lebih personal, adaptif, dan berbasis bukti ilmiah (Fushai *et al.*, 2025).

Konsep *Smart Nutrition* lahir sebagai respons terhadap perkembangan Revolusi Industri 4.0 dan transformasi digital yang telah mengubah hampir seluruh aspek kehidupan

manusia, termasuk sektor kesehatan dan pangan. Jika pada masa lalu keputusan konsumsi pangan lebih banyak didasarkan pada kebiasaan, budaya, atau rekomendasi umum, maka pada era Smart Nutrition keputusan tersebut didukung oleh data yang akurat mengenai kondisi individu. Informasi tentang status gizi, aktivitas fisik, pola tidur, kondisi metabolik, profil mikrobiota usus, hingga informasi genetik dapat dianalisis secara komprehensif untuk menghasilkan rekomendasi nutrisi yang lebih tepat sasaran. Dengan demikian, makanan tidak lagi dipandang sekadar sebagai sumber energi, melainkan sebagai instrumen strategis untuk menjaga kesehatan, mencegah penyakit, meningkatkan kualitas hidup, dan memperpanjang usia harapan hidup (Armand *et al.*, 2024).

Dalam perspektif ilmu pangan, Smart Nutrition mendorong transformasi dari sistem pangan konvensional menuju sistem pangan cerdas (*smart food systems*) yang mampu menyediakan produk pangan sesuai kebutuhan konsumen secara lebih presisi. Industri pangan tidak hanya berfokus pada produksi dalam jumlah besar, tetapi juga pada pengembangan pangan fungsional, pangan fortifikasi, pangan medis, serta produk pangan personalisasi yang dirancang berdasarkan kebutuhan fisiologis tertentu. Inovasi ini memungkinkan terciptanya produk yang tidak hanya aman dan berkualitas, tetapi juga memiliki manfaat kesehatan yang spesifik (Marin *et al.*, 2025).

Sementara itu, dalam bidang ilmu gizi, Smart Nutrition menjadi fondasi penting bagi berkembangnya konsep *precision nutrition* dan *personalized nutrition*. Pendekatan ini mengakui bahwa kebutuhan nutrisi seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, termasuk

genetik, metabolisme, usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas, kondisi kesehatan, serta lingkungan sosial. Oleh karena itu, rekomendasi gizi tidak lagi bersifat seragam, melainkan dirancang secara individual untuk menghasilkan dampak kesehatan yang optimal.

Lebih jauh lagi, Smart Nutrition juga memiliki relevansi yang kuat dalam upaya mewujudkan sistem pangan yang berkelanjutan. Pertumbuhan populasi dunia, perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan meningkatnya kebutuhan pangan global menuntut pengelolaan sumber daya yang lebih efisien. Melalui pemanfaatan teknologi dan analisis data, Smart Nutrition mampu membantu masyarakat memilih pola konsumsi yang tidak hanya sehat bagi tubuh, tetapi juga ramah terhadap lingkungan. Dengan demikian, konsep ini tidak hanya berkontribusi terhadap kesehatan individu, tetapi juga terhadap keberlanjutan sistem pangan global.

Bab ini membahas secara mendalam konsep Smart Nutrition dalam ilmu pangan dan gizi, mulai dari landasan filosofis, definisi, prinsip dasar, komponen utama, teknologi pendukung, implementasi dalam kehidupan sehari-hari, manfaat strategis, tantangan pengembangan, hingga prospek masa depannya. Pemahaman yang komprehensif mengenai konsep ini sangat penting karena Smart Nutrition diproyeksikan menjadi salah satu pilar utama pembangunan kesehatan dan ketahanan pangan pada era digital.

2.1 Hakikat dan Definisi Smart Nutrition

Smart Nutrition merupakan pendekatan multidisiplin yang mengintegrasikan ilmu pangan, ilmu gizi, teknologi informasi, kecerdasan buatan, bioteknologi, dan ilmu

kesehatan untuk menghasilkan sistem rekomendasi nutrisi yang lebih akurat, personal, dan adaptif. Konsep ini berangkat dari pemahaman bahwa setiap individu memiliki kebutuhan nutrisi yang unik sehingga strategi pemenuhan gizi harus mempertimbangkan karakteristik biologis dan lingkungan masing-masing individu (Nur'aini *et al.*, 2020).

Secara konseptual, Smart Nutrition dapat dipahami sebagai suatu sistem yang memanfaatkan data kesehatan dan teknologi digital untuk mengoptimalkan keputusan terkait konsumsi pangan. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantau asupan gizi, tetapi juga sebagai instrumen prediktif yang mampu mengidentifikasi risiko kesehatan, memberikan rekomendasi pola makan yang sesuai, serta membantu individu mencapai tujuan kesehatan tertentu.

Dalam praktiknya, Smart Nutrition mengombinasikan berbagai sumber informasi, seperti data antropometri, data klinis, aktivitas fisik, pola konsumsi makanan, biomarker metabolik, informasi genetik, dan faktor lingkungan. Seluruh data tersebut dianalisis menggunakan algoritma cerdas sehingga menghasilkan rekomendasi nutrisi yang lebih spesifik dibandingkan pedoman gizi konvensional.

Dengan demikian, Smart Nutrition bukan sekadar konsep teknologi, melainkan sebuah paradigma baru yang menempatkan individu sebagai pusat dari sistem pelayanan gizi dan kesehatan.

2.2 Landasan Filosofis Smart Nutrition

Konsep Smart Nutrition dibangun di atas beberapa landasan filosofis utama.

1. Individualitas Biologis

Setiap manusia memiliki karakteristik biologis yang berbeda. Variasi genetik, metabolisme, mikrobiota usus, dan kondisi fisiologis menyebabkan kebutuhan nutrisi antarindividu tidak selalu sama. Oleh karena itu, pendekatan nutrisi harus mempertimbangkan keunikan setiap individu.

2. Pencegahan Lebih Baik daripada Pengobatan

Smart Nutrition menekankan pentingnya pencegahan penyakit melalui pengelolaan pola makan yang tepat. Pendekatan ini sejalan dengan paradigma kesehatan modern yang lebih berfokus pada promosi kesehatan dan pencegahan penyakit dibandingkan pengobatan setelah penyakit muncul.

3. Pemanfaatan Teknologi untuk Kesehatan

Perkembangan teknologi digital membuka peluang besar untuk meningkatkan efektivitas intervensi gizi. Data yang sebelumnya sulit diperoleh kini dapat dikumpulkan dan dianalisis secara real-time sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat.

4. Keberlanjutan Sistem Pangan

Smart Nutrition tidak hanya berorientasi pada kesehatan manusia, tetapi juga memperhatikan keberlanjutan lingkungan. Pola konsumsi yang cerdas harus mampu mendukung kelestarian sumber daya alam bagi generasi mendatang.

2.3 Prinsip-Prinsip Dasar Smart Nutrition

Implementasi Smart Nutrition didasarkan pada beberapa prinsip utama, yaitu:

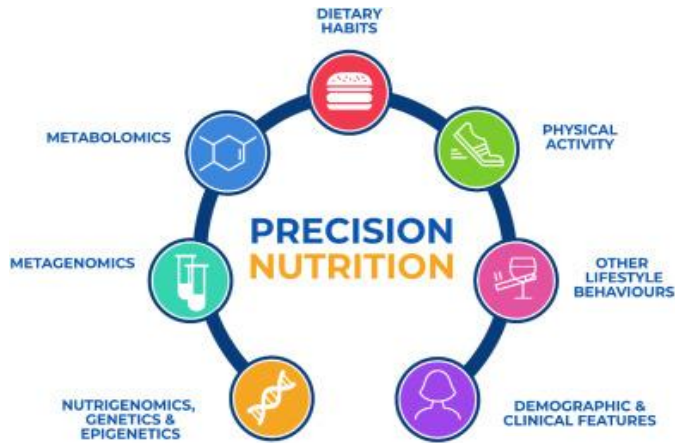
1. Precision (ketepatan) dalam menentukan kebutuhan nutrisi individu.
2. Personalization (personalisasi) dalam penyusunan rekomendasi diet.
3. Prediction (prediksi) terhadap risiko penyakit berdasarkan data kesehatan.
4. Prevention (pencegahan) penyakit melalui intervensi nutrisi yang tepat.
5. Participation (partisipasi aktif) individu dalam pengelolaan kesehatan dirinya.
6. Sustainability (keberlanjutan) dalam pemilihan dan konsumsi pangan.

Prinsip-prinsip tersebut menjadikan Smart Nutrition sebagai pendekatan yang lebih holistik dibandingkan sistem nutrisi tradisional.

2.4 Komponen Utama Smart Nutrition

1. Precision Nutrition

Precision Nutrition merupakan inti dari Smart Nutrition. Pendekatan ini memanfaatkan informasi biologis dan lingkungan individu untuk merancang strategi nutrisi yang paling sesuai. Tujuannya adalah memaksimalkan manfaat kesehatan melalui intervensi yang spesifik dan berbasis bukti ilmiah.



Gambar 2. 1. Precision Nutrition

2. Personalized Nutrition

Personalized Nutrition berfokus pada penyusunan rekomendasi diet yang disesuaikan dengan karakteristik individu. Faktor yang dipertimbangkan meliputi usia, jenis kelamin, kondisi kesehatan, preferensi makanan, aktivitas fisik, serta tujuan kesehatan yang ingin dicapai.



Gambar 2. 2. Personalized Nutrition

3. Nutrigenomik

Nutrigenomik mempelajari bagaimana zat gizi memengaruhi ekspresi gen. Bidang ini menjelaskan bahwa makanan tertentu dapat mengaktifkan atau menonaktifkan gen yang berperan dalam berbagai proses biologis.



Gambar 2. 3. Nutrigenomik

4. Nutrigenetik

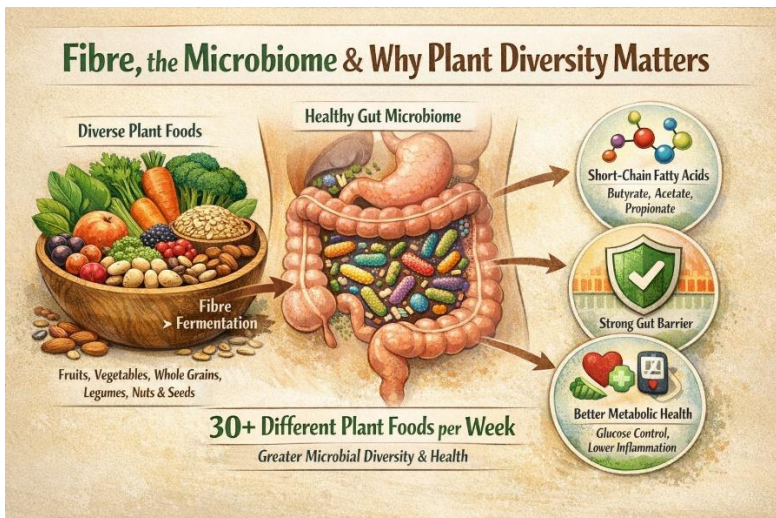
Nutrigenetik meneliti bagaimana variasi genetik individu memengaruhi respons terhadap makanan dan zat gizi tertentu. Pengetahuan ini memungkinkan penyusunan rekomendasi diet yang lebih efektif.



Gambar 2. 4. Nutrigenetik

5. Mikrobioma Nutrisi

Perkembangan penelitian menunjukkan bahwa mikroorganisme yang hidup di saluran pencernaan memiliki peran penting dalam metabolisme nutrisi. Smart Nutrition memanfaatkan informasi mengenai mikrobiota usus untuk meningkatkan efektivitas intervensi gizi.



Gambar 2. 5. Mikrobioma Nutrisi

2.5 Teknologi Pendukung Smart Nutrition

Kemajuan teknologi menjadi faktor utama yang memungkinkan implementasi Smart Nutrition .

1. Artificial Intelligence (AI)

AI digunakan untuk menganalisis data kesehatan dalam jumlah besar dan menghasilkan rekomendasi nutrisi yang akurat. Sistem AI mampu mengenali pola yang tidak mudah terdeteksi oleh manusia.(Nur'aini *et al.*, 2020)

2. Big Data Analytics

Teknologi ini memungkinkan integrasi dan analisis berbagai jenis data kesehatan sehingga menghasilkan informasi yang lebih komprehensif.

3. Internet of Things (IoT)

Perangkat IoT memungkinkan pemantauan kondisi kesehatan secara terus-menerus melalui sensor yang terhubung dengan internet.

4. Wearable Devices

Jam tangan pintar, gelang kesehatan, dan perangkat pemantau aktivitas fisik menyediakan data real-time yang mendukung implementasi Smart Nutrition.

5. Cloud Computing

Teknologi komputasi awan memungkinkan penyimpanan dan pengelolaan data kesehatan dalam jumlah besar secara aman dan efisien.



Gambar 2. 6. Cloud Computing

2.6 Smart Nutrition dalam Ilmu Pangan

Dalam bidang ilmu pangan, Smart Nutrition mendorong lahirnya inovasi produk yang lebih berorientasi pada kesehatan konsumen. Industri pangan modern mulai mengembangkan berbagai jenis pangan fungsional, pangan fortifikasi, pangan medis, dan pangan personalisasi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tertentu.

Konsep ini juga mendorong penggunaan teknologi pengolahan yang mampu mempertahankan kandungan nutrisi bahan pangan. Selain itu, pengembangan kemasan cerdas (*smart packaging*) memungkinkan pemantauan kualitas produk secara lebih efektif sehingga keamanan dan mutu pangan dapat terjaga hingga ke tangan konsumen (Etik Sulistyorini *et al.*, 2025).

2.7 Smart Nutrition dalam Ilmu Gizi

Dalam ilmu gizi, Smart Nutrition berperan sebagai instrumen untuk meningkatkan efektivitas intervensi kesehatan. Pendekatan ini memungkinkan ahli gizi melakukan asesmen yang lebih komprehensif dan menyusun rekomendasi yang lebih sesuai dengan kondisi individu.

Pemanfaatan teknologi digital juga meningkatkan akses masyarakat terhadap layanan konsultasi gizi. Individu dapat memantau pola makan, aktivitas fisik, dan status kesehatan secara mandiri melalui aplikasi berbasis telehealth dan platform kesehatan digital (Pratomo & Daenie, 2021).

2.8 Manfaat Smart Nutrition

Implementasi Smart Nutrition memberikan berbagai manfaat strategis, antara lain:

- Meningkatkan kualitas kesehatan individu.
- Mengurangi risiko penyakit kronis.
- Mendukung pengelolaan berat badan yang lebih efektif.
- Meningkatkan efisiensi program intervensi gizi.
- Memperkuat ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat.
- Mendukung pola konsumsi yang lebih berkelanjutan.
- Meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas masyarakat.

2.9 Tantangan dan Hambatan

Meskipun menjanjikan, penerapan Smart Nutrition masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan akses teknologi, tingginya biaya implementasi, perlindungan data kesehatan, kesenjangan literasi digital, serta belum meratanya infrastruktur teknologi di berbagai wilayah.

Selain itu, diperlukan regulasi yang jelas untuk memastikan keamanan penggunaan data pribadi dan validitas rekomendasi nutrisi yang dihasilkan oleh sistem berbasis kecerdasan buatan.

2.10 Prospek Masa Depan Smart Nutrition

Masa depan Smart Nutrition sangat erat kaitannya dengan perkembangan teknologi genomik, metabolomik, kecerdasan buatan, dan sistem kesehatan digital. Dalam beberapa dekade mendatang, diperkirakan setiap individu akan memiliki profil kesehatan digital yang dapat digunakan untuk menghasilkan rekomendasi nutrisi secara otomatis dan real-time.

Perkembangan ini akan mendorong lahirnya era nutrisi presisi, di mana makanan tidak lagi diproduksi secara massal untuk semua orang, melainkan dirancang berdasarkan kebutuhan biologis masing-masing individu. Dengan demikian, Smart Nutrition akan menjadi fondasi utama transformasi sistem pangan dan kesehatan global menuju masyarakat yang lebih sehat, produktif, dan berkelanjutan.

BAB 3

KOMPONEN GIZI DAN PERANNYA DALAM TUBUH

Kesehatan manusia pada hakikatnya tidak dapat dipisahkan dari kualitas pangan yang dikonsumsi setiap hari (Melo & Rahmadani, 2022). Pangan bukan sekadar sumber energi untuk mempertahankan kehidupan, melainkan juga merupakan penyedia berbagai zat gizi yang berperan dalam pertumbuhan, perkembangan, pemeliharaan fungsi organ, perbaikan jaringan, regulasi metabolisme, serta perlindungan tubuh dari berbagai penyakit. Setiap sel, jaringan, dan organ dalam tubuh memerlukan asupan zat gizi yang cukup agar dapat menjalankan fungsinya secara optimal. Oleh karena itu, pemahaman mengenai komponen gizi dan perannya dalam tubuh menjadi landasan fundamental dalam ilmu pangan, ilmu gizi, kesehatan masyarakat, dan pembangunan sumber daya manusia.



Gambar 3. 1. Komponen Gizi Dan Perannya Dalam Tubuh

Dalam perspektif biologis, tubuh manusia merupakan sistem yang sangat kompleks dan dinamis. Berbagai proses fisiologis seperti respirasi, sirkulasi darah, kontraksi otot, transmisi impuls saraf, sintesis hormon, hingga mekanisme pertahanan tubuh berlangsung secara terus-menerus sepanjang hidup. Seluruh proses tersebut memerlukan dukungan zat gizi yang diperoleh dari makanan dan minuman yang dikonsumsi. Ketika kebutuhan zat gizi terpenuhi secara seimbang, tubuh mampu tumbuh, berkembang, dan berfungsi dengan baik. Sebaliknya, kekurangan maupun kelebihan zat gizi dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, mulai dari malnutrisi, obesitas, penyakit metabolik, hingga penyakit degeneratif kronis (Kifli *et al.*, 2025).

Ilmu gizi mengelompokkan zat gizi ke dalam beberapa komponen utama yang memiliki fungsi spesifik namun saling berinteraksi satu sama lain. Secara umum, komponen gizi terdiri atas karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, air, dan serat pangan. Karbohidrat, protein, dan lemak dikenal sebagai zat gizi makro (*macronutrients*) karena dibutuhkan

dalam jumlah relatif besar dan berperan sebagai sumber energi utama tubuh. Sementara itu, vitamin dan mineral digolongkan sebagai zat gizi mikro (*micronutrients*) karena dibutuhkan dalam jumlah lebih kecil, namun memiliki peranan yang sangat penting dalam berbagai proses metabolisme. Air dan serat pangan, meskipun tidak selalu dikategorikan sebagai sumber energi, memiliki fungsi vital dalam menjaga keseimbangan fisiologis tubuh (Mardalena, 2021; Ramadhani & Widyaningrum, 2022).

Perkembangan ilmu pengetahuan modern menunjukkan bahwa fungsi zat gizi tidak hanya terbatas pada pemenuhan kebutuhan dasar tubuh. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa zat gizi tertentu dapat berperan sebagai regulator ekspresi gen, modulator sistem imun, antioksidan alami, serta agen pencegah berbagai penyakit kronis. Dengan kata lain, makanan yang dikonsumsi tidak hanya menentukan status gizi seseorang, tetapi juga memengaruhi kualitas hidup, produktivitas, dan risiko penyakit sepanjang siklus kehidupan.

Dalam konteks pembangunan kesehatan masyarakat, pemahaman mengenai komponen gizi menjadi semakin penting mengingat dunia saat ini menghadapi beban ganda masalah gizi (*double burden of malnutrition*). Di satu sisi masih ditemukan kasus kekurangan gizi, stunting, anemia, dan defisiensi mikronutrien, sementara di sisi lain terjadi peningkatan prevalensi obesitas dan penyakit tidak menular akibat pola konsumsi yang tidak seimbang. Oleh karena itu, pengetahuan yang komprehensif mengenai fungsi setiap komponen gizi diperlukan untuk membangun pola makan yang sehat, seimbang, dan berkelanjutan.

Bab ini membahas secara mendalam berbagai komponen gizi yang diperlukan tubuh, meliputi definisi, klasifikasi, sumber pangan, fungsi fisiologis, serta dampak kekurangan dan kelebihan masing-masing zat gizi. Pemahaman terhadap materi ini diharapkan mampu memberikan landasan ilmiah yang kuat bagi pengembangan pola konsumsi yang mendukung kesehatan dan kualitas hidup manusia.

3.1 Konsep Dasar Komponen Gizi

Komponen gizi merupakan zat-zat yang terkandung dalam pangan dan diperlukan oleh tubuh untuk mendukung berbagai fungsi biologis. Zat gizi berfungsi sebagai sumber energi, bahan pembangun jaringan tubuh, pengatur proses metabolisme, serta pelindung tubuh dari berbagai gangguan kesehatan.

Berdasarkan jumlah kebutuhan tubuh, zat gizi dibedakan menjadi dua kelompok utama, yaitu zat gizi makro dan zat gizi mikro.

5. Zat gizi makro meliputi karbohidrat, protein, dan lemak yang dibutuhkan dalam jumlah besar setiap hari. Ketiga zat gizi ini menjadi sumber utama energi dan struktur tubuh.
6. Zat gizi mikro meliputi vitamin dan mineral yang dibutuhkan dalam jumlah kecil, namun berperan penting dalam pengaturan berbagai reaksi biokimia dan fisiologis.

Selain itu, air dan serat pangan juga merupakan komponen penting yang berkontribusi terhadap kesehatan dan keseimbangan fungsi tubuh.

3.2 Karbohidrat dan Perannya dalam Tubuh

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh manusia. Secara kimiawi, karbohidrat tersusun atas unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Setelah dikonsumsi, karbohidrat akan dipecah menjadi glukosa yang digunakan sel sebagai bahan bakar utama dalam menghasilkan energi.

Otak manusia sangat bergantung pada glukosa sebagai sumber energi utama. Oleh karena itu, kecukupan asupan karbohidrat sangat penting untuk menjaga fungsi kognitif, konsentrasi, dan aktivitas mental.

1. Fungsi Karbohidrat

Karbohidrat memiliki berbagai fungsi penting, antara lain:

- Sumber energi utama tubuh.
- Menjaga fungsi otak dan sistem saraf.
- Menghemat penggunaan protein sebagai sumber energi.
- Membantu metabolisme lemak secara optimal.
- Menyimpan energi dalam bentuk glikogen pada hati dan otot.

2. Sumber Karbohidrat

Karbohidrat banyak ditemukan pada:

- Beras
- Jagung
- Gandum
- Ubi jalar
- Singkong
- Kentang
- Oat
- Buah-buahan

3. Dampak Kekurangan Karbohidrat

Kekurangan karbohidrat dapat menyebabkan:

- Kelelahan
- Hipoglikemia
- Penurunan konsentrasi
- Ketosis
- Penurunan performa fisik

4. Dampak Kelebihan Karbohidrat

Konsumsi karbohidrat berlebih dapat meningkatkan risiko:

- Obesitas
- Diabetes melitus tipe 2
- Sindrom metabolik
- Penyakit kardiovaskular

3.3 Protein dan Perannya dalam Tubuh

Protein merupakan zat gizi yang berfungsi sebagai komponen struktural utama tubuh. Protein tersusun atas rantai asam amino yang menjadi bahan pembentuk sel, jaringan, enzim, hormon, dan antibodi.

Tidak seperti karbohidrat dan lemak yang terutama berfungsi sebagai sumber energi, protein lebih berperan dalam pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh.

1. Fungsi Protein

Protein berperan dalam:

- Pertumbuhan dan perkembangan tubuh.
- Pembentukan dan perbaikan jaringan.
- Produksi enzim dan hormon.
- Pembentukan antibodi.
- Transportasi zat gizi dalam darah.

- Menjaga keseimbangan cairan tubuh.

2. Sumber Protein

Protein hewani:

- Daging
- Ikan
- Telur
- Susu
- Yogurt

Protein nabati:

- Kedelai
- Tempe
- Tahu
- Kacang-kacangan
- Biji-bijian

3. Dampak Kekurangan Protein

Kekurangan protein dapat menyebabkan:

- Stunting
- Kwashiorkor
- Marasmus
- Penurunan imunitas
- Gangguan pertumbuhan

4. Dampak Kelebihan Protein

Asupan protein berlebih dalam jangka panjang dapat meningkatkan beban kerja ginjal dan mengganggu keseimbangan metabolisme apabila tidak diimbangi konsumsi air yang cukup.

3.4 Lemak dan Perannya dalam Tubuh

Lemak merupakan sumber energi paling padat dengan kandungan sekitar 9 kilokalori per gram, lebih tinggi dibandingkan karbohidrat dan protein yang masing-masing menghasilkan 4 kilokalori per gram.

Lemak tidak hanya berfungsi sebagai cadangan energi, tetapi juga berperan dalam struktur membran sel dan produksi berbagai hormon.

1. Fungsi Lemak

- Sumber energi cadangan.
- Melindungi organ tubuh.
- Menjaga suhu tubuh.
- Membantu penyerapan vitamin A, D, E, dan K.
- Pembentukan hormon steroid.
- Komponen membran sel.

2. Jenis Lemak

- Lemak jenuh
Banyak ditemukan pada produk hewani dan minyak tropis.
- Lemak tak jenuh
Terdapat pada minyak zaitun, alpukat, ikan laut, dan kacang-kacangan.
- Lemak trans
Merupakan jenis lemak yang perlu dibatasi karena meningkatkan risiko penyakit jantung.

Dampak Kekurangan Lemak

- Gangguan penyerapan vitamin larut lemak.
- Penurunan fungsi hormon.
- Kulit kering.
- Gangguan pertumbuhan.

Dampak Kelebihan Lemak

- Obesitas.
- Hiperkolesterolemia.
- Penyakit jantung koroner.
- Stroke.

3.5 Vitamin dan Perannya dalam Tubuh

Vitamin merupakan senyawa organik yang dibutuhkan dalam jumlah kecil namun sangat penting dalam mengatur berbagai proses metabolisme tubuh. Vitamin dibedakan menjadi dua kelompok utama, yaitu vitamin larut lemak dan vitamin larut air.

Vitamin Larut Lemak

Vitamin A

Berfungsi untuk:

- Kesehatan mata.
- Sistem imun.
- Pertumbuhan sel.

Vitamin D

Berfungsi untuk:

- Penyerapan kalsium.
- Kesehatan tulang.
- Sistem imun.

Vitamin E

Berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan oksidatif.

Vitamin K

Berperan dalam pembekuan darah dan kesehatan tulang.

Vitamin Larut Air

Vitamin C

Berfungsi untuk:

- Pembentukan kolagen.
- Antioksidan.
- Meningkatkan daya tahan tubuh.

Vitamin B Kompleks

Berperan dalam:

- Metabolisme energi.
- Fungsi saraf.
- Pembentukan sel darah merah.

BAB 4

PANGAN FUNGSIONAL DAN BIOAKTIF DALAM SMART NUTRITION

Perkembangan ilmu pangan dan gizi modern telah mengubah paradigma masyarakat terhadap makanan. Pangan tidak lagi dipandang hanya sebagai sumber energi dan zat gizi untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tubuh, tetapi juga sebagai sarana untuk meningkatkan kesehatan, mencegah penyakit, dan memperbaiki kualitas hidup. Konsep ini melahirkan istilah *pangan fungsional (functional food)*, yaitu pangan yang mengandung komponen biologis aktif yang mampu memberikan manfaat kesehatan di luar fungsi nutrisi dasarnya (Gustian, 2013b).



Gambar 4. 1. Pangan Fungsional Dan Bioaktif Dalam Smart Nutrition

Dalam era *Smart Nutrition*, pangan fungsional menjadi salah satu pilar utama dalam mewujudkan pola hidup sehat berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa senyawa bioaktif yang terkandung dalam pangan mampu berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, antikanker, antimikroba, dan imunomodulator. Senyawa-senyawa tersebut banyak ditemukan pada bahan pangan alami seperti buah-buahan, sayuran, rempah-rempah, biji-bijian, tanaman obat, dan berbagai sumber pangan lokal.

Indonesia sebagai negara megabiodiversitas memiliki potensi besar dalam pengembangan pangan fungsional. Kekayaan sumber daya hayati yang melimpah menjadi peluang strategis untuk menghasilkan produk pangan yang tidak hanya bernilai ekonomi tetapi juga mendukung kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, pemahaman mengenai pangan fungsional dan senyawa bioaktif menjadi

sangat penting dalam pengembangan sistem gizi modern yang berkelanjutan (Gustian, 2013a).

4.1 Konsep Pangan Fungsional

Istilah pangan fungsional pertama kali berkembang di Jepang pada tahun 1980-an melalui program *Foods for Specified Health Uses* (FOSHU). Konsep ini kemudian berkembang secara global seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap hubungan antara pola makan dan kesehatan.

Pangan fungsional didefinisikan sebagai pangan yang selain memenuhi kebutuhan nutrisi dasar juga memberikan manfaat fisiologis tertentu yang dapat meningkatkan kesehatan dan mengurangi risiko penyakit.

Karakteristik pangan fungsional meliputi:

1. Berasal dari bahan pangan alami atau hasil pengolahan.
2. Mengandung komponen bioaktif yang telah terbukti secara ilmiah.
3. Dikonsumsi sebagai bagian dari pola makan sehari-hari.
4. Memberikan manfaat kesehatan spesifik.
5. Aman dikonsumsi dalam jangka panjang.

Pangan fungsional dapat berupa:

- Pangan alami (buah, sayuran, rempah).
- Pangan yang diperkaya (*fortified food*).
- Pangan yang dimodifikasi secara biologis.
- Produk fermentasi.
- Suplemen berbasis pangan.

4.2 Smart Nutrition dan Pangan Fungsional

Konsep *Smart Nutrition* menekankan pemanfaatan ilmu pengetahuan, teknologi, dan inovasi dalam memilih serta mengonsumsi pangan yang mampu memberikan manfaat kesehatan optimal.

Dalam konteks ini, pangan fungsional memiliki peran penting karena mampu:

- Meningkatkan status kesehatan masyarakat.
- Mencegah penyakit kronis.
- Memperkuat sistem imun.
- Mendukung kesehatan mental.
- Memperlambat proses penuaan.

Perkembangan teknologi pangan memungkinkan identifikasi berbagai komponen bioaktif yang sebelumnya belum diketahui manfaatnya. Selain itu, teknologi modern juga memungkinkan pengembangan produk pangan fungsional yang lebih efektif dan mudah diterima masyarakat (Yemima, 2018).

4.3 Senyawa Bioaktif dalam Pangan

Senyawa bioaktif merupakan komponen alami yang terdapat dalam pangan dan memiliki aktivitas biologis yang dapat memengaruhi fungsi tubuh manusia. Meskipun bukan termasuk zat gizi esensial, senyawa bioaktif memiliki kontribusi besar dalam menjaga kesehatan dan mencegah penyakit. Sumber utama senyawa bioaktif meliputi:

- Buah-buahan
- Sayuran
- Tanaman herbal
- Kacang-kacangan

- Biji-bijian
- Produk laut
- Produk fermentasi

Berdasarkan struktur kimianya, senyawa bioaktif dapat dikelompokkan menjadi:

a. Polifenol

Polifenol merupakan kelompok antioksidan terbesar yang ditemukan dalam tanaman.

Contoh:

- Flavonoid
- Tanin
- Asam fenolat
- Antosianin

Manfaat:

- Menangkal radikal bebas
- Menurunkan risiko penyakit kardiovaskular
- Mengurangi inflamasi

b. Karotenoid

Karotenoid merupakan pigmen alami yang memberikan warna kuning, oranye, dan merah pada buah dan sayuran.

Contoh:

- β -karoten
- Likopen
- Lutein
- Zeaxanthin

Manfaat:

- Menjaga kesehatan mata
- Meningkatkan sistem imun
- Berperan sebagai antioksidan

c. Fitosterol

Fitosterol merupakan senyawa yang memiliki struktur mirip kolesterol.

Manfaat:

- Menurunkan kadar kolesterol darah
- Menurunkan risiko penyakit jantung

d. Terpenoid

Terpenoid merupakan kelompok metabolit sekunder yang banyak ditemukan pada tanaman obat.

Contoh:

- β -Amyrin
- Lupeol
- Squalene

Manfaat:

- Antiinflamasi
- Antimikroba
- Antikanker

e. Tokoferol

Tokoferol merupakan bentuk alami vitamin E yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi.

Contoh:

- α -Tocopherol
- β -Tocopherol
- γ -Tocopherol
- d-Tocopherol

Manfaat:

- Melindungi membran sel
- Mencegah kerusakan oksidatif
- Mendukung kesehatan kulit
- Mempercepat penyembuhan luka

4.4 Antioksidan dan Peranannya dalam Kesehatan

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menghambat atau menetralkan radikal bebas dalam tubuh. Radikal bebas terbentuk secara alami melalui proses metabolisme maupun akibat paparan lingkungan seperti:

- Polusi udara
- Asap rokok
- Pestisida
- Radiasi ultraviolet
- Stres

Ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan menyebabkan stres oksidatif yang berperan dalam berbagai penyakit degeneratif. Penyakit yang Berkaitan dengan Stres Oksidatif :

- Diabetes mellitus
- Penyakit jantung koroner
- Hipertensi
- Kanker
- Alzheimer
- Parkinson

Oleh karena itu, konsumsi pangan kaya antioksidan menjadi salah satu strategi penting dalam konsep Smart Nutrition.

4.5 Pangan Fungsional untuk Pencegahan Penyakit

Pendekatan preventif menjadi fokus utama dalam kesehatan modern. Beberapa contoh pangan fungsional dan manfaatnya:

Pangan	Komponen Aktif	Manfaat
Teh hijau	Katekin	Antioksidan
Kunyit	Kurkumin	Antiinflamasi
Bawang putih	Allicin	Antimikroba
Tomat	Likopen	Antikanker
Oat	β -glukan	Menurunkan kolesterol
Yogurt	Probiotik	Menjaga kesehatan usus

Konsumsi pangan fungsional secara teratur dapat menjadi strategi efektif dalam pencegahan penyakit tidak menular.

4.6 Potensi Pangan Lokal Indonesia sebagai Pangan Fungsional

Indonesia memiliki kekayaan biodiversitas yang sangat besar dan berpotensi menjadi sumber pangan fungsional dunia.

Tabel 4. 1. Beberapa contoh pangan lokal yang kaya senyawa bioaktif:

Pangan Lokal	Senyawa Bioaktif Utama
Daun Kersen (<i>Muntingia calabura</i> L.)	Flavonoid, d-Tocopherol
Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	Polifenol, Vitamin C

Pangan Lokal	Senyawa Bioaktif Utama
Temulawak	Kurkuminoid
Jahe Merah	Gingerol
Rosella	Antosianin
Pegagan	Asiaticoside
Buah Naga Merah	Betasianin

Pemanfaatan pangan lokal tidak hanya meningkatkan kesehatan masyarakat tetapi juga mendukung ketahanan pangan nasional.

4.7 Teknologi dalam Pengembangan Pangan Fungsional

Kemajuan teknologi telah membuka peluang besar dalam pengembangan pangan fungsional (Gustian, 2013b). Teknologi yang banyak digunakan antara lain:

- Nanoenkapsulasi
- Teknologi fermentasi
- Mikroenkapsulasi
- Metabolomik
- Nutrigenomik
- Artificial Intelligence (AI)
- Internet of Things (IoT)

Teknologi tersebut memungkinkan pengembangan produk pangan yang lebih stabil, efektif, dan memiliki bioavailabilitas tinggi.

BAB 5

TEKNOLOGI PANGAN DALAM MENDUKUNG SMART NUTRITION

Perkembangan teknologi pangan telah membawa perubahan besar dalam cara manusia memproduksi, mengolah, mendistribusikan, dan mengonsumsi pangan. Di era modern, teknologi pangan tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan umur simpan dan keamanan produk pangan, tetapi juga berperan penting dalam mempertahankan kualitas gizi, meningkatkan nilai fungsional pangan, serta mendukung terciptanya pola konsumsi yang sehat dan berkelanjutan. Dalam konsep *Smart Nutrition*, teknologi pangan menjadi jembatan antara kebutuhan gizi masyarakat dengan inovasi ilmiah yang mampu menghasilkan pangan berkualitas tinggi, aman, bergizi, dan sesuai dengan kebutuhan kesehatan individu maupun populasi (Yemima, 2018).



Gambar 5. 1. Teknologi Pangan

Kemajuan teknologi memungkinkan pengembangan berbagai metode pengolahan yang mampu meminimalkan kehilangan zat gizi selama proses produksi. Selain itu, teknologi fortifikasi, biofortifikasi, nanoenkapsulasi, bioteknologi, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), serta Internet of Things (IoT) telah membuka peluang baru dalam menciptakan sistem pangan yang lebih cerdas dan adaptif terhadap tantangan kesehatan global. Oleh karena itu, pemahaman mengenai peran teknologi pangan menjadi aspek

penting dalam mewujudkan sistem *Smart Nutrition* yang mendukung kesehatan masyarakat secara berkelanjutan.

5.1 Konsep Teknologi Pangan dalam Smart Nutrition

Teknologi pangan merupakan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam proses produksi, pengolahan, penyimpanan, distribusi, dan pemanfaatan pangan untuk meningkatkan mutu, keamanan, serta nilai gizi produk pangan. Dalam konteks *Smart Nutrition*, teknologi pangan memiliki beberapa tujuan utama, yaitu:

1. Menjaga kualitas dan keamanan pangan.
2. Mempertahankan kandungan zat gizi.
3. Meningkatkan bioavailabilitas nutrisi.
4. Mengembangkan pangan fungsional.
5. Mengurangi kehilangan pangan (*food loss* dan *food waste*).
6. Mendukung ketahanan pangan berkelanjutan.

Peran teknologi pangan saat ini tidak hanya terbatas pada aspek produksi, tetapi juga menjadi bagian dari strategi kesehatan masyarakat dalam mengatasi berbagai masalah gizi dan penyakit tidak menular.

5.2 Evolusi Teknologi Pangan dari Tradisional hingga Modern

Perkembangan teknologi pangan dapat dibagi menjadi beberapa fase.

a. Teknologi Tradisional

Teknologi sederhana yang telah digunakan masyarakat sejak lama, seperti:

- Pengeringan
- Pengasapan
- Fermentasi
- Penggaraman
- Pengasinan

Metode ini bertujuan memperpanjang umur simpan sekaligus mempertahankan kualitas pangan.

b. Teknologi Konvensional

Meliputi penggunaan peralatan industri untuk:

- Pasteurisasi
- Sterilisasi
- Pengalengan
- Pendinginan
- Pembekuan

Teknologi ini meningkatkan keamanan pangan dan efisiensi produksi.

c. Teknologi Modern

Meliputi:

- High Pressure Processing (HPP)
- Pulsed Electric Field (PEF)
- Ohmic Heating
- Nanoencapsulation
- Bioteknologi Pangan
- Artificial Intelligence (AI)
- Internet of Things (IoT)

Teknologi modern memungkinkan pengolahan pangan dengan kehilangan zat gizi yang lebih rendah serta kualitas produk yang lebih baik.

5.3 Teknologi Pengolahan Pangan dan Dampaknya terhadap Nilai Gizi

Pengolahan pangan merupakan proses penting untuk meningkatkan keamanan dan daya simpan pangan. Namun, proses pengolahan juga dapat memengaruhi kandungan zat gizi.

1. Pengaruh Pengolahan terhadap Karbohidrat

Pengolahan dapat meningkatkan pencernaan karbohidrat melalui gelatinisasi pati, tetapi pemanasan berlebih dapat menurunkan kualitas produk.

2. Pengaruh terhadap Protein

Pemanasan dapat menyebabkan denaturasi protein yang justru meningkatkan daya cerna. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat merusak beberapa asam amino esensial.

3. Pengaruh terhadap Lemak

Lemak rentan mengalami oksidasi selama pengolahan dan penyimpanan sehingga diperlukan teknologi pengemasan yang tepat.

4. Pengaruh terhadap Vitamin dan Mineral

Vitamin yang larut dalam air seperti vitamin C dan vitamin B relatif mudah rusak akibat panas dan oksidasi. Oleh karena itu diperlukan metode pengolahan yang lebih ramah nutrisi.

5.4 Teknologi Pengawetan Pangan untuk Mempertahankan Kualitas Gizi

Pengawetan pangan bertujuan memperlambat kerusakan akibat aktivitas mikroorganisme, enzim, dan reaksi kimia. Metode Pengawetan Fisik terbagi :

- Pendinginan
- Pembekuan
- Pengeringan
- Iradiasi
- Vakum

Metode Pengawetan Kimia

- Penggunaan antioksidan alami
- Penggunaan pengawet yang diizinkan

Metode Pengawetan Biologis

- Fermentasi
- Biopreservasi

Teknologi pengawetan modern dirancang untuk mempertahankan kandungan nutrisi sekaligus menjamin keamanan pangan.

5.5 Fortifikasi dan Biofortifikasi Pangan

a. Fortifikasi

Fortifikasi merupakan penambahan zat gizi ke dalam pangan untuk meningkatkan nilai gizi produk.

Tabel 5. 1. Contoh fortifikasi

Produk Pangan	Zat Gizi yang Ditambahkan
Garam	Yodium
Tepung Terigu	Zat Besi dan Asam Folat
Minyak Goreng	Vitamin A
Susu	Vitamin D dan Kalsium

Fortifikasi telah terbukti efektif dalam mengurangi masalah gizi mikro seperti anemia, gangguan akibat kekurangan yodium, dan defisiensi vitamin A.

b. Biofortifikasi

Biofortifikasi merupakan peningkatan kandungan zat gizi melalui pemuliaan tanaman atau rekayasa genetika.

Contohnya:

- Padi tinggi zat besi
- Jagung kaya provitamin A
- Ubi jalar oranye kaya β -karoten

Biofortifikasi menjadi strategi jangka panjang dalam meningkatkan kualitas gizi masyarakat.

5.6 Teknologi Fermentasi dan Pangan Fungsional

Fermentasi merupakan salah satu teknologi tertua yang masih sangat relevan dalam konsep *Smart Nutrition*. Produk fermentasi memiliki berbagai manfaat:

- Meningkatkan daya cerna.
- Menambah nilai gizi.
- Menghasilkan probiotik.
- Meningkatkan cita rasa dan umur simpan.

Contoh produk fermentasi:

- Tempe
- Yogurt
- Kefir
- Kimchi
- Kombucha

Fermentasi juga berkontribusi terhadap kesehatan saluran pencernaan melalui peningkatan mikrobiota usus yang sehat.

5.7 Nanoenkapsulasi dan Sistem Penghantaran Nutrien

Nanoenkapsulasi merupakan teknologi yang digunakan untuk melindungi senyawa bioaktif sehingga lebih stabil dan mudah diserap tubuh.

Keunggulan nanoenkapsulasi:

- Melindungi nutrien dari kerusakan.
- Meningkatkan bioavailabilitas.
- Mengontrol pelepasan senyawa aktif.
- Memperpanjang umur simpan produk.

Teknologi ini banyak digunakan dalam pengembangan vitamin, antioksidan, probiotik, dan senyawa bioaktif dari bahan alam.

5.8 Digitalisasi dan Smart Food Technology

Era Revolusi Industri 4.0 telah mendorong integrasi teknologi digital dalam sistem pangan.

1. Artificial Intelligence (AI)

Digunakan untuk:

- Analisis kandungan gizi.
- Prediksi keamanan pangan.
- Personalisasi rekomendasi diet.

2. Internet of Things (IoT)

Digunakan untuk:

- Pemantauan kualitas pangan secara real-time.
- Sistem rantai pasok pintar.

- Monitoring suhu dan kelembapan penyimpanan.

3. Big Data

Membantu:

- Analisis pola konsumsi masyarakat.
- Perencanaan program gizi.
- Prediksi tren pangan masa depan.

5.9 Teknologi Pangan Berkelanjutan dan Kesehatan Lingkungan

Konsep *Smart Nutrition* tidak hanya berfokus pada kesehatan manusia tetapi juga kesehatan lingkungan. Teknologi pangan berkelanjutan meliputi:

- Pengurangan limbah pangan.
- Pemanfaatan limbah pertanian.
- Kemasan ramah lingkungan.
- Produksi pangan rendah emisi karbon.

Pendekatan ini mendukung konsep *One Health* yang mengintegrasikan kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan.

BAB 6

KESEHATAN LINGKUNGAN DAN SMART NUTRITION

Kesehatan manusia tidak hanya dipengaruhi oleh kecukupan asupan gizi, tetapi juga sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan tempat individu hidup dan beraktivitas. Lingkungan yang sehat berperan penting dalam menjamin ketersediaan pangan yang aman, kualitas air yang baik, sanitasi yang memadai, serta keberlangsungan sistem pangan yang mendukung kesehatan masyarakat. Sebaliknya, degradasi lingkungan dapat meningkatkan risiko penyakit, menurunkan kualitas pangan, mengganggu status gizi, dan memperburuk ketahanan pangan suatu wilayah (Attriani, 2022).



Gambar 6. 1. Kesehatan Lingkungan Dan Smart Nutrition

Dalam era *Smart Nutrition*, pendekatan kesehatan tidak lagi berfokus pada individu semata, melainkan mengintegrasikan aspek pangan, gizi, teknologi, dan lingkungan dalam satu sistem yang saling berhubungan. Konsep ini sejalan dengan pendekatan *One Health* dan *Sustainable Development Goals (SDGs)* yang menekankan pentingnya hubungan antara kesehatan manusia, kesehatan hewan, dan kelestarian lingkungan (Javadi *et al.*, 2024).

Bab ini membahas konsep kesehatan lingkungan dalam sistem pangan, pentingnya sanitasi dan keamanan pangan, pengaruh kualitas air terhadap status gizi, dampak perubahan iklim terhadap ketahanan pangan, risiko pencemaran lingkungan, serta pengembangan sistem pangan berkelanjutan (*sustainable food system*) untuk mendukung kesehatan masyarakat di masa depan.

6.1 Konsep Kesehatan Lingkungan dalam Sistem Pangan

1. Pengertian Kesehatan Lingkungan

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), kesehatan lingkungan adalah aspek kesehatan masyarakat yang berkaitan dengan faktor fisik, biologis, kimia, dan sosial di lingkungan yang dapat memengaruhi kesehatan manusia (Hinojosa-Nogueira *et al.*, 2023).

Kesehatan lingkungan mencakup berbagai faktor, antara lain:

- Kualitas air bersih
- Sanitasi lingkungan
- Pengelolaan limbah
- Kualitas udara
- Keamanan pangan
- Perubahan iklim
- Pengendalian vektor penyakit

Dalam konteks gizi, kesehatan lingkungan memengaruhi seluruh rantai pangan mulai dari produksi, distribusi, pengolahan, hingga konsumsi.

b. Hubungan Lingkungan dengan Status Gizi

Lingkungan yang buruk dapat menyebabkan:

- Diare
- Infeksi saluran cerna
- Stunting
- Malnutrisi
- Defisiensi mikronutrien

Sebaliknya, lingkungan yang sehat akan mendukung:

- Penyerapan zat gizi yang optimal
- Kesehatan saluran pencernaan
- Pertumbuhan dan perkembangan anak

- Produktivitas masyarakat

Hubungan antara lingkungan dan gizi sering digambarkan sebagai siklus yang saling memengaruhi. Lingkungan yang tidak sehat meningkatkan risiko penyakit, sedangkan penyakit akan memperburuk status gizi individu.

6.2 Sanitasi Pangan dan Keamanan Pangan

1. Konsep Sanitasi Pangan

Sanitasi pangan merupakan upaya pencegahan kontaminasi pangan selama proses produksi, pengolahan, penyimpanan, distribusi, hingga penyajian (Agustiani *et al.*, 2024).

Tujuan sanitasi pangan adalah:

- Menjamin keamanan pangan
- Mencegah penyakit bawaan makanan (*foodborne diseases*)
- Menjaga kualitas pangan
- Melindungi kesehatan konsumen

b. Sumber Kontaminasi Pangan

Kontaminasi pangan dapat berasal dari:

a. Kontaminasi Biologis

- Bakteri (*Salmonella spp.*, *Escherichia coli*)
- Virus
- Jamur
- Parasit

b. Kontaminasi Kimia

- Pestisida
- Logam berat
- Residu antibiotik
- Bahan tambahan pangan berlebih

c. Kontaminasi Fisik

- Debu
- Serpihan kaca
- Logam
- Plastik

c. Keamanan Pangan dalam Smart Nutrition

Keamanan pangan merupakan fondasi utama dalam konsep *Smart Nutrition*.

Pangan yang bergizi tetapi terkontaminasi tetap dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti:

- Keracunan makanan
- Diare
- Hepatitis A
- Gangguan metabolisme
- Penyakit kronis akibat paparan bahan kimia

Penerapan prinsip keamanan pangan menjadi bagian penting dalam menciptakan masyarakat yang sehat dan produktif.

6.3 Kualitas Air dan Pengaruhnya terhadap Status Gizi

1. Air sebagai Komponen Vital Kehidupan

Air merupakan unsur penting yang menyusun sekitar 60–70% tubuh manusia dan berperan dalam:

- Transportasi zat gizi
- Regulasi suhu tubuh
- Proses metabolisme
- Ekskresi sisa metabolisme

Ketersediaan air bersih menjadi faktor utama dalam mendukung kesehatan dan status gizi masyarakat.

2. Dampak Air Tercemar terhadap Gizi

Air yang terkontaminasi mikroorganisme patogen dapat menyebabkan:

- Diare
- Kolera
- Tifoid
- Infeksi cacing

Penyakit tersebut menyebabkan:

- Gangguan penyerapan nutrisi
- Penurunan berat badan
- Kekurangan gizi
- Stunting pada anak

3. Water, Sanitation, and Hygiene (WASH)

Program WASH menjadi strategi global dalam meningkatkan kesehatan masyarakat melalui:

- Penyediaan air bersih
- Perbaikan sanitasi
- Peningkatan perilaku hidup bersih dan sehat

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa intervensi WASH berkontribusi signifikan terhadap penurunan prevalensi stunting dan malnutrisi.

6.4 Perubahan Iklim, Ketahanan Pangan, dan Gizi

1. Perubahan Iklim sebagai Tantangan Global

Perubahan iklim ditandai dengan:

- Peningkatan suhu global
- Perubahan pola curah hujan
- Kekeringan
- Banjir
- Cuaca ekstrem

Fenomena ini memengaruhi sistem pangan dunia secara signifikan.

2. Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Pangan

Perubahan iklim dapat menyebabkan:

- Penurunan hasil panen
- Berkurangnya kualitas tanah
- Meningkatnya serangan hama dan penyakit tanaman
- Penurunan produktivitas perikanan

Akibatnya, ketersediaan pangan menjadi terganggu.

3. Perubahan Iklim dan Status Gizi

Dampak tidak langsung terhadap gizi meliputi:

- Peningkatan kerawanan pangan
- Menurunnya keragaman pangan
- Meningkatnya risiko kekurangan zat gizi mikro
- Peningkatan angka malnutrisi

Kelompok yang paling rentan adalah:

- Balita
- Ibu hamil
- Lansia
- Masyarakat miskin

4. Adaptasi Sistem Pangan terhadap Perubahan Iklim

Strategi adaptasi meliputi:

- Diversifikasi pangan
- Pertanian berkelanjutan
- Pengembangan varietas tahan iklim
- Pengelolaan sumber daya air

Pendekatan ini menjadi bagian penting dalam mewujudkan *climate-smart nutrition*.

6.5 Pencemaran Lingkungan dan Risiko Kesehatan

1. Jenis Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan dapat berupa:

- **Pencemaran Air**
Akibat limbah industri, pertanian, dan rumah tangga.
- **Pencemaran Udara**
Akibat emisi kendaraan, industri, dan pembakaran bahan bakar fosil.
- **Pencemaran Tanah**
Akibat penggunaan pestisida dan limbah berbahaya.

a. Dampak Pencemaran terhadap Sistem Pangan

Pencemaran dapat menyebabkan akumulasi zat berbahaya dalam rantai makanan.

Contoh:

Polutan	Dampak Kesehatan
Timbal (Pb)	Gangguan saraf
Merkuri (Hg)	Kerusakan ginjal dan otak
Kadmium (Cd)	Gangguan tulang dan ginjal
Pestisida	Gangguan hormonal

2. Risiko terhadap Kesehatan Masyarakat

Paparan jangka panjang dapat meningkatkan risiko:

- Kanker
- Gangguan reproduksi
- Penyakit kardiovaskular
- Gangguan perkembangan anak

Oleh karena itu, pengendalian pencemaran menjadi bagian integral dari upaya peningkatan status gizi masyarakat.

6.6 Sustainable Food System untuk Kesehatan Masyarakat

1. Konsep Sistem Pangan Berkelanjutan

Sistem pangan berkelanjutan adalah sistem yang mampu menyediakan pangan bergizi bagi generasi saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Prinsip utama meliputi:

- Keberlanjutan lingkungan
- Keadilan sosial
- Ketahanan ekonomi
- Kesehatan masyarakat

2. Sustainable Diet

Pola makan berkelanjutan memiliki karakteristik:

- Bergizi seimbang
- Aman dikonsumsi
- Rendah dampak lingkungan
- Mengutamakan pangan lokal
- Mengurangi limbah pangan

3. Pengurangan Food Loss dan Food Waste

Sekitar sepertiga pangan dunia hilang atau terbuang setiap tahun.

Strategi pengurangan meliputi:

- Perbaikan rantai distribusi
- Teknologi penyimpanan
- Edukasi konsumen
- Pemanfaatan limbah pangan

4. Peran Teknologi dalam Sustainable Food System

Teknologi mendukung sistem pangan berkelanjutan melalui:

- Pertanian presisi (*precision agriculture*)
- Internet of Things (IoT)
- Artificial Intelligence (AI)
- Smart farming
- Teknologi pengolahan limbah pangan

Teknologi ini meningkatkan efisiensi produksi sekaligus mengurangi dampak lingkungan.

5. Sustainable Food System dan Smart Nutrition

Integrasi sistem pangan berkelanjutan dengan konsep *Smart Nutrition* menghasilkan pendekatan yang tidak hanya berorientasi pada kecukupan gizi, tetapi juga memperhatikan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Dengan demikian, kesehatan manusia dapat dicapai secara berkelanjutan tanpa mengorbankan kualitas lingkungan dan sumber daya alam.

BAB 7

SMART NUTRITION DAN PENCEGAHAN PENYAKIT

Perubahan pola hidup masyarakat yang ditandai dengan urbanisasi, kemajuan teknologi, meningkatnya konsumsi makanan siap saji, serta menurunnya aktivitas fisik telah menyebabkan terjadinya transisi epidemiologi dari penyakit infeksi menuju penyakit tidak menular (PTM). Penyakit seperti obesitas, diabetes mellitus tipe 2, hipertensi, penyakit jantung koroner, stroke, kanker, dan berbagai penyakit degeneratif kini menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas di berbagai negara, termasuk Indonesia (Muhammad Fikri & Ahmad Junaidi, 2024).

Laporan World Health Organization (WHO) menunjukkan bahwa lebih dari 70% kematian global disebabkan oleh penyakit tidak menular yang sebagian besar berkaitan dengan faktor gaya hidup dan pola makan. Kondisi ini menunjukkan bahwa intervensi kesehatan tidak cukup hanya dilakukan melalui pengobatan, tetapi juga harus menekankan upaya promotif dan preventif melalui perbaikan pola konsumsi pangan dan perilaku hidup sehat (Indrajaya, 2019).



Gambar 6. 2. Smart Nutrition

Dalam konteks tersebut, konsep *Smart Nutrition* muncul sebagai paradigma baru yang mengintegrasikan ilmu gizi, teknologi, biologi molekuler, kesehatan masyarakat, dan inovasi digital dalam mendukung pencegahan penyakit. Smart Nutrition tidak hanya berorientasi pada pemenuhan kebutuhan energi dan zat gizi, tetapi juga memperhatikan kualitas pangan, pola konsumsi, karakteristik individu, kondisi lingkungan, serta perkembangan teknologi yang memungkinkan pengelolaan kesehatan secara lebih efektif dan personal (Javadi *et al.*, 2024).

Konsep Smart Nutrition menempatkan nutrisi sebagai investasi kesehatan jangka panjang. Dengan memilih pangan yang tepat, mengatur pola makan yang seimbang, dan memanfaatkan teknologi kesehatan modern, masyarakat dapat mengurangi risiko berbagai penyakit kronis sekaligus meningkatkan kualitas hidup sepanjang siklus kehidupan.

7.1 Konsep Smart Nutrition dalam Pencegahan Penyakit

1. Evolusi Konsep Gizi dari Kuratif ke Preventif

Pada masa lalu, ilmu gizi lebih banyak difokuskan pada pencegahan penyakit akibat kekurangan zat gizi seperti marasmus, kwashiorkor, anemia, dan gangguan akibat kekurangan yodium. Namun, perkembangan ilmu pengetahuan menunjukkan bahwa nutrisi juga memiliki peran penting dalam mencegah penyakit kronis yang berkaitan dengan gaya hidup.

Paradigma modern memandang makanan sebagai salah satu determinan utama kesehatan. Oleh karena itu, fungsi pangan tidak hanya terbatas sebagai sumber energi dan zat pembangun tubuh, tetapi juga sebagai sarana untuk mengatur proses fisiologis, meningkatkan sistem imun, serta melindungi tubuh dari berbagai penyakit (Javadi *et al.*, 2024).

Smart Nutrition merupakan pendekatan yang memanfaatkan kemajuan ilmu gizi dan teknologi untuk menciptakan pola makan yang lebih efektif dalam mendukung kesehatan individu dan masyarakat. Pendekatan ini menekankan pentingnya pemilihan pangan yang berkualitas, pemanfaatan pangan fungsional, penggunaan teknologi digital kesehatan, serta penerapan prinsip nutrisi presisi yang disesuaikan dengan kebutuhan individu.

2. Pilar Smart Nutrition

Smart Nutrition dibangun atas beberapa pilar utama, yaitu:

a. Nutrisi Berbasis Bukti Ilmiah

Setiap rekomendasi gizi harus didasarkan pada hasil penelitian yang valid dan terpercaya. Pendekatan ini memastikan bahwa intervensi nutrisi memberikan manfaat kesehatan yang optimal.

b. Nutrisi Personal

Setiap individu memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda berdasarkan usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, kondisi kesehatan, dan faktor genetik.

c. Pemanfaatan Teknologi

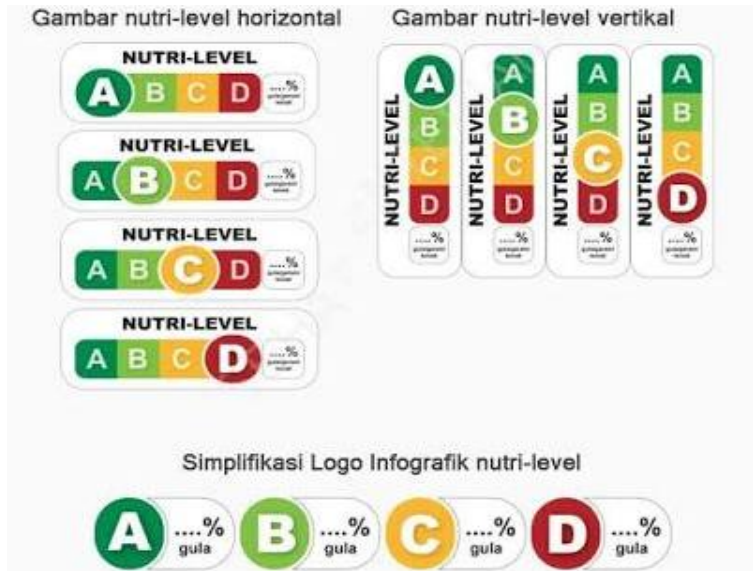
Teknologi seperti aplikasi kesehatan, kecerdasan buatan, dan perangkat pemantauan kesehatan membantu individu mengelola pola makan secara lebih efektif.

d. Pencegahan Penyakit

Fokus utama Smart Nutrition adalah mengurangi faktor risiko penyakit melalui pola konsumsi yang sehat dan berkelanjutan.

e. Keberlanjutan Sistem Pangan

Smart Nutrition juga memperhatikan dampak lingkungan dari sistem pangan sehingga mendukung kesehatan manusia dan keberlanjutan ekosistem.



Gambar 7. 1. Smart Nutrition

7.2 Hubungan Pola Makan dan Kesehatan

Pola makan merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap status kesehatan seseorang. Pola konsumsi yang seimbang mampu menyediakan zat gizi yang diperlukan untuk pertumbuhan, perkembangan, dan pemeliharaan fungsi tubuh. Sebaliknya, pola makan yang tidak sehat dapat memicu berbagai gangguan metabolisme dan penyakit kronis (Muhammad Fikri & Ahmad Junaidi, 2024).

Dalam beberapa dekade terakhir, terjadi perubahan pola konsumsi yang dikenal sebagai *nutrition transition*. Masyarakat cenderung mengonsumsi makanan tinggi energi, gula, lemak jenuh, dan natrium, tetapi rendah serat, vitamin, dan mineral. Fenomena ini banyak ditemukan pada

masyarakat perkotaan yang memiliki akses mudah terhadap makanan ultra-proses.

Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi berlebihan makanan ultra-proses berkaitan dengan peningkatan risiko obesitas, diabetes tipe 2, hipertensi, penyakit kardiovaskular, serta beberapa jenis kanker. Sebaliknya, pola makan yang kaya sayuran, buah-buahan, biji-bijian utuh, ikan, dan kacang-kacangan terbukti mampu menurunkan risiko berbagai penyakit kronis.

Hubungan antara pola makan dan kesehatan tidak hanya bersifat langsung melalui pemenuhan kebutuhan nutrisi, tetapi juga melalui pengaruhnya terhadap sistem imun, mikrobiota usus, metabolisme energi, serta proses inflamasi dalam tubuh.

7.3 Smart Nutrition dan Pencegahan Obesitas

Obesitas merupakan salah satu masalah kesehatan terbesar di dunia. Kondisi ini terjadi akibat ketidakseimbangan antara energi yang masuk dan energi yang digunakan tubuh. Akumulasi energi yang berlebihan disimpan dalam bentuk lemak sehingga menyebabkan peningkatan berat badan.

Menurut WHO, prevalensi obesitas global terus meningkat dalam beberapa dekade terakhir dan menjadi faktor risiko utama berbagai penyakit kronis. Obesitas tidak hanya berdampak pada kesehatan fisik, tetapi juga memengaruhi kesehatan mental, produktivitas kerja, dan kualitas hidup.

Dalam konsep Smart Nutrition, pencegahan obesitas dilakukan melalui pendekatan yang lebih komprehensif, meliputi edukasi gizi, pengaturan pola makan, pemanfaatan teknologi digital, serta modifikasi perilaku. Pola makan yang dianjurkan meliputi konsumsi:

- Sayur dan buah minimal lima porsi per hari.
- Protein berkualitas tinggi.
- Karbohidrat kompleks.
- Lemak sehat.
- Serat pangan yang cukup.

Sebaliknya, konsumsi makanan tinggi gula, minuman berpemanis, makanan cepat saji, dan makanan ultra-proses perlu dibatasi. Kemajuan teknologi memungkinkan pemantauan berat badan, aktivitas fisik, dan asupan makanan secara real-time melalui aplikasi kesehatan yang terhubung dengan perangkat digital seperti *smartwatch* dan *fitness tracker*. Teknologi ini membantu individu mengontrol keseimbangan energi secara lebih efektif.

7.4 Smart Nutrition dan Pencegahan Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus merupakan gangguan metabolik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah akibat gangguan produksi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Penyakit ini menjadi salah satu masalah kesehatan global yang terus meningkat (Attriani, 2022).

Pola makan memiliki peran penting dalam perkembangan diabetes tipe 2. Konsumsi makanan tinggi gula sederhana dan rendah serat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah yang berulang sehingga memicu resistensi

insulin. Smart Nutrition menawarkan pendekatan preventif melalui:

- Pengaturan indeks glikemik makanan.
- Konsumsi serat pangan yang cukup.
- Pengendalian porsi makan.
- Peningkatan aktivitas fisik.
- Pemantauan kadar glukosa secara berkala.

Pangan fungsional yang kaya antioksidan dan senyawa bioaktif juga berpotensi membantu mengontrol kadar gula darah dan mengurangi risiko komplikasi diabetes.

BAB 8

PERAN TEKNOLOGI DIGITAL DALAM SMART NUTRITION

Transformasi digital telah mengubah berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk bidang kesehatan, pangan, dan gizi. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi memungkinkan masyarakat memperoleh informasi kesehatan secara cepat, akurat, dan mudah diakses. Dalam konteks gizi modern, teknologi digital menjadi salah satu komponen utama dalam mendukung implementasi *Smart Nutrition*, yaitu pendekatan yang mengintegrasikan ilmu gizi, teknologi, dan data kesehatan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat (Mardohar Hasianna Togatorop *et al.*, 2024).

Kemajuan teknologi digital telah menghasilkan berbagai inovasi seperti aplikasi kesehatan (*health applications*), perangkat pemantauan aktivitas fisik (*wearable devices*), kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), *Big Data*, Internet of Things (IoT), telehealth, dan sistem informasi gizi berbasis digital. Teknologi tersebut memungkinkan individu memantau pola makan, menghitung kebutuhan nutrisi, mengelola berat badan, memonitor kondisi kesehatan, serta memperoleh rekomendasi gizi yang lebih personal dan berbasis data (Javadi *et al.*, 2024).



Gambar 8. 1. Smart Farm

Di sisi lain, teknologi digital juga mendukung pemerintah, tenaga kesehatan, dan peneliti dalam mengumpulkan data kesehatan masyarakat, mengembangkan program intervensi gizi, serta memantau status gizi populasi secara lebih efektif. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi digital menjadi salah satu strategi penting dalam mewujudkan sistem gizi yang lebih cerdas, adaptif, dan berkelanjutan.

Bab ini membahas berbagai bentuk teknologi digital yang mendukung Smart Nutrition, mulai dari aplikasi kesehatan, sistem pemantauan gizi, kecerdasan buatan, hingga tantangan dan peluang pemanfaatannya dalam meningkatkan kesehatan masyarakat.

8.1 Konsep Teknologi Digital dalam Smart Nutrition

1. Definisi Teknologi Digital

Teknologi digital merupakan teknologi yang menggunakan sistem elektronik dan komputasi untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah, serta mendistribusikan informasi dalam bentuk digital. Dalam bidang kesehatan dan gizi, teknologi digital digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan, pemantauan kesehatan, edukasi gizi, dan pelayanan kesehatan secara lebih efektif.

Perkembangan teknologi digital telah mengubah paradigma pelayanan kesehatan dari yang bersifat reaktif menjadi lebih preventif, prediktif, dan personal. Informasi kesehatan yang sebelumnya hanya tersedia di fasilitas pelayanan kesehatan kini dapat diakses secara langsung melalui perangkat digital seperti telepon pintar, tablet, komputer, dan perangkat wearable.

2. Smart Nutrition di Era Digital

Smart Nutrition memanfaatkan teknologi digital untuk membantu individu memahami kebutuhan nutrisi, mengontrol pola makan, serta meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya gaya hidup sehat. Melalui pendekatan ini, keputusan terkait konsumsi pangan tidak lagi hanya berdasarkan kebiasaan atau preferensi pribadi, tetapi juga didukung oleh data dan informasi yang akurat.

Integrasi teknologi digital dalam Smart Nutrition memungkinkan:

- Pemantauan asupan makanan secara real-time.

- Analisis kebutuhan energi dan zat gizi.
- Evaluasi status gizi individu.
- Penyusunan rekomendasi diet yang lebih personal.
- Deteksi dini faktor risiko penyakit.

Dengan demikian, teknologi digital menjadi instrumen penting dalam mendukung pencegahan penyakit dan peningkatan kualitas hidup.

8.2 Aplikasi Kesehatan dan Pemantauan Gizi

1. Perkembangan Aplikasi Gizi dan Kesehatan

Perkembangan teknologi telepon pintar telah mendorong munculnya berbagai aplikasi kesehatan yang dapat digunakan untuk memantau pola makan dan status kesehatan secara mandiri. Aplikasi tersebut umumnya menyediakan fitur pencatatan konsumsi makanan, penghitungan kalori, pemantauan aktivitas fisik, serta evaluasi kebutuhan nutrisi harian.

Aplikasi kesehatan memungkinkan pengguna untuk:

- Mencatat jenis makanan yang dikonsumsi.
- Menghitung total energi yang masuk.
- Memantau berat badan.
- Menetapkan target kesehatan.
- Mendapatkan rekomendasi pola makan sehat.

Kemudahan akses ini membantu masyarakat meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya pola makan yang seimbang.

2. Food Tracking dan Diet Monitoring

Food tracking merupakan salah satu fitur yang paling banyak digunakan dalam aplikasi kesehatan.

Pengguna dapat mencatat makanan yang dikonsumsi setiap hari dan memperoleh informasi mengenai kandungan energi, protein, lemak, karbohidrat, vitamin, serta mineral. Manfaat *food tracking* meliputi:

- Meningkatkan kesadaran konsumsi makanan.
- Membantu pengelolaan berat badan.
- Mengidentifikasi kebiasaan makan yang kurang sehat.
- Mendukung perubahan perilaku makan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa individu yang secara rutin memantau pola makannya cenderung lebih berhasil dalam mencapai target kesehatan dibandingkan mereka yang tidak melakukan pemantauan.

8.3 Wearable Technology dalam Smart Nutrition

1. Konsep Wearable Devices

Wearable devices merupakan perangkat elektronik yang dapat dikenakan pada tubuh dan digunakan untuk memantau berbagai parameter kesehatan secara berkelanjutan. Contoh perangkat wearable meliputi:

- Smartwatch
- Fitness tracker
- Smart ring
- Continuous Glucose Monitoring (CGM)
- Smart biosensor

Perangkat ini mampu mengumpulkan data kesehatan secara otomatis dan mengirimkannya ke aplikasi digital untuk dianalisis lebih lanjut.

2. Peran Wearable Technology dalam Pengelolaan Gizi

Data yang diperoleh dari perangkat wearable dapat digunakan untuk:

- Mengukur aktivitas fisik harian.
- Memantau kualitas tidur.
- Mengukur denyut jantung.
- Menghitung pengeluaran energi.
- Memantau kadar glukosa darah.

Informasi tersebut membantu individu menyesuaikan pola makan dan aktivitas fisik sesuai kebutuhan tubuh.

8.4 Big Data dan Analisis Nutrisi

1. Konsep Big Data dalam Gizi

Big Data merujuk pada kumpulan data yang sangat besar dan kompleks yang dapat dianalisis untuk menemukan pola, hubungan, dan tren tertentu. Dalam bidang gizi, sumber data dapat berasal dari:

- Rekam medis elektronik.
- Aplikasi kesehatan.
- Survei konsumsi pangan.
- Sistem pemantauan kesehatan masyarakat.
- Media sosial.

Data tersebut dapat digunakan untuk memahami pola konsumsi masyarakat dan faktor risiko penyakit.

2. Manfaat Big Data dalam Smart Nutrition

Big Data membantu:

- Mengidentifikasi masalah gizi masyarakat.
- Menyusun kebijakan kesehatan yang lebih tepat.
- Mengembangkan program intervensi gizi.
- Memprediksi tren konsumsi pangan.

Pemanfaatan Big Data menjadi sangat penting dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based decision making*).

8.5 Artificial Intelligence dalam Smart Nutrition

1. Konsep Artificial Intelligence

Artificial Intelligence (AI) merupakan teknologi yang memungkinkan sistem komputer melakukan tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia, seperti analisis data, pengambilan keputusan, dan prediksi.

Dalam bidang gizi, AI digunakan untuk:

- Analisis pola konsumsi makanan.
- Prediksi risiko penyakit.
- Penyusunan rekomendasi nutrisi personal.
- Pemantauan perilaku makan.

2. AI untuk Personalized Nutrition

Konsep *personalized nutrition* semakin berkembang seiring kemajuan AI. Sistem AI mampu menganalisis berbagai faktor seperti usia, berat badan, aktivitas fisik, riwayat kesehatan, dan preferensi makanan untuk menghasilkan rekomendasi diet yang lebih spesifik.

Keunggulan pendekatan ini adalah:

- Lebih personal.
- Lebih akurat.
- Lebih mudah diimplementasikan.
- Mendukung perubahan perilaku jangka panjang.

8.6 Telehealth dan Konsultasi Gizi Digital

1. Perkembangan Telehealth

Telehealth merupakan layanan kesehatan yang memanfaatkan teknologi komunikasi untuk memberikan pelayanan kesehatan jarak jauh. Dalam bidang gizi, telehealth memungkinkan:

- Konsultasi dengan ahli gizi secara daring.
- Pemantauan status gizi.
- Edukasi kesehatan.
- Pendampingan program diet.

2. Manfaat Telehealth dalam Smart Nutrition

Telehealth memberikan berbagai keuntungan, antara lain:

- Meningkatkan akses layanan kesehatan.
- Mengurangi biaya konsultasi.
- Menjangkau daerah terpencil.
- Mendukung pelayanan berkelanjutan.

Teknologi ini menjadi semakin penting terutama setelah pandemi COVID-19 yang mempercepat transformasi digital dalam sektor kesehatan.

8.7 Internet of Things (IoT) dalam Sistem Pangan dan Gizi

Internet of Things (IoT) merupakan jaringan perangkat yang saling terhubung dan mampu bertukar data secara otomatis. Dalam sistem pangan dan gizi, IoT digunakan untuk:

- Monitoring kualitas bahan pangan.
- Pengawasan suhu penyimpanan makanan.

- Pelacakan distribusi pangan.
- Smart kitchen.
- Smart agriculture.

Teknologi ini membantu memastikan keamanan pangan serta menjaga kualitas nutrisi selama rantai pasok berlangsung.

8.8 Media Digital dan Edukasi Gizi Masyarakat

Media digital menjadi sumber informasi utama bagi masyarakat modern. Platform seperti media sosial, podcast, video edukasi, dan situs kesehatan dapat digunakan sebagai sarana promosi gizi.

Keuntungan media digital:

- Menjangkau masyarakat luas.
- Penyampaian informasi lebih cepat.
- Interaktif dan menarik.
- Mendukung perubahan perilaku kesehatan.

Namun demikian, masyarakat juga perlu memiliki kemampuan literasi digital agar mampu membedakan informasi yang valid dan informasi yang menyesatkan.

8.9 Tantangan Pemanfaatan Teknologi Digital dalam Smart Nutrition

Meskipun memiliki banyak manfaat, penerapan teknologi digital juga menghadapi beberapa tantangan:

Tantangan Teknis

- Keterbatasan infrastruktur digital.
- Koneksi internet yang tidak merata.
- Biaya perangkat yang relatif tinggi.

Tantangan Sosial

- Rendahnya literasi digital.
- Kesenjangan akses teknologi.
- Resistensi terhadap perubahan teknologi.

Tantangan Etika

- Privasi data kesehatan.
- Keamanan informasi pengguna.
- Penggunaan data secara bertanggung jawab.

8.10 Masa Depan Teknologi Digital dalam Smart Nutrition

Di masa depan, teknologi digital diperkirakan akan semakin terintegrasi dengan sistem kesehatan dan gizi. Beberapa inovasi yang diperkirakan berkembang antara lain:

- Nutrisi presisi berbasis genomik.
- Digital nutrition platform.
- AI nutrition coach.
- Smart biosensor.
- Virtual dietitian.
- Integrasi IoT dan Big Data dalam sistem pangan.

Perkembangan tersebut akan memungkinkan individu memperoleh rekomendasi nutrisi yang semakin akurat dan personal sehingga mendukung pencegahan penyakit serta peningkatan kualitas hidup.

BAB 9

PANGAN LOKAL DAN SMART NUTRITION BERBASIS KEARIFAN LOKAL

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi dan zat gizi, tetapi juga memiliki nilai sosial, budaya, ekonomi, dan lingkungan. Dalam beberapa dekade terakhir, globalisasi pangan telah mengubah pola konsumsi masyarakat di berbagai belahan dunia. Konsumsi pangan lokal secara perlahan mulai tergeser oleh pangan impor dan makanan olahan modern yang sering kali tinggi kalori, gula, garam, dan lemak. Perubahan pola konsumsi ini berkontribusi terhadap meningkatnya berbagai masalah kesehatan seperti obesitas, diabetes mellitus, hipertensi, penyakit kardiovaskular, dan gangguan metabolik lainnya (Attriani, 2022).



Gambar 9. 1. Pangan Lokal

Di tengah berbagai tantangan tersebut, pangan lokal kembali mendapat perhatian sebagai salah satu solusi untuk mendukung ketahanan pangan, meningkatkan kualitas gizi masyarakat, serta menjaga keberlanjutan lingkungan. Pangan lokal merupakan bahan pangan yang diproduksi, dibudidayakan, dan dikonsumsi oleh masyarakat setempat berdasarkan kondisi geografis, budaya, dan sumber daya alam yang tersedia. Berbagai jenis pangan lokal Indonesia memiliki kandungan gizi yang tinggi, kaya senyawa bioaktif, serta berpotensi dikembangkan menjadi pangan fungsional yang mendukung konsep *Smart Nutrition* (Gustian, 2013a).

Konsep *Smart Nutrition* menekankan pentingnya pemanfaatan ilmu pengetahuan, teknologi, dan inovasi dalam pengelolaan sistem pangan untuk menghasilkan pola

konsumsi yang sehat, aman, bergizi, dan berkelanjutan. Dalam konteks ini, pangan lokal tidak hanya dipandang sebagai warisan budaya, tetapi juga sebagai sumber nutrisi strategis yang dapat dikembangkan melalui pendekatan ilmiah dan teknologi modern tanpa menghilangkan nilai-nilai kearifan lokal yang melekat di dalamnya.

Indonesia sebagai negara megabiodiversitas memiliki ribuan jenis tanaman pangan, buah-buahan, rempah-rempah, dan sumber protein lokal yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kekayaan ini menjadi modal penting dalam pengembangan sistem pangan yang lebih mandiri dan berkelanjutan. Oleh karena itu, integrasi antara pangan lokal, ilmu gizi, teknologi pangan, dan kearifan lokal menjadi langkah strategis dalam mewujudkan Smart Nutrition yang sesuai dengan karakteristik masyarakat Indonesia.

9.1 Konsep Pangan Lokal dalam Perspektif Smart Nutrition

1. Definisi Pangan Lokal

Pangan lokal adalah pangan yang diproduksi dan dikembangkan berdasarkan potensi sumber daya alam, budaya, dan kondisi geografis suatu wilayah tertentu. Pangan lokal biasanya telah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat secara turun-temurun dan memiliki keterkaitan erat dengan identitas budaya setempat.

Menurut Undang-Undang Pangan Republik Indonesia, pangan lokal merupakan pangan yang dikonsumsi masyarakat sesuai dengan potensi dan kearifan lokal wilayah masing-masing. Karakteristik pangan lokal meliputi:

- Berasal dari sumber daya lokal.
- Mudah diperoleh masyarakat setempat.
- Memiliki nilai budaya dan sejarah.
- Adaptif terhadap kondisi lingkungan.
- Mendukung ketahanan pangan daerah.

2. Smart Nutrition dan Diversifikasi Pangan

Salah satu tantangan utama dalam sistem pangan nasional adalah ketergantungan terhadap beberapa komoditas tertentu, terutama beras dan gandum. Padahal Indonesia memiliki berbagai sumber karbohidrat alternatif seperti:

- Sagu
- Ubi kayu
- Ubi jalar
- Talas
- Jagung
- Ganyong
- Garut

Diversifikasi pangan menjadi strategi penting dalam Smart Nutrition untuk meningkatkan kualitas gizi sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap satu jenis pangan tertentu.

9.2 Kearifan Lokal sebagai Fondasi Smart Nutrition

1. Pengertian Kearifan Lokal

Kearifan lokal merupakan pengetahuan, nilai, norma, dan praktik yang berkembang dalam masyarakat secara turun-temurun sebagai hasil interaksi manusia

dengan lingkungannya. Dalam konteks pangan, kearifan lokal mencakup:

- Pemilihan bahan pangan.
- Cara pengolahan makanan.
- Sistem pertanian tradisional.
- Pola konsumsi masyarakat.
- Tradisi kuliner daerah.

Kearifan lokal berperan penting dalam menjaga keberlanjutan sumber daya pangan sekaligus mendukung kesehatan masyarakat.

2. Nilai Kesehatan dalam Tradisi Pangan Lokal

Berbagai budaya pangan tradisional sebenarnya mengandung prinsip-prinsip gizi yang sejalan dengan konsep Smart Nutrition. Contohnya:

a. Masyarakat Aceh

Menggunakan berbagai rempah seperti:

- Kunyit
- Jahe
- Lengkuas
- Serai

Rempah-rempah tersebut kaya antioksidan dan senyawa antiinflamasi.

b. Masyarakat Papua

Mengonsumsi sagu sebagai sumber karbohidrat utama yang memiliki indeks glikemik relatif lebih rendah dibanding beberapa sumber karbohidrat olahan.

c. Masyarakat Jawa

Mengembangkan berbagai produk fermentasi seperti tempe yang kaya protein dan probiotik.

9.3 Potensi Gizi Pangan Lokal Indonesia

Indonesia memiliki keragaman pangan lokal yang sangat tinggi.

Tabel 9. 1. Sumber Karbohidrat Lokal

Pangan Lokal	Kandungan Utama
Sagu	Karbohidrat kompleks
Jagung	Karbohidrat dan serat
Ubi Jalar	β -karoten
Talas	Serat pangan
Singkong	Energi dan mineral

Sumber karbohidrat lokal berpotensi menjadi alternatif pangan sehat yang mendukung ketahanan pangan nasional.

1. Sumber Protein Lokal

Indonesia memiliki berbagai sumber protein lokal seperti:

- Tempe
- Tahu
- Kacang-kacangan
- Ikan laut
- Ikan air tawar
- Kerang
- Udang

Protein lokal memiliki kualitas yang baik dan relatif mudah diakses masyarakat.

2. Sayuran dan Buah Lokal

Berbagai tanaman lokal kaya vitamin, mineral, dan antioksidan.

Tabel 9. 2. Contoh Sayuran dan Buah Lokal

Pangan Lokal	Komponen Bioaktif
Kelor	Vitamin C, polifenol
Daun Kersen	Flavonoid, tokoferol
Rosella	Antosianin
Pegagan	Asiaticoside
Buah Naga	Betasianin

9.4 Pangan Lokal sebagai Pangan Fungsional

Perkembangan ilmu gizi modern menunjukkan bahwa berbagai pangan lokal mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai pangan fungsional. Pangan fungsional merupakan pangan yang memberikan manfaat kesehatan di luar fungsi nutrisi dasar.

Contoh pangan lokal fungsional:

b. Kelor (*Moringa oleifera*)

Memiliki kandungan:

- Protein tinggi
- Vitamin A
- Vitamin C
- Antioksidan

c. Daun Kersen (*Muntingia calabura L.*)

Mengandung:

- Flavonoid

- Fenolik
 - d-Tocopherol
1. Berpotensi sebagai antioksidan dan antidiabetes.

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*)

Mengandung:

- Kurkuminoid
- Xanthorrhizol

Memiliki aktivitas antiinflamasi dan hepatoprotektif.

9.5 Modernisasi Pangan Lokal dalam Era Smart Nutrition

Salah satu tantangan pangan lokal adalah persepsi masyarakat bahwa pangan lokal identik dengan makanan tradisional yang kurang praktis.

Oleh karena itu diperlukan inovasi melalui:

- Teknologi pengolahan pangan.
- Fortifikasi.
- Pengemasan modern.
- Digital marketing.
- Standarisasi mutu.

Contoh inovasi:

- Tepung sagu instan.
- Snack berbasis kelor.
- Minuman fungsional rosella.
- Nugget ikan lokal.
- Biskuit berbasis ubi ungu.

Modernisasi tersebut dapat meningkatkan daya saing pangan lokal di pasar nasional maupun internasional.



Gambar 9. 2. Modernisasi Pangan Lokal dalam Era Smart Nutrition

9.6 Pangan Lokal dan Ketahanan Pangan

Ketahanan pangan merupakan kondisi terpenuhinya kebutuhan pangan masyarakat baik dari segi jumlah, mutu, keamanan, maupun keberlanjutan.

Pangan lokal berkontribusi terhadap:

- 1. Ketersediaan Pangan**

Memanfaatkan sumber daya lokal yang melimpah.

- 2. Aksesibilitas Pangan**

Lebih mudah diperoleh oleh masyarakat.

- 3. Stabilitas Pangan**

Mengurangi ketergantungan terhadap impor.

- 4. Pemanfaatan Pangan**

Meningkatkan kualitas konsumsi masyarakat.

Dengan demikian, pengembangan pangan lokal menjadi strategi penting dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional.

9.7 Teknologi Digital dan Promosi Pangan Lokal

Perkembangan teknologi digital membuka peluang baru dalam pengembangan pangan lokal. Teknologi dapat digunakan untuk:

- Edukasi gizi masyarakat.
- Pemasaran produk lokal.
- E-commerce pangan.
- Sistem informasi pangan daerah.
- Traceability produk pangan.

Media sosial juga berperan penting dalam memperkenalkan pangan lokal kepada generasi muda.

9.8 Smart Nutrition Berbasis Kearifan Lokal dalam Mendukung Sustainable Development Goals (SDGs)

Pengembangan pangan lokal mendukung berbagai tujuan SDGs, antara lain:

1. **SDG 2: Zero Hunger**

Mengurangi kerawanan pangan dan meningkatkan akses terhadap pangan bergizi.

2. **SDG 3: Good Health and Well-being**

Meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat.

3. **SDG 12: Responsible Consumption and Production**

Mendorong konsumsi dan produksi pangan yang berkelanjutan.

4. **SDG 13: Climate Action**

Mengurangi dampak lingkungan melalui pemanfaatan sumber daya lokal.

9.9 Tantangan dan Peluang Pengembangan Pangan Lokal

Tantangan

- Perubahan pola konsumsi masyarakat.
- Dominasi pangan impor.
- Kurangnya inovasi produk.
- Keterbatasan promosi.
- Rendahnya minat generasi muda.

Peluang

- Tren pangan sehat dan alami.
- Dukungan teknologi digital.
- Potensi biodiversitas Indonesia.
- Dukungan kebijakan pemerintah.
- Meningkatnya kesadaran terhadap pangan berkelanjutan.

9.10 Masa Depan Pangan Lokal dalam Smart Nutrition

Masa depan sistem pangan dunia akan semakin mengarah pada pemanfaatan sumber daya lokal yang sehat, aman, berkelanjutan, dan berbasis teknologi. Pangan lokal Indonesia memiliki peluang besar untuk berkembang menjadi produk pangan fungsional modern yang mampu bersaing di tingkat global. Integrasi antara ilmu gizi, teknologi pangan, digitalisasi, dan kearifan lokal akan menjadi fondasi utama dalam mewujudkan Smart Nutrition yang adaptif terhadap tantangan kesehatan, lingkungan, dan ketahanan pangan masa depan.

BAB 10

SMART NUTRITION DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan informasi telah membawa perubahan besar dalam pola hidup masyarakat modern. Kemudahan akses terhadap berbagai jenis makanan, perubahan pola kerja, urbanisasi, serta meningkatnya penggunaan teknologi digital telah memengaruhi perilaku konsumsi masyarakat secara signifikan. Di satu sisi, kemajuan tersebut memberikan banyak manfaat dalam meningkatkan kualitas hidup. Namun, di sisi lain, perubahan gaya hidup yang kurang sehat telah menyebabkan meningkatnya prevalensi berbagai penyakit tidak menular seperti obesitas, diabetes mellitus, hipertensi, penyakit jantung, stroke, dan berbagai penyakit degeneratif lainnya (Kifli *et al.*, 2025).



Gambar 10. 1. Smart Nutrition Dalam Kehidupan Sehari-Hari

Dalam konteks kesehatan masyarakat modern, pemenuhan kebutuhan gizi tidak lagi sekadar berorientasi pada jumlah makanan yang dikonsumsi, tetapi juga pada kualitas, keamanan, keberlanjutan, dan kesesuaian makanan dengan kebutuhan individu. Masyarakat saat ini menghadapi tantangan berupa melimpahnya pilihan pangan yang sering kali tidak diimbangi dengan kemampuan untuk memilih makanan yang benar-benar sehat dan bergizi. Banyak individu mengonsumsi makanan tinggi energi, gula, garam, dan lemak, namun rendah serat, vitamin, dan mineral. Kondisi ini menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan nutrisi yang berdampak pada kesehatan jangka panjang.

Konsep Smart Nutrition hadir sebagai solusi dalam menghadapi berbagai tantangan tersebut. Smart Nutrition

merupakan pendekatan yang mengintegrasikan ilmu gizi, teknologi, perilaku kesehatan, dan pemanfaatan informasi berbasis data untuk membantu individu membuat keputusan yang lebih baik terkait pola makan dan gaya hidup sehat. Pendekatan ini menekankan bahwa kesehatan dibangun melalui kebiasaan sehari-hari yang dilakukan secara konsisten dan berkelanjutan.

Penerapan Smart Nutrition dalam kehidupan sehari-hari tidak selalu membutuhkan teknologi yang kompleks atau perubahan drastis. Sebaliknya, konsep ini dapat diwujudkan melalui langkah-langkah sederhana seperti memilih makanan yang lebih sehat, mengatur pola makan yang seimbang, meningkatkan aktivitas fisik, memperhatikan kecukupan cairan, mengelola stres, serta memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung pengambilan keputusan terkait kesehatan. Dengan demikian, Smart Nutrition menjadi pendekatan praktis yang dapat diterapkan oleh setiap individu tanpa memandang usia, jenis kelamin, maupun latar belakang sosial ekonomi.

Bab ini membahas secara komprehensif bagaimana konsep Smart Nutrition dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari melalui berbagai strategi praktis yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup, menjaga kesehatan, serta mencegah berbagai penyakit kronis yang semakin meningkat pada masyarakat modern.

10.1 Memahami Smart Nutrition dalam Kehidupan Modern

Smart Nutrition merupakan pendekatan gizi yang berfokus pada pemanfaatan informasi, ilmu pengetahuan, dan teknologi untuk mendukung pola konsumsi yang lebih sehat dan berkelanjutan. Dalam praktiknya, Smart Nutrition tidak hanya berkaitan dengan apa yang dimakan, tetapi juga bagaimana makanan dipilih, diolah, dikonsumsi, dan dimanfaatkan oleh tubuh untuk mendukung kesehatan secara optimal.

Konsep ini berkembang seiring meningkatnya pemahaman bahwa kebutuhan gizi setiap individu tidak selalu sama. Faktor usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, kondisi kesehatan, lingkungan, budaya, hingga faktor genetik dapat memengaruhi kebutuhan nutrisi seseorang. Oleh karena itu, pendekatan yang bersifat umum mulai bergeser menuju pendekatan yang lebih personal dan adaptif.

Dalam kehidupan sehari-hari, Smart Nutrition dapat diterapkan melalui berbagai keputusan sederhana, seperti memilih makanan yang lebih segar dibandingkan makanan ultra-proses, memperbanyak konsumsi sayuran dan buah-buahan, mengurangi minuman berpemanis, serta memperhatikan keseimbangan antara asupan energi dan aktivitas fisik. Meskipun terlihat sederhana, keputusan-keputusan kecil tersebut memiliki dampak yang besar terhadap kesehatan jangka Panjang (Javadi *et al.*, 2024).

Selain itu, Smart Nutrition juga mendorong masyarakat untuk lebih sadar terhadap hubungan antara makanan dan kesehatan. Kesadaran ini penting karena banyak penyakit kronis sebenarnya dapat dicegah melalui perubahan pola makan dan gaya hidup yang lebih sehat.

10.2 Pola Makan Sehat sebagai Fondasi Smart Nutrition

Pola makan sehat merupakan komponen utama dalam penerapan Smart Nutrition. Pola makan yang baik harus mampu memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi tubuh tanpa memberikan dampak negatif terhadap kesehatan. Makanan yang dikonsumsi sehari-hari sebaiknya mengandung berbagai zat gizi yang diperlukan tubuh, termasuk karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, serat, dan air. Tidak ada satu jenis makanan yang mampu menyediakan seluruh zat gizi tersebut secara lengkap. Oleh karena itu, prinsip keberagaman pangan menjadi sangat penting (Muhammad Fikri & Ahmad Junaidi, 2024).

Konsumsi sayuran dan buah-buahan secara rutin merupakan salah satu indikator pola makan sehat. Sayuran dan buah mengandung berbagai vitamin, mineral, serat, dan antioksidan yang berperan dalam menjaga kesehatan tubuh serta mencegah berbagai penyakit kronis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa individu yang mengonsumsi sayuran dan buah dalam jumlah cukup memiliki risiko lebih rendah terhadap penyakit jantung, diabetes, dan beberapa jenis kanker.

Selain memperhatikan jenis makanan, pola makan sehat juga menekankan pentingnya keseimbangan jumlah makanan yang dikonsumsi. Konsumsi makanan yang berlebihan dapat menyebabkan penumpukan energi dalam bentuk lemak tubuh, sedangkan konsumsi yang terlalu sedikit dapat menyebabkan kekurangan gizi dan gangguan kesehatan lainnya.

10.3 Membangun Kebiasaan Makan yang Cerdas

Salah satu prinsip utama Smart Nutrition adalah membangun kebiasaan makan yang cerdas (*smart eating habits*). Kebiasaan makan tidak hanya ditentukan oleh rasa lapar, tetapi juga dipengaruhi oleh lingkungan, budaya, emosi, dan kebiasaan yang terbentuk sejak kecil.

Banyak orang makan secara otomatis tanpa memperhatikan apa yang dikonsumsi. Kebiasaan makan sambil bekerja, menonton televisi, atau menggunakan telepon genggam dapat menyebabkan seseorang mengonsumsi makanan dalam jumlah lebih banyak tanpa disadari.

Konsep *mindful eating* menjadi salah satu strategi yang dianjurkan dalam Smart Nutrition. Mindful eating adalah praktik makan secara sadar dengan memperhatikan rasa, aroma, tekstur, dan sensasi kenyang yang muncul selama makan. Pendekatan ini membantu individu lebih menghargai makanan serta mengurangi risiko makan berlebihan.

Selain itu, kebiasaan sarapan juga memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan. Sarapan yang sehat membantu menyediakan energi untuk aktivitas sehari-hari, meningkatkan konsentrasi, serta membantu mengontrol nafsu makan pada waktu makan berikutnya.

10.4 Smart Nutrition dan Aktivitas Fisik

Nutrisi yang baik tidak dapat dipisahkan dari aktivitas fisik yang cukup. Keduanya merupakan komponen penting dalam menjaga keseimbangan energi dan kesehatan tubuh.

Aktivitas fisik membantu tubuh menggunakan energi yang diperoleh dari makanan. Ketika asupan energi lebih

tinggi dibandingkan energi yang digunakan, maka kelebihan energi akan disimpan sebagai lemak tubuh. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat menyebabkan obesitas dan berbagai penyakit metabolik.

Olahraga secara teratur memberikan berbagai manfaat kesehatan, antara lain meningkatkan kesehatan jantung, memperkuat otot dan tulang, meningkatkan sensitivitas insulin, memperbaiki suasana hati, serta membantu menjaga berat badan ideal.

Smart Nutrition mendorong setiap individu untuk aktif bergerak setiap hari. Aktivitas fisik tidak harus selalu berupa olahraga berat. Berjalan kaki, bersepeda, menaiki tangga, berkebun, dan melakukan pekerjaan rumah tangga juga termasuk aktivitas fisik yang bermanfaat bagi kesehatan.

10.5 Hidrasi Cerdas untuk Kesehatan Optimal

Air merupakan komponen terbesar dalam tubuh manusia dan memiliki peran penting dalam hampir seluruh proses fisiologis. Tubuh menggunakan air untuk mengatur suhu, mengangkut nutrisi, membantu metabolisme, dan mengeluarkan zat sisa. Meskipun penting, banyak orang yang masih kurang memperhatikan kebutuhan cairan harian. Dehidrasi ringan sekalipun dapat menyebabkan penurunan konsentrasi, kelelahan, dan penurunan performa fisik maupun mental. Dalam konsep Smart Nutrition, air putih menjadi pilihan utama untuk memenuhi kebutuhan cairan tubuh. Konsumsi minuman berpemanis secara berlebihan sebaiknya dihindari karena dapat meningkatkan risiko obesitas, diabetes, dan kerusakan gigi.

10.6 Peran Teknologi Digital dalam Kehidupan Sehari-hari

Kemajuan teknologi digital memberikan peluang besar dalam mendukung penerapan Smart Nutrition. Berbagai aplikasi kesehatan kini memungkinkan masyarakat untuk memantau pola makan, aktivitas fisik, berat badan, dan status kesehatan secara mandiri. Aplikasi kesehatan dapat membantu pengguna menghitung kebutuhan energi, mencatat konsumsi makanan, serta mengevaluasi kualitas diet harian. Selain itu, perangkat wearable seperti smartwatch dapat memantau jumlah langkah, kualitas tidur, denyut jantung, hingga pengeluaran energi harian. Pemanfaatan teknologi digital tidak hanya membantu individu meningkatkan kesadaran terhadap kesehatannya, tetapi juga mempermudah tenaga kesehatan dalam memberikan edukasi dan konsultasi gizi secara lebih efektif.

10.7 Smart Nutrition dan Kesehatan Mental

Hubungan antara makanan dan kesehatan mental semakin banyak mendapat perhatian dalam penelitian modern. Nutrisi yang baik tidak hanya penting untuk kesehatan fisik, tetapi juga untuk fungsi otak dan kesehatan psikologis. Pola makan yang kaya buah-buahan, sayuran, ikan, kacang-kacangan, dan biji-bijian diketahui berhubungan dengan risiko depresi yang lebih rendah. Sebaliknya, konsumsi tinggi makanan ultra-proses dan minuman berpemanis sering dikaitkan dengan peningkatan risiko gangguan suasana hati. Konsep *gut-brain axis* menjelaskan bahwa kondisi mikrobiota usus memiliki hubungan erat dengan kesehatan mental. Oleh karena itu, konsumsi makanan

kaya serat, probiotik, dan prebiotik menjadi bagian penting dalam Smart Nutrition.

10.8 Smart Nutrition Sepanjang Daur Kehidupan

Kebutuhan gizi seseorang berubah sesuai dengan tahap kehidupannya. Oleh karena itu, penerapan Smart Nutrition harus disesuaikan dengan usia dan kondisi fisiologis individu. Pada masa anak-anak, fokus utama adalah mendukung pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Pada masa remaja, perhatian diberikan pada peningkatan kebutuhan energi dan zat gizi akibat pertumbuhan yang pesat. Pada usia dewasa, Smart Nutrition berperan dalam menjaga produktivitas dan mencegah penyakit kronis. Sementara pada lansia, tujuan utama adalah mempertahankan kualitas hidup, fungsi kognitif, dan kesehatan tulang serta otot.

BAB 11

TANTANGAN DAN PELUANG SMART NUTRITION DI MASA DEPAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam bidang pangan, gizi, dan kesehatan. Kemajuan teknologi informasi, bioteknologi, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), *Big Data*, Internet of Things (IoT), serta teknologi genomik telah membuka peluang baru dalam pengelolaan kesehatan berbasis nutrisi yang lebih efektif, personal, dan berkelanjutan. Transformasi ini melahirkan konsep *Smart Nutrition*, yaitu pendekatan modern yang mengintegrasikan ilmu gizi, teknologi digital, sistem pangan, dan data kesehatan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat.



Gambar 11. 1. Smart Farming

Di sisi lain, masyarakat global juga menghadapi berbagai tantangan yang semakin kompleks. Pertumbuhan penduduk dunia, urbanisasi, perubahan iklim, degradasi lingkungan, meningkatnya penyakit tidak menular, serta perubahan pola konsumsi masyarakat menjadi faktor yang memengaruhi sistem pangan dan status gizi secara global.

Tantangan tersebut menuntut adanya inovasi dan pendekatan baru yang mampu menjawab kebutuhan kesehatan masyarakat di masa depan.

Smart Nutrition hadir sebagai salah satu solusi yang menjanjikan karena mampu menghubungkan berbagai disiplin ilmu untuk menciptakan sistem pangan dan gizi yang lebih adaptif terhadap perubahan zaman. Konsep ini tidak hanya berfokus pada pemenuhan kebutuhan gizi, tetapi juga mempertimbangkan faktor lingkungan, keberlanjutan, personalisasi nutrisi, serta pemanfaatan teknologi dalam pengambilan keputusan kesehatan.

Bab ini membahas berbagai tantangan yang dihadapi dalam implementasi Smart Nutrition, peluang pengembangan ilmu pangan dan gizi berbasis teknologi, serta arah perkembangan sistem nutrisi modern yang diperkirakan akan menjadi fondasi kesehatan masyarakat pada masa depan.

11.1 Transformasi Sistem Gizi di Era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0

Perkembangan Revolusi Industri 4.0 telah mengubah cara manusia bekerja, berkomunikasi, dan mengakses informasi. Teknologi digital kini menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari, termasuk dalam bidang kesehatan dan gizi.

Konsep Society 5.0 yang diperkenalkan Jepang menempatkan manusia sebagai pusat inovasi teknologi. Dalam paradigma ini, teknologi digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah sosial dan meningkatkan kualitas hidup manusia. Smart Nutrition menjadi salah satu implementasi nyata dari konsep tersebut karena

mengintegrasikan teknologi digital dengan ilmu gizi untuk mendukung kesehatan masyarakat.

Transformasi ini memungkinkan pengumpulan data kesehatan secara real-time, analisis pola konsumsi masyarakat, pemantauan status gizi, hingga pemberian rekomendasi nutrisi yang lebih personal. Dengan demikian, sistem pelayanan gizi yang sebelumnya bersifat umum dan reaktif mulai bergeser menuju sistem yang lebih personal, preventif, prediktif, dan partisipatif.

Perubahan ini diperkirakan akan terus berkembang seiring meningkatnya penggunaan teknologi digital dalam kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, pemahaman terhadap dinamika transformasi sistem gizi menjadi sangat penting dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang mampu beradaptasi dengan perkembangan zaman.

11.2 Tantangan Global dalam Implementasi Smart Nutrition

1. Triple Burden of Malnutrition

Salah satu tantangan terbesar yang masih dihadapi dunia saat ini adalah terjadinya *triple burden of malnutrition*, yaitu kondisi ketika kekurangan gizi, kelebihan gizi, dan defisiensi mikronutrien terjadi secara bersamaan dalam suatu populasi. Di banyak negara berkembang, termasuk Indonesia, masih ditemukan masalah stunting, wasting, dan anemia pada kelompok rentan seperti balita dan ibu hamil. Namun pada saat yang sama, prevalensi obesitas dan penyakit metabolik juga terus meningkat. Fenomena ini menunjukkan bahwa masalah gizi tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan pangan, tetapi juga kualitas konsumsi dan perilaku masyarakat dalam memilih makanan.

2. Urbanisasi dan Perubahan Pola Konsumsi

Urbanisasi yang cepat telah mengubah pola hidup masyarakat. Keterbatasan waktu, tekanan pekerjaan, dan gaya hidup modern menyebabkan meningkatnya konsumsi makanan cepat saji dan makanan ultra-proses.

Karakteristik pola makan modern meliputi:

- Tinggi gula.
- Tinggi lemak jenuh.
- Tinggi natrium.
- Rendah serat.
- Rendah mikronutrien.

Perubahan pola konsumsi ini berkontribusi terhadap meningkatnya risiko obesitas, diabetes mellitus, hipertensi, dan penyakit kardiovaskular.

3. Ketimpangan Akses terhadap Pangan Sehat

Meskipun teknologi berkembang pesat, akses terhadap pangan sehat masih belum merata. Banyak masyarakat yang menghadapi keterbatasan ekonomi sehingga sulit memperoleh makanan bergizi dengan harga terjangkau. Ketimpangan ini menjadi tantangan besar dalam penerapan Smart Nutrition karena keberhasilan konsep tersebut sangat bergantung pada akses masyarakat terhadap informasi, teknologi, dan pangan yang berkualitas.

11.3 Perubahan Iklim dan Masa Depan Sistem Pangan

Perubahan iklim merupakan salah satu ancaman terbesar terhadap ketahanan pangan global. Peningkatan suhu bumi, perubahan pola curah hujan, kekeringan, banjir, dan meningkatnya kejadian cuaca ekstrem telah memengaruhi produktivitas pertanian dan ketersediaan

pangan. Penurunan hasil panen akibat perubahan iklim berpotensi meningkatkan kerawanan pangan dan mengurangi akses masyarakat terhadap makanan bergizi. Selain itu, perubahan kondisi lingkungan juga dapat memengaruhi kualitas nutrisi tanaman pangan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi karbon dioksida di atmosfer dapat menurunkan kandungan protein, zat besi, dan seng pada beberapa komoditas pangan utama. Dalam konteks Smart Nutrition, tantangan ini mendorong perlunya pengembangan sistem pangan yang lebih tangguh, berkelanjutan, dan adaptif terhadap perubahan lingkungan.

11.4 Tantangan Literasi Gizi di Era Digital

Kemajuan teknologi informasi memberikan akses yang luas terhadap berbagai informasi kesehatan. Namun demikian, tidak semua informasi yang tersedia memiliki kualitas yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Fenomena *misinformation* dan *disinformation* dalam bidang gizi menjadi tantangan yang semakin nyata. Berbagai klaim diet instan, suplemen tanpa bukti ilmiah, serta informasi kesehatan yang tidak valid dapat memengaruhi perilaku masyarakat.

Literasi gizi menjadi faktor penting dalam keberhasilan Smart Nutrition. Individu perlu memiliki kemampuan untuk:

- Memahami informasi gizi.
- Menilai validitas sumber informasi.
- Menginterpretasikan label pangan.
- Mengambil keputusan yang tepat terkait kesehatan.

Peningkatan literasi gizi harus menjadi bagian integral dari strategi pembangunan kesehatan di masa depan.

11.5 Artificial Intelligence dan Masa Depan Nutrisi

Artificial Intelligence (AI) diperkirakan akan menjadi salah satu teknologi yang paling berpengaruh dalam perkembangan Smart Nutrition. AI mampu menganalisis data kesehatan dalam jumlah besar dan menghasilkan rekomendasi yang lebih personal dibandingkan pendekatan konvensional.

Dalam bidang gizi, AI dapat digunakan untuk:

- Analisis pola makan individu.
- Prediksi risiko penyakit.
- Penyusunan menu otomatis.
- Pemantauan status gizi.
- Konsultasi nutrisi berbasis chatbot.

Kemampuan AI dalam mengolah data secara cepat memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih akurat dan efisien.

Namun demikian, penggunaan AI juga memerlukan perhatian terhadap aspek etika, privasi data, dan keamanan informasi kesehatan.

11.6 Nutrigenomik dan Nutrisi Presisi

Salah satu perkembangan paling menjanjikan dalam ilmu gizi adalah munculnya konsep nutrigenomik dan nutrisi presisi (*precision nutrition*).

Nutrigenomik mempelajari hubungan antara nutrisi dan ekspresi gen. Setiap individu memiliki karakteristik genetik

yang berbeda sehingga respons tubuh terhadap makanan juga dapat berbeda.

Melalui pendekatan nutrisi presisi, rekomendasi diet dapat disesuaikan berdasarkan:

- Profil genetik.
- Status kesehatan.
- Aktivitas fisik.
- Mikrobiota usus.
- Lingkungan hidup.

Konsep ini diprediksi akan menjadi standar baru dalam pelayanan gizi pada masa depan.

11.7 Perkembangan Pangan Fungsional dan Bioaktif

Kesadaran masyarakat terhadap hubungan antara makanan dan kesehatan terus meningkat. Kondisi ini mendorong berkembangnya pangan fungsional yang mengandung senyawa bioaktif dengan manfaat kesehatan tertentu. Pangan masa depan diperkirakan tidak hanya memenuhi kebutuhan energi, tetapi juga berfungsi sebagai sarana pencegahan penyakit.

Beberapa tren yang diperkirakan berkembang meliputi:

- Pangan kaya antioksidan.
- Pangan probiotik dan prebiotik.
- Produk berbasis tanaman (*plant-based food*).
- Pangan fortifikasi.
- Pangan personal.

Perkembangan ini membuka peluang besar bagi negara-negara yang memiliki keanekaragaman hayati tinggi seperti Indonesia.

11.8 Smart Nutrition dan Sustainable Food System

Masa depan ilmu gizi tidak dapat dipisahkan dari isu keberlanjutan lingkungan.

Konsep *Sustainable Food System* menekankan bahwa sistem pangan harus mampu menyediakan makanan yang sehat bagi generasi saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya.

Smart Nutrition berperan penting dalam mendukung sistem pangan berkelanjutan melalui:

- Pengurangan limbah pangan.
- Pemanfaatan pangan lokal.
- Diversifikasi pangan.
- Produksi pangan rendah emisi.
- Konsumsi yang bertanggung jawab.

Pendekatan ini sejalan dengan berbagai tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*).

11.9 Peluang Indonesia dalam Pengembangan Smart Nutrition

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan Smart Nutrition karena didukung oleh:

1. Keanekaragaman Hayati Tinggi

Indonesia merupakan salah satu negara megabiodiversitas dengan ribuan spesies tanaman

pangan, buah-buahan, rempah-rempah, dan tanaman obat.

2. Bonus Demografi

Jumlah penduduk usia produktif yang besar menjadi peluang untuk mengembangkan inovasi dan kewirausahaan di bidang pangan dan gizi.

3. Perkembangan Teknologi Digital

Meningkatnya penetrasi internet dan penggunaan telepon pintar mendukung implementasi berbagai layanan kesehatan digital.

4. Dukungan Kebijakan Nasional

Berbagai program pemerintah terkait transformasi kesehatan dan ketahanan pangan dapat menjadi landasan pengembangan Smart Nutrition di masa depan.

11.10 Visi Smart Nutrition Tahun 2050

Pada tahun 2050, sistem nutrisi diperkirakan akan mengalami transformasi besar. Pelayanan gizi akan lebih personal, berbasis data, dan didukung oleh teknologi canggih.

Beberapa karakteristik Smart Nutrition masa depan antara lain:

- Nutrisi berbasis genomik.
- AI nutrition assistant.
- Smart food monitoring system.
- Digital health ecosystem.
- Personalized functional foods.
- Precision public health nutrition.

Masyarakat akan memiliki akses terhadap informasi kesehatan yang lebih akurat sehingga mampu mengambil keputusan yang lebih baik terkait pola makan dan gaya hidup.

BAB 12

INTEGRASI PANGAN, GIZI, DAN TEKNOLOGI UNTUK KESEHATAN MASA DEPAN

Abad ke-21 ditandai oleh berbagai perubahan besar yang memengaruhi kehidupan manusia, mulai dari perkembangan teknologi digital, perubahan pola konsumsi masyarakat, meningkatnya prevalensi penyakit tidak menular, perubahan iklim global, hingga tantangan ketahanan pangan dunia. Perubahan tersebut menghadirkan tantangan sekaligus peluang bagi dunia kesehatan, khususnya dalam bidang pangan dan gizi. Pada masa lalu, kesehatan sering dipandang sebagai hasil dari pelayanan medis dan pengobatan semata. Namun, paradigma kesehatan modern telah bergeser menuju pendekatan yang lebih holistik, preventif, dan berkelanjutan, di mana pangan, gizi, lingkungan, dan teknologi memiliki peran yang sama pentingnya dalam menentukan kualitas hidup manusia.



Gambar 12. 1. Integrasi Pangan, Gizi, Dan Teknologi Untuk Kesehatan Masa Depan

Perkembangan ilmu gizi menunjukkan bahwa makanan tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi dan zat gizi, tetapi juga sebagai faktor utama yang memengaruhi kesehatan fisik, mental, sosial, bahkan kualitas hidup seseorang secara keseluruhan. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa pola makan yang sehat mampu menurunkan risiko penyakit kronis, meningkatkan sistem imun, memperbaiki fungsi kognitif, serta memperpanjang harapan hidup. Di sisi lain, kemajuan teknologi telah membuka berbagai peluang baru dalam pengelolaan kesehatan, mulai dari pemantauan status gizi secara digital,

analisis data kesehatan berbasis kecerdasan buatan, hingga pengembangan pangan fungsional yang dirancang secara khusus untuk memenuhi kebutuhan individu.

Konsep Smart Nutrition yang menjadi tema utama dalam buku ini lahir dari kebutuhan untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam menghadapi tantangan kesehatan masa depan. Smart Nutrition tidak hanya berbicara tentang makanan yang dikonsumsi, tetapi juga tentang bagaimana ilmu pangan, ilmu gizi, teknologi digital, bioteknologi, kesehatan lingkungan, dan sistem pangan berkelanjutan dapat bekerja secara sinergis untuk menciptakan masyarakat yang lebih sehat dan produktif.

Bab ini merupakan penutup sekaligus refleksi dari seluruh pembahasan yang telah disajikan dalam buku. Pada bab ini dibahas secara komprehensif pentingnya integrasi pangan, gizi, dan teknologi dalam membangun sistem kesehatan masa depan. Selain itu, bab ini juga menguraikan arah perkembangan ilmu gizi modern, peluang penelitian di masa depan, peran pendidikan dalam membangun generasi yang sadar gizi, serta rekomendasi strategis untuk mewujudkan ekosistem Smart Nutrition yang berkelanjutan.

12.1 Refleksi Perjalanan Smart Nutrition

Perjalanan ilmu gizi telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Pada awal perkembangannya, ilmu gizi lebih banyak difokuskan pada identifikasi zat gizi esensial dan pencegahan penyakit akibat kekurangan nutrisi. Berbagai penemuan mengenai vitamin, mineral, protein, dan zat gizi lainnya menjadi fondasi penting dalam perkembangan ilmu kesehatan modern.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, fokus kajian gizi mulai bergeser dari sekadar pemenuhan kebutuhan nutrisi menuju upaya optimalisasi kesehatan dan pencegahan penyakit. Munculnya konsep pangan fungsional, nutrigenomik, mikrobiota usus, nutrisi presisi, dan kesehatan berbasis data menunjukkan bahwa ilmu gizi telah berkembang menjadi disiplin ilmu yang sangat kompleks dan multidimensional.

Dalam konteks tersebut, Smart Nutrition menjadi representasi dari evolusi ilmu gizi modern. Smart Nutrition mengintegrasikan berbagai komponen yang sebelumnya berjalan secara terpisah, seperti ilmu pangan, teknologi pengolahan pangan, kesehatan masyarakat, teknologi informasi, bioteknologi, dan ilmu lingkungan. Integrasi ini memungkinkan terciptanya pendekatan yang lebih efektif dalam meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat.

Perjalanan Smart Nutrition menunjukkan bahwa masa depan kesehatan tidak dapat dibangun hanya melalui intervensi medis. Kesehatan masa depan harus dibangun melalui kolaborasi lintas disiplin yang mampu menghubungkan pangan, gizi, teknologi, lingkungan, dan perilaku manusia dalam satu sistem yang terintegrasi.

12.2 Integrasi Ilmu Pangan dalam Mewujudkan Kesehatan Masa Depan

Pangan merupakan fondasi utama kehidupan manusia. Seluruh proses biologis dalam tubuh bergantung pada ketersediaan energi dan zat gizi yang diperoleh dari makanan. Oleh karena itu, kualitas pangan menjadi faktor yang sangat menentukan kesehatan individu maupun masyarakat.

Dalam era Smart Nutrition, pangan tidak lagi dipandang hanya sebagai komoditas ekonomi atau sumber energi semata. Pangan diposisikan sebagai instrumen strategis untuk meningkatkan kesehatan, mencegah penyakit, dan mendukung pembangunan berkelanjutan.

Perkembangan ilmu pangan telah menghasilkan berbagai inovasi yang memungkinkan terciptanya produk pangan yang lebih sehat dan berkualitas. Teknologi pengolahan modern mampu mempertahankan kandungan nutrisi, meningkatkan keamanan pangan, serta memperpanjang umur simpan tanpa mengurangi kualitas produk.

Selain itu, konsep pangan fungsional semakin berkembang dan menjadi bagian penting dalam sistem kesehatan masa depan. Berbagai senyawa bioaktif yang ditemukan dalam bahan pangan alami menunjukkan potensi besar dalam mendukung kesehatan dan mencegah penyakit kronis. Indonesia sebagai negara megabiodiversitas memiliki peluang besar untuk mengembangkan pangan fungsional berbasis sumber daya lokal yang kaya akan senyawa bioaktif.

Dengan demikian, pengembangan ilmu pangan menjadi salah satu pilar utama dalam membangun sistem kesehatan yang lebih tangguh, mandiri, dan berkelanjutan.

12.3 Peran Ilmu Gizi dalam Meningkatkan Kualitas Hidup

Ilmu gizi memiliki peran sentral dalam upaya meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa status gizi yang baik berhubungan erat

dengan produktivitas, kemampuan belajar, kesehatan mental, daya tahan tubuh, serta kualitas hidup secara keseluruhan.

Di masa depan, ilmu gizi tidak hanya berfungsi untuk mengatasi masalah kekurangan gizi atau penyakit akibat pola makan yang buruk. Ilmu gizi akan menjadi bagian integral dari sistem kesehatan yang berfokus pada pencegahan penyakit dan optimalisasi fungsi tubuh.

Perkembangan nutrisi presisi (*precision nutrition*) menunjukkan bahwa rekomendasi gizi dapat disesuaikan dengan karakteristik individu berdasarkan faktor genetik, metabolik, lingkungan, dan gaya hidup. Pendekatan ini memungkinkan intervensi gizi yang lebih efektif dan personal dibandingkan pendekatan konvensional.

Selain itu, meningkatnya pemahaman mengenai hubungan antara nutrisi, mikrobiota usus, sistem imun, dan kesehatan mental membuka peluang baru dalam pengembangan strategi kesehatan berbasis gizi yang lebih komprehensif.

12.4 Teknologi sebagai Katalisator Transformasi Gizi

Teknologi merupakan salah satu faktor utama yang mendorong transformasi sistem kesehatan dan gizi modern. Perkembangan teknologi digital telah memungkinkan pengumpulan, analisis, dan pemanfaatan data kesehatan dalam skala yang belum pernah terjadi sebelumnya.

Artificial Intelligence (AI), Big Data, Internet of Things (IoT), wearable devices, dan telehealth menjadi teknologi yang semakin banyak digunakan dalam bidang kesehatan dan gizi. Teknologi tersebut memungkinkan individu untuk

memantau pola makan, aktivitas fisik, kualitas tidur, serta berbagai indikator kesehatan lainnya secara real-time.

Kemampuan AI dalam menganalisis data kesehatan membuka peluang untuk mengembangkan sistem rekomendasi nutrisi yang lebih personal dan akurat. Sementara itu, teknologi IoT memungkinkan integrasi berbagai perangkat kesehatan sehingga individu dapat memperoleh informasi kesehatan secara berkelanjutan.

Di masa depan, teknologi akan menjadi jembatan yang menghubungkan individu dengan informasi kesehatan yang relevan, akurat, dan mudah diakses. Oleh karena itu, penguasaan teknologi menjadi kompetensi penting bagi tenaga kesehatan dan ahli gizi di era digital.

12.5 Smart Nutrition dan Sustainable Health

Salah satu prinsip utama Smart Nutrition adalah keberlanjutan (*sustainability*). Kesehatan manusia tidak dapat dipisahkan dari kesehatan lingkungan dan keberlanjutan sistem pangan. Produksi pangan yang tidak berkelanjutan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, hilangnya keanekaragaman hayati, serta meningkatnya emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, sistem pangan masa depan harus dirancang untuk memenuhi kebutuhan nutrisi masyarakat tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan.

Konsep *Sustainable Healthy Diet* menekankan pentingnya konsumsi pangan yang:

- Bergizi seimbang.
- Aman dikonsumsi.
- Ramah lingkungan.
- Terjangkau secara ekonomi.

- Dapat diterima secara budaya.

Integrasi antara Smart Nutrition dan sistem pangan berkelanjutan menjadi langkah penting dalam mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*).

12.6 Membangun Ekosistem Smart Nutrition

Keberhasilan implementasi Smart Nutrition memerlukan keterlibatan berbagai pihak.

1. Pemerintah

Berperan dalam:

- Penyusunan kebijakan pangan dan gizi.
- Penguatan sistem kesehatan.
- Peningkatan literasi gizi masyarakat.
- Pengembangan infrastruktur digital.

2. Akademisi dan Peneliti

Berperan dalam:

- Pengembangan ilmu pengetahuan.
- Inovasi pangan fungsional.
- Pengembangan teknologi kesehatan.
- Penelitian nutrisi presisi.

3. Industri Pangan

Berperan dalam:

- Produksi pangan sehat.
- Fortifikasi pangan.
- Pengembangan produk inovatif.

4. Masyarakat

Berperan dalam:

- Mengadopsi pola hidup sehat.
- Memanfaatkan teknologi kesehatan.

- Mendukung konsumsi pangan lokal.

Kolaborasi antara seluruh pemangku kepentingan menjadi kunci keberhasilan pembangunan ekosistem Smart Nutrition.

12.7 Agenda Penelitian Masa Depan

Perkembangan Smart Nutrition membuka berbagai peluang penelitian yang sangat luas. Beberapa topik yang berpotensi berkembang antara lain:

1. Nutrigenomik dan Nutrisi Presisi

Penelitian mengenai hubungan gen dan nutrisi untuk menghasilkan rekomendasi diet yang lebih personal.

2. Mikrobiota Usus

Kajian mengenai hubungan mikrobiota dengan kesehatan metabolik dan mental.

3. Artificial Intelligence dalam Nutrisi

Pengembangan sistem cerdas untuk analisis pola makan dan prediksi risiko penyakit.

4. Pangan Fungsional Berbasis Biodiversitas Lokal

Eksplorasi tanaman lokal Indonesia sebagai sumber senyawa bioaktif.

5. Smart Food System

Pengembangan sistem pangan berbasis teknologi yang mendukung ketahanan pangan berkelanjutan.

Agenda penelitian tersebut menjadi peluang besar bagi perguruan tinggi dan lembaga penelitian untuk berkontribusi dalam pengembangan ilmu gizi masa depan.

12.8 Transformasi Pendidikan Gizi di Era Digital

Pendidikan memiliki peran penting dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang mampu menghadapi tantangan kesehatan masa depan. Kurikulum pendidikan gizi perlu disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Selain penguasaan konsep dasar gizi, mahasiswa juga perlu dibekali kompetensi dalam bidang:

- Data analytics.
- Artificial Intelligence.
- Nutrigenomik.
- Bioteknologi pangan.
- Digital health.
- Sustainable nutrition.

Transformasi pendidikan ini diperlukan agar lulusan mampu beradaptasi dengan perubahan dunia kerja dan kebutuhan masyarakat di masa depan.

12.9 Visi Smart Nutrition untuk Generasi Mendatang

Masa depan kesehatan akan ditentukan oleh kemampuan manusia dalam mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, dan nilai-nilai keberlanjutan. Smart Nutrition memberikan kerangka kerja yang memungkinkan terciptanya sistem kesehatan yang lebih personal, preventif, inklusif, dan berkelanjutan (Javadi *et al.*, 2024).

Generasi mendatang diharapkan tidak hanya memahami pentingnya gizi, tetapi juga mampu memanfaatkan teknologi untuk menjaga kesehatan, memilih pangan secara bijak, serta berkontribusi dalam menciptakan sistem pangan yang lebih adil dan berkelanjutan.

Dalam dunia yang terus berubah, Smart Nutrition bukan sekadar konsep ilmiah, melainkan sebuah visi masa depan yang menempatkan pangan, gizi, teknologi, dan lingkungan sebagai fondasi utama pembangunan manusia yang sehat, cerdas, produktif, dan berdaya saing global.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, R., Meliyana, E., Tinggi, S., & Kesehatan, I. (2024). Hubungan Sanitasi Lingkungan dengan Kejadian Stunting. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 6(4).
- Armand, T. P. T., Deji-Oloruntoba, O., Bhattacharjee, S., Nfor, K. A., & Kim, H. C. (2024). Optimizing longevity: Integrating Smart Nutrition and Digital Technologies for Personalized Anti-aging Healthcare. *6th International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication, ICAIIC 2024*.
<https://doi.org/10.1109/ICAIIIC60209.2024.10463262>
- Attriani, A. N. (2022). Tantangan Dan Isu Strategis Sumber Daya Kesehatan Manusia Kesehatan Pada Puskesmas Di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 3(3).
<https://doi.org/10.31004/jkt.v3i3.6102>
- Bhuiyan, M. N. I., & Nahid, M. (2025). Smart nutrition: AI and 3D printing for personalized diets. *Food Nutrition*, 1(2).
<https://doi.org/10.1016/j.fnutr.2025.100032>
- Etik Sulistyorini, Amalia Putri Bumi, S., Hayu Palupi, F., Merry Christy Samuel, J., & Candra Dewi, R. (2025). Smart Nutrition Kitchen: Model Pemberdayaan Keluarga Berbasis Pangan Lokal untuk Pencegahan Stunting. *PADMA*, 5(2).
<https://doi.org/10.56689/padma.v5i2.2183>
- Fushai, F., Chitura, T., & Oke, O. E. (2025). Climate-smart livestock nutrition in semi-arid Southern African agricultural systems. In *Frontiers in Veterinary Science* (Vol. 12). <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1507152>

- Gustian, A. El. (2013a). Perkembangan program fortifikasi pangan dan identifikasi pangan yang difortifikasi [Development of food fortification programs and identification of fortified foods]. In *Institut Pertanian Bogor*.
- Gustian, A. El. (2013b). Perkembangan program fortifikasi pangan dan identifikasi pangan yang difortifikasi [skripsi]. In *Institut Pertanian Bogor*.
- Hidayat, S., & Najicha, F. U. (2023). Transformasi Industri Menuju Digitalisasi dan Dampaknya Pada Ketenagakerjaan Serta Dinamika Hubungan Kerja di Indonesia. *ResearchGate*, (November).
- Hinojosa-Nogueira, D., Ortiz-Viso, B., Navajas-Porras, B., Pérez-Burillo, S., González-Vigil, V., de la Cueva, S. P., & Rufián-Henares, J. Á. (2023). Stance4Health Nutritional APP: A Path to Personalized Smart Nutrition. *Nutrients*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/nu15020276>
- Indrajaya, T. (2019). Depresi, Ansietas, dan Komplikasi Pasca Sindrom Koroner Akut. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 5(4). <https://doi.org/10.7454/jpdi.v5i4.289>
- Javadi, B., Khan, A., Jayasuriya, N., & Guo, Y. (2024). Smart Nutrition Monitoring System Using Serverless Edge Computing. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 70(3). <https://doi.org/10.1109/TCE.2024.3411552>
- Jennings, S. A., Challinor, A. J., Smith, P., Macdiarmid, J. I., Pope, E., Chapman, S., Bradshaw, C., Clark, H., Vetter, S., Fitton, N., King, R., Mwamakamba, S., Madzivhandila, T., Mashingaidze, I., Chomba, C., Nawiko, M., Nyhodo, B., Mazibuko, N., Yeki, P., ... Benton, T. (2022). A New

Integrated Assessment Framework for Climate-Smart Nutrition Security in sub-Saharan Africa: The Integrated Future Estimator for Emissions and Diets (iFEED). *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.868189>

Jennings, S., Challinor, A., Smith, P., Macdiarmid, J. I., Pope, E., Chapman, S., Bradshaw, C., Clark, H., Vetter, S., Fitton, N., King, R., Mwamakamba, S., Madzivhandila, T., Mashingaidze, I., Chomba, C., Nawiko, M., Nyhodo, B., Mazibuko, N., Yeki, P., ... Benton, T. (2024). Stakeholder-driven transformative adaptation is needed for climate-smart nutrition security in sub-Saharan Africa. *Nature Food*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00901-y>

Kifli, Z., Haryanto, Izzah, A. N., Nurfadilah, Felisa, & Aqila, J. (2025). Pengamatan Anatomi dan Fisiologi Jantung Pada Mencit (*Mus musculus*) dan Korelasinya Terhadap Tubuh Manusia. *Inhealth: Indonesian Health Journal*, 4(1). <https://doi.org/10.56314/inhealth.v4i1.284>

Mahrunnisya, D. (2023). Keterampilan Pembelajar Di Abad Ke-21. *JUPENJI: Jurnal Pendidikan Jompa Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.57218/jupenji.vol2.iss1.598>

Mardalena. (2021). Dasar-dasar Ilmu Gizi Dalam Keperawatan. *Pustaka Baru Press*.

Mardohar Hasianna Togatorop, A., Widyasari Darmawan, D., Hidayati, R., Studi Magister Manajemen, P., & Ekonomika dan Bisnis, F. (2024). Transformasi Digital dalam Mencapai Keberlanjutan di Bidang Ekonomi dan

- Keuangan. *Manajemen Business Innovation Conference-MBIC*, 7(11).
- Marin, R. C., Ianculescu, M., Costescu, M., Mocanu, V., Mihăescu, A. G., Fulga, I., & Coman, O. A. (2025). Integrated Medical and Digital Approaches to Enhance Post-Bariatric Surgery Care: A Prototype-Based Evaluation of the NutriMonitCare System in a Controlled Setting. *Nutrients*, 17(15). <https://doi.org/10.3390/nu17152542>
- Melo, R. H., & Rahmadani, N. A. (2022). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Penelitian Geografi (GeoJPG)*, 1(1).
- Muhammad Fikri, & Ahmad Junaidi. (2024). Perubahan Pola Konsumsi Dan Gaya Hidup Masyarakat Indonesia Di Era Digital. *JUPSI Jurnal Pendidikan Sosial Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.62238/jupsi.v2i1.139>
- Ni Ketut Erawati. (2020). Literatur Review: Program Mother Smart Grounding (MSG) Dalam Penanganan Gizi Stunting. *Jurnal Kesehatan Dr. Soebandi*, 8(1). <https://doi.org/10.36858/jkds.v8i1.157>
- Nur'aini, N., Widyadhana, D. R., Bihanda, Y. G., Sari, Y. A., & Maligan, J. M. (2020). Aplikasi Smart Nutrition Box dalam Identifikasi Kehilangan Zat Gizi (Loss of Nutrition) pada Limbah Makanan Kantin. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 8(3). <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.03.09>
- Pratomo, Y. S., & Daenie, M. (2021). Mewujudkan Kebijakan Pembangunan Ketahanan Pangan Di Kota Semarang. *Public Service and Governance Journal*, 2(02). <https://doi.org/10.56444/psgj.v2i02.2281>

- Qudwatullathifah, R. N., Nurhadiansyah, N., Bete, F., & Qudus, N. A. (2025). Development Of Smart Nutrition Gamification Media To Improve Numeracy Literacy In Elementary Schools. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 6(4).
<https://doi.org/10.37478/jpm.v6i4.5920>
- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2).
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2082>
- Ramadhani, K., & Widyaningrum, R. (2022). Buku Ajar Dasar-Dasar Anatomi Dan Fisiologi Tubuh Manusia. In *Uad Press : Pustaka*.
- Yemima, G. T. (2018). Pengaruh Waktu Aging Terhadap Optimalisasi Kadar Air Produk Breadcrumbs PT Charoen Pokphand Indonesia Food Division Unit Salatiga. *Skripsi*, 1(1).
- Zulfan, A., Rintyarna, S., & Nugroho, A. B. (2024). Rancang Bangun Smart Nutrition System pada Teknik Budidaya Hidroponik Kangkung (*Ipomoea* Spp) dan Bayam (*Amaranthus* Spp) Berbasis IoT (Internet of Things). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 6(2).

BIODATA EDITOR



Dr. Nurlena Andalia, S.Pd, M.Pd
Dosen Magister Pendidikan Biologi
Universitas Serambi Mekkah

Dr. Nurlena Andalia, S.Pd, M.Pd dilahirkan di Kp. Baro, Pidie tahun 1985. Sarjana strata satu ditamatkan di Universitas Serambi Mekkah jurusan Pendidikan Biologi, tahun 2009. Strata dua (S2) ditamatkan di Universitas Syiah Kuala Banda Aceh pada tahun 2016 Jurusan Magister Pendidikan Biologi. Strata 3 (S3) ditamatkan di Universitas Syiah Kuala Program Studi Doktor Matematika dan Aplikasi Sains. Saat ini ditugaskan sebagai Dosen di Program Studi Magister Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Serambi Mekkah. Adapun karya ilmiah yang sudah diterbitkan dapat dilihat di google schooler dan juga di Sinta.

https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=nurlena+andalia&oq=n

<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5983712>

BIODATA PENULIS



Dr. Ners. Masyudi, S.Kep., M.Kes
Dosen Pascasarjana
Universitas Serambi Mekkah

Dr. Ners. Masyudi, M.Kes, Dosen pada Prodi Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh. Lahir di Kotafajar Aceh Selatan pada 19 Agustus 1981, menamatkan pendidikan dari SD hingga SMA di Kecamatan Kluet Utara Aceh Selatan. Lulus S1 Keperawatan di Fakultas Keperawatan Universitas Syiahkuala melanjutkan pendidikan S2 di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara pada tahun 2011 sampai dengan 2013 dan Ke jenjang pendidikan Doktor tahun 2019 sampai dengan tahun 2022 dengan Konsentrasi Ilmu Kedokteran pada Prodi DMAS Program Pasca Sarjana Universitas Syiahkuala.

BIODATA PENULIS



Namira Yusuf, SST., M.K.M.

Dosen Kesehatan Masyarakat
Universitas Serambi Mekkah

Namira Yusuf, SST, MKM, dilahirkan di Banda Aceh, 23 Agustus 1990 menempuh Pendidikan DIV Jurusan Kebidanan Politeknik Kesehatan, Kementerian Kesehatan Aceh lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan pada Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Aceh dan lulus pada tahun 2017. Penulis merupakan dosen tetap di Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat Universitas Serambi Mekkah. Penulis juga aktif dalam kegiatan ilmiah dan organisasi keprofesian yaitu Ikatan Bidan Indonesia Provinsi Aceh, Ikatan Konselor Menyusui Indonesia dan Aceh Peduli ASI. Adapun karya ilmiah yang sudah diterbitkan dapat dilihat di google scholar dan juga Sinta. Penulis juga aktif sebagai pakar dalam bidang Kesehatan Masyarakat yakni sebagai TIM Penyusun Rancangan Strategi Komunikasi Perubahan Perilaku Provinsi Aceh dan Technical Assisstant Satgas Stunting Kota Banda Aceh.

BIODATA PENULIS

Cut Juliana, SKM, M.Kes

Dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Serambi

Cut Juliana dilahirkan Nagan Raya, pada bulan Mei 1991. Pendidikannya dibidang kesehatan masyarakat diselesaikan pada Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Teuku Umar Meulaboh (2014) dan kemudian melanjutkan pendidikannya dibidang kesehatan lingkungan pada program studi Magister Kesehatan Lingkungan pada Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang (2017). Penulis merupakan dosen tetap pada Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Serambi Mekkah, dengan bidang keahlian Kesehatan Lingkungan. Saat ini penulis juga mengemban amanah sebagai ketua Satuan Jaminan Mutu Fakultas Kesehatan Masyarakat serta pengelola jurnal *Majalah Kesehatan Masyarakat Aceh (MAKMA)*.

Dalam pengembangan tridarma perguruan tinggi, penulis aktif melaksanakan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Pada tahun 2023, penulis memperoleh Hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Berbagai karya ilmiah hasil penelitian dan pengabdian telah dipublikasikan pada jurnal dan media ilmiah sebagai kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kesehatan lingkungan. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: pocut.zulyana@gmail.com

BIODATA PENULIS

Miftahul Jannah, S.K.M., M.K.M

Dosen Program Studi D3 Fisioterapi Fakultas Vokasi
Universitas Muhammadiyah Aceh

Miftahul Jannah dilahirkan di Aceh Barat pada tahun 1990. Sarjana Strata Satu (S1) ditamatkan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Aceh dengan lulusan peminatan Biostatistik Tahun 2013. Kemudian Strata Dua (S2) ditamatkan di Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Aceh dengan lulusan peminatan Administrasi dan Kebijakan Kesehatan (AKK) Tahun 2017. Penulis merupakan Dosen Tetap pada Program Studi D3 Fisioterapi Fakultas Vokasi Universitas Muhammadiyah Aceh. Dalam pengembangan Tridarma Perguruan Tinggi, penulis aktif melaksanakan Pendidikan, Penelitian, dan Pengabdian kepada Masyarakat. Pada tahun 2018, penulis memperoleh Hibah Penelitian Tesis Magister (PTM) dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Berbagai karya ilmiah hasil penelitian dan pengabdian telah dipublikasikan pada jurnal dan media ilmiah sebagai kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Ilmu Kesehatan Masyarakat. Adapun karya ilmiah yang sudah diterbitkan dapat dilihat di <https://scholar.google.co.id/citations?user=vAoVW-cAAAAJ&hl=id&oi=ao>.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:
miftahul.jannah22@unmuha.ac.id

BIODATA PENULIS



Yuliani Safmila, SKM, M.Si
Dosen FKM
Universitas Serambi Mekkah

Yuliani Safmila, SKM, M.Si lahir di Babah Krueng 06 Agustus 1991. Menyelesaikan sarjana strata satu (S1) di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Serambi Mekkah pada tahun 2014, dan menyelesaikan pendidikan strata dua (S2) di Fakultas Kesehatan Masyarakat Veteriner universitas syiah kuala pada tahun 2016. Saat ini ditugaskan sebagai Dosen di Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Serambi Mekkah. Adapun karya ilmiah yang sudah di terbitkan dapat dilihat di geogle schooler dan Sinta.

https://scholar.google.com/citations?user=8OD_6TsAAAAJ&hl=en

<https://sinta.kemdiktisaintek.go.id/authors/profile/6177422/?view=garuda>