

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC002025059694, 3 Juni 2025

## Pencipta

Nama : **Nui Pawestri, S.Tr.Keb., M.Tr.Keb., Dr. Mia Srimati, S.Gz., MSi. dkk**

Alamat : jati ranggon jati sampurna bekasi, Jatisampurna, Kota Bekasi, Jawa Barat, 17431

Kewarganegaraan : Indonesia

## Pemegang Hak Cipta

Nama : **Nui Pawestri, S.Tr.Keb., M.Tr.Keb., Dr. Mia Srimati, S.Gz., MSi. dkk**

Alamat : jati ranggon jati sampurna bekasi, Jatisampurna, Kota Bekasi, Jawa Barat, 17431

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Bunga Rampai Gizi dan Teknologi**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 3 Juni 2025, di Kota Adm. Jakarta Barat

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor Pencatatan : 000899955

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
u.b  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Agung Damarsasongko,SH.,MH.  
NIP. 196912261994031001

**LAMPIRAN PENCIPTA**

No	Nama	Alamat
1	Nui Pawestri, S.Tr.Keb., M.Tr.Keb.	jati ranggon jati sampurna bekasi Jatisampurna, Kota Bekasi
2	Dr. Mia Srimiati, S.Gz., MSi.	Pondok Bambu Asri Barat 2 no 12 Duren Sawit, Kota Adm. Jakarta Timur
3	Agus Hendra Al Rahmad, SKM., MPH.	Jl. T. Pawang Daud, No. 5, Desa Panteriek Lueng Bata, Kota Banda Aceh
4	Cici Valiani, S.ST., M. Kes.	Jalan Yupiter Selatan V No.04 Buahbatu, Kota Bandung
5	PT Nuansa Fajar Cemerlang	GRAND SLIPI TOWER LT.5 UNIT F Jakarta Barat Pal Merah, Kota Adm. Jakarta Barat

**LAMPIRAN PEMEGANG**

No	Nama	Alamat
1	Nui Pawestri, S.Tr.Keb., M.Tr.Keb.	jati ranggon jati sampurna bekasi Jatisampurna, Kota Bekasi
2	Dr. Mia Srimiati, S.Gz., MSi.	Pondok Bambu Asri Barat 2 no 12 Duren Sawit, Kota Adm. Jakarta Timur
3	Agus Hendra Al Rahmad, SKM., MPH.	Jl. T. Pawang Daud, No. 5, Desa Panteriek Lueng Bata, Kota Banda Aceh
4	Cici Valiani, S.ST., M. Kes.	Jalan Yupiter Selatan V No.04 Buahbatu, Kota Bandung
5	PT Nuansa Fajar Cemerlang	GRAND SLIPI TOWER LT.5 UNIT F Jakarta Barat Pal Merah, Kota Adm. Jakarta Barat





Nuansa  
Fajar  
Cemerlang

# *Bunga Rampai* **GIZI DAN TEKNOLOGI**

Nui Pawestri • Agus Hendra Al Rahmad • Cici Valiani  
Mia Srimiati

Editor: Mia Srimiati



# **BUNGA RAMPAI GIZI DAN TEKNOLOGI**

## **Penulis:**

Nui Pawestri S.Tr.Keb., M.Tr.Keb.  
Agus Hendra Al Rahmad, SKM., MPH.  
Cici Valiani, S.ST., M.Kes.  
Dr. Mia Srimati, SGz, Msi.

## **Editor:**

Dr. Mia Srimati, SGz, Msi.



**Nuansa  
Fajar  
Cemerlang**

## **Bunga Rampai Gizi dan Teknologi**

**Penulis:** Nui Pawestri S.Tr.Keb., M.Tr.Keb.  
Agus Hendra Al Rahmad, SKM., MPH.  
Cici Valiani, S.ST., M.Kes.  
Dr. Mia Srimiati, SGz, Msi.

**Editor:** Dr. Mia Srimiati, SGz, Msi.

**Desain Sampul:** Raden Bhoma Wikantioso Indrawan  
**Tata Letak:** Muhammad Ilham

**ISBN:** 978-634-7219-56-5

**Cetakan Pertama:** Mei 2025

Hak Cipta 2025

---

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

---

**Copyright © 2025**

**by Penerbit PT Nuansa Fajar Cemerlang Jakarta**

*All Right Reserved*

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

website: [www.nuansafajarcemerlang.com](http://www.nuansafajarcemerlang.com)

instagram: @bimbel.optimal

**PENERBIT:**

**PT Nuansa Fajar Cemerlang**

**Grand Slipi Tower, Lantai 5 Unit F**

**Jl. S. Parman Kav 22-24, Palmerah**

**Jakarta Barat, 11480**

**Anggota IKAPI (624/DKI/2022)**



# PRAKATA



Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya buku Bunga Rampai Gizi dan Teknologi. Buku ini hadir sebagai respons atas kebutuhan akan literatur yang relevan dan mutakhir di bidang gizi yang terintegrasi dengan perkembangan teknologi. Dalam dunia yang semakin terdigitalisasi, pendekatan inovatif dalam pemantauan, pengelolaan, serta penyuluhan gizi menjadi sangat penting guna menjawab tantangan kesehatan masyarakat yang kian kompleks. Buku ini disusun oleh para penulis yang kompeten di bidangnya, dengan harapan dapat menjadi referensi akademik sekaligus panduan praktis bagi mahasiswa, tenaga kesehatan, dan profesional gizi.

Setiap bab dalam buku ini mengangkat tema yang saling melengkapi. Bab pertama menyoroti inovasi teknologi dalam pemantauan status gizi, diikuti oleh pembahasan peran aplikasi diet dalam membantu pengelolaan kesehatan individu dan komunitas. Bab ketiga mengeksplorasi pemanfaatan teknologi dalam penyuluhan gizi secara daring, yang menjadi solusi adaptif di era digital. Sementara itu, bab terakhir membahas teknologi pangan dan makanan fungsional sebagai inovasi masa depan yang potensial menjawab tantangan gizi global. Keseluruhan isi buku ini dirancang untuk memberikan wawasan teoritis sekaligus aplikasi praktis dari sinergi antara ilmu gizi dan teknologi.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini, termasuk para penulis, editor, dan reviewer yang telah memberikan masukan berharga. Harapan kami, buku ini tidak hanya menjadi referensi ilmiah, tetapi juga menginspirasi kolaborasi lintas disiplin dalam pengembangan solusi gizi berbasis teknologi di Indonesia. Masukan dan saran dari pembaca akan sangat kami apresiasi untuk penyempurnaan edisi selanjutnya.

**Editor**



# DAFTAR ISI



<b>PRAKATA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>

## **CHAPTER 1 INOVASI TEKNOLOGI DALAM PEMANTAUAN STATUS GIZI ..... 1**

Nui Pawestri S.Tr.Keb., M.Tr.Keb. ....	1
A. Pendahuluan/Prolog .....	1
B. Pentingnya Pemantauan Status Gizi.....	3
C. Keterbatasan Metode Tradisional.....	5
D. Perkembangan Teknologi dalam Pemantauan Gizi .....	8
E. Tantangan Implementasi Teknologi .....	15
F. Rekomendasi untuk Indonesia.....	18
G. Simpulan .....	20
H. Referensi .....	21
I. Glosarium.....	22

## **CHAPTER 2 PERAN APLIKASI DIET DALAM MENGELOLA KESEHATAN DAN GIZI ..... 25**

Agus Hendra Al Rahmad, SKM., MPH.....	25
A. Pendahuluan .....	25
B. Definisi dan Konsep Dasar.....	29
C. Peran Aplikasi Diet dalam Mengelola Kesehatan dan Gizi Masyarakat .....	32
D. Eksplorasi Penggunaan Aplikasi untuk Meningkatkan Layanan Gizi .....	38
E. Perhitungan Kebutuhan Energi dan Protein.....	39
F. Interpretasi Hasil Penilaian Konsumsi Gizi .....	42
G. Kesimpulan.....	44
H. Referensi .....	45
I. Glosarium.....	48

## **CHAPTER 3 PENGGUNAAN TEKNOLOGI UNTUK PENYULUHAN GIZI ONLINE..... 51**

Cici Valiani, S.ST., M.Kes.....	51
A. Pendahuluan/Prolog .....	51
B. Dasar-dasar Penyuluhan Gizi Online .....	53
C. Jenis-jenis Teknologi dalam Penyuluhan Gizi.....	55
D. Implementasi Program Penyuluhan Gizi Online .....	57
E. Tantangan dan Solusi dalam Penyuluhan Gizi Berbasis Teknologi.....	60

F. Simpulan .....	60
G. Referensi .....	61
H. Glosarium.....	62

**CHAPTER 4 TEKNOLOGI PANGAN DAN MAKANAN FUNGSIONAL: INOVASI**

**GIZI MASA DEPAN ..... 65**

Dr. Mia Srimati, SGz, Msi.....	65
A. Pendahuluan .....	65
B. Konsep Dasar Makanan Fungsional.....	67
C. Teknologi Pangan Dalam Pengembangan Pangan Fungsional .....	76
D. Inovasi dan Tren Masa Depan dalam Pangan Fungsional.....	79
E. Potensi Makanan Fungsional untuk Menjawab Tantangan Gizi Masa Depan.....	84
F. Studi Kasus dan Contoh Praktis.....	87
G. Implementasi Teknologi dalam Skala Industri .....	89
H. Simpulan .....	91
I. Penutup .....	93
J. References.....	93
K. Glosarium.....	97

**PROFIL PENULIS ..... 101**



# CHAPTER 1

## INOVASI TEKNOLOGI DALAM PEMANTAUAN STATUS GIZI

Nui Pawestri S.Tr.Keb., M.Tr.Keb.

### A. Pendahuluan/Prolog

Pemantauan status gizi merupakan salah satu aspek penting dalam memastikan kualitas kesehatan individu maupun masyarakat secara keseluruhan. Dalam konteks global, masalah gizi seperti malnutrisi, stunting, wasting, obesitas, dan defisiensi mikronutrien masih menjadi tantangan serius yang memerlukan intervensi cepat dan terintegrasi (WHO, 2023). Di Indonesia sendiri, Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2023 menunjukkan bahwa prevalensi stunting masih di atas angka 21%, yang berarti upaya pemantauan dan intervensi gizi harus lebih ditingkatkan (Kemenkes RI, 2023).

Tradisional, pemantauan status gizi dilakukan melalui pengukuran antropometri seperti tinggi badan, berat badan, lingkar kepala, dan lingkar lengan atas. Namun, metode ini memiliki keterbatasan seperti risiko kesalahan pengukuran, rendahnya akurasi data, serta memerlukan waktu yang lama (Anggraini et al., 2021). Tantangan tersebut semakin kompleks di wilayah terpencil atau daerah dengan akses kesehatan terbatas, yang menyebabkan keterlambatan identifikasi dan penanganan gangguan gizi (Pramono & Handayani, 2022).

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi digital di era revolusi industri 4.0 telah membuka peluang baru dalam bidang pemantauan gizi. Berbagai teknologi inovatif seperti aplikasi mobile, Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), dan teknologi wearable mulai dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan status gizi (Chung et al., 2020). Dengan bantuan teknologi ini, pemantauan gizi dapat dilakukan secara real-time, terintegrasi, dan bersifat individual sehingga mampu mengatasi berbagai keterbatasan metode konvensional (Mosha et al., 2021).

Penggunaan aplikasi berbasis mobile phone misalnya, telah terbukti efektif dalam mempermudah proses pencatatan dan analisis data gizi secara mandiri oleh masyarakat atau tenaga kesehatan. Studi yang dilakukan di beberapa negara berkembang menunjukkan bahwa pemanfaatan aplikasi mobile mampu meningkatkan kualitas pelaporan dan pemantauan status gizi masyarakat, termasuk dalam deteksi dini malnutrisi pada anak-anak (Huda et al., 2022).

Teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI) juga mulai menunjukkan kontribusinya dalam bidang nutrisi. AI mampu melakukan analisis mendalam terhadap data besar (big data) untuk memprediksi pola gizi, menentukan risiko malnutrisi, serta merekomendasikan intervensi berbasis data yang lebih akurat. Menurut Sharma & Singh (2022), penggunaan AI dalam pemantauan gizi meningkatkan ketepatan diagnostik sekaligus mempercepat pengambilan keputusan klinis.

Selain itu, teknologi wearable atau perangkat teknologi yang dikenakan di tubuh, kini berkembang pesat dalam pemantauan status gizi. Perangkat wearable seperti gelang pintar dan sensor biometrik telah memungkinkan pemantauan parameter fisiologis seperti tingkat aktivitas fisik, denyut jantung, pola tidur, hingga pola konsumsi makanan secara otomatis dan real-time (Sun et al., 2023). Hal ini mempermudah tenaga kesehatan dalam melakukan pengawasan berkelanjutan terhadap individu yang memiliki risiko tinggi terhadap gangguan gizi.

Teknologi Internet of Things (IoT) juga memberikan dampak signifikan dengan memungkinkan konektivitas antarperangkat dan sistem kesehatan secara menyeluruh. IoT mampu mengintegrasikan data kesehatan dari berbagai sumber untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi gizi individu maupun populasi secara luas (Nair et al., 2021). Integrasi ini meningkatkan efisiensi dalam pengumpulan, analisis, serta distribusi informasi gizi yang penting untuk pengambilan keputusan kesehatan.

Namun demikian, implementasi teknologi dalam pemantauan gizi tidak terlepas dari berbagai tantangan, seperti isu privasi data, biaya yang tinggi, keterbatasan infrastruktur teknologi, serta kurangnya kompetensi digital di kalangan tenaga kesehatan dan masyarakat umum (Lim et al., 2021). Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi ini memerlukan pendekatan yang komprehensif termasuk edukasi, pelatihan, serta kebijakan regulasi yang tepat agar dapat diterapkan secara optimal dan berkelanjutan.

Beberapa negara telah menunjukkan keberhasilan dalam mengatasi tantangan tersebut melalui kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, industri teknologi, institusi akademik, dan komunitas lokal. Di Jepang misalnya, teknologi digital telah berhasil diintegrasikan secara luas dalam sistem kesehatan masyarakat melalui kebijakan publik yang mendukung investasi dalam teknologi kesehatan digital, termasuk pemantauan gizi berbasis AI dan IoT (Tanaka & Murata, 2022).

Di Indonesia, meskipun beberapa inisiatif inovatif telah dimulai, adopsi teknologi pemantauan gizi secara luas masih membutuhkan strategi yang lebih terarah. Upaya sinergi antara pemerintah, swasta, dan akademisi diperlukan untuk menciptakan ekosistem teknologi kesehatan yang kondusif, sehingga manfaat

teknologi tersebut benar-benar dirasakan oleh masyarakat secara luas (Pramono & Handayani, 2022).

Dengan melihat potensi besar dari inovasi teknologi ini, maka pembahasan dalam bab ini bertujuan untuk mengulas secara detail berbagai bentuk teknologi terkini yang digunakan dalam pemantauan status gizi. Selain itu, bab ini juga akan mengidentifikasi manfaat, tantangan, serta rekomendasi strategis untuk implementasi inovasi teknologi pemantauan gizi yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat Indonesia.

## **B. Pentingnya Pemantauan Status Gizi**

---

Pemantauan status gizi merupakan proses rutin dalam mengamati dan mengevaluasi kondisi gizi seseorang atau kelompok masyarakat secara sistematis. Kegiatan ini melibatkan pengumpulan data antropometri, konsumsi pangan, serta data klinis guna mendapatkan gambaran jelas mengenai status gizi individu maupun populasi. Pentingnya pemantauan ini semakin disadari mengingat masalah gizi masih menjadi tantangan utama kesehatan global, termasuk di Indonesia.

### **1. Identifikasi Dini Masalah Gizi**

Pemantauan status gizi sangat penting karena memungkinkan deteksi dini terhadap berbagai gangguan gizi, seperti malnutrisi, stunting, wasting, obesitas, dan defisiensi mikronutrien. Menurut laporan WHO (2022), identifikasi dini melalui pemantauan rutin sangat krusial dalam mencegah komplikasi kesehatan jangka panjang, terutama pada anak-anak di bawah lima tahun yang berada dalam masa pertumbuhan kritis.

Dengan melakukan pemantauan rutin, tenaga kesehatan dapat segera memberikan intervensi gizi spesifik yang tepat, seperti pemberian makanan tambahan, suplementasi mikronutrien, dan konseling gizi bagi keluarga (Kemenkes RI, 2023). Studi terbaru menunjukkan bahwa intervensi dini dapat memperbaiki pertumbuhan fisik dan perkembangan kognitif anak secara signifikan, yang selanjutnya meningkatkan potensi akademik dan produktivitas di masa depan (Black et al., 2021).

Namun, penelitian terbaru dari Riskesdas Indonesia (2023) mengungkapkan bahwa masih banyak daerah dengan pemantauan status gizi yang kurang optimal, terutama di wilayah terpencil atau pedesaan dengan akses layanan kesehatan yang terbatas. Hal ini menunjukkan urgensi perlunya peningkatan kualitas pemantauan gizi secara merata dan sistematis di seluruh wilayah Indonesia.

Teknologi digital yang berkembang pesat akhir-akhir ini, seperti aplikasi mobile dan IoT, terbukti efektif dalam membantu deteksi dini masalah gizi di

komunitas. Sebuah studi oleh Mosha et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi berbasis ponsel meningkatkan frekuensi dan akurasi pelaporan data status gizi anak di wilayah yang sulit dijangkau oleh tenaga medis.

Dengan demikian, pemantauan status gizi secara rutin dan berbasis teknologi menjadi langkah penting dalam upaya pencegahan serta pengendalian berbagai masalah kesehatan yang timbul akibat gangguan gizi. Pemantauan yang baik tidak hanya bermanfaat bagi individu, namun juga memberikan dampak positif yang signifikan bagi kesehatan populasi secara keseluruhan.

## **2. Pencegahan Penyakit Kronis Tidak Menular (PTM)**

Pemantauan status gizi juga penting karena status gizi yang buruk terbukti meningkatkan risiko berbagai penyakit kronis tidak menular (PTM), seperti diabetes melitus, hipertensi, penyakit jantung, dan stroke. Studi oleh Kim dan Kim (2020) menunjukkan hubungan erat antara obesitas, pola makan tidak sehat, serta kurangnya pemantauan nutrisi dengan peningkatan prevalensi PTM di berbagai negara.

Riset yang dilakukan oleh Setyowati et al. (2022) di Indonesia menemukan bahwa individu dengan obesitas yang tidak terpantau status gizinya memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami gangguan metabolik seperti diabetes tipe 2. Hasil penelitian tersebut menegaskan perlunya pemantauan status gizi secara kontinu, terutama pada populasi berisiko tinggi seperti orang dewasa dengan gaya hidup sedentari.

Pemantauan gizi yang rutin juga penting untuk mengidentifikasi perubahan pola konsumsi yang berpotensi meningkatkan risiko PTM. Sebuah kajian oleh Lim et al. (2021) menyimpulkan bahwa pemantauan pola konsumsi makanan secara rutin dapat memberikan data yang berguna untuk mengembangkan intervensi edukasi pola makan sehat secara lebih tepat dan efektif.

Lebih lanjut, WHO (2023) menekankan bahwa pendekatan preventif melalui pemantauan status gizi dapat secara signifikan menurunkan biaya kesehatan jangka panjang yang ditimbulkan akibat penyakit kronis. Pemantauan secara aktif juga membantu tenaga kesehatan untuk memberikan edukasi yang lebih personal dan spesifik terhadap individu yang berisiko tinggi mengalami PTM.

Oleh karena itu, penerapan pemantauan status gizi yang terintegrasi dalam sistem pelayanan kesehatan menjadi bagian penting dari strategi global dalam mencegah penyakit kronis tidak menular. Hal ini bertujuan agar beban PTM dapat dikendalikan dan kesehatan masyarakat secara keseluruhan dapat meningkat.

## **3. Meningkatkan Produktivitas dan Kualitas Hidup**

Status gizi yang baik memiliki kaitan erat dengan peningkatan produktivitas dan kualitas hidup individu. Menurut laporan FAO (2022), individu dengan status

gizi optimal cenderung memiliki kemampuan fisik, mental, dan emosional yang lebih baik sehingga mampu bekerja secara efektif dan produktif dalam aktivitas sehari-hari.

Penelitian terbaru di Indonesia oleh Pramono dan Handayani (2022) menunjukkan bahwa anak-anak dengan status gizi baik memiliki tingkat prestasi akademik yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang mengalami gangguan gizi seperti stunting atau wasting. Hal ini menegaskan pentingnya pemantauan gizi sejak dini untuk menjamin tumbuh kembang optimal yang mendukung pencapaian pendidikan yang lebih baik.

Selain itu, studi oleh Lee dan Kang (2021) menunjukkan bahwa pemantauan status gizi yang rutin membantu memperbaiki kualitas hidup lansia dengan menjaga kondisi fisik dan mental mereka agar tetap prima. Lansia dengan gizi baik terbukti memiliki angka harapan hidup lebih tinggi serta kualitas hidup yang lebih baik dibandingkan lansia dengan malnutrisi.

Pemantauan gizi juga berperan dalam menjaga kesehatan mental. Studi oleh Tangney dan Scarmeas (2020) menemukan bahwa pola makan sehat yang dipantau dengan baik berkaitan erat dengan penurunan risiko depresi dan gangguan kecemasan, yang secara langsung memengaruhi produktivitas kerja dan kualitas hidup secara keseluruhan.

Dengan demikian, jelas bahwa pemantauan status gizi tidak hanya berdampak pada kesehatan fisik semata, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kesehatan mental, produktivitas, dan kualitas hidup secara keseluruhan. Oleh karenanya, pemantauan gizi harus menjadi prioritas dalam agenda kesehatan publik nasional dan internasional.

## **C. Keterbatasan Metode Tradisional**

---

### **1. Risiko Kesalahan Pengukuran (Measurement Error)**

Metode tradisional dalam pemantauan gizi, seperti pengukuran antropometri manual (tinggi badan, berat badan, lingkaran kepala dan lingkaran lengan atas), rentan terhadap berbagai kesalahan pengukuran. Penelitian yang dilakukan oleh Anggraini et al. (2021) menunjukkan bahwa ketelitian pengukuran manual sangat tergantung pada kompetensi tenaga pengukur, jenis alat ukur yang digunakan, serta kondisi lingkungan selama pengukuran dilakukan. Kesalahan kecil dalam pengukuran dapat menyebabkan hasil pemantauan yang kurang akurat, bahkan berakibat pada kesalahan dalam penentuan diagnosis status gizi.

Menurut studi oleh Hossain dan Ahmed (2020), kesalahan pengukuran antropometri manual di negara berkembang seringkali terjadi akibat kurangnya

pelatihan terstandar bagi tenaga kesehatan di lapangan. Hal ini menyebabkan variasi hasil pengukuran antar tenaga kesehatan yang berbeda, sehingga data menjadi tidak konsisten dan tidak reliabel untuk digunakan dalam analisis lanjutan.

Lebih lanjut, WHO (2022) menyatakan bahwa kesalahan dalam pengukuran antropometri juga dapat dipengaruhi oleh alat ukur yang tidak dikalibrasi secara berkala. Masalah ini lebih sering terjadi di daerah terpencil atau pedesaan, di mana akses terhadap fasilitas kesehatan dan peralatan yang memadai sangat terbatas, sehingga semakin memperbesar peluang kesalahan pengukuran.

Secara klinis, kesalahan dalam pengukuran tersebut berisiko mengakibatkan keterlambatan intervensi nutrisi pada anak-anak yang mengalami malnutrisi. Sebuah studi terbaru oleh Kemenkes RI (2023) menemukan bahwa keterlambatan intervensi gizi pada anak-anak sering terjadi akibat data antropometri yang tidak akurat atau tidak diverifikasi ulang dengan baik di lapangan.

Dengan demikian, ketidakakuratan yang timbul dari metode tradisional pengukuran manual ini menegaskan perlunya metode yang lebih valid dan reliabel, termasuk pemanfaatan teknologi modern dalam pemantauan status gizi agar hasil yang diperoleh lebih presisi dan konsisten.

## **2. Konsumsi Waktu yang Lama (Time-Consuming)**

Metode tradisional dalam pemantauan gizi dikenal memerlukan waktu yang cukup lama dalam pelaksanaannya. Penelitian oleh Dasgupta et al. (2020) menemukan bahwa pengukuran antropometri manual di fasilitas kesehatan maupun lapangan seringkali membutuhkan banyak waktu, terutama jika dilakukan pada populasi yang besar atau di daerah dengan akses terbatas. Kondisi ini berdampak pada efisiensi dan ketepatan waktu dalam mendeteksi serta mengatasi gangguan gizi secara dini.

Studi terbaru dari Mosha et al. (2021) mengungkapkan bahwa proses pencatatan manual serta pengolahan data gizi secara konvensional memerlukan lebih banyak tenaga kerja dan waktu, dibandingkan dengan metode pemantauan berbasis teknologi digital. Dampaknya, proses intervensi atau kebijakan yang didasarkan pada hasil pemantauan ini menjadi lambat, sehingga tidak optimal dalam menanggulangi masalah gizi secara cepat dan tepat.

Selain itu, menurut laporan Risesdas Indonesia (2023), lamanya waktu pemantauan dengan metode tradisional ini menjadi hambatan besar, terutama dalam kondisi bencana atau situasi darurat di mana diperlukan tindakan cepat untuk mengidentifikasi kelompok yang membutuhkan bantuan gizi segera. Metode tradisional menjadi kurang efektif dan responsif dalam kondisi-kondisi kritis tersebut.

Waktu yang panjang dalam proses pemantauan juga berdampak negatif pada tingkat partisipasi masyarakat. Sebuah studi oleh Lim et al. (2021) menemukan bahwa masyarakat cenderung kurang antusias mengikuti pemantauan gizi rutin apabila prosesnya terlalu lama, kompleks, dan kurang praktis. Hal ini menyebabkan menurunnya cakupan pemantauan gizi secara keseluruhan.

Oleh karena itu, kebutuhan akan metode pemantauan yang lebih efisien dan cepat, seperti aplikasi digital atau teknologi wearable, menjadi penting untuk meningkatkan kecepatan, efisiensi, dan cakupan pemantauan status gizi di masyarakat secara lebih luas dan efektif.

### **3. Akses Terbatas di Daerah Terpencil (Limited Accessibility)**

Keterbatasan utama dari metode tradisional adalah sulitnya menjangkau wilayah terpencil yang minim fasilitas kesehatan serta infrastruktur transportasi yang buruk. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pramono dan Handayani (2022), pemantauan gizi secara konvensional di daerah terpencil di Indonesia mengalami banyak kendala, seperti keterbatasan alat ukur, jumlah tenaga kesehatan yang tidak mencukupi, dan kesulitan akses lokasi.

Hasil studi WHO (2022) juga menunjukkan bahwa keterbatasan akses ke wilayah pedesaan dan terpencil merupakan salah satu penyebab utama rendahnya cakupan pemantauan status gizi di negara berkembang. Akibatnya, populasi di daerah ini berisiko tinggi mengalami gangguan gizi yang tidak terdeteksi sejak awal, seperti kasus stunting yang cukup tinggi di daerah-daerah terpencil di Indonesia.

Selain itu, kondisi geografis yang sulit ditempuh sering kali menyebabkan tim kesehatan harus menunda atau bahkan membatalkan kunjungan ke lokasi pemantauan gizi. Studi oleh Huda et al. (2022) menemukan bahwa keterbatasan akses ini secara langsung berhubungan dengan tingginya angka kekurangan gizi yang tidak tertangani di daerah terpencil.

Dampak dari sulitnya akses tersebut adalah meningkatnya kesenjangan kesehatan antara daerah perkotaan dan pedesaan. Sebuah laporan dari Kementerian Kesehatan RI (2023) menunjukkan bahwa perbedaan status gizi antara penduduk perkotaan dan pedesaan masih cukup signifikan, disebabkan oleh keterbatasan akses pemantauan dan intervensi gizi yang tepat waktu.

Solusi alternatif seperti teknologi digital berbasis mobile atau teknologi wearable telah mulai direkomendasikan oleh berbagai penelitian, seperti Mosha et al. (2021), sebagai metode yang dapat mengatasi kendala geografis tersebut dengan memberikan akses pemantauan jarak jauh yang lebih efektif dan efisien.

## **D. Perkembangan Teknologi dalam Pemantauan Gizi**

---

### **1. Penggunaan Aplikasi Mobile dalam Pemantauan Status Gizi**

#### **a. Konsep dan Implementasi Aplikasi Mobile dalam Pemantauan Gizi**

Aplikasi mobile dalam bidang pemantauan gizi merupakan perangkat lunak berbasis smartphone yang dirancang khusus untuk memudahkan pengguna dalam mengumpulkan, mencatat, dan mengelola data terkait status gizi. Aplikasi ini biasanya menyediakan fitur seperti pencatatan antropometri (berat badan, tinggi badan, lingkar lengan atas), pemantauan konsumsi makanan sehari-hari, hingga memberikan rekomendasi nutrisi secara personal (Mosha et al., 2021). Pengguna aplikasi tidak hanya petugas kesehatan, tetapi juga masyarakat umum seperti ibu hamil, ibu dengan balita, serta lansia, yang secara aktif terlibat dalam pemantauan gizi secara mandiri.

Menurut studi terbaru oleh Huda et al. (2022), implementasi aplikasi mobile terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi pelaporan data kesehatan dan gizi, khususnya di negara-negara berkembang. Aplikasi ini memungkinkan data terkumpul secara real-time dan langsung terhubung dengan fasilitas kesehatan, sehingga tenaga medis bisa memonitor kondisi pasien atau kelompok sasaran tanpa harus melakukan kunjungan fisik rutin. Ini menjadi solusi praktis di daerah dengan akses geografis sulit atau tenaga kesehatan terbatas.

#### **b. Keunggulan Penggunaan Aplikasi Mobile dalam Pemantauan Status Gizi**

Salah satu keunggulan utama aplikasi mobile adalah kemudahan aksesibilitas dan penggunaannya yang praktis. Menurut Setiawan et al. (2023), aplikasi mobile umumnya dirancang dengan antarmuka yang user-friendly, sehingga pengguna dari berbagai latar belakang usia dan pendidikan bisa menggunakannya secara mudah. Selain itu, aplikasi ini umumnya memiliki fitur interaktif, seperti grafik perkembangan status gizi, notifikasi pengingat pencatatan data, serta rekomendasi pola makan sehat yang disesuaikan dengan kebutuhan personal.

Selain kemudahan akses, aplikasi mobile juga memberikan keuntungan berupa akurasi data yang lebih baik dibandingkan metode manual. Lim et al. (2021) menyebutkan bahwa pencatatan digital melalui aplikasi meminimalkan risiko kesalahan pencatatan dan perhitungan yang sering terjadi dalam pencatatan manual. Data yang dikumpulkan dapat langsung tersimpan secara aman di cloud, sehingga analisis lebih lanjut oleh tenaga kesehatan bisa dilakukan dengan cepat dan akurat.

#### **c. Efektivitas Aplikasi Mobile dalam Menangani Masalah Gizi**

Studi terbaru menunjukkan bahwa aplikasi mobile sangat efektif dalam membantu menurunkan angka prevalensi malnutrisi, khususnya stunting dan wasting, di komunitas. Sebuah penelitian di Indonesia oleh Setiawan et al. (2023) menemukan bahwa penggunaan aplikasi mobile secara konsisten membantu tenaga kesehatan mendeteksi lebih dini kasus stunting pada anak balita, yang selanjutnya memudahkan intervensi nutrisi segera.

Selain itu, penelitian lain dari Mosha et al. (2021) menunjukkan bahwa aplikasi mobile secara signifikan meningkatkan kepatuhan ibu hamil terhadap rekomendasi nutrisi selama kehamilan, yang berdampak positif terhadap penurunan risiko bayi lahir dengan berat badan rendah (BBLR). Kemampuan aplikasi untuk memberikan edukasi nutrisi secara interaktif dan kontinu merupakan salah satu faktor utama yang mendukung efektivitas tersebut.

d. Tantangan dalam Implementasi Aplikasi Mobile dalam Pemantauan Gizi

Meski memiliki banyak manfaat, penerapan aplikasi mobile untuk pemantauan gizi tidak terlepas dari tantangan. Menurut Lim et al. (2021), tantangan utama adalah masih rendahnya literasi digital pada sebagian masyarakat, terutama di daerah pedesaan atau terpencil. Banyak pengguna yang belum terbiasa dengan penggunaan teknologi digital, sehingga mereka merasa kesulitan menggunakan aplikasi secara optimal.

Selain itu, keterbatasan infrastruktur internet di beberapa wilayah masih menjadi hambatan utama dalam mengimplementasikan aplikasi mobile secara merata. Studi oleh Kemenkes RI (2023) menunjukkan bahwa cakupan internet yang belum menyeluruh menyebabkan aplikasi mobile belum bisa dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat yang tinggal di daerah terpencil, padahal mereka adalah kelompok paling membutuhkan pemantauan gizi.

e. Strategi Optimalisasi Aplikasi Mobile dalam Pemantauan Gizi

Untuk memaksimalkan manfaat aplikasi mobile dalam pemantauan status gizi, diperlukan beberapa strategi utama. Pertama, peningkatan literasi digital melalui pelatihan intensif bagi tenaga kesehatan dan masyarakat umum tentang cara penggunaan aplikasi secara efektif. Menurut laporan WHO (2022), pelatihan ini penting agar masyarakat mampu memanfaatkan fitur aplikasi secara optimal untuk pemantauan gizi sehari-hari.

Strategi kedua adalah pengembangan infrastruktur internet yang merata hingga ke daerah terpencil. Pemerintah dan pemangku kepentingan terkait perlu memastikan bahwa akses internet yang stabil tersedia secara merata sehingga aplikasi mobile dapat digunakan secara luas tanpa kendala aksesibilitas (Kemenkes RI, 2023).

Strategi ketiga adalah integrasi aplikasi mobile dengan sistem kesehatan nasional. Dengan integrasi ini, data dari aplikasi mobile bisa langsung diakses oleh fasilitas kesehatan secara real-time, memungkinkan respons cepat dari tenaga medis terhadap kasus gizi buruk yang terdeteksi. Studi Mosha et al. (2021) menegaskan bahwa integrasi ini penting untuk memastikan kesinambungan pemantauan gizi antara masyarakat dan layanan kesehatan formal.

## **2. Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam Pemantauan Gizi**

### **a. Konsep Dasar dan Implementasi AI dalam Pemantauan Gizi**

Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI) merupakan cabang teknologi yang memanfaatkan algoritma komputer canggih untuk mensimulasikan kecerdasan manusia dalam menganalisis data kompleks. Dalam konteks pemantauan gizi, AI mampu menganalisis data kesehatan secara real-time untuk mengidentifikasi pola konsumsi makanan, mendeteksi risiko malnutrisi, dan memberikan prediksi terkait kondisi gizi masa depan (Sharma & Singh, 2022). Dengan AI, tenaga kesehatan bisa memperoleh informasi berbasis data yang akurat, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat.

Penelitian terbaru oleh Wang et al. (2021) memperlihatkan bagaimana algoritma AI berhasil digunakan dalam mengklasifikasikan status gizi anak secara akurat berdasarkan kombinasi data antropometri, pola konsumsi makanan, serta riwayat kesehatan. AI tidak hanya membantu dalam proses identifikasi kasus malnutrisi yang sudah terjadi, tetapi juga mampu mendeteksi dini potensi munculnya gangguan gizi pada individu tertentu.

Dalam implementasi klinis, AI dapat diintegrasikan dengan sistem informasi kesehatan elektronik yang sudah ada di fasilitas kesehatan. Chung et al. (2020) menjelaskan bahwa penerapan AI membantu tenaga medis dalam menyusun rencana intervensi nutrisi secara individual, berdasarkan analisis mendalam dari data pasien secara real-time. Hal ini membawa perubahan signifikan dalam metode pemantauan gizi yang sebelumnya sangat tergantung pada analisis manual dan subjektivitas tenaga medis.

### **b. Keunggulan Penggunaan AI dalam Pemantauan Status Gizi**

Salah satu keunggulan utama AI dalam pemantauan gizi adalah kemampuannya dalam mengolah data dalam jumlah besar (big data) secara cepat dan akurat. Studi oleh Sharma & Singh (2022) menekankan bahwa AI memungkinkan analisis data yang kompleks dalam waktu singkat, sesuatu yang hampir tidak mungkin dicapai dengan pendekatan konvensional. Ini

penting untuk intervensi gizi yang tepat waktu, terutama dalam kondisi darurat atau epidemi gizi buruk.

AI juga memiliki keunggulan dalam kemampuan prediktif, yang mampu mengidentifikasi risiko terjadinya gangguan gizi di masa mendatang berdasarkan pola konsumsi saat ini. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Wang et al. (2021) menunjukkan bahwa kemampuan prediktif AI ini sangat efektif dalam mencegah terjadinya malnutrisi, karena intervensi bisa dilakukan sebelum kondisi klinis terjadi atau menjadi parah.

Selain itu, AI mampu memberikan rekomendasi personal yang sangat spesifik untuk setiap individu. Chung et al. (2020) menemukan bahwa AI membantu tenaga kesehatan dalam menentukan intervensi yang lebih tepat sasaran, menyesuaikan dengan kondisi spesifik masing-masing pasien seperti usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas fisik, dan riwayat kesehatan.

#### c. Efektivitas AI dalam Menangani Masalah Gizi

Studi terbaru menunjukkan bahwa AI efektif dalam menangani berbagai permasalahan gizi yang kompleks, seperti obesitas, stunting, dan wasting. Dalam penelitian di China oleh Wang et al. (2021), algoritma AI berhasil secara signifikan meningkatkan ketepatan diagnosis status gizi anak-anak dibandingkan metode tradisional. Dengan diagnosis yang lebih akurat, intervensi yang diberikan pun menjadi lebih efektif.

AI juga membantu meningkatkan efisiensi layanan gizi di fasilitas kesehatan. Menurut laporan WHO (2022), fasilitas kesehatan yang menggunakan teknologi AI mampu mempercepat proses skrining gizi dan intervensi nutrisi, sehingga lebih banyak pasien dapat ditangani dengan baik dalam waktu yang relatif singkat. Ini sangat penting dalam kondisi terbatasnya jumlah tenaga kesehatan, terutama di negara berkembang seperti Indonesia.

Selain itu, Sharma & Singh (2022) menemukan bahwa AI mampu meningkatkan kepatuhan pasien terhadap program nutrisi. Dengan AI, pasien mendapatkan umpan balik langsung tentang kemajuannya, serta rekomendasi yang jelas dan personal tentang pola makan sehat, sehingga motivasi dan kepatuhan mereka terhadap intervensi gizi meningkat secara signifikan.

#### d. Tantangan Implementasi AI dalam Pemantauan Gizi

Meski AI menjanjikan banyak keuntungan, implementasi teknologi ini tidak terlepas dari tantangan. Tantangan utama yang dihadapi adalah kualitas data yang digunakan dalam algoritma AI. Menurut WHO (2022), kualitas data yang rendah dapat mengurangi akurasi hasil analisis AI, sehingga diperlukan

sistem pengumpulan data yang terstandar dan terjamin kualitasnya untuk mendukung penggunaan AI secara optimal.

Tantangan lainnya adalah keterbatasan infrastruktur teknologi, terutama di daerah pedesaan atau terpencil. Laporan Kemenkes RI (2023) mengidentifikasi bahwa rendahnya akses terhadap jaringan internet dan teknologi komputer di daerah terpencil masih menjadi kendala utama dalam implementasi AI secara merata. Hal ini berpotensi memperbesar kesenjangan layanan kesehatan antara wilayah perkotaan dan pedesaan.

Selain itu, masalah privasi dan keamanan data juga menjadi tantangan penting dalam penerapan AI. Menurut Lim et al. (2021), masyarakat sering merasa khawatir terhadap risiko kebocoran data pribadi ketika data kesehatan mereka dianalisis oleh sistem berbasis AI. Oleh karenanya, aspek keamanan data perlu mendapat perhatian khusus dalam proses implementasi AI.

#### e. Strategi Optimalisasi Implementasi AI dalam Pemantauan Gizi

Untuk mengatasi tantangan tersebut dan mengoptimalkan implementasi AI dalam pemantauan gizi, beberapa strategi perlu diterapkan. Pertama, perlu ada investasi dalam pengembangan infrastruktur digital, terutama di daerah terpencil, untuk memastikan bahwa semua wilayah bisa mengakses manfaat teknologi AI secara merata (Kemenkes RI, 2023).

Strategi kedua adalah meningkatkan kualitas data melalui pelatihan intensif bagi tenaga kesehatan dalam pengumpulan data gizi yang akurat dan konsisten. WHO (2022) merekomendasikan bahwa pelatihan tersebut harus mencakup metode pencatatan data, pengelolaan basis data digital, dan penggunaan alat ukur yang terstandarisasi.

Ketiga, diperlukan pengembangan kebijakan yang kuat tentang privasi dan keamanan data pengguna. Lim et al. (2021) menyatakan bahwa regulasi yang jelas mengenai perlindungan data kesehatan merupakan kunci untuk meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap penggunaan teknologi AI.

Keempat, edukasi masyarakat mengenai manfaat AI dalam pemantauan gizi juga perlu ditingkatkan. Sharma & Singh (2022) menyarankan agar kampanye edukasi publik dilakukan secara berkala untuk meningkatkan pemahaman dan penerimaan masyarakat terhadap teknologi baru ini.

Dengan menerapkan strategi ini secara menyeluruh dan terintegrasi, implementasi AI dalam pemantauan gizi akan mampu meningkatkan kualitas layanan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat secara luas.

### **3. Teknologi Wearable dalam Pemantauan Status Gizi**

#### a. Konsep Dasar Teknologi Wearable dalam Pemantauan Gizi

Teknologi wearable merupakan perangkat elektronik yang dikenakan langsung pada tubuh manusia, umumnya berbentuk gelang pintar (smartband), jam tangan pintar (smartwatch), atau sensor biometrik yang terhubung dengan aplikasi digital. Dalam konteks pemantauan status gizi, perangkat ini digunakan untuk mengukur dan memonitor secara otomatis berbagai parameter kesehatan seperti aktivitas fisik, pola makan, konsumsi kalori, denyut jantung, serta kualitas tidur yang secara signifikan mempengaruhi status gizi seseorang (Sun et al., 2023).

Menurut studi oleh Tang et al. (2022), perangkat wearable mampu mengumpulkan data secara real-time dengan akurasi tinggi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis oleh tenaga kesehatan atau aplikasi pendukung untuk memberikan rekomendasi nutrisi atau intervensi kesehatan yang disesuaikan secara personal dengan kondisi pengguna.

Lebih lanjut, Kim et al. (2021) menyatakan bahwa teknologi wearable tidak hanya digunakan untuk deteksi status gizi saat ini, tetapi juga efektif untuk pemantauan berkelanjutan, sehingga memungkinkan intervensi cepat jika terjadi perubahan status gizi yang tidak diinginkan seperti obesitas atau malnutrisi.

#### b. Keunggulan Penggunaan Teknologi Wearable dalam Pemantauan Status Gizi

Keunggulan utama teknologi wearable adalah kemampuannya dalam memberikan data secara real-time dan kontinu. Studi terbaru oleh Sun et al. (2023) menunjukkan bahwa data yang dikumpulkan perangkat wearable seperti detak jantung, jumlah langkah, aktivitas fisik, dan pola tidur, sangat berguna dalam memberikan gambaran holistik tentang kebiasaan sehari-hari yang berpengaruh langsung terhadap status gizi pengguna.

Selain itu, penggunaan perangkat wearable meningkatkan keterlibatan aktif pengguna dalam menjaga status gizi mereka. Kim et al. (2021) menemukan bahwa pengguna perangkat wearable cenderung lebih disiplin dalam menjalankan pola makan sehat dan aktivitas fisik, karena adanya umpan balik langsung berupa notifikasi atau saran dari perangkat yang mereka gunakan.

Menurut penelitian oleh Tang et al. (2022), perangkat wearable juga efektif dalam meningkatkan motivasi pengguna untuk mencapai target kesehatan pribadi. Fitur seperti pencatatan kalori, langkah harian, dan aktivitas fisik yang ditampilkan secara visual membantu pengguna untuk tetap termotivasi dan konsisten dalam menerapkan pola hidup sehat.

#### c. Efektivitas Teknologi Wearable dalam Menangani Masalah Gizi

Teknologi wearable terbukti efektif dalam mengatasi berbagai permasalahan gizi, terutama obesitas dan malnutrisi. Studi oleh Tang et al. (2022) menunjukkan bahwa perangkat wearable secara signifikan membantu pasien obesitas dalam mencapai target penurunan berat badan dengan cara memonitor pola makan dan aktivitas fisik secara detail dan real-time, yang kemudian menjadi dasar intervensi nutrisi secara individual.

Kim et al. (2021) juga menemukan bahwa penggunaan perangkat wearable meningkatkan tingkat kepatuhan pasien terhadap program gizi yang direkomendasikan oleh tenaga medis. Pasien yang menggunakan teknologi ini menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pengelolaan berat badan serta perbaikan parameter kesehatan secara keseluruhan dibandingkan pasien yang tidak menggunakan perangkat tersebut.

Sementara itu, sebuah laporan dari WHO (2022) menyebutkan bahwa perangkat wearable memiliki potensi besar dalam mencegah kondisi malnutrisi kronis seperti wasting dan stunting, karena mampu memberikan peringatan dini kepada tenaga kesehatan mengenai perubahan status gizi yang memerlukan intervensi cepat.

d. Tantangan dalam Implementasi Teknologi Wearable untuk Pemantauan Gizi

Walaupun menawarkan banyak manfaat, implementasi teknologi wearable tidak lepas dari sejumlah tantangan. Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah tingginya biaya perangkat, terutama bagi masyarakat di negara berkembang yang memiliki keterbatasan ekonomi (Lim et al., 2021). Harga yang relatif mahal menyebabkan perangkat ini belum dapat digunakan secara luas oleh semua kalangan masyarakat.

Selain biaya, literasi teknologi yang rendah juga menjadi kendala serius dalam adopsi perangkat wearable. Menurut laporan Kemenkes RI (2023), banyak masyarakat terutama di daerah pedesaan yang belum terbiasa dengan teknologi digital, sehingga mereka menghadapi kesulitan dalam mengoperasikan dan memanfaatkan perangkat wearable secara maksimal untuk pemantauan gizi.

Masalah privasi dan keamanan data pengguna juga menjadi perhatian penting dalam implementasi teknologi wearable. Penelitian oleh Lim et al. (2021) menyebutkan bahwa kekhawatiran masyarakat terhadap kemungkinan kebocoran atau penyalahgunaan data pribadi merupakan tantangan tersendiri yang harus diselesaikan sebelum teknologi ini bisa diterapkan secara luas.

e. Strategi Optimalisasi Implementasi Teknologi Wearable dalam Pemantauan Gizi

Untuk mengatasi berbagai tantangan tersebut, beberapa strategi perlu diterapkan. Strategi pertama adalah memberikan subsidi atau program pendanaan khusus bagi masyarakat kurang mampu agar bisa mengakses perangkat wearable dengan biaya terjangkau. Pemerintah dan lembaga kesehatan dapat bekerja sama untuk memastikan aksesibilitas perangkat ini secara lebih merata (Kemenkes RI, 2023).

Kedua, peningkatan literasi digital melalui edukasi intensif kepada masyarakat umum dan tenaga kesehatan menjadi sangat penting. Program pelatihan ini perlu mencakup penggunaan, manfaat, serta pemeliharaan perangkat wearable sehingga masyarakat bisa memanfaatkannya secara maksimal (WHO, 2022).

Ketiga, penguatan regulasi perlindungan data pengguna juga sangat diperlukan. Menurut Lim et al. (2021), regulasi ketat terkait privasi data perlu diterapkan untuk meningkatkan rasa aman masyarakat saat menggunakan perangkat wearable, sehingga mereka merasa nyaman dan percaya dalam membagikan data kesehatan mereka.

Strategi keempat adalah integrasi teknologi wearable dengan sistem layanan kesehatan nasional. Integrasi ini memungkinkan data yang dikumpulkan dari perangkat wearable langsung terhubung dengan pusat layanan kesehatan, sehingga tenaga kesehatan dapat memberikan intervensi nutrisi secara real-time berdasarkan data akurat yang didapat dari pengguna (Sun et al., 2023).

Dengan menerapkan strategi ini secara menyeluruh, implementasi teknologi wearable dalam pemantauan status gizi akan mampu memberikan manfaat maksimal, memperbaiki kualitas layanan kesehatan, dan meningkatkan status gizi masyarakat secara luas.

## **E. Tantangan Implementasi Teknologi**

---

### **1. Infrastruktur Teknologi dan Keterbatasan Akses Internet**

Salah satu tantangan utama dalam implementasi teknologi untuk pemantauan status gizi adalah keterbatasan infrastruktur teknologi, terutama jaringan internet di daerah terpencil dan pedesaan. Menurut studi Lim et al. (2021), akses internet yang terbatas menyebabkan pemanfaatan teknologi digital seperti aplikasi mobile, AI, dan teknologi wearable menjadi kurang maksimal, terutama di negara berkembang seperti Indonesia.

Riset yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan RI (2023) juga menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah pedesaan masih memiliki kualitas

jaringan internet yang rendah. Hal ini berdampak pada terhambatnya pengiriman data secara real-time, yang merupakan keunggulan utama teknologi digital dalam pemantauan gizi. Keterlambatan ini akhirnya mempengaruhi kecepatan pengambilan keputusan oleh tenaga kesehatan dalam melakukan intervensi.

Selain itu, WHO (2022) menegaskan bahwa infrastruktur yang buruk di daerah terpencil bukan hanya menghambat komunikasi data, namun juga mengurangi efektivitas implementasi teknologi dalam layanan kesehatan secara keseluruhan. Akibatnya, kesenjangan kualitas layanan kesehatan antara wilayah perkotaan dan pedesaan semakin melebar.

Menurut Huda et al. (2022), permasalahan ini bisa diatasi dengan meningkatkan investasi pemerintah dalam pembangunan infrastruktur digital di daerah terpencil. Langkah ini tidak hanya akan mendukung implementasi teknologi pemantauan gizi, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan layanan kesehatan secara lebih luas.

Oleh karena itu, penyediaan infrastruktur teknologi yang memadai merupakan prasyarat utama bagi suksesnya penerapan teknologi dalam pemantauan status gizi di berbagai wilayah, khususnya daerah-daerah yang sulit dijangkau.

## **2. Literasi Digital yang Rendah pada Masyarakat**

Literasi digital yang rendah di kalangan masyarakat menjadi hambatan serius dalam implementasi teknologi untuk pemantauan gizi. Menurut Lim et al. (2021), sebagian besar masyarakat, terutama di wilayah pedesaan, belum memiliki keterampilan memadai dalam menggunakan teknologi digital seperti aplikasi mobile atau perangkat wearable, sehingga pemanfaatan teknologi ini tidak optimal.

Studi terbaru dari Mosha et al. (2021) menemukan bahwa rendahnya literasi digital menyebabkan banyak pengguna mengalami kesulitan dalam mengoperasikan aplikasi kesehatan atau teknologi wearable. Akibatnya, manfaat teknologi tersebut menjadi tidak optimal, dan tujuan utama dari pemantauan status gizi berbasis teknologi tidak tercapai sepenuhnya.

Kementerian Kesehatan RI (2023) juga mencatat bahwa kurangnya pelatihan serta edukasi mengenai penggunaan teknologi kesehatan di tingkat komunitas menyebabkan tingginya resistensi masyarakat dalam mengadopsi teknologi baru. Situasi ini menjadi kendala serius bagi program-program kesehatan berbasis digital yang dirancang pemerintah.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pendekatan edukasi yang sistematis dan intensif mengenai penggunaan teknologi kesehatan. Penelitian Setiawan et al. (2023) merekomendasikan agar pelatihan literasi digital bagi

masyarakat dan tenaga kesehatan diberikan secara rutin dan terintegrasi dalam berbagai program kesehatan masyarakat.

Dengan peningkatan literasi digital, masyarakat akan lebih mudah menerima dan memanfaatkan teknologi kesehatan, termasuk untuk pemantauan gizi. Hal ini tentunya akan berdampak positif pada kualitas kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

### **3. Isu Privasi dan Keamanan Data Pengguna**

Privasi dan keamanan data merupakan tantangan penting dalam implementasi teknologi untuk pemantauan gizi. Lim et al. (2021) menunjukkan bahwa kekhawatiran terhadap risiko kebocoran data pribadi menjadi alasan utama sebagian masyarakat enggan menggunakan aplikasi atau perangkat wearable yang mengharuskan mereka berbagi data kesehatan pribadi.

Studi WHO (2022) juga menegaskan bahwa keamanan data menjadi tantangan global dalam pemanfaatan teknologi digital dalam bidang kesehatan. Risiko penyalahgunaan data pribadi oleh pihak yang tidak bertanggung jawab sangat tinggi apabila tidak dilindungi oleh regulasi yang kuat dan mekanisme perlindungan data yang memadai.

Lebih lanjut, penelitian oleh Sharma dan Singh (2022) menemukan bahwa sebagian besar aplikasi dan perangkat wearable yang tersedia di pasaran belum sepenuhnya menerapkan standar keamanan data yang ketat. Hal ini menyebabkan data pengguna berisiko tinggi untuk diakses tanpa izin atau bahkan disalahgunakan.

Oleh karenanya, penting bagi pemerintah dan lembaga pengembang teknologi untuk menerapkan regulasi perlindungan data yang jelas dan ketat. Menurut Kementerian Kesehatan RI (2023), regulasi ini harus mencakup perlindungan data pengguna, tata kelola data, serta mekanisme hukum apabila terjadi pelanggaran keamanan data.

Dengan adanya regulasi yang kuat, rasa percaya masyarakat terhadap teknologi kesehatan akan meningkat. Ini sangat penting agar implementasi teknologi dalam pemantauan gizi dapat berjalan lancar dan efektif di masyarakat.

### **4. Biaya Implementasi Teknologi yang Tinggi**

Implementasi teknologi canggih seperti AI, aplikasi mobile, dan perangkat wearable untuk pemantauan gizi memerlukan biaya yang relatif tinggi. Menurut Sun et al. (2023), tingginya biaya ini menyebabkan teknologi tersebut sulit dijangkau oleh sebagian besar masyarakat di negara berkembang, khususnya masyarakat ekonomi rendah di pedesaan.

Penelitian oleh Tang et al. (2022) menyebutkan bahwa walaupun perangkat wearable memiliki efektivitas tinggi dalam pemantauan gizi, biaya perolehan

perangkat tersebut masih tinggi, sehingga adopsinya di kalangan masyarakat umum terbatas. Hal ini memperbesar kesenjangan dalam akses terhadap layanan kesehatan berbasis teknologi.

WHO (2022) juga mengidentifikasi bahwa tingginya biaya pengadaan teknologi dan perangkat pendukung lainnya seperti server, jaringan internet stabil, serta pemeliharaan sistem digital, menjadi tantangan serius bagi pemerintah dan lembaga kesehatan di negara berkembang.

Untuk mengatasi kendala biaya ini, Kementerian Kesehatan RI (2023) menyarankan agar pemerintah membuat kebijakan subsidi atau skema pembiayaan khusus yang dapat meringankan biaya pengadaan teknologi kesehatan bagi masyarakat. Selain itu, kolaborasi dengan sektor swasta juga bisa menjadi solusi efektif untuk menekan biaya teknologi kesehatan.

Dengan langkah-langkah ini, diharapkan teknologi pemantauan gizi bisa lebih terjangkau dan dapat dimanfaatkan oleh seluruh lapisan masyarakat, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia.

## **F. Rekomendasi untuk Indonesia**

---

### **1. Penguatan Infrastruktur Digital secara Merata**

Indonesia perlu mengutamakan pengembangan infrastruktur digital yang merata hingga ke daerah terpencil. Infrastruktur digital yang memadai merupakan prasyarat dasar dalam penerapan teknologi pemantauan status gizi, seperti aplikasi mobile, kecerdasan buatan (AI), dan teknologi wearable. Menurut Kementerian Kesehatan RI (2023), salah satu kendala terbesar dalam implementasi teknologi digital adalah masih terbatasnya akses internet yang stabil di daerah pedesaan dan terpencil.

Oleh karena itu, pemerintah perlu meningkatkan investasi untuk memperluas jangkauan jaringan internet yang stabil hingga ke seluruh wilayah, termasuk daerah pedalaman. Dengan demikian, data pemantauan gizi dapat terkumpul secara real-time, yang akan mempercepat respons tenaga kesehatan terhadap berbagai kasus gizi buruk (Lim et al., 2021).

### **2. Peningkatan Literasi Digital Masyarakat dan Tenaga Kesehatan**

Peningkatan literasi digital merupakan rekomendasi penting berikutnya untuk mendukung suksesnya implementasi teknologi dalam pemantauan status gizi di Indonesia. Saat ini, masih banyak masyarakat Indonesia, khususnya di daerah pedesaan, yang belum sepenuhnya siap dalam menggunakan teknologi digital (Setiawan et al., 2023). Rendahnya literasi digital ini dapat menjadi hambatan serius dalam penerapan teknologi.

Sebagai solusinya, pemerintah dan berbagai pihak terkait perlu mengadakan pelatihan intensif secara berkala bagi tenaga kesehatan dan masyarakat umum terkait penggunaan aplikasi dan perangkat pemantauan gizi digital. Edukasi yang komprehensif akan mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam pemantauan gizi, serta meningkatkan efisiensi layanan kesehatan (WHO, 2022).

### **3. Penguatan Kebijakan Privasi dan Keamanan Data**

Salah satu tantangan besar dalam penerapan teknologi digital untuk pemantauan status gizi adalah isu privasi dan keamanan data. Menurut studi dari Lim et al. (2021), kekhawatiran masyarakat terhadap penyalahgunaan data pribadi sering kali menyebabkan rendahnya adopsi teknologi digital kesehatan.

Untuk mengatasi hal ini, pemerintah Indonesia harus segera memperkuat regulasi terkait perlindungan data pribadi di sektor kesehatan digital. Kebijakan ini harus mencakup aturan pengumpulan, penyimpanan, penggunaan, serta akses terhadap data kesehatan pengguna agar masyarakat merasa lebih aman dan nyaman saat menggunakan teknologi pemantauan gizi (Sharma & Singh, 2022).

### **4. Kolaborasi Antar Sektor untuk Implementasi Teknologi**

Implementasi teknologi dalam pemantauan status gizi memerlukan kolaborasi yang kuat antar berbagai sektor, termasuk pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan komunitas. Kolaborasi ini penting untuk mempercepat adopsi teknologi baru, memastikan dukungan teknis, serta menjamin keberlanjutan implementasi teknologi tersebut di lapangan (Mosha et al., 2021).

Pemerintah perlu memberikan insentif atau kebijakan khusus untuk mendorong keterlibatan sektor swasta dan akademisi dalam pengembangan teknologi kesehatan digital yang relevan dengan kebutuhan lokal. Selain itu, organisasi masyarakat sipil juga perlu dilibatkan secara aktif dalam proses edukasi dan sosialisasi teknologi kepada masyarakat luas (Sun et al., 2023).

### **5. Integrasi Teknologi Digital dengan Sistem Kesehatan Nasional**

Integrasi teknologi pemantauan gizi ke dalam sistem kesehatan nasional merupakan rekomendasi strategis untuk memastikan implementasi teknologi ini efektif dan berkelanjutan. Data pemantauan gizi yang dikumpulkan melalui aplikasi mobile, AI, atau perangkat wearable perlu terhubung langsung ke sistem informasi kesehatan nasional agar dapat dianalisis secara real-time (WHO, 2022).

Langkah ini memungkinkan tenaga kesehatan di berbagai wilayah Indonesia mendapatkan akses langsung terhadap data gizi yang akurat dan terbaru. Dengan demikian, tenaga kesehatan dapat memberikan intervensi cepat serta meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dalam mengatasi berbagai permasalahan gizi di masyarakat (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Dengan menjalankan rekomendasi-rekomendasi tersebut, implementasi teknologi inovatif dalam pemantauan status gizi di Indonesia diharapkan akan membawa dampak signifikan terhadap peningkatan kualitas layanan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat secara luas.

## **G. Simpulan**

---

Pemantauan status gizi merupakan elemen kunci dalam menjaga dan meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat secara keseluruhan. Masalah gizi seperti malnutrisi, stunting, obesitas, dan defisiensi mikronutrien masih menjadi tantangan serius secara global, termasuk di Indonesia. Metode tradisional pemantauan gizi seperti antropometri manual, meskipun banyak digunakan, memiliki beberapa kelemahan mendasar seperti risiko kesalahan pengukuran, proses yang memakan waktu lama, serta kesulitan menjangkau wilayah terpencil. Kondisi ini menyebabkan kebutuhan mendesak akan metode pemantauan yang lebih efektif, cepat, dan akurat.

Perkembangan teknologi digital di era revolusi industri 4.0 menawarkan solusi alternatif yang menjanjikan dalam mengatasi keterbatasan tersebut. Teknologi inovatif seperti aplikasi mobile, kecerdasan buatan (AI), teknologi wearable, serta Internet of Things (IoT) telah membuktikan efektivitasnya dalam pemantauan gizi yang real-time, terintegrasi, serta lebih personal. Penggunaan aplikasi mobile terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pencatatan dan analisis data gizi, terutama di daerah dengan keterbatasan akses layanan kesehatan.

Implementasi teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI) menunjukkan potensi besar dengan kemampuannya menganalisis data secara mendalam, memprediksi risiko malnutrisi, serta memberikan rekomendasi intervensi yang tepat sasaran. Di samping itu, pemanfaatan teknologi wearable memberikan kemudahan dalam memonitor aktivitas fisik, pola konsumsi, hingga indikator fisiologis secara real-time, membantu tenaga kesehatan dalam mengelola risiko kesehatan yang berkaitan dengan status gizi.

Namun demikian, adopsi teknologi dalam pemantauan gizi di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk keterbatasan infrastruktur teknologi, rendahnya literasi digital, isu privasi dan keamanan data, serta biaya implementasi yang tinggi. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan pendekatan terpadu melalui pengembangan infrastruktur digital secara merata, peningkatan literasi digital secara luas, penguatan kebijakan privasi data, serta kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan komunitas.

Dengan menjalankan rekomendasi strategis tersebut secara efektif, pemanfaatan inovasi teknologi dalam pemantauan status gizi di Indonesia akan mampu meningkatkan kualitas intervensi kesehatan, mempercepat deteksi dini masalah gizi, serta secara signifikan meningkatkan produktivitas dan kualitas hidup masyarakat secara menyeluruh.

## H. Referensi

---

- Anggraini, R., Susilowati, E., & Budiman, B. (2021). Analisis akurasi pengukuran antropometri pada pemantauan status gizi balita di Posyandu. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 16(2), 65–72.
- Black, R. E., Victora, C. G., Walker, S. P., Bhutta, Z. A., Christian, P., & Onis, M. de. (2021). Early childhood development and nutrition: A global perspective. *The Lancet*, 398(10298), 386–401.
- Chung, A., Cheung, M., & Wong, W. (2020). The role of artificial intelligence in pediatric nutrition assessment. *Pediatric Clinics of North America*, 67(4), 781–793.
- Dasgupta, A., Roy, N., & Das, S. (2020). Limitations of traditional anthropometric measurements for nutritional screening in community settings. *Nutrition Journal*, 19(1), 57–65.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2022). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022*. FAO.
- Hossain, M., & Ahmed, T. (2020). Challenges in anthropometric assessment in low-resource settings. *Journal of Nutritional Science*, 9(e11), 1–8.
- Huda, T. M., Alam, A., & Khan, M. S. (2022). Mobile health (mHealth) technology for nutrition intervention: A systematic review. *JMIR mHealth and uHealth*, 10(4), e28875.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2023*. Badan Litbangkes Kemenkes RI.
- Kim, D., & Kim, J. (2020). Relationship between nutritional status and non-communicable diseases: A systematic review. *Nutrients*, 12(10), 3168.
- Kim, J., Ryu, B., & Cho, S. (2021). Wearable devices for enhancing nutritional adherence. *Journal of Medical Internet Research*, 23(3), e25712.
- Lee, Y., & Kang, J. (2021). Nutritional status monitoring and quality of life in elderly populations. *International Journal of Gerontology*, 15(4), 283–288.
- Lim, J., Lee, H., & Kim, Y. (2021). Barriers to digital health adoption in nutrition management. *Healthcare Informatics Research*, 27(1), 1–9.
- Mosha, D., Canavan, C. R., & Fawzi, W. (2021). Mobile health technology and nutrition: A scoping review. *Maternal & Child Nutrition*, 17(1), e13109.

- Nair, R., Vishnu, P. V., & Anilkumar, K. R. (2021). Internet of Things (IoT) applications in nutritional assessment: Opportunities and challenges. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 53(3), 241–248.
- Pramono, R., & Handayani, S. (2022). Tantangan implementasi pemantauan gizi di daerah terpencil Indonesia. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 18(1), 24–31.
- Setiawan, A., Rahman, A., & Fitriana, N. (2023). Mobile application in reducing stunting prevalence in Indonesia. *Journal of Nutrition Science*, 12(2), 45–52.
- Sharma, N., & Singh, N. (2022). The role of artificial intelligence in nutrition: Current applications and future prospects. *Frontiers in Nutrition*, 9, 847–858.
- Sun, J., Tang, H., & Liu, X. (2023). Wearable technology for nutrition monitoring and personalized dietary guidance. *Nutrition Reviews*, 81(5), 491–504.
- Tanaka, Y., & Murata, T. (2022). Integration of digital technology in public health nutrition policies in Japan. *Journal of Public Health Policy*, 43(2), 215–227.
- Tang, J., Li, Y., & Song, X. (2022). Wearable device-assisted weight management in obese adults. *International Journal of Obesity*, 46(7), 1319–1326.
- Tangney, C. C., & Scarmeas, N. (2020). Nutritional status, dietary intake, and mental health. *Journal of Psychiatric Research*, 128, 67–74.
- Wang, H., Li, T., & Zhang, Q. (2021). Application of artificial intelligence in nutritional diagnosis and intervention in children. *Nutrients*, 13(8), 2562.
- World Health Organization [WHO]. (2022). *Global Nutrition Report 2022*. WHO.
- World Health Organization [WHO]. (2023). *Malnutrition in the Global Context: Progress and Challenges*. WHO.

## I. Glosarium

---

### **Antropometri:**

Metode pengukuran fisik tubuh manusia, seperti tinggi badan, berat badan, lingkar kepala, dan lingkar lengan atas, yang digunakan untuk mengevaluasi status gizi seseorang.

### **Artificial Intelligence (AI):**

Teknologi komputer yang mampu melakukan tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia, seperti analisis data, pengenalan pola, prediksi, dan pengambilan keputusan.

### **Big Data:**

Istilah yang merujuk pada kumpulan data dalam jumlah besar yang kompleks, yang tidak bisa diolah secara efektif menggunakan metode tradisional, namun dapat dianalisis dengan teknologi modern seperti AI untuk mendapatkan informasi penting.

**Defisiensi Mikronutrien:**

Kondisi kekurangan vitamin dan mineral dalam jumlah kecil yang penting bagi pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi tubuh.

**Internet of Things (IoT):**

Jaringan perangkat elektronik yang saling terhubung dan dapat berkomunikasi serta bertukar data melalui internet tanpa campur tangan manusia secara langsung.

**Kecerdasan Buatan** (lihat Artificial Intelligence).

**Kompetensi Digital:**

Kemampuan seseorang dalam menggunakan teknologi digital secara efektif, termasuk pemahaman tentang cara kerja aplikasi, penggunaan perangkat teknologi, dan pengolahan informasi digital.

**Literasi Digital:**

Pengetahuan dan keterampilan dalam memahami, menggunakan, dan mengevaluasi informasi yang diperoleh melalui teknologi digital, termasuk kemampuan menggunakan aplikasi mobile dan perangkat wearable.

**Malnutrisi:**

Kondisi akibat ketidakseimbangan nutrisi, baik berupa kekurangan maupun kelebihan asupan nutrisi yang menyebabkan gangguan kesehatan.

**Mobile Application (Aplikasi Mobile):**

Perangkat lunak yang dirancang khusus untuk dijalankan pada perangkat smartphone atau tablet untuk tujuan tertentu, misalnya pemantauan status gizi.

**Obesitas:**

Kondisi tubuh yang memiliki kadar lemak berlebih akibat ketidakseimbangan asupan kalori yang masuk dengan kalori yang digunakan.

**Pemantauan Status Gizi:**

Proses sistematis untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mengevaluasi data terkait kondisi gizi individu atau populasi, guna mendeteksi gangguan gizi secara dini.

**Penyakit Kronis Tidak Menular (PTM):**

Kelompok penyakit yang berlangsung lama dan tidak menular secara langsung dari orang ke orang, misalnya diabetes melitus, hipertensi, penyakit jantung, dan stroke.

**Privasi Data:**

Hak individu untuk melindungi informasi pribadinya agar tidak digunakan atau diakses oleh pihak yang tidak berwenang.

**Real-time:**

Pemrosesan atau penyajian data yang dilakukan seketika atau langsung pada saat data tersebut diperoleh, tanpa jeda waktu.

**Risikedas (Riset Kesehatan Dasar):**

Penelitian rutin nasional yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia untuk mengukur status kesehatan masyarakat Indonesia, termasuk prevalensi gangguan gizi.

**Stunting:**

Gangguan pertumbuhan anak akibat kekurangan gizi kronis, ditandai dengan tinggi badan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan standar usia anak.

**Teknologi Wearable:**

Perangkat teknologi yang dikenakan di tubuh manusia seperti gelang pintar (smartband), jam tangan pintar (smartwatch), dan sensor biometrik yang berfungsi memonitor parameter kesehatan secara otomatis dan real-time.

**Wasting:**

Kondisi penurunan berat badan secara drastis akibat kekurangan asupan gizi akut, ditandai dengan berat badan yang sangat rendah dibandingkan tinggi badan.

# CHAPTER 2

## PERAN APLIKASI DIET DALAM MENGELOLA KESEHATAN DAN GIZI

Agus Hendra Al Rahmad, SKM., MPH.

### A. Pendahuluan

Kecukupan gizi telah menjadi isu global yang semakin kompleks. Masalah gizi tidak lagi hanya berkisar pada kekurangan gizi (malnutrisi) tetapi juga mencakup tantangan kelebihan gizi, yang ditandai dengan meningkatnya prevalensi obesitas. Berdasarkan data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sekitar 1,9 miliar orang dewasa di dunia mengalami kelebihan berat badan, dengan lebih dari 650 juta di antaranya tergolong obesitas pada tahun 2020. Sementara itu, kekurangan zat gizi, seperti defisiensi mikronutrien (vitamin dan mineral), masih menjadi tantangan di banyak negara, terutama di kawasan berkembang seperti Asia dan Afrika. Fenomena ini dikenal sebagai *triple burden of malnutrition*, di mana malnutrisi dan obesitas terjadi secara bersamaan dalam populasi yang sama (WHO, 2024).

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang, masalah kekurangan gizi seperti stunting (pertumbuhan anak yang terhambat) masih menjadi perhatian utama. Data Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2022 dan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 menunjukkan bahwa prevalensi stunting di Indonesia mencapai 21,6% dan 21,5%, artinya hanya turun 0,1% dari tahun sebelumnya dan jauh di atas batas yang ditetapkan oleh WHO untuk negara dengan masalah gizi kronis. Di sisi lain, prevalensi obesitas di kalangan dewasa juga meningkat, mencapai 23,4%. Kondisi ini menunjukkan bahwa masyarakat Indonesia menghadapi dua masalah besar sekaligus: kekurangan gizi yang menyebabkan stunting, serta kelebihan gizi yang menyebabkan obesitas. Faktor utama yang menyebabkan permasalahan ini adalah ketidakseimbangan asupan gizi dan gaya hidup tidak sehat, termasuk rendahnya konsumsi buah dan sayur serta tingginya konsumsi makanan olahan tinggi kalori dan lemak (BKPK, 2023; Kemenkes RI, 2022).

Permasalahan ini memerlukan perhatian serius karena dampaknya yang luas terhadap kesehatan masyarakat. Malnutrisi pada anak-anak, misalnya, dapat menghambat perkembangan fisik dan kognitif, sehingga mempengaruhi kualitas hidup dan produktivitas di masa dewasa. Di sisi lain, obesitas meningkatkan risiko penyakit tidak menular seperti diabetes tipe 2, hipertensi, dan penyakit jantung, yang menjadi penyebab utama kematian di banyak negara. Oleh karena itu, isu

kecukupan gizi harus dipandang dalam perspektif yang lebih luas, yaitu bagaimana memastikan semua individu dalam populasi mendapatkan gizi yang cukup untuk mendukung kesehatan yang optimal sepanjang hidupnya.

### **1. Tantangan Global: Menghadapi Malnutrisi, Obesitas, dan Kekurangan Zat Gizi**

Tantangan global dalam hal kecukupan gizi sangat erat kaitannya dengan faktor ekonomi, sosial, dan lingkungan. Kemiskinan merupakan salah satu penyebab utama malnutrisi, di mana akses terhadap makanan bergizi sering kali terbatas bagi kelompok masyarakat yang kurang mampu. Di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah, banyak individu yang tidak mampu membeli makanan yang seimbang, sehingga mereka lebih cenderung mengonsumsi makanan murah yang padat energi tetapi miskin nutrisi. Situasi ini diperparah oleh kurangnya edukasi gizi, yang membuat masyarakat tidak memahami pentingnya pola makan sehat (UNICEF, 2021). Selain itu, urbanisasi dan globalisasi juga berkontribusi terhadap perubahan pola makan global. Meningkatnya ketersediaan makanan cepat saji dan produk olahan menyebabkan masyarakat di perkotaan lebih memilih makanan tinggi gula, garam, dan lemak. Fenomena ini juga terlihat di Indonesia, di mana urbanisasi pesat telah mengubah pola konsumsi masyarakat dari makanan tradisional yang lebih sehat menuju makanan olahan yang tinggi kalori dan rendah nutrisi. Pada saat yang sama, kurangnya aktivitas fisik akibat gaya hidup modern juga memperburuk masalah obesitas dan penyakit terkait (Willett et al., 2019).

Isu lainnya yang tidak kalah penting adalah ketidakamanan pangan yang dipicu oleh perubahan iklim. Kondisi iklim yang semakin tidak menentu telah berdampak pada produktivitas pertanian, yang pada gilirannya mempengaruhi ketersediaan dan akses terhadap pangan. Banyak negara berkembang mengalami penurunan hasil panen akibat kekeringan, banjir, dan bencana alam lainnya, yang mengganggu pasokan makanan. Situasi ini semakin menyulitkan upaya untuk mencapai kecukupan gizi secara merata di seluruh dunia, terutama di negara-negara dengan sistem pangan yang rentan.

### **2. Peran Kebijakan Pangan dan Gizi**

Menghadapi tantangan permasalahan gizi seperti di Indonesia, maka peran kebijakan pangan dan gizi sangatlah penting. Pemerintah di berbagai negara telah merumuskan kebijakan yang bertujuan untuk meningkatkan kecukupan gizi masyarakat melalui berbagai program intervensi. Kebijakan tersebut mencakup berbagai aspek, mulai dari subsidi pangan, edukasi gizi, hingga peraturan tentang keamanan pangan. Di Indonesia, salah satu kebijakan penting adalah Program Nasional Gizi yang dicanangkan oleh Kementerian Kesehatan. Program ini

berfokus pada pencegahan stunting, peningkatan asupan gizi pada ibu hamil, serta penguatan layanan gizi di fasilitas kesehatan (Maigoda et al., 2023).

Namun, kebijakan saja tidak cukup tanpa implementasi yang efektif. Salah satu contoh adalah distribusi makanan tambahan bagi balita dan ibu hamil, yang sering kali terkendala oleh masalah logistik dan kurangnya koordinasi antara lembaga terkait. Selain itu, kebijakan pangan dan gizi juga perlu disesuaikan dengan konteks lokal, mengingat perbedaan budaya, kebiasaan makan, dan tantangan gizi di setiap daerah. Edukasi gizi berbasis masyarakat sangat diperlukan untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pola makan seimbang dan gaya hidup sehat.

Di tingkat global, kebijakan pangan juga berperan penting dalam menangani malnutrisi. Program bantuan pangan internasional seperti World Food Programme (WFP) telah berkontribusi dalam mendukung negara-negara yang menghadapi krisis pangan dan gizi. Selain itu, berbagai inisiatif internasional seperti *Scaling Up Nutrition (SUN) Movement* dan *Global Nutrition Report* telah mendorong komitmen global untuk memperbaiki status gizi di negara-negara berkembang melalui investasi di sektor kesehatan, pertanian, dan pendidikan.

Kebijakan pangan yang efektif harus mencakup pendekatan multisektoral, yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, organisasi non-pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat (Coile et al., 2021; FAO, 2020; UNICEF, 2021). Upaya kolaboratif ini diperlukan untuk menciptakan lingkungan yang mendukung kecukupan gizi, dengan memastikan bahwa makanan bergizi terjangkau dan tersedia bagi semua kelompok masyarakat. Di masa depan, tantangan gizi global akan semakin kompleks seiring dengan pertumbuhan populasi dan perubahan iklim, sehingga kebijakan yang responsif dan inovatif akan sangat dibutuhkan.

### **3. Pentingnya Penilaian Status Gizi dan Kecukupan Gizi Serta Inovasi Digital**

Penilaian status gizi serta konsumsi merupakan landasan penting dalam ilmu gizi dan kesehatan masyarakat yang tidak hanya memerlukan pengukuran tradisional, tetapi juga mengadopsi kemajuan teknologi informasi. Di era digital saat ini, perkembangan teknologi telah memungkinkan penggunaan aplikasi berbasis Web, Windows, dan Mobile dalam proses penilaian status gizi. Aplikasi-aplikasi seperti WHO Anthro, EPPGBM, PSG Balita, Nutrant, PrimaKu, AECAS, dan lainnya telah memberikan kemudahan dalam mengumpulkan, menganalisis, dan memvisualisasikan data gizi secara efisien dan akurat.

Penggunaan aplikasi dalam penilaian status gizi serta konsumsi telah membawa manfaat yang signifikan. Aplikasi seperti WHO Anthro, yang dikembangkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), memungkinkan para

praktisi kesehatan untuk melakukan penilaian antropometri dengan cepat dan akurat. Demikian juga, aplikasi seperti EPPGBM yang dikembangkan oleh Kementerian Kesehatan RI, telah mampu menyediakan informasi yang berguna dalam mengukur laju permasalahan status gizi populasi di Indonesia. Selain itu, aplikasi PSG Balita (Penilaian Status Gizi Balita) dan NutrAnt, PrimaKu, AECAS memberikan kemudahan dalam melakukan survei gizi pada anak balita dengan mengintegrasikan fitur-fitur khusus seperti pengukuran antropometri dan pengumpulan data diet secara digital. Hal ini mempercepat proses pengumpulan data serta meminimalkan kesalahan manusia dalam pengolahan data. Kemajuan teknologi juga memungkinkan penggunaan aplikasi dapat membantu individu dalam memantau asupan gizi mereka secara personal. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat mencatat dan menganalisis pola makan mereka sendiri, serta mendapatkan rekomendasi gizi yang sesuai dengan kebutuhan mereka (Al Rahmad, 2024).

Oleh karena itu, penulisan *book chapter* yang bertajuk "Peran Aplikasi Diet dalam Mengelola Kesehatan dan Gizi", mempunyai tujuan adalah untuk Buku ini ditulis untuk menjelaskan secara komprehensif tentang peran aplikasi diet dalam mengelola kesehatan dan gizi, baik pada tingkat individu maupun masyarakat. Dengan adanya aplikasi diet, proses pemantauan asupan makanan, penghitungan kebutuhan nutrisi, serta rekomendasi pola makan yang personal dapat dilakukan secara lebih mudah dan akurat. Selain itu, buku ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan gizi yang baik sebagai bagian dari upaya menjaga kesehatan dan mencegah berbagai penyakit terkait pola makan, seperti obesitas, diabetes, dan malnutrisi. Dengan memahami manfaat aplikasi diet, diharapkan masyarakat dapat mengadopsi teknologi ini sebagai alat bantu yang efektif untuk mendukung gaya hidup sehat.

Melalui bab ini, ekspektasi pembaca akan memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang pentingnya dalam ilmu gizi dan kesehatan masyarakat, serta bagaimana pengetahuan ini dapat diterapkan dalam pengembangan kebijakan dan program. Seperti untuk praktisi kesehatan dan masyarakat umum.

a. Bagi Praktisi Kesehatan

- Memberikan wawasan tentang penggunaan aplikasi diet sebagai alat pendukung dalam merancang intervensi gizi yang tepat.
- Menyediakan informasi tentang aplikasi digital terkini yang relevan untuk mendukung pemantauan status gizi pasien atau komunitas.
- Meningkatkan efisiensi dalam proses pengumpulan dan analisis data gizi melalui teknologi.

b. Bagi Masyarakat Umum

- Memberikan edukasi tentang cara memilih dan menggunakan aplikasi diet yang sesuai dengan kebutuhan individu.
- Meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pola makan sehat yang berbasis data dan perhitungan yang akurat.
- Mendorong masyarakat untuk lebih aktif memantau kesehatan dan gizi mereka melalui teknologi modern.

## **B. Definisi dan Konsep Dasar**

---

Dalam ilmu gizi dan kesehatan masyarakat, pemahaman tentang status gizi merupakan pondasi utama dalam mengevaluasi dan memperbaiki kualitas gizi individu, kelompok, atau populasi. Status gizi merujuk pada kondisi keseluruhan dari asupan dan penyerapan nutrisi dalam tubuh seseorang serta dampaknya terhadap kesehatan dan kesejahteraan (Pennington & Church, 2009). Penilaian status gizi adalah proses sistematis untuk mengukur dan mengevaluasi kondisi gizi seseorang atau kelompok. Proses ini mencakup pengumpulan data antropometri, biokimia, diet, dan klinis untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang status gizi seseorang baik pada individu maupun kelompok populasi (Gibney et al., 2013).

Analisis kebutuhan gizi merupakan langkah penting dalam penilaian status gizi yang mencakup estimasi jumlah nutrisi yang diperlukan oleh individu atau populasi untuk mempertahankan kesehatan yang optimal. Kebutuhan gizi berbeda-beda antara individu berdasarkan faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas fisik, kondisi kesehatan, dan faktor-faktor lainnya (Escott-Stump, 2008). Dengan memahami kebutuhan gizi yang tepat, dapat dirancang program-program diet yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan nutrisi individu atau kelompok.

Asupan gizi merupakan jumlah nutrisi yang dikonsumsi oleh individu atau kelompok melalui makanan dan minuman. Evaluasi terhadap asupan gizi adalah komponen penting dari penilaian status gizi karena dapat memberikan informasi tentang sejauh mana kebutuhan gizi telah terpenuhi. Asupan gizi yang tidak memadai dapat menyebabkan defisiensi gizi atau masalah gizi lainnya yang berdampak negatif terhadap kesehatan (Whitney & Rolfes, 2019). Oleh karena itu, penting untuk memantau asupan gizi secara teratur untuk memastikan bahwa kebutuhan nutrisi tercukupi.

Faktor penyebab masalah gizi dapat bervariasi mulai dari pola makan yang tidak sehat, akses terbatas terhadap makanan bergizi, hingga kondisi kesehatan tertentu yang mempengaruhi penyerapan atau metabolisme nutrisi. Di samping itu, faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan juga dapat memengaruhi status gizi seseorang atau kelompok (Ross et al., 2020). Misalnya, kondisi sosial ekonomi yang

rendah dapat menyebabkan akses terbatas terhadap makanan bergizi, sedangkan lingkungan yang tidak bersih dapat meningkatkan risiko infeksi dan penyakit yang berkontribusi terhadap masalah gizi.

Dalam era informasi dan teknologi yang semakin maju seperti sekarang, pemahaman konsep dasar penilaian status gizi dan pemantauan asupan gizi melalui aplikasi menjadi sangat penting. Aplikasi-aplikasi gizi yang tersedia saat ini tidak hanya memberikan kemudahan dalam mengumpulkan dan menganalisis data, tetapi juga membantu individu dan profesional kesehatan untuk memantau status gizi secara lebih terperinci dan akurat. Pentingnya memahami konsep dasar penilaian status gizi dan asupan gizi dalam era teknologi informasi tidak dapat dipandang sebelah mata. Dengan kemajuan teknologi, aplikasi-aplikasi gizi telah mengubah cara kita melihat dan mengelola informasi kesehatan. Dengan menggunakan aplikasi tersebut, individu dapat dengan mudah memantau asupan gizi harian mereka, melacak kemajuan diet mereka, dan menerima rekomendasi gizi yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Selain itu, aplikasi gizi juga memberikan keuntungan bagi para profesional kesehatan dalam melakukan penilaian status gizi pada pasien atau populasi. Dengan menggunakan aplikasi seperti WHO Anthro, EPPGBM, PSG Balita, NutrAnt, PrimaKu dan sebagainya, maka para praktisi kesehatan dapat dengan cepat dan akurat mengukur dan mengevaluasi kondisi gizi pasien berdasarkan data yang terkumpul. Hal ini memungkinkan intervensi yang lebih tepat dan efektif dalam menangani masalah gizi.

Namun demikian, dalam memanfaatkan aplikasi gizi, penting untuk tetap memahami konsep dasar penilaian status gizi dan asupan gizi. Meskipun aplikasi menyediakan alat yang berguna dalam pengumpulan dan analisis data, pemahaman yang kuat tentang konsep dasar gizi tetap diperlukan untuk menginterpretasikan hasil yang diperoleh. Tanpa pemahaman yang memadai tentang konsep dasar gizi, pengguna aplikasi mungkin akan kesulitan dalam memahami dan menggunakan informasi yang diberikan oleh aplikasi tersebut. Oleh karena, harus diakui bahwa pentingnya pemantauan gizi dalam menjaga kesehatan individu dan masyarakat secara keseluruhan. Penilaian yang cermat terhadap status gizi, analisis kebutuhan nutrisi, pemantauan asupan gizi, dan identifikasi faktor-faktor penyebab masalah gizi adalah langkah-langkah krusial dalam merumuskan strategi intervensi yang efektif untuk meningkatkan kesejahteraan gizi masyarakat secara menyeluruh.

Konsep kebutuhan gizi merujuk pada jumlah nutrisi yang diperlukan oleh individu atau kelompok untuk mempertahankan kesehatan optimal. Setiap orang memiliki kebutuhan gizi yang berbeda, bergantung pada faktor-faktor seperti usia, aktivitas, dan status kesehatan (Escott-Stump, 2008). Dengan memahami kebutuhan nutrisi, pelayanan gizi dapat disusun secara individual maupun kelompok, seperti

dalam pembuatan menu sehat untuk berbagai kalangan. Pemenuhan kebutuhan ini menjadi elemen dasar pelayanan gizi dalam rangka mencapai kesehatan yang optimal bagi seluruh lapisan masyarakat. Asupan gizi mencakup jumlah dan jenis nutrisi yang dikonsumsi melalui makanan dan minuman. Pemantauan asupan gizi sangat penting dalam pelayanan gizi, karena membantu mengevaluasi sejauh mana kebutuhan nutrisi telah terpenuhi. Kekurangan atau kelebihan asupan gizi dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, seperti defisiensi gizi atau obesitas, yang berdampak negatif pada kesehatan (Whitney & Rolfes, 2015). Oleh karena itu, pelayanan gizi melibatkan pemantauan yang terus-menerus untuk memastikan asupan nutrisi mencukupi sesuai kebutuhan.

Faktor penyebab masalah gizi juga menjadi fokus dalam pelayanan gizi. Faktor-faktor ini meliputi pola makan yang kurang sehat, akses terbatas terhadap makanan bergizi, serta kondisi kesehatan tertentu yang memengaruhi penyerapan nutrisi. Faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan juga turut berperan, seperti keterbatasan akses pada kelompok berpenghasilan rendah dan risiko infeksi di lingkungan yang kurang bersih (Ross et al., 2020). Memahami penyebab masalah gizi membantu dalam perancangan intervensi yang lebih efektif dan tepat sasaran.

Kemajuan teknologi informasi telah mendorong perkembangan pelayanan gizi melalui aplikasi digital yang mempermudah pemantauan dan evaluasi status gizi. Aplikasi seperti WHO Anthro, EPPGBM, dan PrimaKu memberikan kemudahan dalam mengukur dan menganalisis kondisi gizi. Dengan aplikasi ini, individu dapat mencatat asupan harian, melacak kemajuan diet, dan mendapatkan rekomendasi gizi sesuai kebutuhan. Bagi profesional kesehatan, aplikasi tersebut membantu melakukan evaluasi kondisi gizi pasien atau populasi dengan lebih cepat dan akurat. Namun demikian, meskipun teknologi menawarkan berbagai kemudahan, pemahaman dasar tentang penilaian status gizi tetaplah penting. Pengguna aplikasi perlu memiliki pengetahuan dasar tentang konsep gizi agar dapat menginterpretasikan data dengan benar. Tanpa pemahaman ini, hasil yang diberikan aplikasi mungkin sulit dimanfaatkan secara optimal.

Oleh karena itu, tentunya pelayanan gizi berperan penting dalam meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat. Langkah-langkah seperti penilaian status gizi, analisis kebutuhan nutrisi, pemantauan asupan, serta identifikasi faktor penyebab masalah gizi adalah elemen krusial yang diperlukan untuk mendukung program intervensi yang efektif dan berkelanjutan. Melalui pelayanan gizi yang terstruktur, diharapkan masyarakat dapat mencapai status gizi yang optimal untuk kesejahteraan yang lebih baik.

## C. Peran Aplikasi Diet dalam Mengelola Kesehatan dan Gizi Masyarakat

---

### 1. Penentuan Kebijakan Gizi Masyarakat Berdasarkan Data Penilaian Status Gizi

Penilaian status gizi merupakan langkah penting dalam menentukan kebijakan gizi masyarakat. Data yang diperoleh dari penilaian ini memberikan informasi yang mendalam tentang kondisi gizi individu dan populasi, memungkinkan pemerintah dan organisasi kesehatan untuk merancang program-program intervensi yang efektif dan tepat sasaran. Melalui analisis data penilaian status gizi, kebijakan gizi masyarakat dapat diarahkan untuk mengatasi masalah-masalah gizi yang mendesak dan meningkatkan kesehatan masyarakat secara keseluruhan (Pelletier et al., 2011). Salah satu contoh yang menunjukkan pentingnya penilaian status gizi dalam menentukan kebijakan gizi masyarakat adalah studi yang dilakukan oleh UNICEF dan WHO di berbagai negara berkembang. Hasil penilaian status gizi anak-anak di negara-negara tersebut memberikan gambaran yang jelas tentang masalah gizi yang ada, seperti stunting, kekurangan energi kronis, dan kekurangan zat besi. Berdasarkan temuan ini, pemerintah dan organisasi kesehatan dapat merancang program-program intervensi yang sesuai untuk meningkatkan status gizi anak-anak dan mencegah masalah gizi yang lebih serius di masa depan (UNICEF & WHO, 2020).

Penilaian status gizi juga membantu pemerintah dalam menetapkan prioritas dalam alokasi sumber daya untuk program-program gizi. Studi yang diterbitkan dalam jurnal "*Sustainability*" menunjukkan bahwa data penilaian status gizi digunakan oleh pemerintah di Indonesia untuk menentukan alokasi anggaran untuk program-program gizi. Wilayah-wilayah dengan tingkat gizi buruk diberikan prioritas dalam alokasi sumber daya untuk memastikan bahwa intervensi gizi mencapai mereka yang membutuhkannya dengan lebih efektif (Putra et al., 2020). Halnya di Indonesia, penilaian status gizi juga telah menjadi landasan untuk merumuskan kebijakan gizi nasional. Data dari survei gizi status gizi nasional seperti Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas), Pemantaua Status Gizi, SGBI, SSGI, dan SKI telah digunakan oleh pemerintah dalam menetapkan prioritas dan strategi untuk meningkatkan status gizi masyarakat. Hasil penilaian ini memungkinkan pemerintah untuk fokus pada masalah-masalah gizi yang mendesak, seperti stunting pada anak-anak, kurangnya akses terhadap gizi yang memadai, dan masalah gizi lainnya (Kemenkes RI, 2021, 2022; Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Selain itu, penilaian status gizi juga memberikan pemahaman yang lebih baik tentang determinan sosial ekonomi yang memengaruhi status gizi individu dan populasi. Sebuah penelitian yang diterbitkan dalam jurnal "*Advances in*

*Nutrition*" dan "*Nutrition Reviews*" menunjukkan bahwa data penilaian status gizi dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelompok-kelompok rentan yang berisiko tinggi mengalami masalah gizi. Faktor-faktor seperti pendapatan, pendidikan, akses terhadap layanan kesehatan, dan lingkungan sosial menjadi perhatian dalam merancang kebijakan gizi yang inklusif dan berkelanjutan (Agurs-Collins et al., 2024; Zorbas et al., 2021).

## **2. Peran Aplikasi Diet dan Penilaian Status Gizi dalam Merencanakan dan Mengimplementasikan Program Intervensi Gizi**

Penilaian status gizi memiliki peran yang krusial dalam merencanakan dan mengimplementasikan program-program intervensi gizi. Melalui pemahaman yang mendalam tentang kondisi gizi individu dan populasi, penilaian ini memberikan dasar yang kuat bagi pemerintah dan organisasi kesehatan untuk merancang strategi yang efektif dalam meningkatkan status gizi dan kesehatan masyarakat secara keseluruhan (Gillespie et al., 2013). Salah satu contoh yang mencolok adalah penelitian yang dilakukan oleh *World Food Programme* (WFP) di beberapa negara Afrika Sub-Sahara. Penilaian status gizi dilakukan untuk mengevaluasi kebutuhan gizi dan masalah gizi yang dihadapi oleh masyarakat setempat. Hasil penilaian ini digunakan oleh WFP dalam merancang program pemberian makanan tambahan dan suplemen gizi untuk anak-anak di daerah-daerah yang membutuhkan. Implementasi program tersebut berhasil meningkatkan status gizi anak-anak dan mengurangi angka gizi buruk secara signifikan (FAO; IFAD; UNICEF; WFP and WHO, 2019).

Pada tingkat lokal, penilaian status gizi juga berperan dalam mengidentifikasi masalah-masalah gizi yang spesifik dalam suatu komunitas. Pentingnya penilaian status gizi dalam merancang program intervensi gizi di wilayah perkotaan di Indonesia. Data penilaian status gizi digunakan untuk mengevaluasi pola makan, kebiasaan gizi, dan faktor-faktor yang memengaruhi status gizi di komunitas tersebut. Hasilnya membantu dalam merancang program intervensi yang sesuai dengan kebutuhan spesifik masyarakat setempat dan meningkatkan efektivitas intervensi gizi (Mulyani et al., 2023; Permatasari et al., 2021).

Penilaian status gizi juga menjadi landasan untuk mengembangkan program-program intervensi yang bersifat lintas sektor. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa data penilaian status gizi digunakan untuk mengintegrasikan program gizi dengan program-program pembangunan lainnya, seperti pendidikan, pertanian, dan infrastruktur. Integrasi ini memungkinkan pemerintah untuk mengatasi masalah gizi secara holistik dan meningkatkan dampak positif program-program tersebut terhadap

kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan (Putra et al., 2020). Pentingnya penilaian status gizi dalam merencanakan program-program intervensi juga tercermin dalam konteks penanggulangan obesitas. Penelitian Roberto et al. (2015) dan Labatjo et al. (2023), serta penelitian (Al Rahmad et al., 2020), melihat bagaimana peran penting data penilaian status gizi dalam merancang strategi pencegahan dan pengendalian obesitas. Data penilaian status gizi digunakan untuk mengidentifikasi kelompok-kelompok yang berisiko tinggi mengalami obesitas, menganalisis pola makan dan gaya hidup yang berkontribusi pada obesitas, serta merancang program intervensi yang sesuai untuk mengurangi prevalensi obesitas di masyarakat.

### **3. Penggunaan Aplikasi Diet dalam Mendukung Penilaian Status Gizi serta Konsumsi Makanan dan Kebutuhan**

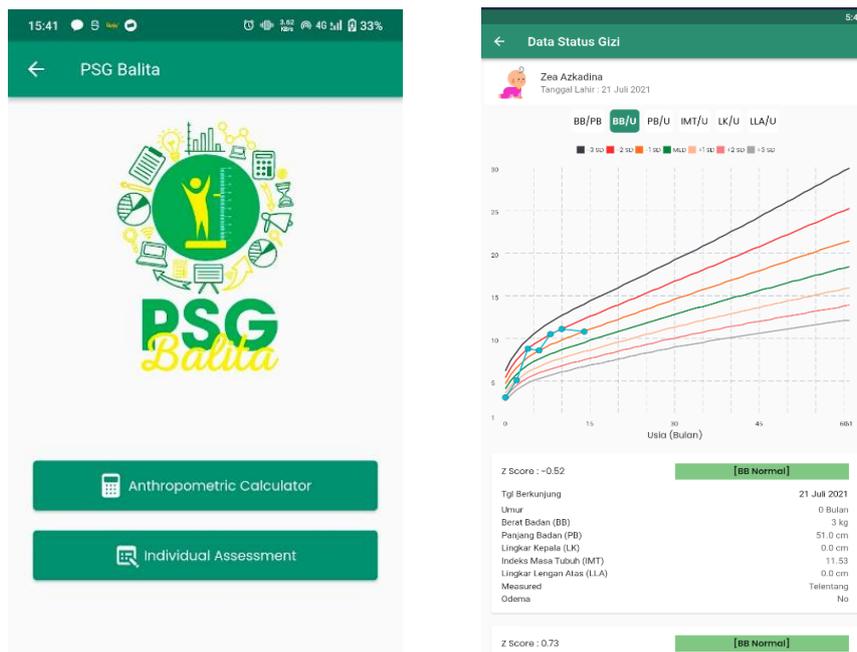
Dalam era digital saat ini, aplikasi berbasis teknologi informasi telah menjadi alat yang sangat berguna dalam mendukung penilaian status gizi serta memonitor konsumsi makanan dan kebutuhan gizi. Dua di antaranya adalah Aplikasi PSG Balita dan Aplikasi NutrAnt, yang telah terbukti efektif dalam membantu tenaga kesehatan dan individu dalam memantau dan meningkatkan status gizi serta pemenuhan kebutuhan gizi (Kementerian Kesehatan RI, 2019).

Aplikasi PSG Balita merupakan sebuah aplikasi yang dikembangkan oleh Al Rahmad et al. (2022), untuk membantu petugas kesehatan dalam melakukan penilaian status gizi pada balita. Aplikasi ini memudahkan petugas kesehatan dalam mencatat data antropometri, seperti berat badan, tinggi badan, dan lingkar lengan atas, serta menghasilkan diagnosis status gizi secara otomatis berdasarkan data yang dimasukkan. Studi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan Aplikasi PSG Balita meningkatkan akurasi dan efisiensi penilaian status gizi serta mempercepat proses intervensi gizi yang diperlukan.

Aplikasi PSG Balita, merupakan sebuah platform yang diciptakan untuk menetapkan kondisi gizi dan memantau perkembangan anak-anak prasekolah. Platform ini dibangun atas dasar riset dan mengikuti pendekatan model *Waterfall*, dengan tahapan prototipe meliputi pemenuhan kebutuhan sistem, desain serta implementasi aplikasi, serta evaluasi aplikasi. Proses pengembangan Aplikasi PSG Balita telah melibatkan penilaian dari pakar dan juga penilaian kebutuhan pengguna, dimana hasil evaluasi menunjukkan bahwa aplikasi ini memenuhi standar ISO/IEC 25010.

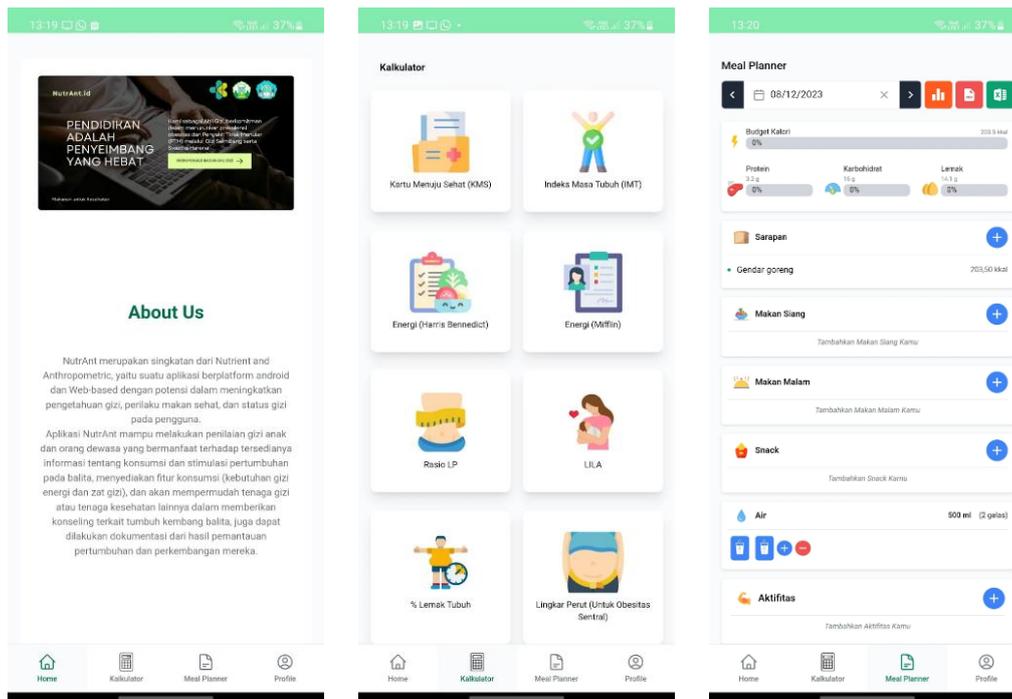
Dengan demikian, platform ini bermanfaat bagi tenaga ahli gizi di Puskesmas dalam menyederhanakan proses pelaporan data, terutama terkait data status gizi anak-anak prasekolah yang mencakup indikator berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TB/U), panjang badan

menurut umur (PB/U), berat badan menurut tinggi badan (BB/TB, dan indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U). Selain itu, aplikasi ini dirancang dengan kegunaan yang mudah bagi berbagai pengguna, mulai dari kader posyandu hingga para ibu dari anak-anak prasekolah. Rating dan ulasan dari pengguna terhadap aplikasi ini sangat positif, mencapai rating bintang 4,9. Hingga saat ini, Aplikasi PSG Balita telah diunduh lebih dari lima ribu kali. Namun, disayangkan bahwa aplikasi ini hanya dapat diakses melalui platform Android, dan belum tersedia untuk platform IOS. Berikut adalah tampilan Aplikasi PSG Balita.



**Gambar 2.1: Aplikasi PSG Balita**

Selain itu, Aplikasi NutrAnt merupakan aplikasi yang dirancang untuk membantu individu dalam memantau dan merekam asupan makanan serta kebutuhan gizi harian mereka. Dengan fitur yang user-friendly, pengguna dapat dengan mudah mencatat dan menganalisis jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi, serta memperoleh rekomendasi gizi berdasarkan profil gizi dan kebutuhan individu. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmad et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan Aplikasi NutrAnt secara konsisten dapat meningkatkan kesadaran akan pola makan sehat dan membantu individu dalam mencapai kebutuhan gizi harian yang optimal.



**Gambar 2.2 Aplikasi NutrAnt**

Aplikasi NutrAnt terdapat beragam fitur yang dapat digunakan dalam memecahkan masalah gizi, seperti fitur untuk membuat perencanaan menu/*Meal Planner*, menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT)/(BMI), menghitung berat badan ideal, menghitung kebutuhan energi (KatchMcArdle), menghitung kebutuhan energi (Mifflin St Jeor), menghitung kebutuhan energi (Harris Benedict), menghitung kebutuhan gizi makro, distribusi kalori per waktu makan, estimasi kebutuhan energi (EER), kebutuhan air, rasio lingk pinggal-pinggul, rasio tinggi pinggang, Estimasi turun berat badan, Resting Energy Expenditure (REE), Basal Metabolic Rate (BMR), Lemak tubuh, Lean Body Mass, Kalkulator kalori, Berat badan bebas lemak, dan bentuk tubuh. Dengan beberapa kelebihan yaitu:

- Mudah digunakan karena memiliki tampilan yang user-friendly dan mudah dipahami oleh pengguna.
- Informasi gizi dan kesehatan yang terdapat di dalam aplikasi NutrAnt didasarkan pada sumber yang terpercaya dan dapat diandalkan yaitu merujuk pada WHO Anthro 2005 dan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) 2019.
- Aplikasi NutrAnt dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui smartphone atau tablet berbasis Android serta pada url [nutrant.id](http://nutrant.id).

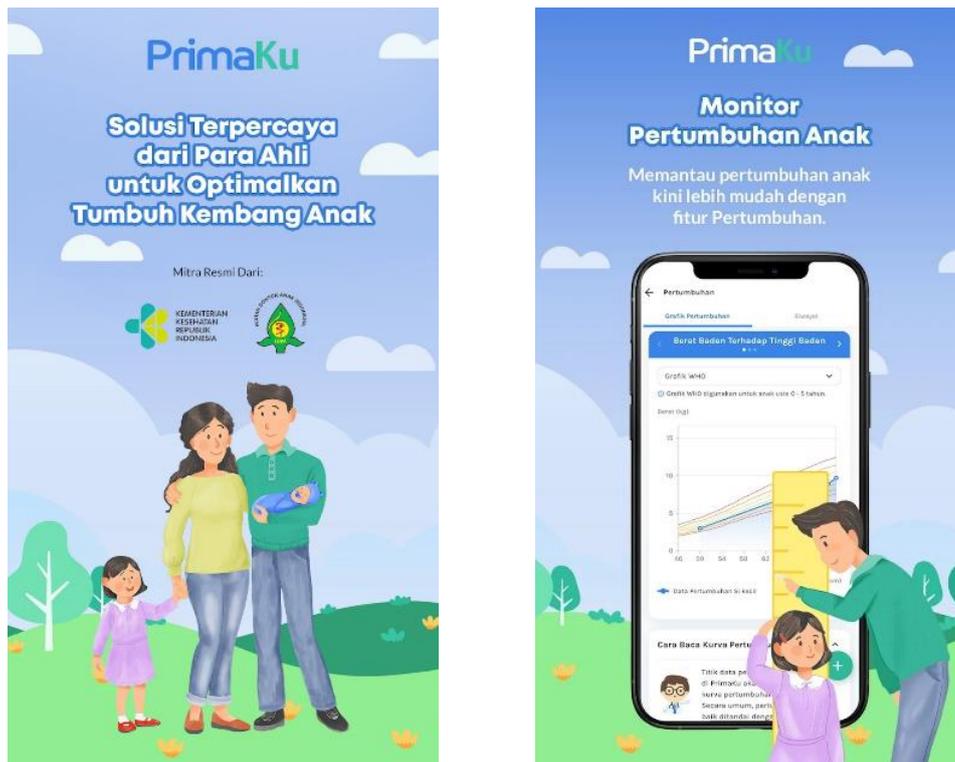
Dengan demikian, tentunya Aplikasi NutrAnt dapat berperan dalam memberikan informasi yang akurat, meningkatkan kesadaran gizi, dan membantu pengguna mengadopsi gaya hidup sehat, sehingga berpotensi menurunkan prevalensi obesitas dan penyakit tidak menular terkait gizi.

Kombinasi penggunaan kedua aplikasi ini dapat memberikan manfaat yang komprehensif dalam mendukung penilaian status gizi serta memonitor konsumsi makanan dan kebutuhan gizi. Aplikasi PSG Balita memberikan kemudahan bagi petugas kesehatan dalam melakukan penilaian status gizi pada balita secara akurat dan efisien, sementara Aplikasi NutrAnt membantu individu dalam memantau dan meningkatkan pola makan serta pemenuhan kebutuhan gizi harian mereka secara mandiri.

Penggunaan aplikasi dalam meningkatkan pemahaman masyarakat tentang pentingnya gizi dan pola makan sehat menjadi hal yang diprioritaskan pada zaman ini. Melalui kampanye edukasi yang menggunakan aplikasi mobile sebagai alat pendukung, masyarakat dapat lebih aktif dan sadar akan kualitas nutrisi yang mereka konsumsi sehari-hari, serta mengambil langkah-langkah untuk meningkatkan status gizi dan kesehatan mereka secara keseluruhan (Al Rahmad et al., 2023). Dengan demikian, penggunaan Aplikasi PSG Balita dan Aplikasi NutrAnt dapat dianggap sebagai langkah yang positif dalam mendukung upaya peningkatan status gizi masyarakat dan pemenuhan kebutuhan gizi secara holistik. Melalui pemanfaatan teknologi informasi yang tepat, kita dapat lebih efektif dalam mengatasi masalah gizi dan meningkatkan kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

Selain itu, terdapat Aplikasi PrimaKu merupakan sebuah aplikasi yang dikembangkan oleh Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI) yang berkomitmen untuk meningkatkan kesejahteraan anak-anak Indonesia melalui aplikasi "PRIMA", yang kini telah direvitalisasi menjadi PrimaKu dan PrimaPro. PrimaKu, ditujukan untuk orang tua, dan PrimaPro, untuk tenaga kesehatan profesional, bertujuan agar semua pihak dapat aktif memantau tumbuh kembang anak secara berkala, mendeteksi gangguan tumbuh kembang secara dini. Fitur-fitur PrimaKu, seperti grafik pertumbuhan, kuesioner perkembangan, jadwal imunisasi, dan artikel kesehatan, dirancang untuk kenyamanan orang tua. Melalui peluncuran resmi pada 23 Juli 2018, aplikasi PrimaKu memberikan kontribusi signifikan dalam upaya meningkatkan kesehatan anak di Indonesia.

Ratings and reviews pada aplikasi ini sangat baik, yaitu mencapai bintang 4,8. Serta mempunyai 45 ribu review, dan telah didownload oleh sebanyak 500 ribu pengguna. Aplikasi PrimaKu tersedia diplatform Android dan IOS. Berikut tampilan aplikasi PrimaKu.



Gambar 1. Aplikasi PrimaKu

#### D. Eksplorasi Penggunaan Aplikasi untuk Meningkatkan Layanan Gizi

Dalam upaya meningkatkan pelayanan gizi, aplikasi mobile dan perangkat pendukung mempunyai peran utama dalam pemantauan, deteksi dini, dan intervensi yang lebih efektif. Pemanfaatan aplikasi mobile untuk pemantauan status gizi anak memiliki potensi besar dalam memudahkan akses informasi gizi bagi orang tua dan tenaga kesehatan. Aplikasi ini dapat menyediakan informasi langsung tentang perkembangan kesehatan anak, seperti data pertumbuhan, jadwal imunisasi, dan saran gizi berbasis bukti.

Studi menunjukkan bahwa aplikasi mobile dapat meningkatkan kesadaran orang tua terhadap gizi anak dan membantu deteksi dini risiko kekurangan gizi (Venkataramanan et al., 2022). Akses informasi yang mudah memungkinkan orang tua terlibat aktif dalam pemantauan pertumbuhan anak dan bekerja sama dengan tenaga kesehatan di desa. Beberapa langkah yang bisa diambil untuk mengoptimalkan ini antara lain:

1. Pelatihan dan edukasi. Memberikan pelatihan bagi orang tua di desa tentang penggunaan aplikasi, mulai dari cara mengunduh dan mengoperasikannya hingga memahami hasil yang disajikan aplikasi.
2. Kolaborasi dengan tenaga kesehatan. Integrasi aplikasi dengan pelayanan kesehatan desa sehingga tenaga kesehatan dapat memberikan dukungan langsung kepada orang tua.

3. Desain antarmuka yang ramah pengguna. Mengembangkan antarmuka aplikasi yang sederhana dan mudah dipahami, agar dapat diakses oleh masyarakat dengan literasi teknologi yang beragam.
4. Kampanye sosialisasi lokal. Meningkatkan kesadaran masyarakat melalui penyuluhan di desa, diskusi kelompok, dan demonstrasi penggunaan aplikasi.
5. Pemberdayaan komunitas. Mendorong pembentukan kelompok orang tua atau sukarelawan yang dapat membantu masyarakat dalam penggunaan aplikasi.
6. Pengintegrasian dengan kebijakan pemerintah. Bekerja sama dengan pemerintah daerah untuk mengintegrasikan aplikasi dalam program kesehatan anak yang ada.
7. Penguatan infrastruktur. Peningkatan infrastruktur seperti akses internet dan sumber daya listrik yang stabil.
8. Monitoring dan evaluasi. Pemantauan dan evaluasi berkala untuk mengukur efektivitas aplikasi dan mendapatkan umpan balik pengguna.

Dengan menggabungkan strategi-strategi ini, diharapkan partisipasi orang tua dalam pemantauan gizi anak melalui aplikasi smartphone/mobile dapat ditingkatkan, mendukung pelayanan gizi yang inklusif dan berkelanjutan. Kehadiran perangkat deteksi gizi juga memiliki peran krusial. Perangkat ini menyediakan data spesifik dan akurat tentang status gizi anak melalui analisis biomarker. Studi oleh Picó et al. (2019) menunjukkan bahwa perangkat biomarker gizi dapat memfasilitasi deteksi dini defisiensi nutrisi, langkah penting untuk menentukan intervensi yang sesuai. Namun, berbagai tantangan, seperti infrastruktur yang belum merata dan kesenjangan digital, perlu diatasi. Solusi strategis berupa pelatihan khusus, pengembangan infrastruktur, dan desain aplikasi yang ramah pengguna dapat mengurangi hambatan tersebut.

Implementasi aplikasi dan perangkat deteksi gizi membutuhkan kolaborasi erat dengan pemerintah daerah, lembaga kesehatan, dan komunitas. Dengan dukungan yang kuat, teknologi ini dapat menjadi alat efektif untuk meningkatkan gizi anak, mempercepat intervensi kesehatan yang lebih efisien (WHO, 2022). Pendekatan komprehensif ini, yang menggabungkan aplikasi smartphone dan perangkat deteksi gizi, akan mendukung pemantauan kesehatan anak secara optimal.

## **E. Perhitungan Kebutuhan Energi dan Protein**

---

### **1. Menghitung Kebutuhan Zat Gizi**

Kebutuhan energi dan protein dihitung berdasarkan beberapa faktor utama: usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas fisik, dan laju metabolisme basal (*basal metabolic rate* atau BMR). Laju metabolisme basal mengacu pada jumlah energi

yang dibutuhkan oleh tubuh untuk menjalankan fungsi dasar seperti pernapasan, sirkulasi darah, dan pencernaan dalam keadaan istirahat. Kebutuhan energi total seseorang kemudian dihitung dengan menambahkan energi yang diperlukan untuk aktivitas fisik sehari-hari dan termogenesis makanan, yaitu energi yang digunakan tubuh untuk mencerna dan memetabolisme makanan.

Untuk menghitung kebutuhan energi, metode yang umum digunakan adalah *Estimated Energy Requirement* (EER), yang mempertimbangkan BMR, tingkat aktivitas fisik, usia, dan berat badan. Misalnya, untuk menghitung BMR pada pria dewasa, rumus Harris-Benedict sering kali digunakan:

$$\text{BMR (pria)} = 88,362 + (13,397 \times \text{berat badan (kg)}) + (4,799 \times \text{tinggi badan (cm)}) - (5,677 \times \text{usia (tahun)})$$

Sementara untuk wanita dewasa, rumusnya adalah:

$$\text{BMR (wanita)} = 447,593 + (9,247 \times \text{berat badan (kg)}) + (3,098 \times \text{tinggi badan (cm)}) - (4,330 \times \text{usia (tahun)})$$

Setelah BMR dihitung, faktor tingkat aktivitas fisik (PAL atau *Physical Activity Level*) ditambahkan. Misalnya, individu yang tidak aktif memiliki PAL sebesar 1,2, sementara yang sangat aktif bisa memiliki PAL hingga 1,9. Dengan mengalikan BMR dengan PAL, kita akan mendapatkan kebutuhan energi harian individu. Contoh perhitungan untuk pria berusia 30 tahun, berat 70 kg, tinggi 175 cm dengan aktivitas sedang (PAL 1,55):

$$\text{BMR} = 88,362 + (13,397 \times 70) + (4,799 \times 175) - (5,677 \times 30) = 1729,5 \text{ kalori}$$

$$\text{Kebutuhan energi total} = 1729,5 \times 1,55 = 2681,7 \text{ kalori/hari}$$

Protein adalah salah satu dari tiga makronutrien utama yang sangat penting bagi tubuh manusia. Protein berfungsi sebagai komponen pembangun tubuh yang membantu dalam pertumbuhan, perbaikan jaringan, serta pemeliharaan struktur sel dan organ. Selain itu, protein memainkan peran penting dalam berbagai fungsi biologis, seperti enzim, hormon, dan antibodi yang membantu tubuh melawan infeksi. Protein terdiri dari rantai panjang asam amino yang dibagi menjadi dua kategori yaitu asam amino esensial dan asam amino non-esensial. Asam amino esensial tidak dapat diproduksi oleh tubuh, sehingga harus diperoleh melalui makanan. Sumber makanan yang kaya akan protein meliputi daging, ikan, telur, susu, serta produk nabati seperti kacang-kacangan, biji-bijian, dan kedelai.

Dalam hal kebutuhan protein, AKG 2019 merekomendasikan bahwa kebutuhan protein bervariasi tergantung usia dan jenis kelamin. Secara umum, kebutuhan protein untuk orang dewasa adalah sekitar 0,8-1,0 gram per kilogram berat badan per hari, atau protein menyumbang sekitar 10-15% dari total kebutuhan energi harian, dengan setiap gram protein menyediakan 4 kalori.

Penghitungannya serupa dengan lemak dan karbohidrat, namun umumnya disesuaikan dengan berat badan individu, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya (0,8-1,0 gram protein per kg berat badan). Namun, untuk individu yang lebih aktif atau dalam kondisi khusus seperti masa pertumbuhan, kehamilan, atau penyakit tertentu, kebutuhan protein bisa meningkat. Misalnya, seorang pria dewasa dengan berat 70 kg memerlukan sekitar 56-70 gram protein per hari. Protein ini harus berasal dari sumber yang berkualitas, yang mengandung asam amino esensial yang diperlukan tubuh.

Lemak adalah sumber energi yang sangat terkonsentrasi, memberikan 9 kalori per gram. Selain sebagai sumber energi, lemak penting untuk penyerapan vitamin larut lemak (A, D, E, K) dan untuk menjaga fungsi sel dan hormon. Menurut AKG 2019, rekomendasi asupan lemak bagi orang dewasa adalah 20-30% dari total kebutuhan energi harian. Oleh karena itu, untuk menghitung kebutuhan lemak, pertama-tama kita harus menentukan persentase dari total energi yang dialokasikan untuk lemak, kemudian mengonversi kalori ini ke dalam gram lemak. Misalnya, jika seseorang memiliki kebutuhan energi total (TEE) sebesar 2500 kalori per hari, dan kita akan menggunakan 25% dari total kalori tersebut untuk lemak: Kebutuhan kalori dari lemak =  $2500 \times 0,25 = 625$  kalori.

Karena setiap gram lemak mengandung 9 kalori, maka kita bisa menghitung jumlah gram lemak yang dibutuhkan: Kebutuhan lemak dalam gram =  $625 / 9 = 69,4$  gram lemak per hari. Jadi, seseorang dengan kebutuhan energi total 2500 kalori per hari memerlukan sekitar 69,4 gram lemak. Lemak ini sebaiknya berasal dari sumber yang sehat, seperti lemak tak jenuh ganda dan tunggal (misalnya dari minyak zaitun, kacang-kacangan, dan ikan), dan disarankan untuk membatasi asupan lemak jenuh serta lemak trans yang dapat meningkatkan risiko penyakit jantung.

Karbohidrat adalah sumber energi utama bagi tubuh dan otak. Setiap gram karbohidrat menyediakan 4 kalori. AKG 2019 merekomendasikan bahwa 45-65% dari total kebutuhan energi harian harus berasal dari karbohidrat. Angka ini tergantung pada tingkat aktivitas individu serta kebutuhan khusus seperti pada atlet atau individu dengan kondisi medis tertentu. Untuk menghitung kebutuhan karbohidrat, kita mengikuti pendekatan yang sama seperti pada lemak, dengan menggunakan persentase yang dianjurkan. Misalnya, untuk individu yang membutuhkan 2500 kalori per hari, kita ambil 55% dari total kalori untuk karbohidrat: Kebutuhan kalori dari karbohidrat =  $2500 \times 0,55 = 1375$  kalori.

Karena setiap gram karbohidrat menghasilkan 4 kalori, maka kita dapat menghitung kebutuhan karbohidrat dalam gram: Kebutuhan karbohidrat dalam gram =  $1375 / 4 = 343,75$  gram karbohidrat per hari. Individu dengan kebutuhan

energi 2500 kalori per hari membutuhkan sekitar 343,75 gram karbohidrat per hari. Karbohidrat ini sebaiknya berasal dari sumber-sumber yang kaya nutrisi, seperti biji-bijian utuh, sayuran, buah-buahan, dan kacang-kacangan, yang juga menyediakan serat serta vitamin dan mineral penting. Disarankan untuk membatasi asupan karbohidrat sederhana yang berasal dari gula tambahan dan produk olahan yang miskin nutrisi.

## **2. Faktor Lain yang Mempengaruhi Kebutuhan Gizi**

Selain usia, jenis kelamin, dan aktivitas fisik, ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi kebutuhan gizi seseorang, seperti kondisi fisiologis (kehamilan, menyusui), penyakit kronis, serta genetik. Pada ibu hamil, misalnya, kebutuhan energi dan protein meningkat secara signifikan untuk mendukung pertumbuhan janin dan perkembangan plasenta. AKG merekomendasikan tambahan 180 kalori per hari pada trimester pertama, dan tambahan 300 kalori pada trimester kedua dan ketiga. Kebutuhan protein juga meningkat sekitar 25 gram per hari selama kehamilan. Individu yang mengalami penyakit kronis seperti diabetes atau kanker, kebutuhan energi dan protein juga dapat meningkat untuk membantu proses penyembuhan dan menjaga massa otot. Selain itu, faktor genetik dapat mempengaruhi laju metabolisme seseorang, sehingga ada individu yang membutuhkan lebih banyak atau lebih sedikit energi dan protein dibandingkan dengan rata-rata populasi.

Perhitungan kebutuhan energi dan protein berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) adalah proses yang kompleks dan bergantung pada berbagai faktor seperti usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas fisik, dan kondisi fisiologis individu. AKG memberikan panduan yang sangat berguna bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan nutrisi mereka dan mencegah masalah malnutrisi serta kelebihan gizi. Melalui pendekatan ini, diharapkan masyarakat dapat menjalani kehidupan yang sehat dengan asupan gizi yang optimal.

## **F. Interpretasi Hasil Penilaian Konsumsi Gizi**

---

Penilaian gizi adalah proses ilmiah yang digunakan untuk menentukan status gizi seseorang atau kelompok, berdasarkan parameter seperti kebutuhan energi, protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral. Penilaian ini dilakukan dengan menggunakan standar Angka Kecukupan Gizi (AKG), yang memberikan acuan mengenai jumlah asupan zat gizi harian yang diperlukan untuk mempertahankan kesehatan optimal. AKG ditetapkan berdasarkan usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, aktivitas fisik, serta kondisi fisiologis tertentu seperti kehamilan atau menyusui (Al Rahmad et al., 2023).

## 1. Bagaimana Hasil Penilaian Digunakan untuk Menentukan Kebutuhan Gizi Individu?

Hasil penilaian gizi pada individu bertujuan untuk menentukan apakah asupan gizi seseorang sudah sesuai dengan kebutuhan fisiologisnya. Pertama, pengukuran seperti berat badan, tinggi badan, dan usia digunakan untuk menentukan kebutuhan energi basal atau *Basal Metabolic Rate* (BMR). BMR adalah jumlah energi yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan fungsi dasar seperti pernapasan dan sirkulasi darah ketika berada dalam keadaan istirahat. Setelah BMR diketahui, faktor-faktor lain seperti tingkat aktivitas fisik harian ditambahkan untuk menghitung kebutuhan energi total (*Total Energy Expenditure* atau TEE).

Sebagai contoh, seseorang dengan aktivitas fisik sedang mungkin memiliki TEE yang lebih tinggi daripada seseorang dengan aktivitas fisik rendah. Setelah TEE ditetapkan, AKG untuk makronutrien (karbohidrat, protein, dan lemak) dan mikronutrien (vitamin dan mineral) diterapkan. Sebagai panduan, AKG menetapkan bahwa 45-65% dari total kebutuhan energi harus berasal dari karbohidrat, 20-30% dari lemak, dan 10-15% dari protein. Angka-angka ini disesuaikan lebih lanjut berdasarkan kebutuhan khusus individu, misalnya seseorang yang sedang menjalani pemulihan dari penyakit mungkin memerlukan lebih banyak protein untuk mendukung penyembuhan jaringan.

Hasil penilaian ini digunakan oleh profesional gizi untuk menyusun rencana diet yang sesuai, memastikan bahwa individu tersebut mendapatkan asupan yang cukup dari semua zat gizi yang diperlukan. Sebagai contoh, individu dengan kekurangan vitamin tertentu, seperti vitamin D, dapat disarankan untuk meningkatkan konsumsi makanan kaya vitamin D atau mungkin memerlukan suplementasi.

## 2. Bagaimana Hasil Penilaian Digunakan untuk Menentukan Kebutuhan Gizi Kelompok?

Penilaian gizi pada kelompok memiliki peran yang lebih besar dalam perencanaan kebijakan kesehatan masyarakat dan intervensi gizi. Hasil penilaian kelompok memberikan informasi tentang distribusi status gizi dalam suatu populasi, mengidentifikasi prevalensi malnutrisi, obesitas, atau kekurangan zat gizi mikro tertentu seperti zat besi atau yodium. Misalnya, jika penilaian menunjukkan bahwa sekelompok anak di suatu wilayah memiliki prevalensi tinggi kekurangan zat besi, intervensi gizi yang dirancang untuk mengatasi masalah ini, seperti program fortifikasi makanan atau suplementasi zat besi, dapat dilakukan. Penilaian juga mempertimbangkan faktor-faktor sosioekonomi, akses terhadap makanan, pola diet tradisional, serta kondisi kesehatan yang mendasarinya (Keats

et al., 2021). Pada tingkat kelompok, AKG digunakan untuk membuat rekomendasi gizi populasi, seperti RDA (*Recommended Dietary Allowance*) yang menunjukkan asupan gizi harian yang direkomendasikan untuk 97-98% dari populasi yang sehat. Selain itu, hasil penilaian juga bisa digunakan untuk merancang program pendidikan gizi, kebijakan subsidi pangan, dan kampanye promosi kesehatan yang lebih luas.

Sebagai contoh, dalam upaya menurunkan prevalensi obesitas pada kelompok tertentu, hasil penilaian yang menunjukkan asupan lemak jenuh yang tinggi dapat mendorong penerapan kebijakan yang mengurangi penggunaan minyak trans dalam makanan olahan. Di sisi lain, untuk kelompok yang menghadapi masalah malnutrisi, hasil penilaian yang menunjukkan kekurangan energi kronis dapat digunakan sebagai dasar untuk meningkatkan akses ke program bantuan pangan atau memperkuat pendidikan gizi di tingkat sekolah dan komunitas.

## **G. Kesimpulan**

---

Pengelolaan gizi yang optimal merupakan tantangan global yang kompleks, melibatkan upaya untuk menghadapi triple burden of malnutrition: kekurangan gizi, obesitas, dan defisiensi zat gizi mikro. Dalam hal ini, teknologi, khususnya aplikasi diet, telah muncul sebagai alat penting yang mendukung pemantauan asupan makanan, analisis kebutuhan gizi, serta rekomendasi pola makan yang terpersonalisasi.

Penggunaan aplikasi diet memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan kesehatan dan gizi masyarakat. Dengan fitur seperti penghitungan kebutuhan energi, protein, dan makronutrien lainnya, aplikasi ini memungkinkan individu untuk lebih memahami pola makan mereka dan melakukan penyesuaian berdasarkan kebutuhan spesifik. Selain itu, aplikasi ini juga memberikan manfaat besar dalam program kesehatan masyarakat, seperti pemantauan status gizi balita melalui aplikasi PSG Balita dan pemberdayaan individu dengan aplikasi NutrAnt dan PrimaKu. Aplikasi ini meningkatkan akurasi data gizi, mempercepat intervensi, dan mendukung pengambilan kebijakan berbasis bukti.

Penggunaan aplikasi diet untuk meningkatkan layanan gizi tidak hanya mempermudah tenaga kesehatan dalam melakukan penilaian gizi, tetapi juga memberdayakan masyarakat untuk lebih aktif dalam mengelola pola makan mereka. Aplikasi berbasis teknologi memungkinkan deteksi dini masalah gizi, perencanaan menu sehat, serta pemantauan pertumbuhan dan perkembangan anak. Di Indonesia, aplikasi seperti PrimaKu telah membantu banyak keluarga dalam memantau kesehatan anak mereka secara lebih terstruktur.

Penghitungan kebutuhan energi dan protein, yang merupakan aspek inti dalam penilaian gizi, menjadi lebih mudah dengan dukungan aplikasi. Dengan algoritma yang dirancang untuk menganalisis data seperti usia, berat badan, tinggi badan, dan tingkat aktivitas fisik, aplikasi ini memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Misalnya, metode seperti Harris-Benedict atau Mifflin-St Jeor digunakan untuk menghitung Basal Metabolic Rate (BMR) dan kebutuhan energi total, sementara Angka Kecukupan Gizi (AKG) membantu menentukan kebutuhan protein dan makronutrien lainnya secara spesifik. Interpretasi hasil penilaian konsumsi gizi menjadi langkah penting untuk merancang intervensi yang efektif. Aplikasi diet memungkinkan analisis data konsumsi harian, identifikasi defisiensi nutrisi, dan rekomendasi makanan yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan gizi. Pada tingkat populasi, hasil penilaian ini mendukung kebijakan kesehatan publik, seperti penguatan program fortifikasi pangan atau distribusi suplemen bagi kelompok rentan.

Oleh karena itu dapat dipastikan bahwa, aplikasi diet menjadi sangat penting yaitu dalam menjembatani kebutuhan individu dengan upaya kesehatan masyarakat. Dengan memanfaatkan teknologi ini, baik individu maupun tenaga kesehatan dapat lebih efektif dalam mengelola gizi, mencegah penyakit terkait pola makan, dan meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan. Masa depan pengelolaan kesehatan dan gizi yang berbasis teknologi memerlukan kolaborasi erat antara pemerintah, penyedia layanan kesehatan, pengembang aplikasi, dan masyarakat untuk memastikan akses yang merata dan manfaat yang berkelanjutan.

## H. Referensi

- 
- Agurs-Collins, T., Alvidrez, J., ElShourbagy Ferreira, S., Evans, M., Gibbs, K., Kowtha, B., Pratt, C., Reedy, J., Shams-White, M., & Brown, A. G. M. (2024). Perspective: Nutrition Health Disparities Framework: A Model to Advance Health Equity. *Advances in Nutrition*, 15(4), 100194. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100194>
- Al Rahmad, A. H. (2024). Aplikasi dan Alat Deteksi Stunting. In K. A. Putri (Ed.), *Penanganan Stunting untuk Desa-2* (1st ed., pp. 131–147). Get Press Indonesia.
- Al Rahmad, A. H., Fitri, Y., Suryana, S., Mulyani, N. S., Fajriansyah, F., & Abdul, H. (2020). Analysis of the relationship between nutritional influence with the obesity phenomenon among primary school students in Banda Aceh, Aceh Province, Indonesia. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 8(E), 267–270. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2020.3471>
- Al Rahmad, A. H., Junaidi, J., Fitrianiingsih, E., Iskandar, I., Mulyani, N. S., Irwandi, I., Arnisam, A., Khazanah, W., Andriani, A., & Alfridsyah, A. (2022). Effectiveness of using Android-based applications for nutrition monitoring of toddlers in Banda

Aceh. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(E), 444–451. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.7599>

- Al Rahmad, A. H., Junaidi, J., Muliyani, N. S., & Emilda, E. (2023). The impact of integrating the ISO/IEC 25010 standard into the " PSG Balita" on the quality of the toddler nutritional status report data. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 8(4), 653–659. <https://doi.org/10.30867/action.v8i4.754>
- BKPK. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023*. <https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/ski-2023-dalam-angka/>
- Coile, A., Wun, J., Kothari, M. T., Hemminger, C., Fracassi, P., & Di Dio, D. (2021). Scaling up nutrition through multisectoral planning: An exploratory review of 26 national nutrition plans. *Maternal & Child Nutrition*, 17(4), e13225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/mcn.13225>
- Escott-Stump, S. (2008). *Nutrition and diagnosis-related care*. Wolters Kluwer.
- FAO; IFAD; UNICEF; WFP and WHO. (2019). Food Security and Nutrition in the World 2019. In *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*.
- FAO. (2020). The State of Food Security and Nutrition in the World 2020: Transforming Food Systems for Affordable Healthy Diets. In <https://www.fao.org>. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9692en>
- Gibney, M. J., Lanham-New, S. A., Cassidy, A., Vorster, H. H., & Gibson, R. S. (2013). *Introduction to human nutrition* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Gillespie, S., Haddad, L., Mannar, V., Menon, P., & Nisbett, N. (2013). The politics of reducing malnutrition: building commitment and accelerating progress. *The Lancet*, 382(9891), 552–569. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60842-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60842-9)
- Keats, E. C., Das, J. K., Salam, R. A., Lassi, Z. S., Imdad, A., Black, R. E., & Bhutta, Z. A. (2021). Effective interventions to address maternal and child malnutrition: an update of the evidence. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 5(5), 367–384. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(20\)30274-1](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(20)30274-1)
- Kemenkes RI. (2021). *Buku Saku: Hasil Studi Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2021* (Edisi 1). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kemenkes RI. (2022). Survei Status Gizi SSGI 2022. In *BKPK Kemenkes RI. Kementerian Kesehatan RI*. <https://www.bps.go.id/publication/2022/12/23/54f24c0520b257b3def481be/profil-kesehatan-ibu-dan-anak-2022.html>
- Kementerian Kesehatan RI. (2018). Laporan Riskesdas 2018. In *Laporan Nasional Riskesdas 2018* (Vol. 53, Issue 9, pp. 154–165).
- Labatjo, R., Tumenggung, I., & Rahmad, A. H. Al. (2023). Insulin resistance, visceral fat, and vitamin D in overweight and obesity adolescents. *Universal Journal of*

- Public Health*, 11(4), 463–471. <https://doi.org/10.13189/ujph.2023.110411>
- Maigoda, T. C., Simbolon, D., & Rahmad, A. H. Al. (2023). *Kenali Stunting Sejak Dini* (1st ed.). PT Nasya Expanding Management.
- Mulyani, N. S., Arnisam, A., Andriani, A., Fitrianiingsih, E., Hadi, A., & Al Rahmad, A. H. (2023). The Effect of Nutrition Counseling on Mother's Knowledge and Nutrition Information in Autistic Children in Banda Aceh City. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 11(E), 239–242. <https://doi.org/https://doi.org/10.3889/oamjms.2023.9573>
- Pelletier, D. L., Menon, P., Ngo, T., Frongillo, E. A., & Frongillo, D. (2011). The Nutrition Policy Process: The Role of Strategic Capacity in Advancing National Nutrition Agendas. *Food and Nutrition Bulletin*, 32(2\_suppl2), S59–S69. <https://doi.org/10.1177/15648265110322S203>
- Pennington, J. A. T., & Church, H. N. (2009). *Bowes and Church's food values of portions commonly used*. Wolters Kluwer--Medknow Publications.
- Permatasari, T. A. E., Rizqiya, F., Kusumaningati, W., Suryaalamsah, I. I., & Hermiwahyoeni, Z. (2021). The effect of nutrition and reproductive health education of pregnant women in Indonesia using quasi experimental study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 21(1), 180. <https://doi.org/10.1186/s12884-021-03676-x>
- Picó, C., Serra, F., Rodríguez, A. M., Keijer, J., & Palou, A. (2019). Biomarkers of Nutrition and Health: New Tools for New Approaches. In *Nutrients* (Vol. 11, Issue 5, p. 1092). <https://doi.org/10.3390/nu11051092>
- Putra, A. S., Tong, G., & Pribadi, D. O. (2020). Food Security Challenges in Rapidly Urbanizing Developing Countries: Insight from Indonesia. In *Sustainability* (Vol. 12, Issue 22, p. 9550). <https://doi.org/10.3390/su12229550>
- Rahmad, A. H. Al, Iskandar, & Hafid, F. (2023). Desain dan pengembangan prototipe aplikasi Assesment gizi (NutrAnt) untuk smartphone serta tablet berbasis platform Android®. In *Repository Poltekkes Kemenkes Aceh*. Poltekkes Kemenkes Aceh.
- Roberto, C. A., Swinburn, B., Hawkes, C., Huang, T. T.-K., Costa, S. A., Ashe, M., Zwicker, L., Cawley, J. H., & Brownell, K. D. (2015). Patchy progress on obesity prevention: emerging examples, entrenched barriers, and new thinking. *The Lancet*, 385(9985), 2400–2409. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61744-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61744-X)
- Ross, A. C., Caballero, B., Cousins, R. J., & Tucker, K. L. (2020). *Modern nutrition in health and disease* (11th ed.). Jones & Bartlett Learning.
- UNICEF. (2021). The State of the World's Children 2021: On My Mind – Promoting, Protecting, and Caring for Children's Mental Health. In <https://www.unicef.org/reports>. <https://www.unicef.org/reports/state-worlds->

children-2021

- UNICEF, & WHO. (2020). *Levels and trends in child malnutrition: key findings of the 2019 Edition of the Joint Child Malnutrition Estimates*. <https://www.renc.es/>. [https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC\\_2020\\_2\\_00\\_Libros.pdf](https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2020_2_00_Libros.pdf)
- Venkataramanan, R., Subramanian, S. V., Alajlani, M., & Arvanitis, T. N. (2022). Effect of mobile health interventions in increasing utilization of Maternal and Child Health care services in developing countries: A scoping review. *DIGITAL HEALTH*, 8, 12. <https://doi.org/10.1177/20552076221143236>
- Whitney, E. N., & Rolfes, S. R. (2015). Understanding nutrition. In *Cengage Learning*. Cengage Learning.
- Whitney, E. N., & Rolfes, S. R. (2019). *Understanding nutrition*. Cengage Learning.
- WHO. (2022). *WHO compendium of innovative health technologies for low-resource settings: 2022*. <https://iris.who.int/>; World Health Organization. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/355162/9789240049505-eng.pdf?sequence=1>
- WHO. (2024). *Obesity and overweight*. <https://www.who.int/news-room>. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Zorbas, C., Browne, J., Chung, A., Baker, P., Palermo, C., Reeve, E., Peeters, A., & Backholer, K. (2021). National nutrition policy in high-income countries: is health equity on the agenda? *Nutrition Reviews*, 79(10), 1100–1113. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa120>

## I. Glosarium

---

### A

**AKG (Angka Kecukupan Gizi):** Panduan jumlah asupan zat gizi harian yang diperlukan untuk mempertahankan kesehatan optimal.

**Anthropometri:** Metode pengukuran tubuh manusia untuk menilai status gizi dan kesehatan.

**Aplikasi Diet:** Perangkat lunak digital yang membantu individu atau profesional kesehatan memantau konsumsi makanan, menghitung kebutuhan gizi, dan memberikan rekomendasi pola makan.

## **B**

**BMR (Basal Metabolic Rate):** Energi yang diperlukan tubuh untuk menjalankan fungsi dasar seperti pernapasan dan sirkulasi darah saat istirahat.

**BMI (Body Mass Index):** Indeks yang digunakan untuk mengklasifikasikan status berat badan berdasarkan tinggi dan berat badan.

## **C**

**Calories:** Satuan energi yang dihasilkan oleh makanan dan diperlukan untuk fungsi tubuh.

**Cognitive Development:** Proses perkembangan kemampuan berpikir dan memahami pada manusia.

## **D**

**Defisiensi Gizi:** Kekurangan zat gizi tertentu yang diperlukan tubuh untuk fungsi optimal.

**Diet Personalisasi:** Rekomendasi pola makan yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik individu.

## **E**

**EER (Estimated Energy Requirement):** Estimasi jumlah energi yang diperlukan untuk mempertahankan keseimbangan energi dalam tubuh.

**EPPGBM (Elektronik Pencatatan dan Pelaporan Gizi Berbasis Masyarakat):** Sistem digital untuk memantau status gizi masyarakat di Indonesia.

## **F**

**Food Fortification:** Penambahan zat gizi ke dalam makanan untuk meningkatkan nilai gizinya.

## **G**

**Gizi Mikro:** Zat gizi yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah kecil seperti vitamin dan mineral.

## **I**

**IMT (Indeks Massa Tubuh):** Parameter yang digunakan untuk menilai status berat badan berdasarkan tinggi badan.

**Intervensi Gizi:** Langkah atau program untuk mengatasi masalah gizi pada individu atau populasi.

## **K**

**Kalori:** Satuan pengukuran energi yang diperoleh dari makanan.

**Kebutuhan Energi Total (TEE):** Jumlah energi harian yang dibutuhkan oleh tubuh, termasuk aktivitas fisik.

## **M**

**Macronutrien:** Zat gizi yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah besar, termasuk karbohidrat, protein, dan lemak.

**Malnutrisi:** Gangguan kesehatan akibat kekurangan atau kelebihan gizi.

## **N**

**Nutrisi:** Zat yang diperlukan tubuh untuk tumbuh, berkembang, dan mempertahankan fungsi tubuh.

**NutrAnt:** Sebuah aplikasi yang membantu pengguna mencatat dan menganalisis konsumsi makanan harian.

## **O**

**Obesitas:** Kondisi kelebihan lemak tubuh yang dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan.

## **P**

**PAL (Physical Activity Level):** Tingkat aktivitas fisik yang mempengaruhi kebutuhan energi individu.

**PrimaKu:** Aplikasi yang dirancang untuk memantau tumbuh kembang anak di Indonesia.

## **S**

**Stunting:** Kondisi gagal tumbuh pada anak akibat kekurangan gizi kronis.

**Suplemen Gizi:** Produk yang digunakan untuk melengkapi kekurangan gizi dalam makanan sehari-hari.

## **T**

**Teknologi Gizi:** Penggunaan alat dan aplikasi digital untuk mendukung pemantauan, analisis, dan pengelolaan gizi.

**Triple Burden of Malnutrition:** Kombinasi masalah kekurangan gizi, obesitas, dan defisiensi zat gizi mikro dalam populasi.

# CHAPTER 3

## PENGGUNAAN TEKNOLOGI UNTUK PENYULUHAN GIZI ONLINE

Cici Valiani, S.ST., M.Kes.

### A. Pendahuluan/Prolog

Perkembangan teknologi digital telah membawa dampak signifikan dalam berbagai sektor kehidupan manusia, salah satunya di bidang kesehatan. Khususnya dalam edukasi kesehatan, pemanfaatan teknologi digital untuk penyuluhan gizi menjadi tren yang berkembang secara pesat dalam beberapa tahun terakhir. Kondisi ini semakin diperkuat dengan kebutuhan akan penyebaran informasi yang cepat, mudah diakses, serta efisien bagi masyarakat luas, terutama dalam situasi pandemi COVID-19 (Bensley et al., 2021).

Penyuluhan gizi adalah salah satu pendekatan edukatif yang bertujuan untuk mengubah perilaku masyarakat ke arah yang lebih sehat melalui peningkatan pengetahuan, sikap, dan praktik gizi seimbang (Wang et al., 2020). Namun, metode penyuluhan konvensional yang biasanya dilakukan secara tatap muka menghadapi keterbatasan jangkauannya, terutama di daerah terpencil dengan akses terbatas. Seiring kemajuan teknologi komunikasi, metode penyuluhan gizi secara online menjadi alternatif yang menjanjikan untuk menjangkau populasi yang lebih luas dengan biaya yang relatif rendah (Kusuma et al., 2021).

Beberapa studi terbaru menunjukkan bahwa penyuluhan gizi secara online dapat meningkatkan efisiensi edukasi kesehatan, baik dari segi waktu, tenaga, maupun biaya operasional (Hidayat et al., 2022). Di samping itu, platform digital seperti media sosial, aplikasi mobile, serta platform webinar memberikan pengalaman baru bagi audiens dalam mendapatkan informasi kesehatan secara interaktif, menarik, dan real-time, dibandingkan dengan penyuluhan konvensional (McLaughlin et al., 2021).

Di Indonesia, penggunaan teknologi digital dalam penyuluhan gizi juga menunjukkan perkembangan yang signifikan. Hasil studi oleh Kemenkes RI (2023) mengungkapkan bahwa lebih dari 70% masyarakat Indonesia telah mengakses informasi kesehatan dan gizi melalui platform digital selama periode pandemi COVID-19. Hal ini menandakan potensi besar dari metode penyuluhan gizi online sebagai alternatif edukasi yang lebih luas dan efektif.

Salah satu kelebihan utama dari penyuluhan gizi berbasis teknologi adalah fleksibilitasnya. Teknologi digital memungkinkan peserta mengakses informasi kapan saja dan di mana saja sesuai dengan kebutuhan mereka, sehingga meningkatkan tingkat partisipasi dan keterlibatan masyarakat dalam edukasi gizi (Amelia & Sahar, 2022). Fleksibilitas ini menjadi kunci penting terutama bagi masyarakat urban yang memiliki mobilitas tinggi, atau sebaliknya, masyarakat di daerah terpencil dengan keterbatasan akses transportasi ke fasilitas kesehatan.

Namun demikian, penerapan teknologi digital dalam penyuluhan gizi juga menghadapi sejumlah tantangan serius. Studi terbaru menunjukkan bahwa literasi digital yang rendah di kalangan masyarakat maupun tenaga kesehatan merupakan hambatan utama dalam optimalisasi penyuluhan online (Anwar & Utami, 2021). Selain itu, masih banyak daerah di Indonesia yang belum memiliki infrastruktur teknologi memadai, seperti jaringan internet yang stabil, sehingga menyulitkan implementasi penyuluhan online secara maksimal.

Di sisi lain, tingginya prevalensi informasi palsu (hoaks) di media sosial menjadi tantangan serius bagi tenaga penyuluh dalam memastikan validitas informasi gizi yang disampaikan. Penelitian oleh Nurhayati et al. (2022) menunjukkan bahwa hoaks kesehatan yang beredar secara luas dapat menimbulkan misinformasi yang berisiko membahayakan kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa penyuluhan gizi online didasarkan pada bukti ilmiah terkini.

Pemanfaatan teknologi digital untuk penyuluhan gizi juga menghadirkan peluang dalam hal personalisasi edukasi. Melalui teknologi berbasis data, informasi yang diberikan kepada masyarakat dapat lebih spesifik dan sesuai dengan kebutuhan individu, sehingga dapat meningkatkan efektivitas intervensi gizi dalam mengubah perilaku makan masyarakat (Rahmawati & Anggraeni, 2023).

Selain personalisasi, pendekatan inovatif seperti gamifikasi dalam penyuluhan gizi juga menjadi tren yang semakin berkembang. Beberapa penelitian terkini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis permainan (gamifikasi) dalam edukasi gizi dapat meningkatkan daya tarik, motivasi, dan partisipasi audiens, khususnya pada kelompok usia muda dan anak-anak sekolah (Kim & Lee, 2022).

Dengan mempertimbangkan berbagai potensi, peluang, dan tantangan tersebut, penting bagi tenaga kesehatan dan praktisi gizi untuk memahami secara mendalam bagaimana teknologi digital dapat dimanfaatkan secara optimal untuk penyuluhan gizi. Keterampilan dalam penggunaan teknologi, kreativitas dalam menciptakan konten edukasi, serta kemampuan dalam evaluasi efektivitas program merupakan faktor-faktor kunci yang akan menentukan kesuksesan program penyuluhan gizi online (Putri & Sari, 2023).

Oleh karena itu, buku ini hadir untuk memberikan panduan yang komprehensif mengenai berbagai aspek penting dalam penggunaan teknologi untuk penyuluhan gizi online, dengan harapan dapat menjadi acuan dan sumber referensi utama bagi praktisi kesehatan, ahli gizi, mahasiswa, serta akademisi dalam mengembangkan program edukasi gizi yang relevan, inovatif, efektif, dan adaptif dengan perkembangan teknologi terkini.

## **B. Dasar-dasar Penyuluhan Gizi Online**

---

Penyuluhan gizi merupakan kegiatan edukasi yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, sikap, dan perilaku masyarakat terkait praktik gizi yang sehat. Seiring kemajuan teknologi digital, metode penyuluhan gizi yang sebelumnya dominan dilakukan secara tatap muka mulai bergeser ke ranah online (Wang et al., 2020). Fenomena ini semakin diperkuat oleh kebutuhan informasi kesehatan yang cepat, akurat, fleksibel, serta dapat diakses dari mana saja, terutama pada masa pandemi COVID-19 yang membatasi interaksi langsung (Bensley et al., 2021).

Meskipun memiliki banyak kelebihan, penerapan penyuluhan gizi secara online juga menemui berbagai tantangan, seperti literasi digital yang rendah, infrastruktur teknologi yang terbatas di daerah terpencil, dan penyebaran informasi palsu (hoaks) tentang kesehatan (Nurhayati et al., 2022). Oleh karena itu, memahami dasar-dasar penyuluhan gizi online menjadi penting untuk memastikan efektivitas intervensi dalam mengubah perilaku gizi masyarakat secara positif.

### **1. Konsep Dasar Penyuluhan Gizi Berbasis Digital**

Konsep dasar penyuluhan gizi berbasis digital mengacu pada metode penyampaian informasi gizi melalui platform teknologi digital seperti media sosial, aplikasi kesehatan, webinar, dan video edukasi online (Hutchesson et al., 2020). Penyuluhan ini bertujuan untuk meningkatkan literasi gizi, mengubah pola makan masyarakat, serta menurunkan risiko penyakit yang berhubungan dengan gizi seperti obesitas, stunting, anemia, dan diabetes.

#### **Aspek utama konsep penyuluhan gizi berbasis digital meliputi:**

- a. Fleksibilitas akses: Informasi gizi tersedia secara real-time, memungkinkan masyarakat mengakses kapan dan di mana saja sesuai kebutuhan mereka.
- b. Personalisasi edukasi: Teknologi digital memungkinkan edukasi disesuaikan dengan kebutuhan spesifik individu, seperti melalui aplikasi personal diet tracker atau chatbot konsultasi gizi.
- c. Penggunaan multimedia interaktif: Informasi disajikan dalam berbagai bentuk seperti video, podcast, infografis interaktif, animasi, yang terbukti lebih menarik dibandingkan dengan metode konvensional (McLaughlin et al., 2021).

d. Interaksi dua arah: Teknologi digital memungkinkan interaksi langsung antara penyuluh dan audiens secara simultan, misalnya melalui webinar, live chat, atau konsultasi online (Kusuma et al., 2021).

Dengan demikian, konsep ini tidak hanya meningkatkan efisiensi edukasi tetapi juga memungkinkan penyampaian pesan lebih luas dan efektif.

## **2. Prinsip Komunikasi Efektif dalam Penyuluhan Gizi Online**

Agar pesan dalam penyuluhan gizi online tersampaikan secara optimal, beberapa prinsip komunikasi efektif harus diperhatikan, yaitu:

- a. Pesan jelas dan sederhana: Informasi gizi harus disampaikan dalam bahasa yang sederhana, ringkas, jelas, dan mudah dipahami oleh audiens dari berbagai latar belakang pendidikan (Putri & Sari, 2023).
- b. Visualisasi konten: Penyajian pesan gizi melalui media visual seperti infografis, video singkat, gambar ilustrasi atau animasi dapat membantu audiens memahami dan mengingat informasi lebih baik dibandingkan teks biasa (Kim & Lee, 2022).
- c. Empati dan ramah audiens: Penyuluh gizi online harus menunjukkan sikap empati, perhatian, serta responsif terhadap pertanyaan dan kebutuhan audiens. Pendekatan yang bersahabat dan penuh empati terbukti meningkatkan keterlibatan audiens secara signifikan (Amelia & Sahar, 2022).
- d. Interaksi dan umpan balik langsung: Penyuluh perlu memanfaatkan fitur interaktif seperti sesi tanya jawab, polling, atau kuis online agar terjadi interaksi aktif dua arah, sehingga informasi lebih mudah dipahami dan diterapkan.
- e. Kredibilitas informasi: Informasi yang diberikan wajib didukung oleh data ilmiah dan referensi kredibel terkini untuk mencegah penyebaran hoaks serta membangun kepercayaan audiens terhadap penyuluh (Nurhayati et al., 2022).

Prinsip-prinsip tersebut menjadi kunci keberhasilan penyampaian pesan gizi yang efektif secara online.

## **3. Kerangka Teoretis dalam Edukasi Gizi Digital**

Dalam mengembangkan program penyuluhan gizi digital, kerangka teoretis sangat penting untuk memastikan program edukasi yang dikembangkan efektif dan berorientasi hasil. Beberapa teori utama yang banyak digunakan dalam edukasi gizi digital antara lain:

- a. Diffusion of Innovations Theory (DOI)

Teori ini mengemukakan bahwa adopsi teknologi baru (misalnya edukasi gizi digital) dipengaruhi oleh keunggulan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, trialabilitas (kemudahan mencoba), serta observabilitas (kemampuan hasil diamati langsung). Implementasi teori ini membantu mengidentifikasi faktor

yang mempengaruhi penerimaan teknologi digital dalam penyuluhan gizi di masyarakat (Wang et al., 2020).

b. Health Belief Model (HBM)

Model ini menitikberatkan pada persepsi individu terhadap ancaman kesehatan, keparahan penyakit, manfaat dari tindakan preventif, serta hambatan yang dirasakan individu. Dalam edukasi gizi digital, HBM membantu penyuluh merancang konten yang tepat untuk meningkatkan kesadaran audiens akan pentingnya perubahan perilaku makan demi kesehatan yang lebih baik (Kusuma et al., 2021).

c. Social Cognitive Theory (SCT)

Teori ini menjelaskan perubahan perilaku sebagai hasil interaksi antara faktor individu, lingkungan, dan perilaku. Dalam edukasi gizi online, SCT mendukung penggunaan metode interaktif seperti modeling (contoh perilaku sehat dalam video edukasi), reinforcement positif (dukungan sosial online), serta interaksi komunitas melalui media sosial yang mampu meningkatkan self-efficacy audiens (Amelia & Sahar, 2022).

d. Technology Acceptance Model (TAM)

TAM digunakan untuk memahami faktor-faktor yang menentukan penerimaan dan pemanfaatan teknologi oleh audiens, seperti kemudahan penggunaan (ease of use) dan persepsi kegunaan (usefulness). Model ini penting dalam menentukan jenis teknologi yang paling tepat untuk digunakan dalam penyuluhan gizi online agar audiens mau dan mampu menggunakannya secara optimal (Hutchesson et al., 2020).

Penggunaan kerangka teoretis ini memastikan bahwa program edukasi gizi online tidak hanya disampaikan secara efektif tetapi juga mampu mengubah perilaku audiens secara berkelanjutan..

## **C. Jenis-jenis Teknologi dalam Penyuluhan Gizi**

---

Perkembangan teknologi digital membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam penyuluhan gizi. Teknologi menjadi alat efektif untuk meningkatkan jangkauan, kualitas, dan efektivitas edukasi gizi kepada masyarakat. Teknologi ini tidak hanya mempermudah akses informasi gizi tetapi juga menjangkau audiens yang lebih luas dengan cara yang lebih interaktif dan menarik. Jenis-jenis teknologi ini antara lain mencakup platform media sosial, webinar dan konferensi virtual, aplikasi mobile serta platform e-Health, dan berbagai media berbasis audio-visual seperti video edukasi dan podcast kesehatan.

### **1. Platform Media Sosial (Instagram, Facebook, TikTok)**

Media sosial kini menjadi sarana utama dalam edukasi gizi karena daya tariknya terhadap masyarakat luas, terutama generasi muda. Kelebihan utama media sosial adalah kemampuannya menyajikan informasi secara visual dan interaktif, serta memfasilitasi interaksi dua arah secara real-time.

**Karakteristik:**

- a. Instagram: Efektif untuk menyajikan informasi visual melalui gambar, infografis, video singkat (Reels), dan IG Live yang memungkinkan interaksi langsung dengan audiens.
- b. Facebook: Cocok untuk berbagi konten lebih panjang berupa artikel, video edukasi, live streaming interaktif, serta membangun komunitas diskusi.
- c. TikTok: Populer dalam membuat video pendek edukatif dengan format kreatif, dinamis, dan mudah viral, yang sangat efektif menarik perhatian remaja dan dewasa muda.

**Contoh Penerapan:**

- a. Kampanye gizi seimbang melalui Instagram Live oleh ahli gizi terkenal.
- b. Edukasi pencegahan obesitas melalui konten TikTok dengan pendekatan hiburan sekaligus edukasi (edutainment).

## 2. Webinar dan Virtual Conference

Webinar dan konferensi virtual memanfaatkan platform komunikasi digital seperti Zoom, Google Meet, Microsoft Teams untuk memberikan edukasi gizi secara real-time, interaktif, dan dapat menjangkau peserta dari berbagai lokasi geografis.

**Karakteristik:**

- a. Mampu menghadirkan berbagai ahli dari lokasi berbeda secara bersamaan.
- b. Interaksi langsung dan dua arah (Q&A session).
- c. Menjangkau peserta secara luas tanpa batasan geografis.
- d. Efektif untuk memberikan edukasi mendalam tentang isu-isu kesehatan spesifik.

**Contoh Penerapan:**

- a. Webinar tentang pencegahan stunting dan gizi buruk oleh Kementerian Kesehatan.
- b. Seminar virtual internasional mengenai pola makan sehat selama pandemi yang menghadirkan narasumber global.

## 3. Aplikasi Mobile dan Platform e-Health

Aplikasi mobile dan platform e-Health merupakan teknologi berbasis ponsel pintar atau internet yang memberikan layanan kesehatan secara personal. Teknologi ini berfungsi untuk memantau status gizi, memberikan rekomendasi pola makan, dan menyediakan konsultasi gizi secara online.

**Karakteristik:**

- a. Personalisasi layanan sesuai kebutuhan gizi pengguna.
- b. Fitur pemantauan secara real-time, misalnya kalori harian, aktivitas fisik, hingga pola tidur.
- c. Kemudahan akses layanan konsultasi kesehatan dan gizi secara online kapan saja dan di mana saja.

**Contoh Penerapan:**

- a. Aplikasi diet tracker seperti MyFitnessPal atau FatSecret yang membantu pengguna mengatur pola makan sehat.
- b. Platform e-Health seperti Halodoc atau Alodokter yang menyediakan layanan konsultasi gizi langsung dengan ahli nutrisi.

**4. Video Edukasi dan Podcast Kesehatan**

Video edukasi dan podcast adalah media audio-visual yang efektif digunakan dalam penyuluhan gizi, terutama karena dapat dikemas secara menarik, mudah diakses, serta cocok untuk berbagai segmen audiens.

**Karakteristik:**

- a. Video Edukasi: Efektif untuk menjelaskan topik kompleks secara visual dan menarik, seperti tutorial memasak sehat, visualisasi dampak makanan terhadap kesehatan tubuh, serta animasi edukatif untuk anak-anak.
- b. Podcast Kesehatan: Menyediakan konten yang dapat diakses sambil melakukan aktivitas lain (seperti berkendara, olahraga ringan), fleksibel, dan mampu menghadirkan diskusi mendalam secara santai.

**Contoh Penerapan:**

- a. Video tutorial tentang memasak makanan sehat yang disajikan oleh Kementerian Kesehatan atau lembaga edukasi gizi.
- b. Podcast gizi seperti "Cerita Gizi" atau "Diet Sehat" yang rutin menghadirkan narasumber ahli dalam bidang nutrisi.

**D. Implementasi Program Penyuluhan Gizi Online**

---

Implementasi program penyuluhan gizi online merupakan serangkaian proses penerapan kegiatan edukasi gizi yang dilakukan melalui platform digital. Tujuannya adalah meningkatkan pengetahuan, sikap, dan praktik gizi sehat pada masyarakat secara efektif, luas, dan efisien. Proses ini mencakup beberapa tahap utama, yaitu perencanaan, pelaksanaan, monitoring, evaluasi, hingga tindak lanjut dan pengembangan lebih lanjut.

**1. Tahap Perencanaan Program**

Perencanaan merupakan langkah utama yang menentukan keberhasilan program penyuluhan gizi secara daring. Tahap ini dimulai dengan identifikasi kebutuhan gizi audiens melalui survei yang mencakup wawancara, observasi, serta analisis data sekunder tentang kondisi kesehatan dan gizi masyarakat sasaran, seperti malnutrisi, obesitas, anemia, dan stunting. Kelompok sasaran spesifik, misalnya remaja, ibu hamil, lansia, atau anak usia sekolah, perlu ditentukan agar materi edukasi yang diberikan tepat sasaran.

Setelah identifikasi kebutuhan, tahap berikutnya adalah menentukan tujuan program. Tujuan ini dibagi menjadi tujuan jangka pendek dan jangka panjang. Tujuan jangka pendek adalah meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang pola makan sehat dan gizi seimbang di kalangan audiens. Tujuan jangka panjang mencakup penurunan prevalensi masalah gizi, seperti stunting atau obesitas, serta meningkatkan kebiasaan pola makan sehat di masyarakat secara berkelanjutan.

Materi penyuluhan juga harus dipilih berdasarkan kebutuhan spesifik audiens dan mencakup topik seperti prinsip gizi seimbang, pencegahan obesitas, edukasi gizi ibu dan anak, serta keamanan pangan. Materi ini disesuaikan dengan kondisi budaya setempat dan tingkat literasi digital audiens agar efektif dalam menyampaikan informasi.

Pemilihan teknologi dan media online merupakan aspek penting lain dalam perencanaan. Platform seperti media sosial (Instagram, Facebook, TikTok), webinar, aplikasi mobile, dan podcast dipilih berdasarkan karakteristik audiens. Media pendukung berupa video edukasi, infografis interaktif, bahan ajar digital, animasi, podcast, dan aplikasi telemedicine juga digunakan untuk memperkaya pengalaman belajar audiens.

## **2. Tahap Pelaksanaan Program**

Pada tahap pelaksanaan, materi penyuluhan disampaikan kepada audiens melalui berbagai media digital. Program ini diawali dengan kampanye online melalui platform media sosial populer seperti Instagram, Facebook, dan TikTok untuk menarik perhatian audiens dan meningkatkan keterlibatan. Webinar pembuka atau virtual meeting dengan pakar gizi atau influencer kesehatan juga diselenggarakan untuk menambah kredibilitas dan daya tarik program.

Materi penyuluhan disajikan secara interaktif melalui webinar menggunakan platform seperti Zoom, Google Meet, atau Microsoft Teams, yang memungkinkan diskusi dan tanya jawab langsung antara audiens dan narasumber. Di samping itu, media sosial dimanfaatkan untuk menyajikan informasi secara visual dengan infografis menarik atau video pendek yang mudah dipahami audiens kapan saja.

Program juga menggunakan aplikasi mobile khusus seperti diet tracker atau layanan konsultasi gizi online, memungkinkan audiens langsung menerapkan materi dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, platform telemedicine seperti Halodoc, Alodokter, dan KlikDokter menyediakan layanan konsultasi gizi pribadi secara daring.

Interaksi dan diskusi merupakan bagian penting dari pelaksanaan program, dengan menyediakan forum tanya jawab selama webinar, kolom komentar di media sosial, dan penggunaan chatbot yang efektif untuk menjawab pertanyaan umum audiens secara cepat.

### **3. Tahap Monitoring dan Evaluasi**

Monitoring dan evaluasi penting dilakukan untuk mengukur efektivitas program. Monitoring rutin dilakukan dengan mencatat jumlah peserta webinar, penayangan video edukasi, serta tingkat keterlibatan audiens di media sosial melalui likes, comments, dan shares. Selain itu, survei atau kuis digital secara berkala digunakan untuk menilai pemahaman peserta.

Evaluasi menyeluruh dilakukan dengan indikator yang jelas seperti perubahan pengetahuan, sikap, dan praktik gizi peserta. Metode pre-post test diterapkan untuk mengetahui dampak langsung dari program ini terhadap audiens.

Pengumpulan umpan balik peserta dilakukan melalui survei kepuasan yang mencakup konten, media penyampaian, serta efektivitas metode penyuluhan. Hasil survei ini digunakan sebagai dasar perbaikan program di masa mendatang.

### **4. Tindak Lanjut dan Pengembangan Program**

Tahap ini bertujuan memastikan dampak positif jangka panjang dari program penyuluhan gizi online. Pemeliharaan komunikasi dengan audiens dilakukan secara berkelanjutan melalui media sosial atau email dengan mengirimkan informasi tambahan secara berkala. Komunitas digital dibentuk untuk mendukung audiens dalam mempertahankan pola makan sehat secara konsisten.

Pengembangan materi dan metode dilakukan berdasarkan hasil evaluasi, masukan audiens, serta perkembangan ilmu pengetahuan terbaru di bidang gizi. Teknologi terbaru seperti virtual reality (VR) dan augmented reality (AR) juga mulai digunakan untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas materi penyuluhan.

Kolaborasi lintas sektor juga penting dilakukan dengan melibatkan lembaga gizi, pemerintah, institusi pendidikan, dan organisasi masyarakat untuk memperluas dampak program. Integrasi program penyuluhan dengan program kesehatan lainnya juga dilakukan demi pendekatan yang holistik dalam meningkatkan kualitas gizi masyarakat.

Implementasi program penyuluhan gizi secara online memiliki keuntungan seperti menjangkau audiens lebih luas, memberikan edukasi yang personal dan efisien biaya, serta meningkatkan keterlibatan audiens melalui media interaktif. Namun, tantangan seperti kesenjangan teknologi dan literasi digital, serta memastikan keberlanjutan partisipasi audiens secara daring perlu diatasi untuk mencapai tujuan peningkatan kualitas gizi masyarakat secara optimal.

## **E. Tantangan dan Solusi dalam Penyuluhan Gizi Berbasis Teknologi**

---

Perkembangan teknologi digital membuka peluang baru dalam penyuluhan gizi, memberikan akses luas dan efektif kepada masyarakat. Namun, pemanfaatan teknologi dalam penyuluhan gizi juga menghadapi berbagai tantangan yang perlu diatasi untuk mencapai tujuan optimal.

## **F. Simpulan**

---

Pemantauan status gizi merupakan elemen kunci dalam menjaga dan meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat secara keseluruhan. Masalah gizi seperti malnutrisi, stunting, obesitas, dan defisiensi mikronutrien masih menjadi tantangan serius secara global, termasuk di Indonesia. Metode tradisional pemantauan gizi seperti antropometri manual, meskipun banyak digunakan, memiliki beberapa kelemahan mendasar seperti risiko kesalahan pengukuran, proses yang memakan waktu lama, serta kesulitan menjangkau wilayah terpencil. Kondisi ini menyebabkan kebutuhan mendesak akan metode pemantauan yang lebih efektif, cepat, dan akurat.

Perkembangan teknologi digital di era revolusi industri 4.0 menawarkan solusi alternatif yang menjanjikan dalam mengatasi keterbatasan tersebut. Teknologi inovatif seperti aplikasi mobile, kecerdasan buatan (AI), teknologi wearable, serta Internet of Things (IoT) telah membuktikan efektivitasnya dalam pemantauan gizi yang real-time, terintegrasi, serta lebih personal. Penggunaan aplikasi mobile terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pencatatan dan analisis data gizi, terutama di daerah dengan keterbatasan akses layanan kesehatan.

Implementasi teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI) menunjukkan potensi besar dengan kemampuannya menganalisis data secara mendalam, memprediksi risiko malnutrisi, serta memberikan rekomendasi intervensi yang tepat sasaran. Di samping itu, pemanfaatan teknologi wearable memberikan kemudahan dalam memonitor aktivitas fisik, pola konsumsi, hingga indikator fisiologis secara real-time, membantu tenaga kesehatan dalam mengelola risiko kesehatan yang berkaitan dengan status gizi.

Namun demikian, adopsi teknologi dalam pemantauan gizi di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk keterbatasan infrastruktur teknologi, rendahnya literasi digital, isu privasi dan keamanan data, serta biaya implementasi yang tinggi. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan pendekatan terpadu melalui pengembangan infrastruktur digital secara merata, peningkatan literasi digital secara luas, penguatan kebijakan privasi data, serta kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan komunitas.

Dengan menjalankan rekomendasi strategis tersebut secara efektif, pemanfaatan inovasi teknologi dalam pemantauan status gizi di Indonesia akan mampu meningkatkan kualitas intervensi kesehatan, mempercepat deteksi dini masalah gizi, serta secara signifikan meningkatkan produktivitas dan kualitas hidup masyarakat secara menyeluruh.

## G. Referensi

---

- Anggraini, R., Susilowati, E., & Budiman, B. (2021). Analisis akurasi pengukuran antropometri pada pemantauan status gizi balita di Posyandu. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 16(2), 65–72.
- Black, R. E., Victora, C. G., Walker, S. P., Bhutta, Z. A., Christian, P., & Onis, M. de. (2021). Early childhood development and nutrition: A global perspective. *The Lancet*, 398(10298), 386–401.
- Chung, A., Cheung, M., & Wong, W. (2020). The role of artificial intelligence in pediatric nutrition assessment. *Pediatric Clinics of North America*, 67(4), 781–793.
- Dasgupta, A., Roy, N., & Das, S. (2020). Limitations of traditional anthropometric measurements for nutritional screening in community settings. *Nutrition Journal*, 19(1), 57–65.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2022). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022*. FAO.
- Hossain, M., & Ahmed, T. (2020). Challenges in anthropometric assessment in low-resource settings. *Journal of Nutritional Science*, 9(e11), 1–8.
- Huda, T. M., Alam, A., & Khan, M. S. (2022). Mobile health (mHealth) technology for nutrition intervention: A systematic review. *JMIR mHealth and uHealth*, 10(4), e28875.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2023*. Badan Litbangkes Kemenkes RI.
- Kim, D., & Kim, J. (2020). Relationship between nutritional status and non-communicable diseases: A systematic review. *Nutrients*, 12(10), 3168.

- Kim, J., Ryu, B., & Cho, S. (2021). Wearable devices for enhancing nutritional adherence. *Journal of Medical Internet Research*, 23(3), e25712.
- Lee, Y., & Kang, J. (2021). Nutritional status monitoring and quality of life in elderly populations. *International Journal of Gerontology*, 15(4), 283–288.
- Lim, J., Lee, H., & Kim, Y. (2021). Barriers to digital health adoption in nutrition management. *Healthcare Informatics Research*, 27(1), 1–9.
- Mosha, D., Canavan, C. R., & Fawzi, W. (2021). Mobile health technology and nutrition: A scoping review. *Maternal & Child Nutrition*, 17(1), e13109.
- Nair, R., Vishnu, P. V., & Anilkumar, K. R. (2021). Internet of Things (IoT) applications in nutritional assessment: Opportunities and challenges. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 53(3), 241–248.
- Pramono, R., & Handayani, S. (2022). Tantangan implementasi pemantauan gizi di daerah terpencil Indonesia. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 18(1), 24–31.
- Setiawan, A., Rahman, A., & Fitriana, N. (2023). Mobile application in reducing stunting prevalence in Indonesia. *Journal of Nutrition Science*, 12(2), 45–52.
- Sharma, N., & Singh, N. (2022). The role of artificial intelligence in nutrition: Current applications and future prospects. *Frontiers in Nutrition*, 9, 847–858.
- Sun, J., Tang, H., & Liu, X. (2023). Wearable technology for nutrition monitoring and personalized dietary guidance. *Nutrition Reviews*, 81(5), 491–504.
- Tanaka, Y., & Murata, T. (2022). Integration of digital technology in public health nutrition policies in Japan. *Journal of Public Health Policy*, 43(2), 215–227.
- Tang, J., Li, Y., & Song, X. (2022). Wearable device-assisted weight management in obese adults. *International Journal of Obesity*, 46(7), 1319–1326.
- Tangney, C. C., & Scarmeas, N. (2020). Nutritional status, dietary intake, and mental health. *Journal of Psychiatric Research*, 128, 67–74.
- Wang, H., Li, T., & Zhang, Q. (2021). Application of artificial intelligence in nutritional diagnosis and intervention in children. *Nutrients*, 13(8), 2562.
- World Health Organization [WHO]. (2022). *Global Nutrition Report 2022*. WHO.
- World Health Organization [WHO]. (2023). *Malnutrition in the Global Context: Progress and Challenges*. WHO.

## H. Glosarium

---

### **Antropometri:**

Metode pengukuran fisik tubuh manusia, seperti tinggi badan, berat badan, lingkaran kepala, dan lingkaran lengan atas, yang digunakan untuk mengevaluasi status gizi seseorang.

### **Artificial Intelligence (AI):**

Teknologi komputer yang mampu melakukan tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia, seperti analisis data, pengenalan pola, prediksi, dan pengambilan keputusan.

**Big Data:**

Istilah yang merujuk pada kumpulan data dalam jumlah besar yang kompleks, yang tidak bisa diolah secara efektif menggunakan metode tradisional, namun dapat dianalisis dengan teknologi modern seperti AI untuk mendapatkan informasi penting.

**Defisiensi Mikronutrien:**

Kondisi kekurangan vitamin dan mineral dalam jumlah kecil yang penting bagi pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi tubuh.

**Internet of Things (IoT):**

Jaringan perangkat elektronik yang saling terhubung dan dapat berkomunikasi serta bertukar data melalui internet tanpa campur tangan manusia secara langsung.

**Kecerdasan Buatan** (lihat Artificial Intelligence).

**Kompetensi Digital:**

Kemampuan seseorang dalam menggunakan teknologi digital secara efektif, termasuk pemahaman tentang cara kerja aplikasi, penggunaan perangkat teknologi, dan pengolahan informasi digital.

**Literasi Digital:**

Pengetahuan dan keterampilan dalam memahami, menggunakan, dan mengevaluasi informasi yang diperoleh melalui teknologi digital, termasuk kemampuan menggunakan aplikasi mobile dan perangkat wearable.

**Malnutrisi:**

Kondisi akibat ketidakseimbangan nutrisi, baik berupa kekurangan maupun kelebihan asupan nutrisi yang menyebabkan gangguan kesehatan.

**Mobile Application (Aplikasi Mobile):**

Perangkat lunak yang dirancang khusus untuk dijalankan pada perangkat smartphone atau tablet untuk tujuan tertentu, misalnya pemantauan status gizi.

**Obesitas:**

Kondisi tubuh yang memiliki kadar lemak berlebih akibat ketidakseimbangan asupan kalori yang masuk dengan kalori yang digunakan.

**Pemantauan Status Gizi:**

Proses sistematis untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mengevaluasi data terkait kondisi gizi individu atau populasi, guna mendeteksi gangguan gizi secara dini.

**Penyakit Kronis Tidak Menular (PTM):**

Kelompok penyakit yang berlangsung lama dan tidak menular secara langsung dari orang ke orang, misalnya diabetes melitus, hipertensi, penyakit jantung, dan stroke.

**Privasi Data:**

Hak individu untuk melindungi informasi pribadinya agar tidak digunakan atau diakses oleh pihak yang tidak berwenang.

**Real-time:**

Pemrosesan atau penyajian data yang dilakukan seketika atau langsung pada saat data tersebut diperoleh, tanpa jeda waktu.

**Riskesmas (Riset Kesehatan Dasar):**

Penelitian rutin nasional yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia untuk mengukur status kesehatan masyarakat Indonesia, termasuk prevalensi gangguan gizi.

**Stunting:**

Gangguan pertumbuhan anak akibat kekurangan gizi kronis, ditandai dengan tinggi badan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan standar usia anak.

**Teknologi Wearable:**

Perangkat teknologi yang dikenakan di tubuh manusia seperti gelang pintar (smartband), jam tangan pintar (smartwatch), dan sensor biometrik yang berfungsi memonitor parameter kesehatan secara otomatis dan real-time.

**Wasting:**

Kondisi penurunan berat badan secara drastis akibat kekurangan asupan gizi akut, ditandai dengan berat badan yang sangat rendah dibandingkan tinggi badan.

# CHAPTER 4

## TEKNOLOGI PANGAN DAN MAKANAN FUNGSIONAL: INOVASI GIZI MASA DEPAN

Dr. Mia Srimiati, SGz, Msi.

### A. Pendahuluan

Di era modern ini, kebutuhan pangan dan gizi mengalami perubahan besar yang dipengaruhi oleh pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan perubahan gaya hidup masyarakat yang semakin dinamis. Tidak hanya meningkatkan permintaan terhadap ketersediaan pangan, kondisi ini juga menuntut pangan berkualitas tinggi yang mampu memenuhi kebutuhan gizi secara optimal. Namun, dunia saat ini menghadapi tantangan besar yang dikenal sebagai *triple burden of malnutrition*, yaitu kekurangan gizi, defisiensi mikronutrien, dan kelebihan gizi (obesitas) yang terjadi secara bersamaan (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2019).

Di Indonesia, tantangan ini sangat nyata. Data dari Riskesdas 2018 menunjukkan prevalensi stunting mencapai 30,8% dan wasting 10,2% (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2019). Meskipun program percepatan penurunan stunting telah menurunkan angka tersebut menjadi 21,6% pada 2023, angka ini masih jauh dari target WHO di bawah 20% (Kementerian Kesehatan RI, 2024). Selain itu, anemia pada perempuan usia subur tetap menjadi masalah serius, dengan prevalensi 48,9%, yang berdampak besar pada kualitas kesehatan ibu dan anak (Kementerian Kesehatan RI, 2024).

Di sisi lain, obesitas terus meningkat dan menjadi epidemi global, termasuk di Indonesia. Penyebab utamanya adalah pola makan tinggi kalori namun rendah serat ditambah dengan gaya hidup sedentari. Berdasarkan Riskesdas (2018), prevalensi obesitas pada orang dewasa adalah sebesar 21,8%, dan angka ini terus naik sebagaimana ditunjukkan oleh SKI 2023 (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2019; Kementerian Kesehatan RI, 2024). Kondisi ini berkontribusi langsung pada peningkatan penyakit tidak menular seperti diabetes, hipertensi, dan penyakit kardiovaskular. Prevalensi diabetes, misalnya, meningkat dari 10,9% pada 2018 menjadi 11,7% pada 2023, sedangkan hipertensi tetap menjadi masalah besar dengan prevalensi mencapai 34,1% (Kementerian Kesehatan RI, 2024). Kompleksitas tantangan ini menunjukkan bahwa diperlukan solusi inovatif dan terintegrasi untuk mengatasinya.

Salah satu pendekatan strategis adalah melalui teknologi pangan, yang memungkinkan pengembangan makanan fungsional dengan manfaat kesehatan tambahan. Misalnya, probiotik dalam yogurt dapat mendukung kesehatan pencernaan dengan menyeimbangkan mikrobiota usus dan mengurangi risiko diare akibat infeksi (Gibson *et al.*, 2017). Teknologi nanonisasi pada komponen bioaktif seperti kurkumin dari kunyit dapat meningkatkan bioavailabilitas hingga 30%, yang terbukti efektif dalam mengurangi inflamasi dan meningkatkan kesehatan metabolik (Gayathri *et al.*, 2023). Selain itu, teknologi enkapsulasi telah digunakan untuk memperkaya minyak ikan dengan omega-3, yang membantu menurunkan kadar trigliserida dan meningkatkan kesehatan jantung pada populasi rentan (Calder, 2017).

Di tingkat nasional, fortifikasi pangan dengan zat besi dan asam folat melalui teknologi pencampuran mikro telah diterapkan pada tepung terigu, yang berhasil menurunkan prevalensi anemia pada anak sekolah hingga 15% dalam kurun waktu lima tahun. Contoh lainnya adalah penggunaan teknologi fermentasi pada bahan lokal seperti tempe dan *kombucha* berbasis rosella, yang tidak hanya meningkatkan kandungan probiotik tetapi juga menambah aktivitas antioksidan produk (Zuraida *et al.*, 2015).

Indonesia juga memiliki potensi besar dari bahan pangan lokal seperti kelor, jahe, rosella, dan kayu secang, yang dapat dioptimalkan melalui teknologi modern. Dengan pengolahan yang tepat, bahan-bahan ini dapat menjadi produk bernilai tinggi, baik untuk konsumsi lokal maupun ekspor. Misalnya, jahe dapat diolah menjadi minuman nano-herbal untuk meningkatkan imunitas, sementara kelor dapat digunakan untuk fortifikasi makanan guna mengurangi prevalensi anemia (Hastuty & Nitia, 2022). Penggunaan teknologi *freeze drying* untuk menghasilkan bubuk jahe dan kelor juga meningkatkan umur simpan produk hingga 12 bulan tanpa kehilangan nilai gizi utama.

Pendekatan ini tidak hanya menjawab tantangan gizi modern, tetapi juga mendukung keberlanjutan sistem pangan melalui kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, industri, dan akademisi. Dengan cara ini, teknologi pangan dapat menjadi pilar utama dalam menciptakan sistem pangan yang inklusif dan berkelanjutan, sekaligus meningkatkan kualitas hidup masyarakat secara global.

Tulisan ini bertujuan memberikan pemahaman tentang bagaimana teknologi pangan dapat menjadi solusi inovatif dalam mengembangkan makanan fungsional untuk menghadapi tantangan gizi di era modern. Teknologi ini tidak hanya membantu memenuhi kebutuhan pangan, tetapi juga menciptakan produk yang memberikan manfaat kesehatan tambahan. Dengan memanfaatkan kemajuan seperti nanoteknologi, bioteknologi, dan *precision nutrition*, makanan fungsional

dapat dirancang lebih efisien, stabil, dan sesuai dengan kebutuhan individu, sehingga mendukung pencegahan penyakit kronis dan pola hidup sehat.

Selain menggambarkan inovasi terkini, tulisan ini juga menjelaskan potensi teknologi di masa depan dalam menciptakan produk pangan yang lebih personal dan berdampak luas. Melalui pendekatan ini, makanan fungsional diharapkan tidak hanya menjadi solusi gizi, tetapi juga alat strategis untuk meningkatkan kesehatan dan kualitas hidup secara global, sekaligus memberikan panduan bagi akademisi, praktisi, dan industri untuk terus mengembangkan teknologi pangan.

## **B. Konsep Dasar Makanan Fungsional**

---

### **1. Definisi Makanan Fungsional**

Makanan fungsional adalah jenis pangan yang tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan gizi dasar, tetapi juga memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan. Selain mendukung fungsi fisiologis tubuh, makanan ini dapat meningkatkan kualitas hidup dan membantu mencegah berbagai penyakit. Berdasarkan definisi dari FAO dan WHO, makanan fungsional mengandung komponen bioaktif yang memberikan dampak positif terhadap kesehatan di luar fungsi gizinya. Definisi ini diperkuat oleh Peraturan Kepala BPOM RI (2011) serta Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan, yang menjadi dasar hukum untuk mengembangkan produk pangan berkualitas tinggi dan bernilai tambah.

Makanan fungsional menempati posisi unik di antara makanan biasa dan suplemen. Makanan biasa dirancang untuk memenuhi kebutuhan gizi esensial, seperti energi dan protein, sementara suplemen digunakan untuk melengkapi kekurangan zat gizi tertentu dalam tubuh. Di sisi lain, makanan fungsional merupakan makanan sehari-hari yang diperkaya dengan komponen bioaktif tertentu, seperti vitamin, mineral, serat, atau senyawa lain yang bermanfaat bagi kesehatan, tanpa mengubah pola makan secara signifikan.

Sebagai contoh, yogurt yang diperkaya probiotik mendukung kesehatan pencernaan, sereal tinggi serat membantu menurunkan kadar kolesterol, dan margarin yang mengandung fitosterol dapat mengurangi risiko penyakit kardiovaskular. Dengan kata lain, makanan fungsional dapat memberikan manfaat kesehatan tambahan yang secara langsung terintegrasi dalam asupan makan harian masyarakat.

Di era modern, makanan fungsional telah menjadi solusi praktis untuk mengatasi berbagai tantangan kesehatan. Pola makan yang tidak seimbang, gaya hidup yang kurang aktif, dan meningkatnya prevalensi penyakit kronis membuat makanan fungsional semakin relevan. Produk ini dapat membantu mencegah

penyakit tidak menular, meningkatkan sistem imun, serta mendukung pola hidup sehat yang berkelanjutan.

## 2. Peran Makanan Fungsional dalam Gizi dan Kesehatan

Makanan fungsional telah menjadi salah satu pendekatan penting dalam mendukung kesehatan masyarakat. Jenis pangan ini tidak hanya menyediakan zat gizi esensial, tetapi juga memberikan manfaat tambahan yang dapat mendukung fungsi fisiologis tubuh, meningkatkan imunitas, dan membantu mencegah penyakit kronis. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai penelitian telah mengungkapkan potensi besar makanan fungsional dalam pencegahan penyakit dan peningkatan kualitas hidup.

Salah satu aspek utama makanan fungsional adalah kemampuannya dalam meningkatkan fungsi fisiologis tubuh. Probiotik, seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus. Keseimbangan ini tidak hanya berdampak pada kesehatan pencernaan, tetapi juga memperkuat sistem imun tubuh. Yogurt merupakan contoh probiotik yang dapat dijadikan sebagai contoh makanan fungsional yang sering dikonsumsi untuk mendukung kesehatan saluran cerna. Berdasarkan definisi dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), makanan fungsional adalah pangan yang secara alami atau melalui proses tertentu mengandung senyawa dengan fungsi fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan, yang dapat dikonsumsi sebagaimana layaknya makanan atau minuman sehari-hari.

Tidak hanya mendukung fungsi tubuh, makanan fungsional juga terbukti efektif dalam mencegah penyakit kronis seperti diabetes dan hipertensi. Penelitian oleh Mulyasari dan Srimati (2020) menunjukkan hubungan erat antara asupan zat gizi makro, aktivitas fisik, tingkat stres, dan kejadian hipertensi pada dewasa. Di sisi lain, inovasi berbasis makanan lokal juga menunjukkan hasil yang dapat diharapkan. Hidiarti dan Srimati (2019) menemukan bahwa pemanfaatan tepung kulit pisang kepok dalam pembuatan brownies dapat meningkatkan kandungan serat dan berpotensi untuk membantu mengontrol kadar gula darah yang menjadi faktor penting dalam pencegahan diabetes.

Di samping itu, kesehatan kardiovaskular juga menjadi salah satu fokus utama dalam pengembangan makanan fungsional. Asam lemak omega-3, yang ditemukan dalam ikan berminyak seperti salmon, telah lama dikenal memiliki efek antiinflamasi yang mendukung kesehatan jantung. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa konsumsi makanan yang kaya omega-3 dapat menurunkan risiko penyakit kardiovaskular. Omega-3 bekerja dengan mengurangi tekanan darah, menurunkan kadar trigliserida, serta mengurangi peradangan dan risiko pembekuan darah.

Seiring dengan perkembangan teknologi pangan, inovasi produk makanan fungsional terus berkembang untuk menjawab kebutuhan masyarakat modern. Salah satu contoh adalah pengembangan minuman fungsional serbuk instan berbahan jahe emprit dan kayu secang. Penelitian oleh Srimati, Syahrial, dan Afrizal (2023) menunjukkan bahwa produk ini tidak hanya memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, tetapi juga mendukung kesehatan mikrobiologi tubuh. Produk ini menjadi alternatif minuman sehat yang dapat meningkatkan sistem imun sekaligus memberikan manfaat kesehatan secara keseluruhan.

### 3. Komponen Bioaktif dalam Makanan Fungsional

Komponen bioaktif dalam pangan adalah senyawa alami yang memberikan manfaat kesehatan tambahan di luar kebutuhan gizi dasar. Hadirnya senyawa ini membuat makanan fungsional menjadi elemen penting dalam mendukung fungsi fisiologis tubuh, mencegah penyakit kronis, dan meningkatkan kualitas hidup. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian telah memperkuat bukti ilmiah mengenai potensi besar komponen-komponen bioaktif dalam mendukung kesehatan masyarakat.

#### a. Polifenol

Polifenol adalah salah satu komponen bioaktif yang paling dikenal. Senyawa ini memiliki sifat antioksidan yang kuat, melindungi tubuh dari stres oksidatif yang dapat memicu kerusakan sel, penuaan dini, dan berbagai penyakit degeneratif. Polifenol ditemukan dalam makanan seperti teh hijau, anggur merah, coklat hitam, dan berbagai buah-buahan. Penelitian membuktikan bahwa konsumsi teh hijau dan *blueberry* yang kaya polifenol dapat meningkatkan kapasitas antioksidan tubuh dan mengurangi peradangan, khususnya pada individu dengan risiko tinggi penyakit kardiovaskular (Poti *et al.* 2019). Di Indonesia, rosella (*Hibiscus sabdariffa*), yang juga kaya akan polifenol, telah lama digunakan dalam minuman herbal. Studi yang dilakukan oleh Zuraida *et al.*, (2015) menemukan bahwa konsumsi minuman berbasis rosella mampu menurunkan tekanan darah dan mengurangi stres oksidatif, hal ini menjadikan rosella sebagai pilihan alami untuk mendukung kesehatan jantung.

#### b. Probiotik dan prebiotik

Probiotik dan prebiotik juga berperan penting dalam makanan fungsional. Probiotik, seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, adalah mikroorganisme hidup yang membantu menjaga keseimbangan mikrobiota usus, mendukung kesehatan pencernaan, dan memperkuat sistem imun. Di sisi lain, prebiotik seperti inulin dan oligosakarida adalah serat pangan yang menjadi substrat bagi bakteri baik di usus. Penelitian oleh Mazziotta *et al.*

(2023) menunjukkan bahwa konsumsi probiotik secara rutin dapat mengurangi risiko sindrom metabolik dan memperkuat sistem imun. Prebiotik juga memberikan manfaat besar, sebagaimana ditemukan oleh Gibson *et al.* (2017), yang menunjukkan bahwa inulin dapat meningkatkan fungsi pencernaan dan penyerapan kalsium, penting untuk kesehatan tulang.

c. Fitosterol,

Fitosterol merupakan senyawa bioaktif yang ditemukan dalam kacang-kacangan, biji-bijian, dan minyak nabati, dikenal efektif dalam menurunkan kadar kolesterol LDL (*low-density lipoprotein*), yang sering disebut sebagai kolesterol "jahat." Penelitian oleh Ras *et al.* (2014) menunjukkan bahwa konsumsi harian 2 gram fitosterol dapat menurunkan kadar LDL hingga 10%, sehingga secara signifikan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular. Produk margarin yang diperkaya fitosterol adalah salah satu contoh penerapan praktis senyawa ini dalam makanan sehari-hari, memberikan manfaat kesehatan tanpa memerlukan perubahan besar dalam pola makan.

d. Asam lemak omega-3,

Asam lemak omega-3 seperti EPA (*eicosapentaenoic acid*) dan DHA (*docosahexaenoic acid*), ditemukan dalam ikan berminyak seperti salmon, makarel, dan sarden, juga merupakan komponen bioaktif yang sangat penting. Omega-3 memiliki sifat antiinflamasi dan memberikan perlindungan terhadap penyakit kardiovaskular dengan menurunkan kadar trigliserida, tekanan darah, dan risiko aritmia. Penelitian oleh Calder (2017) menyoroti efek protektif omega-3 terhadap kesehatan jantung. Di Indonesia, penelitian oleh Srimati (2017) menemukan bahwa minyak ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang diperkaya omega-3 mampu memperbaiki profil lipid pada lansia, hal ini berarti minyak ikan lele memiliki potensi besar produk lokal dalam mendukung kesehatan jantung dan metabolisme.

Selain itu, senyawa bioaktif lain seperti *allicin*, flavonoid, karotenoid, glukosinolat, dan beta-glukan juga memiliki kontribusi besar terhadap kesehatan. *Allicin*, yang terdapat dalam bawang putih, memiliki sifat antimikroba dan antiinflamasi, membantu menurunkan tekanan darah dan mencegah penyakit kardiovaskular (Wang & Yang, 2015). Flavonoid, seperti quercetin dalam apel dan bawang merah, dikenal karena efek antioksidannya yang mendukung elastisitas pembuluh darah dan fungsi otak (Poti *et al.* 2019). Karotenoid, termasuk beta-karoten dalam wortel dan lutein dalam sayuran hijau, berperan penting dalam kesehatan mata dan sistem imun. Glukosinolat, yang ditemukan dalam sayuran cruciferous seperti brokoli, memiliki sifat antikanker dengan menghambat proliferasi sel kanker (Olayanju *et al.* 2024). Beta-glukan dari gandum dan oat

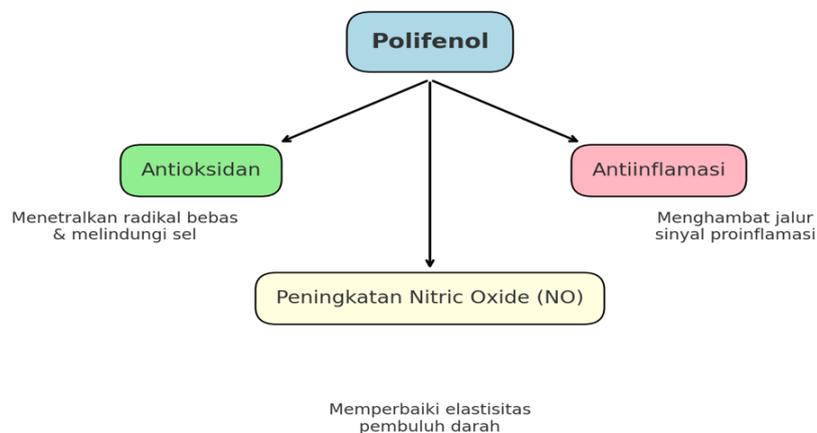
berperan dalam menurunkan kadar kolesterol LDL dan mendukung pengelolaan gula darah pada penderita diabetes tipe 2 (Imawan 2023).

Di Indonesia, kekayaan sumber daya alam memberikan peluang besar untuk pengembangan makanan fungsional berbasis bahan lokal. Misalnya, jahe dan temulawak kaya akan senyawa bioaktif seperti gingerol dan kurkumin, yang memiliki sifat antiinflamasi dan mendukung sistem imun. Penelitian oleh Srimati *et al.* (2023) menunjukkan bahwa minuman berbasis jahe empit dan kayu secang kaya antioksidan sehingga dapat dipertimbangkan sebagai produk pangan fungsional yang potensial untuk meningkatkan kesehatan pencernaan dan imun.

#### 4. Mekanisme kerja komponen bioaktif

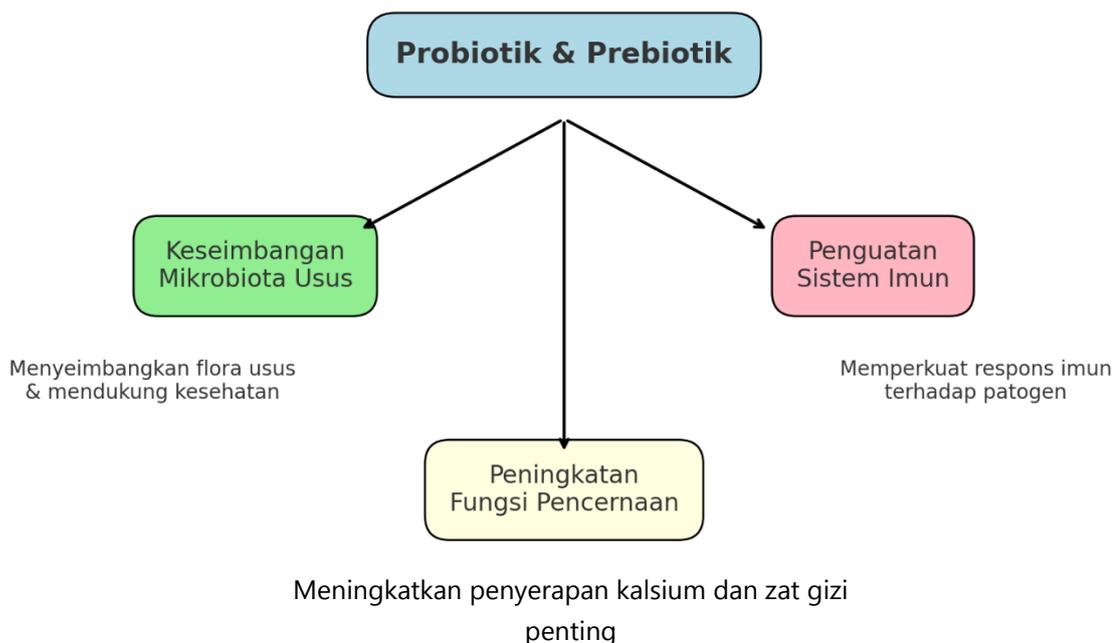
Komponen bioaktif dalam makanan fungsional telah menjadi topik penting dalam bidang gizi dan kesehatan karena kemampuannya mendukung tubuh melalui berbagai mekanisme biologis yang unik. Kehadiran senyawa ini dalam makanan tidak hanya melengkapi kebutuhan nutrisi dasar, tetapi juga memberikan perlindungan tambahan terhadap berbagai penyakit kronis dan membantu menjaga fungsi tubuh secara optimal.

Salah satu komponen bioaktif yang paling banyak dipelajari adalah polifenol, yang dikenal karena sifat antioksidannya. Polifenol bekerja dengan menetralkan radikal bebas yang dapat merusak sel dan memicu berbagai penyakit degeneratif. Selain itu, senyawa ini memiliki sifat antiinflamasi dengan menghambat jalur sinyal proinflamasi seperti NF- $\kappa$ B. Polifenol juga meningkatkan produksi *nitric oxide* (NO), yang berperan dalam menjaga elastisitas pembuluh darah, memperbaiki sirkulasi, dan mencegah aterosklerosis (Poti *et al.* 2019). Contoh makanan kaya polifenol termasuk teh hijau, anggur merah, dan cokelat hitam, yang tidak hanya nikmat tetapi juga penuh manfaat kesehatan.



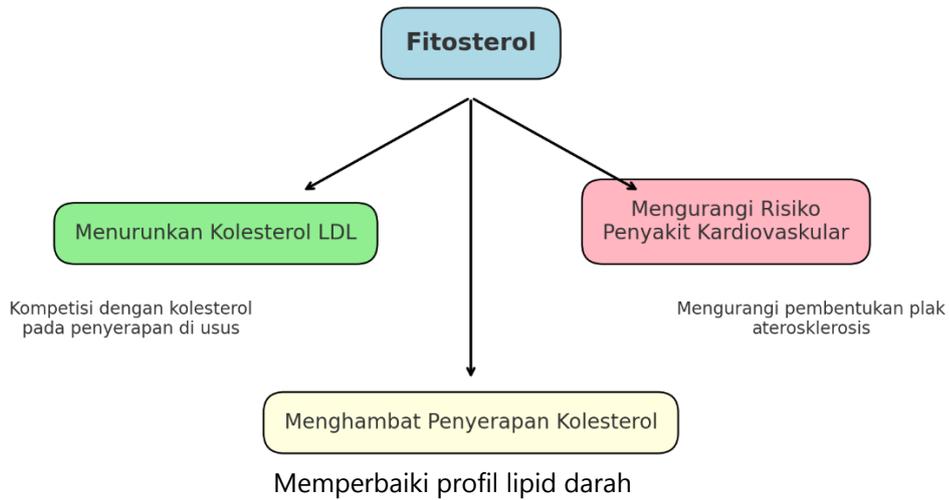
**Gambar 4.1 Mekanisme kerja polifenol dalam mendukung kesehatan tubuh**

Probiotik, seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, adalah mikroorganisme hidup yang memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus. Kehadiran bakteri baik ini mendukung produksi asam lemak rantai pendek (SCFAs), yang tidak hanya meningkatkan kesehatan saluran cerna tetapi juga memiliki efek antiinflamasi dan membantu penyerapan nutrisi penting (Mazziotta *et al.* 2023). **Prebiotik**, seperti inulin, melengkapi peran probiotik dengan menyediakan substrat bagi bakteri baik untuk berkembang. Melalui proses fermentasi, prebiotik menghasilkan SCFAs yang membantu memperkuat penghalang usus, menurunkan kadar kolesterol, dan mengatur metabolisme glukosa (Gibson *et al.*, 2017). Kombinasi probiotik dan prebiotik ini menjadi elemen kunci dalam mendukung kesehatan usus dan metabolisme tubuh.



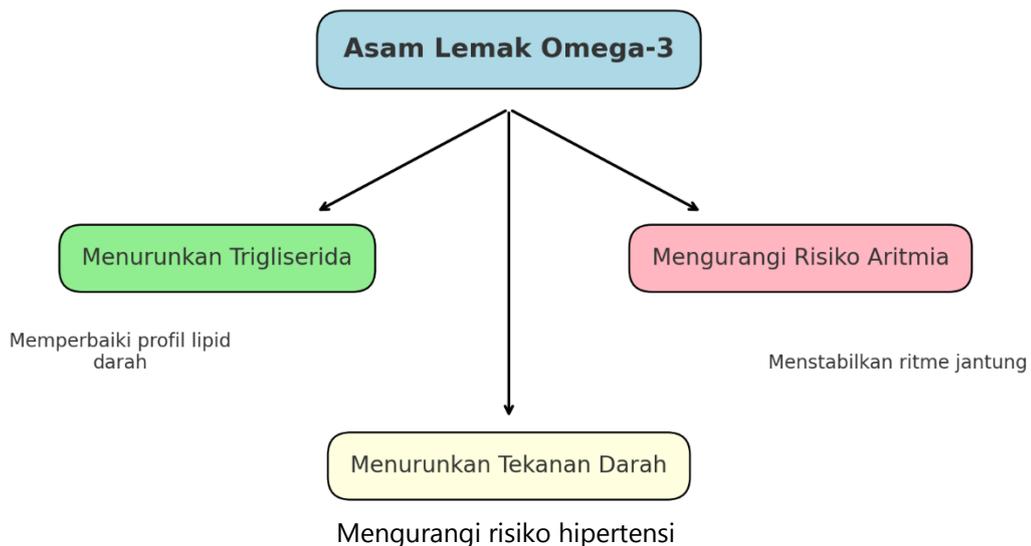
**Gambar 4.2: Mekanisme kerja probiotik dan prebiotik dalam mendukung kesehatan usus dan sistem imun**

Fitosterol, senyawa yang ditemukan dalam kacang-kacangan, biji-bijian, dan minyak nabati memberikan manfaat besar bagi kesehatan kardiovaskular. Fitosterol bekerja dengan bersaing dengan kolesterol dalam proses penyerapan di usus, sehingga mengurangi kadar kolesterol LDL dalam darah. Efek ini berkontribusi pada pencegahan aterosklerosis dan penyakit jantung koroner (Ras *et al.*, 2014). Di pasar modern, margarin yang diperkaya fitosterol telah menjadi salah satu produk populer yang mendukung kesehatan jantung secara praktis.



**Gambar 4.3: Mekanisme kerja fitosterol dalam mendukung kesehatan kardiovaskuler**

Asam lemak omega-3, terutama EPA (*eicosapentaenoic acid*) dan DHA (*docosahexaenoic acid*), adalah komponen bioaktif yang ditemukan dalam ikan berminyak seperti salmon, makarel, dan sarden. Omega-3 memiliki sifat antiinflamasi yang kuat dengan menggantikan asam arakidonat dalam membran sel, sehingga mengurangi produksi eikosanoid proinflamasi. Selain itu, omega-3 membantu menurunkan kadar trigliserida, meningkatkan elastisitas pembuluh darah, dan mengurangi risiko aritmia (Calder, 2017). Manfaat ini menjadikan omega-3 sebagai nutrisi penting untuk kesehatan jantung dan otak.



**Gambar 4.4: Mekanisme kerja asam lemak omega 3 dalam mendukung kesehatan jantung**

Allicin, senyawa aktif dalam bawang putih, dikenal karena sifat antimikroba dan antiinflamasi. Ketika bawang putih dihancurkan atau dipotong, allicin dihasilkan dan berperan dalam menghambat enzim mikroorganisme patogen. Selain itu, allicin membantu menurunkan tekanan darah dengan meningkatkan pelepasan nitric oxide, yang melebarkan pembuluh darah dan memperbaiki sirkulasi (Borlinghaus et al., 2014; Wang & Yang, 2015).

Karotenoid, seperti beta-karoten, lutein, dan likopen, merupakan pigmen alami yang memberikan warna cerah pada sayuran dan buah-buahan. Beta-karoten, yang ditemukan dalam wortel, berfungsi sebagai prekursor vitamin A dan penting untuk kesehatan mata. Lutein dan zeaxanthin, yang banyak terdapat dalam sayuran hijau, melindungi retina dari kerusakan oksidatif, sementara likopen dalam tomat telah terbukti menurunkan risiko kanker prostat (Tan et al., 2021). Karotenoid ini memberikan perlindungan signifikan terhadap berbagai gangguan kesehatan, terutama yang terkait dengan penuaan.

Beta-glukan, serat larut yang banyak ditemukan dalam oat dan barley, dikenal karena kemampuannya menurunkan kadar kolesterol LDL. Beta-glukan bekerja dengan mengikat asam empedu di usus, meningkatkan ekskresi kolesterol, dan membantu mengatur kadar gula darah. Selain itu, beta-glukan memperkuat sistem imun dengan merangsang aktivasi sel-sel imun seperti makrofag (Imawan 2023).

Glukosinolat, senyawa yang ditemukan dalam sayuran cruciferous seperti brokoli dan kubis, mendukung proses detoksifikasi tubuh. Glukosinolat diubah menjadi isothiocyanates, seperti sulforaphane, yang memiliki sifat antikanker dengan menghambat pertumbuhan sel kanker dan menginduksi apoptosis (Olayanju *et al.*, 2024). Manfaat ini menjadikan glukosinolat sebagai salah satu komponen bioaktif penting dalam mencegah penyakit kronis, termasuk kanker.

Keberagaman mekanisme kerja komponen bioaktif ini menunjukkan betapa besar kontribusinya terhadap kesehatan. Misalnya, polifenol dan karotenoid bekerja sebagai antioksidan yang melindungi tubuh dari stres oksidatif, sementara probiotik dan prebiotik mendukung kesehatan usus secara sinergis. Kombinasi dari berbagai komponen ini dalam pola makan sehari-hari dapat memberikan manfaat yang lebih besar dengan menciptakan efek sinergis yang mendukung tubuh secara holistik. Tabel 1 menyajikan ringkasan komponen bioaktif, sumber, manfaat kesehatan, dan mekanisme kerjanya.

**Tabel 4.1: komponen bioaktif, sumber, manfaat kesehatan, dan mekanisme kerjanya.**

No	Komponen Bioaktif	Sumber	Manfaat Kesehatan	Mekanisme Kerja
1	Polifenol	Teh hijau, anggur merah, cokelat hitam	Antioksidan, mengurangi stres oksidatif, melindungi jantung	Menetralkan radikal bebas, menghambat jalur proinflamasi, meningkatkan produksi <i>nitric oxide</i> (NO)
2	Probiotik	Yogurt, kefir	Menyeimbangkan mikrobiota usus, mendukung pencernaan, meningkatkan imun	Produksi SCFAs, menjaga keseimbangan mikrobiota usus, memperkuat penghalang usus
3	Prebiotik	Inulin, oligosakarida	Menjadi substrat bagi bakteri baik, meningkatkan fungsi pencernaan	Fermentasi menghasilkan SCFAs, memperkuat penghalang usus, menurunkan kadar kolesterol
4	Fitosterol	Kacang-kacangan, biji-bijian, minyak nabati	Menurunkan kolesterol LDL, mengurangi risiko penyakit kardiovaskular	Bersaing dengan kolesterol untuk penyerapan di usus, menurunkan LDL
5	Asam Lemak Omega-3	Ikan berminyak (salmon, sarden)	Anti-inflamasi, melindungi jantung, menurunkan trigliserida	Menggantikan asam arakidonat, menurunkan produksi eikosanoid proinflamasi
6	Allicin	Bawang putih	Antimikroba, menurunkan tekanan darah, melindungi jantung	Menghambat enzim mikroorganisme patogen, meningkatkan pelepasan <i>nitric oxide</i>
7	Flavonoid	Apel, bawang merah	Antioksidan, mendukung elastisitas pembuluh darah, fungsi otak	Melindungi elastisitas pembuluh darah, fungsi otak melalui efek antioksidan
8	Karotenoid	Wortel, sayuran hijau	Melindungi kesehatan mata, mendukung sistem imun	Melindungi retina dari kerusakan oksidatif, prekursor vitamin A untuk kesehatan mata
9	Glukosinolat	Sayuran cruciferous (brokoli, kubis)	Antikanker, menghambat pertumbuhan sel kanker	Diubah menjadi isothiocyanates, menghambat pertumbuhan sel kanker, menginduksi apoptosis
10	Beta-glukan	Gandum, oat	Menurunkan kolesterol LDL, mengelola gula darah	Mengikat asam empedu, meningkatkan ekskresi kolesterol, merangsang aktivasi sel imun

### C. Teknologi Pangan Dalam Pengembangan Pangan Fungsional

---

Teknologi pangan telah mengalami perkembangan signifikan, memungkinkan pengolahan bahan pangan menjadi produk fungsional yang tidak hanya bernilai gizi tinggi tetapi juga memiliki manfaat kesehatan tambahan. Baik teknologi konvensional maupun teknologi canggih diterapkan untuk menghasilkan produk yang stabil, aman, dan efektif dalam mendukung kesehatan masyarakat.

#### 1. *Freeze drying*

Salah satu teknologi konvensional yang terus digunakan adalah *freeze drying* atau pengeringan beku. Teknologi ini melibatkan pembekuan bahan pangan diikuti dengan sublimasi air es menjadi uap dalam tekanan rendah. *Freeze drying* sangat efektif dalam mempertahankan struktur, rasa, warna, dan nilai gizi bahan pangan, membuatnya ideal untuk produk seperti buah-buahan kering, herbal, dan makanan bayi. Produk yang dihasilkan memiliki tekstur renyah dan mudah direhidrasi, sehingga sangat populer di kalangan konsumen modern. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa proses *freeze drying* mampu mempertahankan hingga 95% kandungan zat gizi asli bahan pangan, sehingga dapat membuat *freeze drying* dijadikan sebagai teknologi unggul untuk mengawetkan bahan yang sensitif terhadap panas seperti stroberi dan apel (Muthukumarar & Tranchant, 2020).

#### 2. *Spray drying*

Selain *freeze drying*, teknologi *spray drying* juga banyak digunakan untuk menghasilkan bahan pangan berbentuk bubuk yang stabil, seperti probiotik atau ekstrak herbal. *Spray drying* melibatkan atomisasi bahan cair menjadi partikel kecil yang kemudian dikeringkan dengan cepat menggunakan udara panas. Penelitian oleh Martins *et al.* (2023) menyatakan bahwa *spray drying* tidak hanya efektif dalam menjaga aktivitas bioaktif senyawa herbal tetapi juga meningkatkan daya simpannya. Contohnya adalah pengolahan jahe dan rosella menjadi bubuk instan, yang mempermudah penggunaannya dalam formulasi minuman fungsional.

#### 3. Nanoteknologi

Teknologi canggih seperti nanoteknologi telah membuka peluang baru dalam meningkatkan bioavailabilitas senyawa bioaktif dalam pangan fungsional. Dengan membuat senyawa aktif dalam ukuran nanometer, daya serapnya di tubuh meningkat signifikan. Sebagai contoh, kurkumin dari kunyit yang sulit diserap tubuh dapat diolah menjadi nanopartikel melalui teknologi nanonisasi, meningkatkan penyerapan dan efektivitas antiinflamasinya. Studi oleh Gayathri *et al.* (2023) membuktikan bahwa kurkumin nano memberikan manfaat terapeutik

yang jauh lebih optimal dibandingkan bentuk konvensional. Penelitian oleh Srimati *et al.* (2022) melaporkan bahwa nanoteknologi juga diterapkan pada tepung ikan lele untuk meningkatkan sifat fisik dan kimianya, sehingga produk pangan yang telah melalui proses nanoteknologi dapat menjadi bahan yang potensial untuk formulasi pangan fungsional.

#### 4. Enkapsulasi

Teknologi lain yang terus berkembang adalah enkapsulasi, yang bertujuan melindungi senyawa bioaktif dari paparan lingkungan seperti panas, cahaya, dan oksigen. Dengan teknologi ini, senyawa seperti omega-3, vitamin E, dan polifenol dapat lebih stabil selama penyimpanan dan dirilis secara perlahan di tubuh. Awuchi *et al.* (2022) melaporkan bahwa enkapsulasi berbasis lipid memperpanjang umur simpan senyawa bioaktif dan meningkatkan efisiensi penggunaannya dalam tubuh. Teknologi ini telah diterapkan pada berbagai produk, seperti susu fortifikasi omega-3 dan minuman probiotik.

#### 5. *High-Pressure Processing* (HPP)

Selain itu, teknologi pemrosesan minimal seperti *high-pressure processing* (HPP) menjadi pilihan utama untuk mempertahankan kualitas nutrisi tanpa merusak struktur alami bahan pangan. HPP menggunakan tekanan tinggi untuk membunuh patogen dan memperpanjang umur simpan tanpa kehilangan senyawa aktif. Penelitian oleh Evrenidilek (2018) menunjukkan bahwa jus buah yang diproses dengan HPP mampu mempertahankan kadar polifenol dan vitamin C, sehingga dapat menjadi alternatif yang lebih baik dibandingkan pasteurisasi konvensional.

Penerapan teknologi ini juga mendorong inovasi dalam pengolahan bahan pangan. Srimati *et al.* (2023) menggunakan teknologi *spray drying* untuk mengembangkan makanan instan berbasis stroberi. Teknologi ini berhasil mempertahankan senyawa bioaktif seperti gingerol dan flavonoid, sekaligus meningkatkan aktivitas antioksidan produk. Penelitian sebelumnya oleh Srimati juga menunjukkan bahwa pemurnian minyak ikan lele dengan penambahan vitamin E dapat meningkatkan stabilitas oksidatif minyak, sehingga minyak ikan lele dapat menjadi bahan dengan potensi besar untuk pengembangan produk kesehatan (Kusharto *et al.*, 2015).

Namun, penerapan teknologi canggih dalam dunia Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) masih menghadapi sejumlah tantangan besar. Salah satu kendala utama adalah biaya investasi awal yang sangat tinggi untuk membeli alat-alat modern, seperti *freeze dryer*, *spray dryer*, atau peralatan berbasis nanoteknologi. Biaya ini sering kali di luar jangkauan sebagian besar IKM yang memiliki keterbatasan modal. Selain itu, masalah sumber daya manusia juga menjadi

perhatian. Banyak IKM yang belum memiliki tenaga kerja dengan keterampilan teknis yang memadai untuk mengoperasikan dan memelihara peralatan tersebut. Pelatihan dan pendidikan teknis yang terbatas membuat adopsi teknologi ini menjadi sulit.

Tantangan lainnya adalah sulitnya mendapatkan bahan baku berkualitas tinggi dengan harga terjangkau, terutama untuk bahan berbasis lokal seperti jahe atau rosella. Keterbatasan ini menjadi penghalang besar dalam memastikan konsistensi kualitas produk. Tidak hanya itu, regulasi dan persyaratan sertifikasi keamanan pangan sering kali menjadi beban tambahan bagi IKM yang memiliki kapasitas administratif dan finansial yang terbatas.

Untuk mengatasi tantangan ini, dukungan pemerintah menjadi sangat penting. Program seperti subsidi atau insentif finansial untuk investasi teknologi, pelatihan teknis bagi tenaga kerja, serta pendampingan dalam memenuhi regulasi dan sertifikasi keamanan pangan dapat membantu IKM beradaptasi dengan teknologi pangan yang lebih maju dan inovatif. Dengan bantuan ini, IKM dapat meningkatkan daya saingnya sekaligus berkontribusi pada pengembangan sektor pangan secara keseluruhan.

**Tabel 4.2: Teknologi Pangan, kelebihan, kekurangan, dan Aplikasinya**

<b>Teknologi</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Kekurangan</b>	<b>Aplikasi</b>
<i>Freeze Drying</i>	Mempertahankan 95% kandungan gizi produk, tekstur, rasa, dan warna bahan; ideal untuk produk sensitif terhadap panas	Biaya tinggi, membutuhkan energi besar, investasi awal mahal	Buah kering, herbal, makanan bayi
<i>Spray Drying</i>	Proses cepat untuk menghasilkan bahan bubuk stabil, mempertahankan bioaktivitas senyawa	Kerugian nutrisi karena paparan panas, kurang cocok untuk bahan yang sangat sensitif	Probiotik, ekstrak herbal, bubuk minuman fungsional
Nanoteknologi	Meningkatkan bioavailabilitas senyawa aktif, efisiensi terapi lebih tinggi	Biaya sangat mahal, memerlukan teknologi lanjutan	Kurkumin nano, jahe nano, kayu secang nano, kelor nano, tepung ikan lele dengan sifat lebih baik
Enkapsulasi	Melindungi senyawa bioaktif dari lingkungan, meningkatkan umur simpan	Proses mahal, memerlukan keahlian teknis tinggi	Susu fortifikasi omega-3, minuman probiotik

<b>Teknologi</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Kekurangan</b>	<b>Aplikasi</b>
<i>High-Pressure Processing (HPP)</i>	Mempertahankan nutrisi tanpa merusak struktur alami bahan, membunuh patogen secara efisien	Biaya alat tinggi, keterbatasan dalam bahan tertentu	Jus buah, makanan segar dengan umur simpan lebih lama

## **D. Inovasi dan Tren Masa Depan dalam Pangan Fungsional**

### **1. Makanan Berbasis Tanaman (Plant-Based Functional Foods)**

Inovasi dalam pengembangan pangan fungsional terus berkembang, sejalan dengan meningkatnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya pola makan sehat dan berkelanjutan. Salah satu tren yang menonjol adalah pengembangan makanan berbasis tanaman (*plant-based functional foods*), yang tidak hanya kaya nutrisi tetapi juga mengandung senyawa bioaktif dengan manfaat kesehatan tambahan. Indonesia, dengan kekayaan sumber daya alamnya, memiliki potensi besar untuk mengembangkan pangan berbasis bahan lokal seperti rosella, kelor, jahe, dan kayu secang. Masing-masing bahan ini memiliki senyawa aktif unik yang telah terbukti memberikan manfaat kesehatan yang signifikan.

Rosella (*Hibiscus sabdariffa*), misalnya, dikenal karena kandungan antosianin dan asam organiknya yang tinggi. Kedua senyawa ini memiliki sifat antioksidan dan antiinflamasi yang kuat. Penelitian Brahmantia *et al.* (2024) menyatakan bahwa konsumsi ekstrak rosella mampu menurunkan tekanan darah pada individu dengan hipertensi ringan hingga sedang, sehingga ekstrak rosella dapat menjadi salah satu bahan alami yang efektif untuk mendukung kesehatan kardiovaskular. Di sisi lain, kelor (*Moringa oleifera*) semakin menarik perhatian karena kandungan proteinnya yang tinggi, serta vitamin dan antioksidan yang berlimpah. Studi oleh Hastuty & Nitia (2022) menemukan bahwa suplementasi daun kelor dapat meningkatkan kadar hemoglobin dan status vitamin A pada remaja putri, sehingga diharapkan ini dapat menjadi solusi yang potensial untuk mengatasi masalah gizi mikro di masyarakat.

Jahe (*Zingiber officinale*), yang sudah lama dikenal dalam tradisi pengobatan herbal, mengandung gingerol, senyawa bioaktif dengan sifat antiinflamasi dan antioksidan. Penelitian oleh Srimati *et al.* (2023) melaporkan bahwa minuman fungsional berbasis jahe emprit dan kayu secang, yang diformulasikan dalam bentuk serbuk instan, memiliki aktivitas antioksidan signifikan dan menjaga imunitas. Sementara itu, kayu secang (*Caesalpinia sappan*), yang kaya akan brazilin, memiliki sifat antimikroba dan antioksidan yang telah lama dimanfaatkan dalam minuman tradisional untuk meningkatkan daya tahan tubuh (Batubara & Prasty, 2020).

Pengembangan produk berbasis tanaman ini tidak hanya mendukung diversifikasi pangan tetapi juga berkontribusi pada peningkatan nilai ekonomi bahan lokal melalui inovasi teknologi. Teknologi modern seperti *freeze drying* dan *spray drying* memainkan peran penting dalam memastikan kualitas dan stabilitas produk. *Freeze drying* sangat efektif dalam mempertahankan struktur dan kandungan zat gizi bahan pangan, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini dapat mempertahankan hingga 95% kandungan gizi asli bahan (Muthukumarar & Tranchant, 2020). Di sisi lain, *spray drying* memungkinkan ekstrak cair dikonversi menjadi bentuk bubuk yang stabil tanpa kehilangan aktivitas bioaktifnya, hal ini membuat *spray drying* dapat dipertimbangkan sebagai teknologi unggul untuk pengembangan produk berbasis tanaman (Martins *et al.*, 2023).

Selain inovasi teknologi, pendekatan mutakhir seperti *precision nutrition* dan *nutrigenomik* semakin mendapat perhatian sebagai masa depan pangan fungsional. *Precision nutrition* bertujuan menciptakan makanan yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan individu, dengan mempertimbangkan faktor genetik, gaya hidup, dan kondisi kesehatan. Sebagai contoh, seseorang dengan risiko genetik diabetes dapat mengonsumsi makanan fungsional yang diformulasikan khusus untuk membantu mengatur kadar gula darah. Selain itu, senyawa bioaktif seperti polifenol dalam teh hijau atau asam lemak omega-3 dapat memodulasi gen yang terkait dengan peradangan dan metabolisme, memberikan perlindungan tambahan terhadap risiko penyakit (Sharma & Dwivedi, 2017)

*Nutrigenomik*, di sisi lain, menekankan pada hubungan antara nutrisi dan ekspresi gen. Senyawa bioaktif tertentu dapat memengaruhi gen yang terlibat dalam proses inflamasi atau metabolisme energi, sehingga memberikan efek perlindungan terhadap penyakit kronis. Penelitian oleh (Batubara & Prastya, 2020). mengungkapkan bahwa nutrisi yang tepat dapat mengatur gen-gen ini, mengurangi risiko penyakit seperti diabetes, hipertensi, dan kanker. Pendekatan ini tidak hanya memberikan solusi gizi yang lebih efektif, tetapi juga membuka peluang besar untuk menciptakan makanan yang benar-benar dapat disesuaikan dengan kebutuhan unik setiap individu.

Integrasi bahan lokal dengan teknologi modern dan pendekatan berbasis sains seperti *precision nutrition* dan *nutrigenomik* memberikan peluang besar bagi Indonesia untuk memimpin dalam pengembangan pangan fungsional berbasis tanaman. Dengan memanfaatkan kekayaan sumber daya alam dan inovasi ilmiah, Indonesia tidak hanya dapat mendukung kesehatan masyarakat secara berkelanjutan tetapi juga memperkuat daya saing produknya di pasar

global. Langkah ini menciptakan peluang strategis untuk mewujudkan sistem pangan yang sehat, inklusif, dan berkelanjutan di masa depan.

## 2. **Smart Food Packaging**

Teknologi kemasan cerdas (*smart food packaging*) telah menjadi salah satu inovasi kunci dalam industri pangan, terutama dalam menjaga kualitas dan stabilitas produk makanan fungsional. Kemasan ini dirancang dengan tujuan tidak hanya melindungi produk dari kerusakan akibat faktor lingkungan seperti cahaya, oksigen, dan kelembapan, tetapi juga memberikan informasi *real-time* kepada konsumen tentang kondisi makanan yang mereka konsumsi. Melalui teknologi yang semakin berkembang, kemasan cerdas menjadi solusi efektif untuk memperpanjang umur simpan produk tanpa mengorbankan kualitas gizi atau keamanan pangan.

Salah satu teknologi kemasan cerdas yang menarik adalah penggunaan *oxygen scavengers* dan indikator waktu-suhu. *Oxygen scavengers* bekerja dengan menyerap oksigen di dalam kemasan, mencegah oksidasi yang dapat merusak senyawa bioaktif dalam makanan. Sementara itu, indikator waktu-suhu memberikan visualisasi kondisi produk, misalnya dengan perubahan warna yang menunjukkan kesegaran atau kerusakan. Teknologi ini memberikan nilai tambah besar, karena konsumen dapat mengetahui kualitas makanan secara langsung, seperti mendeteksi kerusakan senyawa bioaktif yang sering kali tidak terlihat oleh mata (Boukid, 2022).

Kemasan cerdas juga memungkinkan deteksi perubahan kualitas makanan secara lebih mendalam melalui sensor yang terintegrasi dalam material kemasan. Sensor ini dapat mengidentifikasi pertumbuhan mikroba atau perubahan kimia tertentu yang menandakan penurunan kualitas produk. Selain itu, penggunaan bahan bioaktif dalam kemasan memberikan perlindungan tambahan terhadap kontaminasi mikroba, menjaga keamanan pangan selama proses penyimpanan dan distribusi (Biji *et al.*, 2015). Teknologi ini sangat relevan untuk makanan fungsional yang sering kali memiliki senyawa bioaktif sensitif terhadap lingkungan.

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan keberlanjutan, pengembangan kemasan cerdas berbasis bahan biopolimer menjadi tren yang menjanjikan dalam industri pangan. Biopolimer yang biodegradable tidak hanya menjaga kualitas produk tetapi juga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Misalnya, kemasan berbahan dasar pati atau selulosa yang dilengkapi dengan sensor kualitas makanan menjadi inovasi yang ramah lingkungan sekaligus fungsional. Kemasan jenis ini efektif melindungi produk sekaligus mendukung tujuan keberlanjutan dalam industri pangan global (Biji *et al.*, 2015).

Integrasi teknologi kemasan cerdas dalam industri pangan dapat memberi manfaat yang luas, terutama dalam meningkatkan kualitas, keamanan, dan umur simpan makanan fungsional. Teknologi ini tidak hanya memberikan kepercayaan lebih kepada konsumen melalui transparansi kualitas produk, tetapi juga mendukung efisiensi dan keberlanjutan dalam rantai pasok pangan. Dengan potensi besar yang dimiliki, pengembangan kemasan cerdas berbasis bahan lokal dan inovasi ramah lingkungan dapat menjadi langkah strategis bagi Indonesia untuk bersaing di pasar global sekaligus mendukung kesehatan masyarakat melalui produk pangan berkualitas tinggi.

Fermentasi pangan telah mengalami transformasi besar dalam beberapa dekade terakhir. Dengan memadukan metode tradisional dan teknologi canggih, fermentasi modern kini mampu menghasilkan produk dengan manfaat kesehatan yang lebih signifikan. Produk fermentasi seperti kombucha, kefir, tempe, dan kimchi tidak hanya dikenal sebagai sumber probiotik alami, tetapi juga memiliki potensi besar sebagai pangan fungsional yang mendukung kesehatan pencernaan, sistem imun, dan pencegahan penyakit kronis.

### **3. Peran Fermentasi dalam Pangan Fungsional**

Fermentasi melibatkan mikroorganisme seperti bakteri asam laktat, ragi, atau kultur simbiosis untuk mengubah komponen pangan menjadi senyawa bioaktif. Proses ini meningkatkan nilai fungsional produk melalui pengayaan kandungan probiotik, asam organik, enzim, dan vitamin. *Kombucha*, misalnya, mengandung polifenol dan asam glukuronat yang membantu detoksifikasi tubuh dan mendukung kesehatan usus (Wastyk et al., 2021). Di sisi lain, kefir mengandung mikroorganisme seperti *Lactobacillus kefir*, yang tidak hanya meningkatkan kesehatan usus tetapi juga memiliki aktivitas antimikroba yang melindungi tubuh dari patogen (Guzel-Seydim et al., 2021).

Perkembangan teknologi telah membuka peluang baru dalam fermentasi pangan. Salah satu teknologi yang menarik adalah nanoteknologi, yang digunakan untuk meningkatkan stabilitas probiotik dan memproduksi metabolit bioaktif baru. Disamping itu, fermentasi probiotik yang melibatkan nanopartikel logam esensial, seperti seng dan besi, dapat meningkatkan aktivitas biologis senyawa hasil fermentasi, seperti antioksidan (Awuchi et al. 2022)

Selain itu, bioteknologi memungkinkan modifikasi mikroorganisme untuk meningkatkan kandungan senyawa fungsional dalam produk fermentasi. Misalnya, dalam fermentasi kimchi, strain bakteri yang dimodifikasi dapat meningkatkan kadar glukosinolat, senyawa dengan sifat antiinflamasi yang bermanfaat untuk kesehatan. Penelitian Tamang et al. (2020) menemukan bahwa kimchi dengan strain bakteri tertentu mampu mengurangi peradangan sistemik,

dengan demikian kimchi dapat menjadi pangan fungsional yang efektif. Teknologi pengemasan aktif juga memainkan peran penting dalam melindungi kualitas produk fermentasi. Kemasan ini dilengkapi dengan *oxygen scavengers* untuk mencegah oksidasi, menjaga kualitas probiotik, dan memperpanjang umur simpan produk fermentasi seperti yogurt dan kefir (Biji *et al.*, 2015).

Fermentasi modern telah terbukti memiliki berbagai manfaat signifikan. Salah satu manfaat utamanya adalah peningkatan bioavailabilitas nutrisi, di mana proses fermentasi memecah komponen kompleks menjadi senyawa sederhana yang lebih mudah diserap tubuh. Contohnya, fermentasi tempe tidak hanya meningkatkan kandungan protein tetapi juga memperkaya isoflavon, yang bermanfaat untuk kesehatan tulang, khususnya bagi wanita pascamenopause (Kurniasih *et al.* 2021).

Selain itu, fermentasi modern memungkinkan produksi metabolit bioaktif baru. Kombinasi fermentasi dengan teknologi canggih dapat menghasilkan senyawa antioksidan dan antiinflamasi yang lebih aktif. Misalnya, fermentasi probiotik berbasis polifenol menghasilkan senyawa dengan potensi kesehatan yang lebih tinggi dibandingkan senyawa aslinya.

Keunggulan lain dari inovasi fermentasi adalah diversifikasi produk pangan. Kombucha, misalnya, kini hadir dengan variasi rasa dari buah-buahan lokal, sementara tempe dikembangkan menggunakan bahan dasar selain kedelai, seperti kacang hijau atau kacang koro, untuk mendukung diversifikasi pangan lokal sekaligus memenuhi preferensi konsumen yang beragam. Contoh Produk Fermentasi Modern diantaranya adalah:

1. Kombucha adalah minuman fermentasi berbasis teh, telah menjadi tren global karena kandungan probiotik, asam organik, dan polifenolnya. Kombucha diketahui meningkatkan keragaman mikrobioma usus dan menurunkan peradangan sistemik jika dikonsumsi secara rutin (Wastyk *et al.*, 2021).
2. Tempe merupakan salah satu produk fermentasi asli Indonesia yang dapat memberikan manfaat kesehatan yang luar biasa. Kandungan gizi yang terdapat didalamnya, seperti protein, isoflavon, dan vitamin B12, hal ini membuat tempe menjadi salah satu makanan yang kaya gizi. Inovasi fermentasi juga memungkinkan tempe dikembangkan dari bahan alternatif seperti kacang hijau, mendukung diversifikasi pangan lokal sekaligus memperluas pilihan konsumen.
3. Kefir adalah produk fermentasi berbasis susu, dikenal memiliki manfaat besar untuk kesehatan pencernaan berkat kandungan probiotiknya. Kini, kefir dapat dibuat dari susu nabati seperti santan kelapa atau susu kedelai, dengan

demikian kefir dapat menjadi pilihan yang inklusif untuk konsumen vegan (Guzel-Seydim et al., 2021).

## **E. Potensi Makanan Fungsional untuk Menjawab Tantangan Gizi Masa Depan**

### **1. Potensi Makanan Fungsional untuk Menjawab Tantangan Gizi Masa Depan**

Makanan fungsional kini menjadi salah satu jawaban strategis atas tantangan gizi global yang semakin kompleks. Dalam dunia modern yang diwarnai perubahan pola makan, urbanisasi cepat, dan gaya hidup tidak aktif, makanan fungsional hadir dengan kandungan bioaktif seperti vitamin, mineral, serat, antioksidan, probiotik, dan senyawa bioaktif lainnya. Komponen-komponen ini memberikan manfaat kesehatan yang melampaui kebutuhan nutrisi dasar, seperti pencegahan penyakit tidak menular (PTM), mengatasi masalah kekurangan gizi, dan mendukung keberlanjutan sistem pangan.

Laporan WHO (2021) mengungkapkan bahwa PTM seperti diabetes, hipertensi, penyakit jantung, dan kanker menjadi penyebab 71% kematian global setiap tahunnya. Di sisi lain, kekurangan mikronutrien seperti zat besi, vitamin A, dan yodium tetap menjadi masalah besar di negara berkembang. Fenomena "*double burden of nutrition*" pun semakin sering terjadi, di mana kekurangan gizi dan kelebihan gizi dialami secara bersamaan dalam satu populasi, bahkan Indonesia menghadapi "*triple burden of nutrition*". Kompleksitas ini memerlukan pendekatan menyeluruh, dan makanan fungsional menjadi salah satu solusinya.

Makanan fungsional dapat membantu mengatasi berbagai bentuk malnutrisi melalui inovasi seperti:

#### **1. Fortifikasi Pangan**

Menambahkan zat gizi penting ke dalam bahan makanan pokok telah menjadi cara efektif dalam mengatasi defisiensi mikronutrien. Sebagai contoh, program fortifikasi garam dengan yodium berhasil menurunkan prevalensi gangguan tiroid akibat kekurangan yodium di banyak negara, termasuk di Indonesia.

#### **2. Biofortifikasi**

Teknologi ini menciptakan tanaman yang lebih kaya nutrisi, baik melalui pemuliaan tradisional maupun rekayasa genetika. Contohnya adalah *Golden Rice*, yang diperkaya vitamin A untuk mengurangi defisiensi pada populasi rentan.

#### **3. Pemanfaatan Pangan Lokal**

Bahan pangan lokal seperti daun kelor (*Moringa oleifera*) menjadi alternatif unggulan. Kaya akan protein, zat besi, dan vitamin C, daun kelor terbukti efektif mengatasi anemia dan kekurangan mikronutrien (Hastuty & Nitia, 2022).

Makanan fungsional memainkan peran penting dalam pencegahan PTM melalui kandungan bioaktif seperti:

1. Polifenol dalam teh hijau yang dapat mengurangi risiko penyakit jantung dan kanker dengan mengurangi peradangan serta melindungi tubuh dari stres oksidatif (Rajan *et al.*, 2022).
2. Omega-3 dalam Ikan Berminyak yang berfungsi untuk mendukung kesehatan kardiovaskular dan fungsi otak, khususnya pada kelompok lanjut usia.
3. Makanan Fermentasi seperti tempe yang kaya isoflavon membantu kesehatan tulang dan mengurangi risiko osteoporosis, terutama pada wanita pascamenopause.

Selain memberikan manfaat kesehatan, makanan fungsional juga berkontribusi signifikan terhadap keberlanjutan sistem pangan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah pemanfaatan limbah pangan, di mana limbah seperti kulit buah dan biji dapat diolah menjadi produk bergizi, seperti tepung kaya serat yang bermanfaat untuk kesehatan pencernaan. Selain itu, diversifikasi produk nabati, seperti susu kedelai dan tempe berbasis kacang lokal, menjadi solusi ramah lingkungan yang dapat mengurangi ketergantungan pada produk berbasis hewani, seperti yang diungkapkan oleh Wastyk *et al.* (2021). Teknologi produksi modern juga memainkan peran penting, dengan fermentasi canggih dan nanoteknologi yang tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi makanan fungsional tetapi juga mampu mengurangi limbah serta menjaga kualitas gizi dari produk tersebut (Awuchi *et al.*, 2022).

## **2. Inovasi Teknologi dalam Pengembangan Makanan Fungsional**

Kemajuan teknologi telah merevolusi pengembangan makanan fungsional, yang membuat produk tersebut menjadi lebih efektif, efisien, dan relevan dengan kebutuhan kesehatan masyarakat modern. Teknologi ini tidak hanya memungkinkan makanan fungsional memberikan manfaat gizi dasar, tetapi juga mendukung pencegahan penyakit, personalisasi nutrisi, dan keberlanjutan sistem pangan. Berbagai inovasi telah muncul sebagai respons terhadap kebutuhan ini, menghadirkan solusi yang lebih maju untuk menjawab tantangan gizi global.

Salah satu inovasi utama adalah nutrigenomik, yaitu sebuah pendekatan berbasis genetik yang mempelajari interaksi antara nutrisi dan gen. Teknologi ini memungkinkan personalisasi makanan berdasarkan kebutuhan unik individu, termasuk risiko genetik terhadap penyakit tertentu. Misalnya, individu dengan risiko diabetes dapat diarahkan untuk mengonsumsi makanan yang kaya serat atau memiliki indeks glikemik rendah. Nutrigenomik dapat memodulasi ekspresi gen yang terkait dengan metabolisme dan peradangan, memberikan pendekatan

yang lebih efektif dalam pencegahan penyakit tidak menular (Sharma & Dwivedi, 2017).

Nanoteknologi juga menjadi terobosan penting dalam makanan fungsional. Teknologi ini meningkatkan bioavailabilitas, stabilitas, dan efektivitas bahan aktif, seperti vitamin, mineral, dan antioksidan. Dengan nanopartikel, senyawa bioaktif dapat terlindungi dari degradasi selama penyimpanan atau pengolahan, sekaligus meningkatkan penyerapan nutrisi dalam tubuh. Ibrahim *et al.*, (2022) mencatat bahwa nanoteknologi telah digunakan untuk mengembangkan produk dengan target kesehatan tertentu, seperti makanan kaya omega-3 yang mendukung kesehatan jantung.

Inovasi lain adalah teknologi pengemasan cerdas, yang memastikan keamanan dan kualitas makanan selama distribusi. Kemasan dengan sensor cerdas mampu mendeteksi perubahan, seperti pertumbuhan mikroba, oksidasi, atau fluktuasi suhu, sehingga konsumen mendapatkan informasi real-time tentang kualitas produk. Pengemasan ini sangat penting untuk produk kaya probiotik, seperti yogurt dan kefir, yang memerlukan kontrol kualitas ketat. Penelitian Biji *et al.* (2015) menyoroti bahwa pengemasan cerdas dapat memperpanjang umur simpan dan menjaga manfaat kesehatan produk.

Teknologi pencetakan makanan 3D juga membuka peluang baru dalam personalisasi makanan. Dengan pencetakan 3D, makanan fungsional dapat dirancang sesuai dengan kebutuhan spesifik individu, baik dalam bentuk, tekstur, maupun kandungan nutrisinya. Wu *et al* (2024) menjelaskan bahwa teknologi ini sangat bermanfaat untuk menciptakan makanan bagi kelompok populasi tertentu, seperti lansia atau individu dengan kebutuhan diet khusus.

Selain itu, *Internet of Things (IoT)* telah memperkuat rantai pasok makanan fungsional. Melalui sensor IoT, kondisi penyimpanan dan distribusi dapat dipantau secara real-time, memastikan produk tetap aman dan berkualitas hingga sampai ke tangan konsumen. Teknologi ini juga berperan penting dalam mengurangi pemborosan pangan, sebagaimana dijelaskan oleh Fertiasari *et al.* (2019).

Pengembangan protein alternatif merupakan inovasi signifikan lainnya. Sumber protein seperti nabati, serangga, dan daging hasil kultur sel menjadi solusi atas kebutuhan protein global sekaligus mendukung keberlanjutan sistem pangan. Protein alternatif ini sering diperkaya dengan nutrisi tambahan, seperti omega-3 dan serat, untuk memberikan manfaat kesehatan lebih besar.

Teknologi pengawetan juga mengalami transformasi melalui metode yang ramah lingkungan, seperti penggunaan suhu rendah, radiasi, dan bahan alami. Metode ini menjaga kandungan bioaktif dalam makanan fungsional, seperti

probiotik dan polifenol, tanpa memerlukan pengawet kimia. Purwaningsih *et al.*, (2021) mengungkapkan bahwa teknologi ini tidak hanya memperpanjang umur simpan, tetapi juga menjaga nilai gizi tinggi produk.

Keseluruhan inovasi ini, mulai dari nutrigenomik hingga IoT dan pengawetan ramah lingkungan, membawa makanan fungsional ke tingkat yang lebih tinggi. Dengan pendekatan yang lebih personal, aman, dan berkelanjutan, makanan fungsional kini menjadi solusi strategis untuk tantangan gizi global dan kesehatan masyarakat. Untuk memaksimalkan manfaatnya, diperlukan sinergi antara akademisi, industri, dan pemerintah dalam mendukung implementasi yang optimal dan akses yang luas bagi masyarakat.

## F. Studi Kasus dan Contoh Praktis

Inovasi teknologi dalam makanan fungsional telah membuka peluang besar untuk memanfaatkan bahan lokal Indonesia yang kaya manfaat kesehatan. Dengan penerapan teknologi mutakhir seperti nanoteknologi, fermentasi, dan bioteknologi, bahan-bahan seperti jahe, kayu secang, rosella, ikan lele, dan kelor diolah menjadi produk bernilai tambah yang tidak hanya mendukung kesehatan tetapi juga meningkatkan keberlanjutan sistem pangan nasional.

### 1. Nano Herbal Berbasis Jahe dan Kayu Secang

Penelitian Srimati *et al.* (2024) memperlihatkan bagaimana nanoteknologi dapat meningkatkan efektivitas bahan herbal lokal, seperti jahe (*Zingiber officinale*) dan kayu secang (*Caesalpinia sappan*). Jahe kaya akan gingerol, senyawa yang memiliki efek antiinflamasi dan antioksidan, sementara kayu secang mengandung *brazilin*, yang dikenal dengan aktivitas imunomodulatornya. Melalui proses nanonisasi, ukuran partikel *gingerol* dan *brazilin* diperkecil hingga skala nano, yang secara signifikan meningkatkan bioavailabilitasnya. Uji *in vivo* menunjukkan bahwa produk nano-herbal ini dapat meningkatkan aktivitas fagositosis dan mempercepat regenerasi jaringan. Produk berbasis inovasi ini dikembangkan dalam bentuk minuman fungsional menunjukkan potensi besar untuk ekspansi pasar global.



**Gambar 4.5: Minuman jahe-kayu secang: serbuk instan (kiri), serbuk setelah diseduh (kanan)**

Sumber: Hasil penelitian Srimati (2024)

## 2. Kombucha Rosella

Kombucha rosella, hasil perpaduan teh fermentasi dengan rosella (*Hibiscus sabdariffa*), merupakan contoh lain dari inovasi teknologi pangan. Proses fermentasi memperkaya produk dengan probiotik dan senyawa bioaktif seperti asam glukuronat dan antosianin. Penelitian Hidayat *et al.* (2021) menunjukkan bahwa konsumsi *kombucha* rosella dapat mendukung kesehatan usus, meningkatkan imunitas, dan menurunkan kadar kolesterol LDL pada populasi yang berisiko tinggi. Dengan manfaat kesehatan yang beragam, produk ini menjadi solusi ideal untuk pencegahan penyakit tidak menular.

## 3. Minyak Ikan Lele yang Diperkaya Omega-3

Pemanfaatan limbah dari proses penepungan ikan lele menjadi inovasi lain yang menarik. Srimati (2016) berhasil memurnikan minyak ikan lele dan memperkaya kandungannya dengan omega-3, sehingga menjadikan produk tersebut dapat dipertimbangkan sebagai suplemen efektif untuk mendukung kesehatan kardiovaskular. Kapsul minyak ikan lele terbukti mampu menurunkan kadar LDL dan meningkatkan profil lipid, terutama pada populasi lansia. Dengan teknologi stabilisasi menggunakan vitamin E, produk ini memiliki umur simpan hingga 24 bulan, dengan begitu produk tersebut dapat menjadi alternatif ekonomis yang mendukung kesehatan masyarakat.

## 4. Nano Tepung Lele dan Kelor untuk Penyembuhan Luka Bakar

Tepung lele dan kelor juga menjadi bahan utama dalam formulasi makanan cair untuk penyembuhan luka bakar. Penelitian Srimati (2022) menunjukkan bahwa makanan cair berbasis nano-tepung lele yang kaya protein dan kelor yang kaya polifenol dapat mempercepat penyembuhan luka bakar. Proses nanonisasi memastikan bioavailabilitas senyawa aktif meningkat, sehingga senyawa ini lebih efektif dalam mendukung pembentukan kolagen dan mempercepat penyusutan area luka. Uji praklinis yang telah dilakukan pada tikus menunjukkan hasil yang menjanjikan, produk ini terbukti dapat mempercepat proses penyembuhan luka bakar pada tikus.





**Gambar 4.6: Foto tepung ikan lele (atas) dan tepung kelor (bawah) sebelum dan setelah nanonisasi**

Efektivitas Minuman Nano Herbal Jahe dan Kayu Secang Sebagai Imunomodulator

Pendekatan molekular *docking* yang dilakukan oleh Srimati et al. (2023) menunjukkan bagaimana formulasi nano-herbal jahe dan kayu secang dapat meningkatkan potensi imunomodulasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa gingerol dan brazilin dalam formulasi nano memiliki afinitas tinggi terhadap protein imunomodulator, meningkatkan efektivitasnya dalam mendukung sistem imun. Uji *in vivo* lebih lanjut mengonfirmasi peningkatan signifikan pada parameter imun tikus, memperkuat potensi minuman ini sebagai produk unggulan untuk kesehatan masyarakat.

Inovasi teknologi seperti nanonisasi, fermentasi, dan bioteknologi telah membuka jalan baru dalam pengembangan makanan fungsional berbasis bahan lokal Indonesia. Studi kasus ini menyoroti pemanfaatan jahe, kelor, rosella, lele, dan kayu secang untuk menciptakan produk yang tidak hanya menawarkan manfaat kesehatan yang signifikan tetapi juga mendukung keberlanjutan sistem pangan nasional. Dengan pendekatan yang inovatif, produk-produk ini memiliki peluang besar untuk berkontribusi pada peningkatan kesehatan masyarakat dan daya saing pasar global.

## **G. Implementasi Teknologi dalam Skala Industri**

Pemanfaatan teknologi dalam skala industri telah membawa makanan fungsional ke tingkat yang lebih maju, baik dalam efisiensi produksi maupun nilai tambah yang ditawarkan. Pendekatan strategis ini menggabungkan inovasi teknologi, diversifikasi produk, dan kolaborasi lintas sektor untuk menghasilkan produk makanan fungsional yang relevan dengan kebutuhan pasar domestik dan global. Dengan memanfaatkan bahan lokal seperti jahe, kelor, rosella, dan lele, industri makanan fungsional di Indonesia memiliki potensi besar untuk mendukung kesehatan masyarakat dan keberlanjutan sistem pangan nasional.

## 1. Strategi Hilirisasi Produk Makanan Fungsional

Hilirisasi makanan fungsional melibatkan transformasi bahan mentah menjadi produk bernilai tambah tinggi melalui inovasi teknologi. Salah satu strategi utama adalah diversifikasi produk, di mana bahan yang sama diolah menjadi berbagai bentuk untuk meningkatkan daya saing pasar. Sebagai contoh, jahe dan kayu secang, seperti yang diteliti oleh Srimati et al. (2023), dapat diolah menjadi minuman herbal, kapsul suplemen, atau bubuk instan. Melalui teknologi nanonisasi, senyawa aktif seperti gingerol dan brazilin menjadi lebih mudah diserap tubuh, meningkatkan manfaat kesehatannya.

Kelor (*Moringa oleifera*) juga menjadi bahan potensial yang telah dikembangkan menjadi biskuit tinggi zat besi, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian Hastuty & Nitia (2022). Produk ini efektif dalam mengatasi anemia dan defisiensi mikronutrien pada remaja, memberikan solusi praktis untuk masalah gizi di masyarakat.

Selain diversifikasi, teknologi modern seperti enkapsulasi dan nanoteknologi berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Enkapsulasi, misalnya, melindungi senyawa bioaktif dari degradasi selama proses produksi dan penyimpanan. Chen et al. (2022) menemukan bahwa enkapsulasi gingerol dalam produk berbasis jahe dapat meningkatkan stabilitas senyawa tersebut. Sementara itu, nanoteknologi meningkatkan bioavailabilitas senyawa bioaktif, sebagaimana dilaporkan oleh Awuchi *et al.* (2022), yang mencatat bahwa antosianin berbasis nanoteknologi memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan produk non-nano.

## 2. Pentingnya Branding dan Pemasaran Digital

Strategi pemasaran juga menjadi elemen penting dalam keberhasilan makanan fungsional. Pemanfaatan media sosial seperti TikTok, Instagram, dan YouTube memungkinkan produsen menjangkau konsumen yang lebih luas, terutama generasi muda yang sadar akan kesehatan. Konten edukasi tentang manfaat produk fungsional, jika disampaikan secara kreatif, dapat meningkatkan minat konsumen.

Selain itu, marketplace dan platform e-commerce seperti Tokopedia dan Shopee memudahkan distribusi produk, memotong rantai perantara yang mahal, dan meningkatkan aksesibilitas produk bagi konsumen di seluruh Indonesia. Dalam pemasaran, penekanan pada keberlanjutan dan lokalitas juga menjadi daya tarik, mengingat konsumen modern cenderung mendukung produk berbasis bahan lokal dan ramah lingkungan.

## 3. Kolaborasi dengan Dunia Usaha, Industri, dan Pemerintah

Kolaborasi lintas sektor antara akademisi, pelaku industri, dan pemerintah memainkan peran penting dalam pengembangan makanan fungsional yang inovatif. Penelitian berbasis bukti ilmiah menjadi landasan untuk menciptakan produk yang efektif dan aman. Sebagai contoh, penelitian Hidayat et al. (2021) tentang fermentasi rosella menghasilkan kombucha kaya probiotik dan antioksidan, yang telah berhasil diadopsi oleh industri untuk produksi massal.

Pemerintah juga memiliki peran strategis dalam mendukung hilirisasi makanan fungsional melalui program seperti hibah Kedaireka (Matching Fund), yang mempertemukan dunia usaha, industri, dan akademisi. Sertifikasi dan regulasi seperti HACCP, ISO, dan sertifikasi halal memastikan keamanan dan kualitas produk yang dapat bersaing di pasar internasional. Selain itu, insentif pajak bagi perusahaan yang berinvestasi dalam R&D dan kampanye nasional untuk mempromosikan produk berbasis bahan lokal seperti biskuit kelor menjadi langkah nyata dalam mendukung industri ini.

#### **4. Relevansi dengan Tren Terkini**

Perkembangan teknologi seperti fermentasi presisi, sertifikasi halal, dan integrasi Internet of Things (IoT) semakin memperkuat daya saing industri makanan fungsional. Fermentasi presisi memungkinkan kontrol penuh terhadap kondisi fermentasi, memastikan produk konsisten dalam kandungan nutrisinya. IoT memungkinkan pemantauan real-time selama produksi dan distribusi, meningkatkan keamanan dan efisiensi logistik. Selain itu, pemanfaatan media sosial untuk pemasaran telah membawa dampak besar dalam memperluas pasar makanan fungsional.

Implementasi teknologi dalam skala industri untuk makanan fungsional mencerminkan sinergi antara inovasi teknologi, strategi pemasaran, dan dukungan pemerintah. Dengan memanfaatkan bahan lokal seperti jahe, kelor, dan rosella, serta menerapkan teknologi mutakhir seperti nanoteknologi dan fermentasi presisi, industri makanan fungsional Indonesia memiliki peluang besar untuk menjawab tantangan kesehatan masyarakat dan bersaing di pasar global. Dukungan kebijakan pemerintah dan kolaborasi lintas sektor akan menjadi kunci dalam memastikan produk makanan fungsional Indonesia tetap relevan dan kompetitif di masa depan.

## **H. Simpulan**

---

### **Simpulan dan Rekomendasi**

Pengembangan teknologi pangan dan makanan fungsional telah membuka peluang besar dalam menjawab tantangan gizi masa depan, baik di tingkat nasional maupun global. Dengan memanfaatkan pendekatan berbasis inovasi, makanan fungsional tidak hanya memenuhi kebutuhan gizi dasar tetapi juga memberikan manfaat kesehatan tambahan yang signifikan. Manfaat ini mencakup pencegahan penyakit tidak menular, penanganan kekurangan gizi mikro, dan peningkatan kualitas hidup.

Penerapan teknologi seperti nanoteknologi, fermentasi presisi, enkapsulasi, dan nutrigenomik telah terbukti meningkatkan bioavailabilitas nutrisi, efisiensi produksi, dan personalisasi produk makanan. Studi kasus berbasis bahan lokal, seperti jahe, rosella, kelor, kayu secang, dan ikan lele, menunjukkan bahwa dengan

pengolahan modern, bahan-bahan ini dapat diubah menjadi produk bernilai tambah tinggi dengan manfaat kesehatan yang nyata.

Keberhasilan hilirisasi produk makanan fungsional tidak lepas dari kolaborasi antara akademisi, pelaku industri, dan pemerintah. Program hibah seperti Kedaireka, regulasi keamanan dan kualitas seperti HACCP dan ISO, serta pemasaran melalui media digital telah membantu mendorong perkembangan industri makanan fungsional, baik di pasar domestik maupun internasional. Namun demikian, tantangan seperti rendahnya adopsi teknologi oleh UMKM, minimnya edukasi masyarakat, dan hambatan distribusi ke daerah terpencil masih membutuhkan solusi strategis untuk memastikan keberlanjutan sektor ini.

### **Rekomendasi**

1. Investasi dalam R&D harus ditingkatkan untuk mengeksplorasi potensi bahan pangan lokal seperti jahe, kelor, kayu secang, ikan lele, dan rosella sebagai sumber makanan fungsional yang inovatif.
2. Fokus pada teknologi mutakhir, seperti nanoteknologi dan nutrigenomik, akan menciptakan produk dengan manfaat kesehatan yang lebih spesifik dan sesuai kebutuhan individu.
3. Pemerintah perlu memperluas program hibah, seperti Kedaireka (Dana Padanan), untuk memperkuat kolaborasi antara akademisi dan dunia usaha. Selain itu, alokasi dana riset harus mencakup pengembangan prototipe produk fungsional yang dapat langsung diuji pasar.
4. Regulasi yang lebih inklusif, seperti sertifikasi halal dan standar internasional, harus diperkuat agar produk makanan fungsional Indonesia memiliki daya saing di pasar global. Percepatan sertifikasi produk dengan memanfaatkan teknologi digital perlu dilakukan, seperti aplikasi online untuk pelacakan status sertifikasi.
5. Kampanye edukasi dan pemasaran melalui media sosial, seperti TikTok, Instagram, dan YouTube, dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan manfaat makanan fungsional. Strategi ini harus mencakup pembuatan konten edukatif yang melibatkan ahli gizi dan influencer lokal.
6. E-commerce dan marketplace harus dioptimalkan untuk mempermudah distribusi produk, terutama ke wilayah terpencil. Pengembangan logistik khusus untuk produk makanan yang sensitif terhadap suhu juga perlu diprioritaskan.
7. Program edukasi masyarakat mengenai manfaat makanan fungsional perlu ditingkatkan, terutama melalui kampanye nasional yang melibatkan berbagai pihak.
8. Pemerintah dapat mengintegrasikan makanan fungsional dalam program sosial, seperti makanan bergizi gratis, untuk meningkatkan kesehatan masyarakat

dengan pendapatan rendah. Misalnya pemanfaatan daun kelor sebagai salah satu bahan yang diolah pada menu makanan gizi gratis.

9. Inovasi ramah lingkungan, seperti penggunaan bahan kemasan biodegradable dan pengurangan limbah pangan melalui diversifikasi produk, perlu terus dikembangkan. Penelitian dan insentif untuk pengembangan kemasan berbahan dasar organik atau limbah pertanian harus ditingkatkan.
10. Pemanfaatan sumber protein alternatif, seperti daging hasil kultur sel dan protein nabati, juga penting untuk mendukung keberlanjutan sistem pangan global.
11. Kolaborasi antara akademisi, industri, dan pemerintah harus diperkuat untuk menciptakan ekosistem yang mendukung pengembangan makanan fungsional.
12. Dunia usaha perlu memberikan peluang bagi UMKM untuk terlibat dalam rantai pasok makanan fungsional, meningkatkan inklusivitas sektor ini. Dukungan berupa pelatihan teknologi pangan sederhana dan akses kredit usaha mikro dapat memperkuat peran UMKM dalam industri ini.

## I. Penutup

---

Makanan fungsional bukan hanya menjadi solusi bagi tantangan gizi, tetapi juga alat strategis untuk mendorong pola hidup sehat, mendukung keberlanjutan sistem pangan, dan meningkatkan daya saing Indonesia di pasar global. Dengan sinergi antara inovasi teknologi, kebijakan pemerintah, dan partisipasi masyarakat, makanan fungsional dapat berperan sebagai pilar utama dalam menciptakan masyarakat yang sehat, berdaya, dan sejahtera secara berkelanjutan.

## J. References

---

- Awuchi, C. G., Morya, S., Dendegh, T. A., Okpala, C. O. R., & Korzeniowska, M. (2022). Nanoencapsulation of food bioactive constituents and its associated processes: A revisit. *Bioresource Technology Reports*, *19*, 101088. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101088>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2019). *Laporan Nasional Rischesdas 2018*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. <https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/3514/1/Laporan%20Rischesdas%202018%20Nasional.pdf>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1.23.11.11.09909 Tahun 2011 tentang Pengawasan Klaim dalam Label dan Iklan Pangan Olahan*. Retrieved from [Teknologi Pangan dan Makanan Fungsional: Inovasi Gizi Masa Depan](https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/2011/2011-</a></p></div><div data-bbox=)

HK.03.1.23.11.11.09909-

Pengawasan\_Klaim\_dalam\_Label\_dan\_Iklan\_Pangan\_Olahan.pdf

- Batubara, I., & Prastya, M. E. (2020). Potensi tanaman rempah dan obat tradisional Indonesia sebagai sumber bahan pangan fungsional. In Herlinda, S. et al. (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020: Komoditas Sumber Pangan untuk Meningkatkan Kualitas Kesehatan di Era Pandemi Covid-19* (pp. 24-38). Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Biji, K. B., Ravishankar, C. N., Mohan, C. O., & Srinivasa Gopal, T. K. (2015). Smart packaging systems for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(10), 6125–6135. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1766-7>
- Boukid, F. (2022). Smart Food Packaging: An Umbrella Review of Scientific Publications. *Coatings*, *12*(12), 1949. <https://doi.org/10.3390/coatings12121949>
- Brahmantia, B., Rosidawati, I., Budiawan, H., Muksin, A., & Meilawati, M. (2024). Pengaruh pemberian seduhan bunga rosella terhadap penurunan tekanan darah pada lansia penderita hipertensi di Desa Cilumping Kecamatan Dayeuhluhur. *Jurnal Ilmiah Pamenang*, *6*(1), 84–89
- Calder, P. C. (2017). Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: From molecules to man. *Biochemical Society Transactions*, *45*(5), 1105-1115. <https://doi.org/10.1042/BST20160474>
- Evrenidilek, G. A. (2018). Effects of high pressure processing on bioavailability of food components. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, *8*(2), 676. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000676>
- Fertiasari, R., Mulyati, S., & Ridho, A. (2019). Inovasi Pangan Fungsional dan Zero Waste Berbahan Baku Buah Naga. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, *19*(2), 67–74. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/335623890>
- Gayathri, K., Bhaskaran, M., Selvam, C., & Thilagavathi, R. (2023). Nano formulation approaches for curcumin delivery - a review. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, *82*, 104326. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2023.104326>
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., & Reid, G. (2017). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, *14*(8), 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>
- Hastuty, Y. D., & Nitia, S. (2022). Ekstrak daun kelor dan efeknya pada kadar hemoglobin remaja putri (*Moringa leaf extract and its effect on hemoglobin levels in young girls*). *Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang*, *17*(1), 1-7. <https://doi.org/10.36086/jkp.v17i1>

- Hidiarti, O. G., & Srimati, M. (2019). Pemanfaatan tepung kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca linn*) dalam pembuatan brownies. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 1(1).
- Ibrahim, D., Arisha, A. H., Khater, S. I., Gad, W. M., Hassan, Z., Abo-Khadra, S. H., Mohamed, D. I., Ismail, T. A., Gad, S. A. M., Eid, S. A. M., & Abd El-Wahab, R. A. (2022). Impact of omega-3 fatty acids nano-formulation on growth, antioxidant potential, fillet quality, immunity, autophagy-related genes, and *Aeromonas hydrophila* resistance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Antioxidants*, 11(1523). <https://doi.org/10.3390/antiox11081523>
- Imawan, A. S. A. (2023). Berbagai kandungan oatmeal (*Avena sativa*) yang berpengaruh bagi tubuh. *Bohr: Jurnal Cendekia Kimia*, 1(2), 1-7. <https://ejournal.upr.ac.id/index.php/bohr/>
- Kementerian Kesehatan RI. (2024). *Laporan Tematik Survei Kesehatan Indonesia (SKI) Tahun 2023: Potret Indonesia Sehat*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kurnianingsih, R., Sukiman, K., Sukenti, K., & Julisaniah, N. I. (2021). Diversifikasi pengolahan kacang lokal Lombok menjadi pangan fungsional di Desa Ubung Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(4). <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v3i2.1104>
- Kusharto, C. M., Srimati, M., Tanziha, I., & Suseno, S. H. (2015). Efek penambahan vitamin E terhadap stabilitas minyak ikan lele. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(3), 321-328. <https://doi.org/10.14681/jphpi.v18i3.11280>
- Martins, R., Barbosa, A., Adivinha, B., Sales, H., Pontes, R., & Nunes, J. (2023). Green extraction techniques of bioactive compounds: A state-of-the-art review. *Processes*, 11(8), 2255. <https://doi.org/10.3390/pr11082255>
- Mazziotta, C., Tognon, M., Martini, F., Torreggiani, E., & Rotondo, J. C. (2023). Probiotics mechanism of action on immune cells and beneficial effects on human health. *Cells*, 12(1), 184. <https://doi.org/10.3390/cells12010184>
- Mulyasari, E. W., & Srimati, M. (2020). Asupan zat gizi makro, aktivitas fisik dan tingkat stres dengan kejadian hipertensi pada dewasa (18-60 tahun). *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 2(2), 83-92.
- Muthukumarar, S., & Tranchant, C. C. (2020). Spray drying - Concept, applications, and recent advances in food processing. *In Handbook on Spray Drying Applications for the Food Industries*. CRC Press.
- Olayanju, J. B., Bozic, D., Naidoo, U., & Sadik, O. A. (2024). A comparative review of key isothiocyanates and their health benefits. *Nutrients*, 16(757). <https://doi.org/10.3390/nu16060757>
- Poti, F., Santi, D., Spaggiari, G., Zimetti, F., & Zanotti, I. (2019). Polyphenol health effects on cardiovascular and neurodegenerative disorders: A review and meta-

- analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(3), 351. <https://doi.org/10.3390/ijms20030351>
- Purwaningsih, I., Hardiyati, R., Zulhamdani, M., Laksani, C. S., & Rianto, Y. (2021). Current status of functional foods research and development in Indonesia: Opportunities and challenges. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 32(1), 83–91. <https://doi.org/10.6066/jtip.2021.32.1.83>
- Rajan, L., Radhakrishnan, A., Alagarsamy, K. N., Srivastava, A., Dhingra, S., Booker, A., Rolfe, V., Palaniswamy, D., & Mohankumar, S. K. (2022). Green tea polyphenols in cardiometabolic health: A critical appraisal on phylogenomics towards personalized green tea. *PharmaNutrition*, 20, 100296. <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2022.100296>
- Republik Indonesia. (2012). *Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan*. Jakarta: Pemerintah RI. Retrieved from <https://bphn.go.id/data/documents/12uu018.pdf>
- Sharma, P., & Dwivedi, S. (2017). Nutrigenomics and nutrigenetics: New insight in disease prevention and cure. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 32(4), 371–373. <https://doi.org/10.1007/s12291-017-0699-5>
- Srimiati, M. (2017). Konsumsi minyak ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang diperkaya omega-3 memperbaiki low-density lipoprotein (LDL) pada lansia. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 12(2), 117–126.
- Srimiati, M., Afrizal, S. H., & Mahardika, S. (2023). Difference in organoleptic test results and antioxidant activity in variations of the method of making Emprit Ginger and Secang Wood powdered drink. *Aceh Nutrition Journal*, 8(4), 665–666. <https://doi.org/10.30867/action.v8i4.1409>
- Srimiati, M., Fayyasari, A., Yanti, E. R., Humadi, A., Ardiasyah, M., Wardani, A. K., Puspita, F. Z., Aprilia, D., & Oktavia, R. (2024). *Efektivitas formula minuman nano-herbal jahe & kayu secang sebagai imunomodulator: Pendekatan molecular docking dan studi in vivo*. Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi, Universitas Binawan.
- Srimiati, M., Kusharto, C. M., Anwar, F., Rachmawati, H., Kartini, Y. N., & Shoffiyatunnisa, N. A. (2022). The effect of nanotechnology on nutrient characteristic of catfish (*Clarias gariepinus*) flour: Ball milling method. *Malaysian Journal of Medical and Health Sciences*, 18(Suppl. 12), 123–128.
- Srimiati, M., Kusharto, C. M., Tanzaha, I., & Suseno, S. H. (2015). Effect of different bleaching temperatures on the quality of refined catfish (*Clarias gariepinus*) oil. *Procedia Food Science*, 3, 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.025>
- Srimiati, M., Zahra, A. D., Harsanti, F., Habibah, P., & Maharani, A. R. (2023). Effect of maltodextrin concentration on physical characteristics of strawberry extract

that may prevent COVID-19 in the elderly. *Amerta Nutrition*, 7(4), 520–526. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i4.2023.520-526>

Wang, H.-P., Wang, M.-J., & Yang, X.-J. (2015). Effect of garlic on blood pressure: A meta-analysis. *The Journal of Clinical Hypertension (Greenwich)*, 17(3), 223–231. <https://doi.org/10.1111/jch.12473>

Wastyk, H. C., Fragiadakis, G. K., Perelman, D., Dahan, D., Merrill, B. D., Yu, F. B., Topf, M., Gonzalez, C. G., Van Treuren, W., Han, S., Robinson, J. L., Elias, J. E., Sonnenburg, E. D., Gardner, C. D., & Sonnenburg, J. L. (2021). Gut-microbiota-targeted diets modulate human immune status. *Cell*, 184(16), 4137-4153.e14. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.06.019>

Wu, R., Jiang, J., An, F., Ma, X., & Wu, J. (2024). Research progress of 3D printing technology in functional food, powering the future of food. *Trends in Food Science & Technology*, 149, 104545. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104545>

Zuraida, Z., Yerizel, E., & Anas, E. (2015). Pengaruh pemberian ekstrak rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) terhadap kadar malondialdehid dan aktivitas katalase tikus yang terpapar karbon tetraklorida. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(3). <https://doi.org/10.25077/jka.v4i3.366>

## K. Glosarium

---

Aterosklerosis	= Penyakit yang disebabkan oleh penumpukan plak pada dinding arteri, yang dapat menyebabkan penyempitan dan pengerasan pembuluh darah.
Antioksidan	= Senyawa yang melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas, mengurangi risiko penyakit degeneratif seperti kanker dan penyakit kardiovaskular.
Apoptosis	= Proses kematian sel terprogram yang penting dalam menghilangkan sel yang rusak atau tidak diperlukan dalam tubuh.
Bioaktif	= Komponen alami dalam pangan yang memberikan manfaat kesehatan tambahan di luar fungsi nutrisinya, seperti polifenol, probiotik, dan omega-3.
Beta-glukan	= Serat larut yang ditemukan pada gandum dan barley, dikenal karena kemampuannya menurunkan kolesterol LDL dan mendukung pengelolaan gula darah.
Eikosanoid	= Molekul pensinyalan yang berasal dari asam lemak, termasuk prostaglandin dan leukotrien, yang berperan dalam proses inflamasi.

- Enkapsulasi = Teknologi yang melibatkan pembungkusan senyawa bioaktif untuk melindunginya dari kerusakan lingkungan seperti panas dan oksigen, sekaligus meningkatkan stabilitas dan efisiensi penggunaannya.
- Fermentasi = Proses pengolahan pangan menggunakan mikroorganisme untuk meningkatkan kandungan senyawa bioaktif, probiotik, dan enzim yang bermanfaat bagi kesehatan.
- Fitosterol = Senyawa bioaktif yang ditemukan pada kacang-kacangan dan biji-bijian, efektif dalam menurunkan kadar kolesterol LDL dengan cara bersaing dalam proses penyerapan di usus.
- Freeze Drying* = Teknologi pengeringan beku yang melibatkan sublimasi air es menjadi uap dalam tekanan rendah, sehingga mempertahankan nutrisi dan kualitas bahan pangan.
- Gingerol = Senyawa aktif dalam jahe yang memiliki sifat antiinflamasi dan antioksidan.
- High-Pressure Processing (HPP) = Teknologi minimal proses yang menggunakan tekanan tinggi untuk membunuh patogen dan memperpanjang umur simpan produk tanpa kehilangan kandungan nutrisi.
- Isothiocyanates = Senyawa yang berasal dari glukosinolat dalam sayuran cruciferous, yang memiliki sifat antikanker.
- Nanoteknologi = Teknologi yang melibatkan manipulasi senyawa pada skala nanometer untuk meningkatkan bioavailabilitas, stabilitas, dan efektivitas bahan aktif dalam produk pangan.
- Nitric Oxide (NO) = Molekul gas yang berfungsi sebagai vasodilator, membantu melancarkan aliran darah dengan melebarkan pembuluh darah.
- Omega-3 = Asam lemak esensial seperti EPA dan DHA, yang ditemukan dalam ikan berminyak dan memiliki sifat antiinflamasi serta perlindungan terhadap penyakit kardiovaskular.
- Phytosterol = Senyawa alami dalam tumbuhan yang mirip dengan kolesterol, berfungsi untuk mengurangi kadar kolesterol dalam darah.
- Polifenol = Senyawa bioaktif dengan sifat antioksidan kuat yang ditemukan dalam teh hijau, anggur merah, dan berbagai buah-buahan. Berfungsi untuk melindungi tubuh dari stres oksidatif dan peradangan.

- Prebiotik = Serat pangan seperti inulin yang berfungsi sebagai substrat bagi bakteri baik di usus, mendukung kesehatan pencernaan dan meningkatkan penyerapan kalsium.
- Probiotik = Mikroorganisme hidup, seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, yang bermanfaat untuk menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan mendukung kesehatan sistem pencernaan.
- Radikal Bebas = Molekul tidak stabil yang dapat menyebabkan kerusakan sel dan jaringan melalui stres oksidatif.
- Spray Drying* = Teknologi pengeringan cepat menggunakan udara panas untuk menghasilkan bubuk dari bahan cair, sering digunakan untuk menjaga aktivitas bioaktif senyawa herbal dan probiotik.
- Stres Oksidatif = Kondisi ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan dalam tubuh, yang dapat menyebabkan kerusakan sel dan jaringan.
- Triple Burden of Malnutrition = Tantangan kesehatan gizi yang melibatkan kekurangan gizi, defisiensi mikronutrien, dan kelebihan gizi seperti obesitas yang terjadi secara bersamaan.
- Vitamin E = Antioksidan yang membantu melindungi sel dari kerusakan oksidatif, sering digunakan untuk meningkatkan stabilitas produk pangan seperti minyak ikan.





## PROFIL PENULIS



**Agus Hendra Al Rahmad, SKM., MPH.** Lahir di Aceh, 16 Agustus 1982. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis yaitu menyelesaikan pendidikan Vokasi Gizi (D3 Gizi) di Poltekkes Kemenkes Aceh pada tahun 2003, dan melanjutkan studi S1 pada Universitas Serambi Mekkah selesai tahun 2009. Tahun 2013 menyelesaikan studi magister pada Universitas Gadjah Mada. Riwayat pekerjaan diawali dibidang ilmu gizi dan kesehatan masyarakat sejak 2005, yaitu sebagai tenaga gizi dibawah Lembaga Unicef. Saat ini penulis bekerja di Jurusan Gizi Poltekkes

Kemenkes Aceh, yang mengampu mata kuliah Penilaian Status Gizi, IPTEK Pangan dan Gizi, Perencanaan Program Gizi, Metode Penelitian, Statistik, Komputasi Data Pangan dan Gizi, Journal Review, Ilmu Gizi. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi yaitu sebagai penulis buku, publikasi, seminar, pengelola jurnal terakreditasi, reviewer nasional dan international. Hasil-hasil penelitian dan publikasi yang telah penulis lakukan dapat dilihat pada profil Sinta penulis (ID= 256989) dan Google Scholar (ID= Lm44JiMAAAAJ), serta publikasi international (ID Scopus: 57219055208). Selain itu, penulis tentunya aktif dibidang Informasi dan Teknologi khusus bidang kesehatan, juga mahir dalam melakukan analisis data melalui aplikasi Stata, Smart PLS, SPSS, R-Cmdr, EpiData, EpiInfo. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [agus.hendra.alr@poltekkesaceh.ac.id](mailto:agus.hendra.alr@poltekkesaceh.ac.id)



**Nui Pawestri S.Tr.Keb., M.Tr.Keb.** lahir Ciamis 31 Maret 1993. Telah menyelesaikan pendidikan D3 Kebidanan pada tahun 2014, kemudian melanjutkan program studi D4 kebidanan lulus pada tahun 2015 dan Lulus S2 Magister Kebidanan di Stikes Guna Bangsa Yogyakarta pada tahun 2018. Saat ini menjadi dosen di Universitas IPWJIA Jakarta pada program studi D3 kebidanan.



## PROFIL PENULIS



**Cici Valiani, S.ST.,M.Kes** Lahir di Padang, 02 Agustus 1986. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis yaitu jenjang D3 Kebidanan Stikes Bhakti Kencana, D4 Bidan Pendidik Poltekkes Kemenkes Tasikmalaya dan melanjutkan pendidikan S2 Kesehatan Masyarakat pada Universitas Respati Jakarta dan lulus tahun pada tahun 2015. Riwayat pekerjaan diawali pada tahun 2007 dosen D3 Kebidanan di Stikes Mitra Kencana Tasikmalaya, 2009 dosen D3 Kebidanan Stikes Bhakti Kencana Bandung, 2016 dosen S1 Kesehatan Masyarakat Stkes Bhakti Kencana Bandung, 2018 dosen D3 Kebidanan Universitas Bhakti Kencana Bandung, Saat ini penulis bekerja di Universitas Bhakti Kencana Bandung Program Studi Sarjana Terapan Keperawatan Anestesiologi dari 2020 mengampu mata kuliah Pemenuhan Kebutuhan Dasar Manusia 1, Psikologi Kesehatan, Ilmu Gizi, Ilmu Biomedik Dasar, Epidemiologi Klinik, Patologi, Sosiologi dan Antropologi Kesehatan, Promosi Kesehatan. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi yaitu sebagai penulis Buku Pemenuhan Dasar Manusia II (2023), Publikasi Hubungan Indeks Massa Tubuh Dengan Waktu Pulih Sadar Pasca Anestesi Umum (2024), Hubungan Hipotensi Intraoperatif Terhadap Kejadian Post Operatif Nausea And Vomiting (Ponv) Pada Pasien Pasca Spinal Anestesi Seksio Seksarea (2025). Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [cici.valiani@bku.ac.id](mailto:cici.valiani@bku.ac.id)



**Dr. Mia Srimiati** Lahir di Majalengka, 19 Juli 1989. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis yaitu jenjang S1 pada Program Studi Gizi, IPB tahun 2007-2011. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 pada Prodi Gizi di Institut Pertanian Bogor dan lulus tahun pada tahun 2015, dan S3 di IPB pada bidang gizi lulus pada tahun 2022. Riwayat pekerjaan diawali pada tahun 2015 sebagai dosen di prodi Gizi, Institut Kesehatan Indonesia, dan pada tahun 2016 hingga sekarang bekerja di Prodi Gizi Universitas Binawan. Saat ini penulis bekerja di Universitas Binawan mengampu mata kuliah Teknologi Pangan dan Gizi, Isu Mutakhir Gizi, Analisis Zat Gizi Pangan, Metabolisme Gizi, Analisis Data Pangan dan Gizi. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi yaitu sebagai penulis buku, publikasi, seminar, serta aktif sebagai pengurus Pergizi Pangan Indonesia. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [mia@binawan.ac.id](mailto:mia@binawan.ac.id)  
Motto: Kerja Cerdas, Hidup Berkah, Bahagia Dunia Akhirat!

## Sinopsis

Buku Bunga Rampai Gizi dan Teknologi menyajikan pemikiran dan kajian terkini mengenai integrasi teknologi dalam bidang gizi, baik dari aspek pemantauan status gizi, edukasi, hingga inovasi pangan. Bab pertama membuka pembahasan dengan mengeksplorasi pentingnya pemantauan status gizi dan bagaimana teknologi modern mampu melampaui keterbatasan metode tradisional. Penulis memaparkan perkembangan perangkat digital serta tantangan implementasinya di Indonesia, sembari menawarkan rekomendasi strategis guna memperkuat sistem pemantauan gizi nasional.

Bab kedua dan ketiga membahas aplikasi praktis teknologi dalam kehidupan sehari-hari masyarakat. Penggunaan aplikasi diet dibedah secara rinci sebagai alat bantu dalam mengelola konsumsi energi, protein, dan gizi secara umum. Selanjutnya, penyuluhan gizi berbasis teknologi dikaji sebagai solusi untuk menjangkau masyarakat luas secara lebih efisien, terutama dalam era digital. Kedua bab ini menunjukkan bahwa teknologi tidak hanya mendukung aspek klinis, tetapi juga sangat efektif dalam mendukung promosi dan edukasi gizi.

Bab penutup menyuguhkan pembahasan tentang teknologi pangan dan pengembangan makanan fungsional sebagai inovasi gizi masa depan. Penulis menyoroti potensi besar dari pangan fungsional dalam menjawab tantangan gizi global, serta bagaimana industri dapat mengadopsi teknologi untuk memproduksi makanan yang tidak hanya aman dan bergizi, tetapi juga bermanfaat secara terapeutik. Dengan pendekatan interdisipliner dan pembahasan yang aplikatif, buku ini menjadi referensi penting bagi mahasiswa, profesional gizi, peneliti, hingga pelaku industri pangan yang tertarik pada transformasi teknologi di bidang gizi.

Buku Bunga Rampai Gizi dan Teknologi menyajikan pemikiran dan kajian terkini mengenai integrasi teknologi dalam bidang gizi, baik dari aspek pemantauan status gizi, edukasi, hingga inovasi pangan. Bab pertama membuka pembahasan dengan mengeksplorasi pentingnya pemantauan status gizi dan bagaimana teknologi modern mampu melampaui keterbatasan metode tradisional. Penulis memaparkan perkembangan perangkat digital serta tantangan implementasinya di Indonesia, sembari menawarkan rekomendasi strategis guna memperkuat sistem pemantauan gizi nasional.

Bab kedua dan ketiga membahas aplikasi praktis teknologi dalam kehidupan sehari-hari masyarakat. Penggunaan aplikasi diet dibedah secara rinci sebagai alat bantu dalam mengelola konsumsi energi, protein, dan gizi secara umum.

Selanjutnya, penyuluhan gizi berbasis teknologi dikaji sebagai solusi untuk menjangkau masyarakat luas secara lebih efisien, terutama dalam era digital. Kedua bab ini menunjukkan bahwa teknologi tidak hanya mendukung aspek klinis, tetapi juga sangat efektif dalam mendukung promosi dan edukasi gizi.

Bab penutup menyuguhkan pembahasan tentang teknologi pangan dan pengembangan makanan fungsional sebagai inovasi gizi masa depan. Penulis menyoroti potensi besar dari pangan fungsional dalam menjawab tantangan gizi global, serta bagaimana industri dapat mengadopsi teknologi untuk memproduksi makanan yang tidak hanya aman dan bergizi, tetapi juga bermanfaat secara terapeutik. Dengan pendekatan interdisipliner dan pembahasan yang aplikatif, buku ini menjadi referensi penting bagi mahasiswa, profesional gizi, peneliti, hingga pelaku industri pangan yang tertarik pada transformasi teknologi di bidang gizi.

Penerbit:

**PT Nuansa Fajar Cemerlang**

Grand Slipi Tower Lt. 5 Unit F

Jalan S. Parman Kav. 22-24

Kel. Palmerah, Kec. Palmerah

Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia, 11480

Telp: (021) 29866919

