

EKOLOGI PANGAN, GIZI, DAN KESEHATAN

Ekologi pangan, gizi, dan kesehatan merupakan pendekatan integratif yang menempatkan pangan sebagai hasil interaksi kompleks antara manusia, lingkungan, sistem sosial, ekonomi, dan kebijakan publik. Pangan tidak hanya berfungsi sebagai pemenuh kebutuhan biologis, tetapi juga menentukan kualitas kesehatan, kesejahteraan, dan ketahanan suatu bangsa. Ketergantungan berlebihan pada satu komoditas pangan, seperti beras, serta melemahnya pemanfaatan sumber daya lokal menunjukkan pentingnya diversifikasi pangan berbasis kearifan lokal dan keanekaragaman hayati.

Dari perspektif gizi, kualitas konsumsi sangat dipengaruhi oleh akses, daya beli, dan keberagaman pangan. Pola konsumsi yang monoton dan dominan karbohidrat berkontribusi terhadap *munculnya triple burden of malnutrition*, yaitu kekurangan gizi, kelebihan gizi, dan defisiensi mikronutrien. Masalah gizi kronis seperti *stunting*, anemia, dan obesitas tidak dapat dipisahkan dari faktor lingkungan, kemiskinan, sanitasi, serta pola pengasuhan dan perilaku makan.

Aspek kesehatan dalam ekologi pangan menegaskan bahwa perbaikan gizi tidak cukup melalui intervensi medis semata, melainkan memerlukan pendekatan *food-based*, penguatan sistem pangan berkelanjutan, perlindungan lingkungan, serta kebijakan yang berpihak pada petani dan kelompok rentan. Upaya tersebut harus didukung oleh inovasi teknologi pangan, fortifikasi, dan kolaborasi lintas sektor agar tercapai kemandirian pangan, perbaikan status gizi, dan peningkatan kualitas sumber daya manusia secara berkelanjutan.



✉ ganeshakreasisemesta@gmail.com

🌐 www.ganeshakreasisemesta.com

☎ 0852 8000 2192

🌟 Anggota IKAPI No. 281/JTE/2024

ISBN 978-634-285-396-2



9

786342

853962

EKOLOGI PANGAN, GIZI, DAN KESEHATAN

Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan

Nisatami Husnul, M.Gz.

Dr. Dwi Santy Damayati, SKM., M.Kes

Dr. Anggun Rusyantia, S.P., M.E.P.



PENERBIT PT. GANESHA KREASI SEMESTA

EKOLOGI PANGAN, GIZI, DAN KESEHATAN

Penulis : Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan
Nisatami Husnul, M.Gz.
Dr. Dwi Santy Damayati, SKM., M.Kes
Dr. Anggun Rusyantia, S.P., M.E.P.

Desain Sampul : Firman Ismail

Tata Letak : Siti Satifah

ISBN : 978-634-285-396-2

Diterbitkan oleh : **GANESHA KREASI SEMESTA,**
MEI 2026
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO.281/JTE/2024

Redaksi:

Jalan Panongan, Desa Kutasari Kecamatan Baturraden
Kabupaten Banyumas Telp. 0852-8000-2192
Surel : ganeshakreasisemesta@gmail.com
Cetakan Pertama : 2026

All rights reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya buku *Ekologi Pangan, Gizi, dan Kesehatan* ini dapat disusun dan diterbitkan. Buku ini hadir sebagai upaya untuk memberikan pemahaman komprehensif mengenai keterkaitan yang erat antara sistem pangan, status gizi, kesehatan masyarakat, serta lingkungan hidup dalam konteks pembangunan berkelanjutan.

Pangan tidak hanya sekadar komoditas ekonomi atau pemenuh kebutuhan biologis, tetapi merupakan bagian dari sistem ekologi yang kompleks, melibatkan interaksi antara manusia, sumber daya alam, budaya, teknologi, dan kebijakan publik. Ketidakseimbangan dalam sistem tersebut dapat berdampak luas, mulai dari kerentanan pangan, masalah gizi, hingga menurunnya kualitas kesehatan dan sumber daya manusia. Oleh karena itu, pendekatan ekologi pangan menjadi penting untuk memahami persoalan gizi dan kesehatan secara utuh dan lintas disiplin.

Buku ini membahas fondasi ekologi pangan, dimensi gizi dalam ekosistem, determinan sosial dan budaya, hingga tantangan kesehatan masyarakat seperti *stunting*, anemia, dan penyakit tidak menular. Selain itu, buku ini juga mengulas pentingnya diversifikasi pangan, pemanfaatan pangan lokal, inovasi teknologi, serta kebijakan pangan dan gizi yang berpihak pada keberlanjutan dan kesejahteraan masyarakat.

Kami berharap buku referensi ini dapat menjadi rujukan bagi akademisi, praktisi, dan pengambil kebijakan, serta memberi kontribusi nyata dalam pengembangan pemikiran dan praktik pembangunan pangan, gizi, dan kesehatan yang berkelanjutan di Indonesia. Semoga buku ini

bermanfaat dan menginspirasi upaya perbaikan kualitas hidup masyarakat secara menyeluruh.

Bogor, April 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 FONDASI EKOLOGI DAN PANGAN	12
A. Pengantar Ekologi Pangan	12
B. Sistem Pangan Global dan Lokal.....	21
BAB 3 DIMENSI GIZI DALAM EKOSISTEM	33
A. Zat Gizi dan Fungsinya bagi Tubuh	33
B. Ekologi Gizi dan Keanekaragaman Hayati.....	41
BAB 4 KESEHATAN DAN LINGKUNGAN.....	54
A. Epidemiologi dan Penyakit Gizi.....	54
B. Keamanan Pangan dan Toksikologi Lingkungan.....	72
BAB 5 DETERMINAN SOSIAL DAN BUDAYA	96
A. Sosial-Budaya dan Perilaku Makan	96
B. Ekonomi Pangan dan Kebijakan Publik	111
BAB 6 KEBERLANJUTAN DAN MASA DEPAN	125
A. Pola Makan Berkelanjutan (<i>Sustainable Diets</i>)..	125
B. Inovasi dan Teknologi Pangan Masa Depan ...	138
DAFTAR PUSTAKA.....	150
TENTANG PENULIS	157



**EKOLOGI PANGAN, GIZI,
DAN KESEHATAN**

**Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan
Nisatami Husnul, M.Gz.
Dr. Dwi Santy Damayati, SKM., M.Kes
Dr. Anggun Rusyantia, S.P., M.E.P.**



BAB

1

PENDAHULUAN

Menurut UU No 18 Tahun 2012 tentang Pangan yang dimaksud dengan kemandirian pangan adalah kemampuan negara dan bangsa dalam memproduksi pangan yang beranekaragam dari dalam negeri yang dapat menjamin pemenuhan kebutuhan pangan yang cukup sampai di tingkat perseorangan dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam, manusia, sosial, ekonomi, dan kearifan lokal secara bermartabat. Secara eksplisit di sini ditekankan tentang pemanfaatan segala sumberdaya yang didukung oleh kearifan lokal.

Pangan merupakan kebutuhan yang paling mendasar dari suatu bangsa. Hidup matinya suatu bangsa tergantung pada kemampuan negara dalam mengelola pangan bagi rakyatnya. Sejarah menunjukkan bahwa strategi penguatan pangan dapat menjadi senjata ampuh untuk mengalahkan musuh. Bangsa yang kebutuhan pangannya banyak tergantung dari negara lain akan menjadi bangsa yang rapuh, apalagi apabila populasi bangsa tersebut besar seperti Indonesia. Dengan demikian upaya untuk mencapai kemandirian dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional bukan melulu persoalan ekonomi tetapi juga menyangkut ketahanan nasional.

Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2025 telah melebihi 280 juta orang. Berapa juta ton pangan (beras) yang harus disediakan untuk memenuhi jumlah penduduk yang demikian besar? Tanpa upaya peningkatan produksi pertanian, maka Indonesia akan terjungkal sebagai negara yang terancam dalam memenuhi kebutuhan pangannya. Kebutuhan pangan meningkat seiring dengan penambahan penduduk dan laju pertumbuhan ekonomi.

Sumberdaya lokal perlu diberdayakan secara serius. Masyarakat harus dihimbau agar mempunyai kemampuan menyediakan pangan dari sumberdaya lingkungan di sekitar rumah, sehingga beban penyediaan pangan bukan hanya tergantung pada petani padi atau ketersediaan pangan di pasar tetapi juga dari lingkungan sendiri antara lain melalui pemanfaatan pekarangan.

Perhatian terhadap lahan pekarangan layak dihidupkan kembali. Lahan pekarangan dapat menjadi faktor produksi dalam lingkungan rumah tangga. Penyebutan pekarangan dengan istilah lumbung hidup, warung hidup, apotek hidup dan tabungan hidup mempunyai makna yang sangat positif. Disebut lumbung hidup karena sewaktu-waktu persediaan pangan habis dapat diperoleh bahan-bahan seperti sayuran, buah, umbi-umbian, telur, daging unggas, atau ikan. Bahan-bahan tersebut tersimpan di pekarangan dalam keadaan hidup. Disebut warung hidup karena sewaktu-waktu uang belanja habis atau tukang sayur langganan tidak datang dapat diperoleh sayuran dari pagar atau pohon-pohonan seperti melinjo, kemang, kelor dan lain-lain. Disebut apotek hidup karena sewaktu-waktu ada yang sakit kita dapat memetik sirih dari pekarangan untuk pengobatan luka, daun ingu untuk mengompres panas atau temulawak untuk menambah nafsu makan.

Peranan pekarangan dalam menunjang kebutuhan pangan dan gizi telah dikaji dalam berbagai penelitian. Di Thailand, lahan pekarangan berpengaruh terhadap peningkatan konsumsi sayuran dan pemanfaatan pekarangan dapat lebih menghemat pengeluaran atau belanja keluarga.

Dulu, ketika program gizi di Indonesia dicanangkan sebagai UPGK (Upaya Perbaikan Gizi Keluarga) ragam kegiatannya bukan hanya menimbang anak setiap bulan, vaksinasi, dan imunisasi. Pemanfaatan pekarangan juga menjadi kegiatan andalan, dan oleh sebab itu UPGK dalam implementasinya juga melibatkan sektor pertanian.

Pertanian di Indonesia disokong oleh jutaan petani yang bekerja keras untuk menghasilkan berbagai komoditi pangan. Namun produk pertanian kita kalah bersaing dengan produk pertanian Cina, Thailand dan negara-negara tetangga lainnya.

Telah banyak dilakukan penelitian dan kajian faktor-faktor yang memengaruhi keterpurukan petani. Salah satu di antaranya adalah kesulitan pembiayaan usahatani dan kebutuhan dana *cash* untuk keperluan hidup selama masa menunggu penjualan hasil panen.

Pekerja pertanian dan industri memiliki nasib yang berbeda. Industri melaju jauh lebih cepat dibandingkan sektor pertanian. Serapan tenaga kerja pertanian memang bertambah, namun kalau pertanian kita hanya dijejali oleh petani gurem maka sektor pertanian akan menjadi penyumbang kemiskinan yang signifikan.

Sektor pertanian di Indonesia menjadi tidak menarik bila tidak menjanjikan kesejahteraan bagi petaninya. Demikian pula bidang perikanan. Potensi laut kita tidak termanfaatkan secara maksimal karena ketidakmampuan teknologi penangkapan ikan. Sering terdengar produk

kelautan di wilayah Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia dicuri nelayan-nelayan dari luar.

Salah satu teori tentang kelaparan menyebutkan bahwa *hunger* adalah bencana kemanusiaan yang dapat terjadi bilamana kebijakan pertanian tidak bermuara pada dihasilkannya produk-produk pertanian yang dapat memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat. Selain itu, kebijakan pertanian yang tepat adalah kebijakan yang berpihak petani sehingga mereka yang bergelut di bidang pertanian juga terjamin kesejahteraannya.

Pertanian seharusnya tidak identik dengan kemiskinan. Sektor pertanian adalah andalan bangsa kita. Kebijakan pertanian harus selalu berfokus pada usaha-usaha memperbaiki kesejahteraan petani dan sekaligus menggapai ketahanan pangan, kedaulatan pangan, dan kemandirian pangan.

Kemiskinan yang mendominasi masyarakat petani harus diatasi. Deklarasi Copenhagen yang dirumuskan dalam UN's World Summit on Social Development menjelaskan fenomena kemiskinan sebagai deprivasi kebutuhan dasar manusia yang tidak hanya menyangkut sandang, pangan, dan papan, tetapi juga akses terhadap pendidikan, fasilitas kesehatan, air bersih dan informasi.

Kemiskinan di Indonesia mungkin merupakan kombinasi beragam kemiskinan yakni kemiskinan subsistensi yang dicirikan oleh rendahnya daya beli, waktu kerja panjang, lingkungan tempat tinggal yang buruk, dan sulit mendapatkan air bersih. Selain itu, masyarakat juga mengalami kemiskinan kultural yaitu keengganan untuk mengentaskan diri dari kemiskinan. Mereka yang mengalami kemiskinan kultural mungkin sudah pasrah dan menerima keadaan apa adanya.

Jumlah penduduk yang besar harus menjadi pendorong agar kita semakin kuat di bidang pertanian, dan tidak lagi mengandalkan banyak impor pangan dari luar. Sarjana pertanian kita harus lebih banyak menekuni bidang pertanian, bukan bidang nonpertanian. Revitalisasi pendidikan pertanian dihadang oleh tiga masalah yang sulit. *Pra-ajar*, merosotnya minat calon mahasiswa yang memilih fakultas pertanian. *Saat-ajar*, kurikulum yang belum tepat-saji, fasilitas pendidikan kurang memadai, sumber daya manusia (SDM) dosen masih belum merata dan *pasca-ajar*, rendahnya serapan tenaga kerja atau gaji belum memadai/layak (Ashari 2006).

Nasib petani kita ibarat gambar suram yang mengengaskan. Anak-anak muda dari keluarga petani mungkin tidak mau lagi mewarisi pekerjaan yang dirintis oleh orang tuanya. Mereka mengadu nasib di kota-kota besar, berurbanisasi dan menyebabkan beban kota semakin berat.

Upaya pembangunan pertanian di Indonesia dari tahun ke tahun tak lepas dari berbagai tantangan. Beberapa peneliti menyimpulkan bahwa keterbatasan penggunaan teknologi pertanian menyumbang rendahnya produktivitas lahan pertanian.

Selain itu, kurangnya pendidikan di komunitas pertanian menghambat kemampuan mereka untuk mengadopsi praktik modern dan efisien. Program-program pendidikan pertanian dan pelatihan menjadi krusial untuk memberdayakan petani dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk meningkatkan produktivitas dan memutus siklus kemiskinan. Tak kalah penting penyebab turunnya produksi pertanian adalah faktor bencana sebagai dampak perubahan iklim, seperti banjir dan kekeringan yang akhir-akhir ini terjadi di Indonesia dan juga negara-negara lain.

Peningkatan produksi pertanian khususnya beras dapat dilakukan dengan memperbaiki kesuburan lahan sawah. Selain itu, kini pemerintah sedang memprogramkan pencetakan sawah baru di Merauke yang diharapkan dapat menambah produksi beras nasional di tahun-tahun mendatang.

Kita yang selalu bangga mengklaim diri sebagai bangsa agraris ternyata belum bisa meraih kemakmuran dari pertanian. Kebijakan pertanian yang tepat adalah kebijakan yang berpihak petani. Oleh karena itu perumusan kebijakan di bidang pertanian harus memperhatikan dampak positif-negatifnya baik bagi petani maupun masyarakat.

Kebijakan pertanian akan menyangkut nasib jutaan petani. Fokus pembangunan pertanian adalah keberdayaan petani, daya saing produk, dan kelestarian lingkungan. Inilah paradigma baru pertanian di abad 21. Petani-petani gurem harus diberdayakan. Lahan-lahan perkebunan yang tidak digarap dan selama ini merugi bisa diubah menjadi pertanian padi gogo. Dengan melibatkan petani untuk menggarap bekas lahan perkebunan, maka produksi beras nasional akan bertambah dan petani mendapatkan lahan garapan yang lebih luas sehingga statusnya akan naik kelas dan tidak lagi sebagai petani gurem.

Menyangkut kelestarian lingkungan, maka sudah saatnya pemerintah memberi apresiasi kepada petani-petani yang mempraktekkan pola pertanian ramah lingkungan. Rusaknya lingkungan berarti hancurnya kehidupan di masa datang, dan generasi saat ini akan terus dikutuk apabila kita tidak berusaha menerapkan cara hidup yang lebih bersahabat terhadap lingkungan.

Dengan memperhatikan persoalan-persoalan besar yang akan muncul bila pemerintah salah membuat kebijakan yang menyangkut nasib petani, maka bangsa ini harus

mempunyai *grand design* tentang pembangunan pertanian yang menguntungkan petani dan masyarakat pertanian yang lebih luas.

Sektor pertanian adalah andalan bangsa kita, oleh sebab itu ciptakan kemakmuran bangsa melalui pembangunan pertanian yang tepat. Diharapkan kebijakan pertanian di masa datang bisa lebih fokus pada usaha-usaha memperbaiki kesejahteraan para pelaku pertanian karena sudah sangat lama para petani memimpikan hidup yang lebih baik.

Kesehatan masyarakat memiliki peran penting dalam peningkatan kualitas sumber daya manusia, penanggulangan kemiskinan dan pembangunan ekonomi. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) meletakkan kesehatan sebagai salah satu komponen utama di samping pendidikan dan pendapatan.

Saat ini Indonesia sedang dihadapkan pada berbagai permasalahan kesehatan masyarakat yang perlu diatasi dengan implementasi program-program di semua lini dan tingkatan. *The Triple Burden of Malnutrition* (TBM) merupakan salah satu problem kesehatan masyarakat yang hingga kini besarnya masih tinggi. TBM adalah keadaan ketika kekurangan gizi (antara lain *stunting*), kelebihan gizi (obesitas), dan *hidden hunger* (defisiensi gizi mikro) terjadi pada waktu yang bersamaan.

Upaya penanganan *stunting* melalui program intervensi sensitif dan spesifik pada level wilayah (kabupaten/kota, kecamatan, dan desa) telah dilaksanakan. Namun, konvergensi level wilayah belum tentu menysasar rumah tangga penderita *stunting*. Oleh sebab itu, ada yang lebih penting yaitu konvergensi program *stunting* di level rumah tangga. Setiap rumah tangga yang memiliki anak *stunting* harus mendapatkan bantuan program lintas sektor yang dikelola berbagai kementerian dan lembaga, sehingga rumah

tangga tersebut mendapatkan manfaat mulai dari program kesehatan, sosial, pertanian, lingkungan dll.

Daya ungkit konvergensi program *stunting* pada level rumah tangga akan sangat besar sehingga anak *stunting* bisa segera mengejar ketertinggalan pertumbuhan dan perkembangannya. Memutus mata rantai *stunting* pada prinsipnya dapat dilakukan dengan tiga hal yaitu pemberian subsidi pangan, perbaikan sanitasi, dan yang lebih utama meningkatkan kesejahteraan alias mengentaskan kemiskinan.

Dalam implementasi program *stunting* diperlukan penguatan strategi melalui inovasi daerah untuk mendukung intervensi sensitif dan spesifik. Selain itu, perlu dirumuskan tatalaksana *stunting* dengan *food-based approach* yaitu pemberian makanan tambahan sebagaimana dilakukan pada tatalaksana gizi buruk. Perubahan perilaku dapat dilakukan melalui edukasi gizi terkait pola pengasuhan anak, pola konsumsi gizi seimbang, dan kesehatan lingkungan menuju masyarakat bebas *stunting*.

Pernikahan dini dapat menjadi penyebab lahirnya generasi *stunting* karena selain rawan melahirkan anak BBLR (berat bayi lahir rendah), pernikahan dini juga dihadapkan pada berbagai ketidaksiapan, baik secara fisik, finansial, dan mental yang akan berpengaruh terhadap kualitas anak yang dilahirkan. Dalam kaitannya dengan problem *stunting*, usia perkawinan menjadi indikator penting yang perlu diperhatikan.

Faktor penyebab pernikahan dini adalah hamil di luar nikah akibat pergaulan bebas, faktor ekonomi atau kemiskinan, adat dan budaya, agama (menghindari dosa dan zina), serta rendahnya pengetahuan orang tua. Kemajuan pendidikan akan berdampak pada pola pikir dan sikap positif terhadap usia nikah, yaitu menikah cukup umur (>19 tahun untuk wanita) sesuai Undang-undang Nomor 16 Tahun 2019

yang mengatur bahwa perkawinan hanya diizinkan jika pihak pria dan wanita sudah mencapai umur 19 tahun.

Anak atau remaja dengan aktivitas fisik ringan berakibat pada munculnya problem *overweight*/obesitas. Namun, obesitas juga disebabkan oleh konsumsi pangan berlebih sehingga memunculkan *triple burden of malnutrition*. Diperkirakan kurangnya aktivitas fisik dialami oleh sepertiga penduduk Indonesia. Aktivitas fisik menjadi salah satu aspek yang dapat meningkatkan performa kesehatan baik secara fisik maupun mental. Selain itu, aktivitas fisik mengurangi risiko kematian terkait dengan berbagai penyebab terutama obesitas.

Setiap pemda perlu mengembangkan sarana dan prasarana lingkungan yang dapat mendukung aktivitas masyarakat untuk lebih banyak berjalan kaki, bersepeda dan aktivitas fisik lainnya. Di level sekolah perlu adanya program aktivitas fisik bagi siswa yang dilakukan secara rutin sebelum masuk kelas, demikian juga di kantor seharusnya diadakan program latihan peregangan yang dilakukan setiap hari.

Persoalan ketiga pada *triple burden of malnutrition* adalah defisiensi gizi mikro (Fe, Zn, vitamin A) yang terjadi karena kurangnya asupan pangan hewani. Harga komoditas pangan hewani yang mahal menyebabkan pangan tersebut tidak bisa diakses oleh rumah tangga miskin. Kemiskinan dapat berdampak negatif pada kesehatan masyarakat secara umum. Keluarga miskin di perdesaan lebih banyak dibandingkan di perkotaan. Meningkatnya jumlah kemiskinan seiring dengan bertambahnya jumlah pengangguran. Tekanan ekonomi yang menimpa rumah tangga menyebabkan daya beli menurun sehingga kualitas dan kuantitas pangan yang dikonsumsi menjadi rendah yang selanjutnya berdampak pada tidak terpenuhinya kebutuhan gizi.

Kemiskinan ekstrem atau biasa juga disebut sebagai kemiskinan absolut didefinisikan sebagai suatu kondisi tidak dapat memenuhi kebutuhan primer manusia, termasuk di dalamnya makanan, air minum bersih, fasilitas sanitasi, kesehatan, tempat tinggal, pendidikan, dan akses informasi. Salah satu jenis kemiskinan ekstrem yang dapat kita amati adalah keberadaan anak jalanan, pengamen, pengemis dan gelandangan. Anak jalanan dan gelandangan merupakan kelompok yang masuk dalam kategori kemiskinan inti (*core of poverty*) di perkotaan. Cara menangani kelompok ini cukup sulit karena kelompok gelandangan dan anak jalanan merupakan kelompok khusus yang memiliki karakteristik dan pola penanganan khusus, terutama berkaitan dengan mentalitas dan tata cara hidup mereka yang sedikit banyak sudah terkontaminasi budaya jalanan. Dalam Pasal 34 Undang-Undang Dasar Republik Indonesia Tahun 1945 dinyatakan "Fakir miskin dan anak-anak terlantar dipelihara oleh negara" dan selanjutnya dalam Pasal 27 Ayat (2) dinyatakan "Bahwa tiap-tiap warga negara berhak atas pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan".

Penguatan kolaborasi dalam pelaksanaan program pengentasan kemiskinan harus dilakukan dengan meningkatkan peran-peran institusi dalam unsur *pentahelix* (pemerintah, dunia usaha, masyarakat, akademisi, dan media). Selain itu, harus diupayakan agar tidak terjadi *mistargeting* dalam program bantuan pengentasan kemiskinan bagi masyarakat.

Anemia pada remaja putri (rematri) merupakan problem hulu yang dapat memunculkan *stunting* pada generasi berikutnya. Anemia pada rematri dapat berlanjut pada usia dewasa muda dan apabila terjadi kehamilan akan mendatangkan risiko gangguan pertumbuhan dan perkembangan janin dalam kandungan. Anemia juga dapat

menyebabkan penurunan daya tahan tubuh dan prestasi akademik di sekolah.

Penanganan dan pencegahan anemia pada remaja dapat dilakukan dengan mengonsumsi tablet tambah darah (TTD) yang dibagikan secara rutin oleh puskesmas dan sekolah. Perubahan perilaku untuk mencegah anemia dapat dilakukan dengan mengonsumsi makanan beragam yang kaya akan zat besi, folat, vitamin B12, dan vitamin C. Pemberian TTD pada remaja putri bertujuan untuk memenuhi kebutuhan zat besi bagi para remaja putri yang akan menjadi ibu di masa yang akan datang. Cakupan pemberian TTD pada remaja putri di Indonesia masih rendah yaitu 31,3%.

Dengan memperhatikan besaran masalah kesehatan masyarakat, maka program-program yang dicanangkan pemerintah harus dapat mendatangkan dampak positif signifikan. Biaya kesehatan sungguh mahal, oleh sebab itu perilaku mendukung kesehatan masyarakat merupakan upaya preventif agar tidak memboroskan berbagai sumber daya dan sumber dana masyarakat, bangsa, dan negara.

BAB 2

FONDASI EKOLOGI DAN PANGAN

A. Pengantar Ekologi Pangan

1. Definisi dan Ruang Lingkup Ekologi Pangan

Bertambahnya jumlah penduduk di dunia menyebabkan bertambah pula permintaan kebutuhan makanan dan minuman yang berasal dari pangan hasil pertanian. Berbagai perubahan dan perkembangan terkait pemenuhan kebutuhan pangan tersebut muncul berbagai istilah termasuk pengaplikasian konsep dan prinsip ekologi pada sistem pertanian pada awal tahun 1980an. Ekologi pangan atau dikenal dengan istilah agroekologi, berkembang mulai dari fokus pada level pertanian, hingga di akhir tahun 1990 berkembang menjadi ekologi pada seluruh sistem pangan (Gliessman 2018).

Ekologi pangan merupakan gabungan berbagai ilmu yang menerapkan konsep dan prinsip ekologi pada sistem pangan di berbagai skala melalui tindakan individu dan kolektif, dipengaruhi oleh aspek politik, ekonomi, sosial, dan lingkungan secara tidak langsung, dengan mengacu pada pengetahuan dan adat lokal (Bezner Kerr *et al.* 2023). Ekologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari ekosistem, yaitu berbagai interaksi antar makhluk hidup dan

lingkungan sekitarnya, menjadi satu kesatuan yang saling berhubungan. Ekologi pada bidang pangan berarti menganalisis berbagai hubungan pada berbagai komponen dan aspek yang berkaitan dengan pangan atau sistem pangan, mulai dari pangan ditanam hingga sampai di atas meja makan untuk dikonsumsi.

Komponen utama pada suatu ekosistem yaitu faktor biotik, organisme hidup yang berinteraksi dengan lingkungannya, dan faktor abiotik, komponen fisik dan kimia pada lingkungan seperti tanah, komponen kimia pada lingkungan. Tiap komponen membentuk level organisasi pada ekosistem mulai dari organisme, kumpulan organisme menjadi populasi, berbagai populasi menjadi komunitas hingga akhirnya terbentuk suatu ekosistem, dimana pada konsep ekologi pangan termasuk ke dalamnya antara lain aspek pasar, kebijakan pertanian, hingga perubahan iklim global (Gliessman 2015).

Ekologi pangan berbanding lurus dengan pertanian organik, intensifikasi ekologis dan pendekatan penganekaragaman produk tani untuk mendukung keanekaragaman hayati, ekosistem, kesehatan manusia dan kesejahteraan demi sistem pangan yang berkelanjutan atau ketahanan sistem pangan dalam jangka waktu yang panjang. Ruang lingkup dari ekologi pangan menyesuaikan dengan sistem pangan, yaitu proses perjalanan suatu pangan dimulai penanaman hingga penyajian di tiap piring masyarakat. Prinsip dari ekologi pangan berdasarkan ekologis dan humanis dari lahan pertanian/perkebunan dengan degradasi minimal pada tanah, air, dan layanan pada suatu masyarakat dalam menyediakan makanan yang cukup, bervariasi dan

sehat untuk dikonsumsi dan bertahan hidup (Bezner Kerr *et al.* 2021).

Food and Agriculture (FAO) sebagai Badan Pangan dan Pertanian tingkat dunia mengeluarkan sepuluh elemen ekologi pangan untuk mencapai pertanian berkelanjutan pada skala luas, mencapai *zero hunger* dan target *sustainable development goals* (SDGs). Elemen kesatu yaitu diversitas, sebagai kunci transisi untuk memastikan keamanan pangan dan gizi, juga melindungi sumber daya alam. Elemen kedua, kreasi bersama dan berbagi pengetahuan antara petani, produsen dan berbagai elemen masyarakat terkait pertanian dan produk pangan berpartisipasi aktif dalam berinovasi memadukan langkah tradisional dan terbaru dalam meningkatkan proses berkelanjutan.

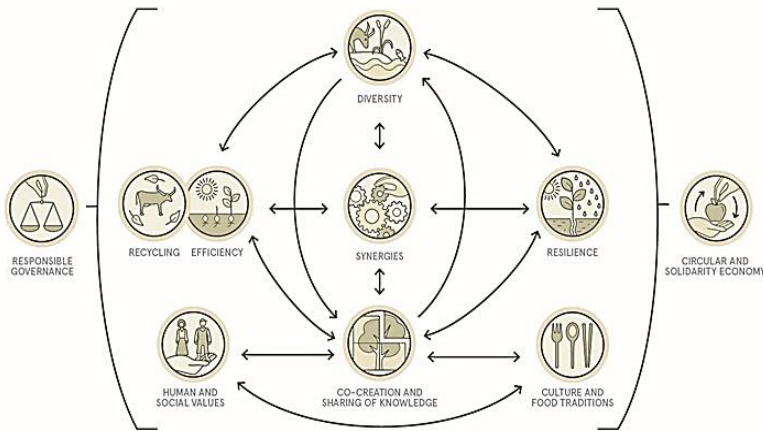
Sinergi pada elemen ketiga, yaitu sistem pangan yang saling mendukung dapat meningkatkan fungsi ekologis sehingga menjadi lebih efisien dan resilien. Contohnya pada penanaman kacang-kacangan pada sistem tumpang sari dapat menghemat pupuk nitrogen hingga US\$10 juta setiap tahunnya, juga berkontribusi pada kesehatan tanah, mitigasi dan perubahan iklim. Efisiensi sebagai elemen kelima, memanfaatkan limbah sayur dan buah sebagai pakan ternak dapat menurunkan biaya dan mengurangi efek negatif pada lingkungan. Elemen keenam yaitu mendaur ulang/*recycling*, dengan meminimalisir limbah dan polusi dalam bentuk nutrisi, biomasa dan air. Elemen selanjutnya yaitu ketangguhan orang, komunitas dan ekosistem dalam sistem sebagai kunci terutama dalam menghadapi iklim ekstrim dan bencana seperti longsor, banjir, serangan hama dan bencana alam lainnya. Pertanian dengan sistem yang disesuaikan dengan

kontur lahan dapat menurunkan kejadian erosi dibanding pertanian monokultur.

Nilai kemanusiaan dan sosial melindungi dan meningkatkan kualitas hidup pada pedesaan, kesetaraan dan kesejahteraan sosial sangat penting untuk sistem pangan dan pertanian yang berkelanjutan. Peran wanita yang kontribusinya selama ini tidak diperhatikan pada sistem pertanian, beban yang terlalu banyak mulai dari turun ke lahan hingga memastikan asupan makanan anggota keluarga di rumah seharusnya menjadi perhatian yang serius. Wanita terutama di pedesaan harus diberikan bekal untuk lebih mandiri dan berdaya. Kultur dan tradisi makanan, dengan menyeimbangkan asupan gizi, makanan yang sehat dan beragam, begitu juga dengan proses pemasakan yang sehat dapat menyokong ekosistem yang sehat. Kembali diminatinya makanan kukusan dari umbi-umbian dan sayuran saat ini seharusnya terus dipertahankan untuk mengurangi risiko berbagai penyakit tidak menular dengan biaya yang murah.

Elemen selanjutnya yaitu pemerintahan yang bertanggung jawab, mulai dari tingkat nasional hingga desa terus mengawal dengan mengeluarkan kebijakan dan program-program pertanian yang mendukung keberlanjutan sistem pangan dan pertanian. Terakhir yaitu ekonomi sirkular dan solidaritas, menyambungkan antara produsen dan konsumen dengan solusi inovatif seperti menggunakan *e-commerce* untuk mendukung petani lokal. Contoh kasus pada saat bencana longsor di Aceh awal tahun 2026, cabai hasil panen yang tidak laku dijual di lokasi bencana dibeli dengan harga tinggi dan dijual di Pulau Jawa. Hal tersebut mendukung proses pemulihan dan

memotivasi petani terdampak untuk semangat bangkit kembali.



Gambar 2.1 Sepuluh (10) Elemen Agroekologi/ Ekologi Pangan (FAO 2018)

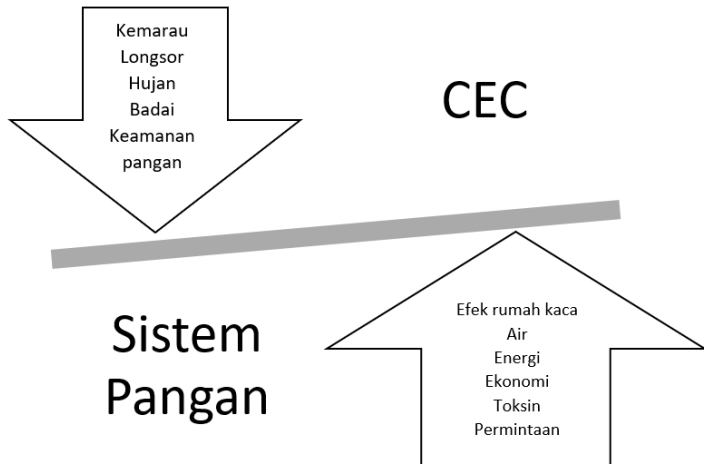
2. Hubungan Timbal Balik antara Manusia, Pangan, dan Lingkungan

Sistem pangan yang tidak berjalan dengan baik akan memengaruhi kondisi keseimbangan hidup manusia. Kebutuhan akan pangan tidak dapat terpenuhi, menyebabkan sulit tercapainya target pembangunan berkelanjutan atau *sustainable development goals* (SDGs) pada poin tanpa kelaparan di tahun 2030. Konsekuensi dari kurangnya ketersediaan pangan, diperburuk dengan kondisi lingkungan yang tidak sehat, baik itu dari perilaku manusia sendiri dan perubahan iklim, menyebabkan kualitas manusia di masa depan yang tidak produktif.

Lingkungan dan kesehatan memengaruhi sistem pangan global dan akan terus meningkat di masa depan jika pemilihan jenis pangan dan pertumbuhan populasi berlanjut. Jumlah populasi manusia terus bertambah,

permintaan makanan akan bertambah pula, baik dari jenis daging, ikan, susu, telur, gula, minyak dan lemak. Transisi diet dengan jenis pangan tersebut berhubungan dengan meningkatnya risiko penyakit terkait diet, terutama pada makanan yang bersumber dari hewan. Pangan sumber hewani berdampak lebih tinggi terhadap lingkungan per kalori atau per gram makanan yang diproduksi dibandingkan pangan sumber nabati.

Hubungan antara manusia, pangan dan lingkungan tersebut saling memengaruhi, timbal balik, sehingga keseimbangan atau ketahanan setiap aspek harus dipertahankan agar terjadi kondisi yang kondusif. Berikut contoh hubungan timbal balik antara perubahan iklim dan lingkungan (*climates and environmental changes (CECs)*) dengan sistem pangan (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Hubungan Timbal Balik Perubahan Iklim dan Lingkungan dengan Sistem Pangan

Kondisi saat ini mendorong perubahan sistem pangan yang ada menjadi berkelanjutan pada berbagai aspek. Tahapan produksi yang hanya berorientasi pada kuantitas, berubah menjadi pemenuhan gizi masyarakat Indonesia. Pemasaran dan distribusi yang hanya fokus pada pangan itu sendiri, menjadi promosi yang berorientasi pada aspek kesehatan (kebutuhan gizi) dan keberlanjutan ekonomi, sosial dan lingkungan hidup. Keragaman pangan terutama pangan pokok lebih berorientasi pada keragaman dan pemanfaatan sumber daya setempat.

Sarana dan prasarana yang disubsidi pemerintah berorientasi pada benih unggul, seragam, dan pupuk kimia, pada konsep berkelanjutan lebih mengembangkan benih lokal dan praktek pertanian organik. Sumber daya pangan sebagai pangan dan komoditas tidak dipisahkan secara tegas, konsep berkelanjutan memisahkan dengan tegas, terutama pada lahan terbatas, sumber pangan sebagai bahan pangan dan sebagai sumber energi dan komoditas. Aspek kebijakan juga pada konsep lama tidak terdapat intergrasi antar sektor, sedangkan saat ini pangan berkelanjutan sebagai tujuan bersama, koordinasi lebih diperjelas (Pradana 2023).

Selain lingkungan yang memengaruhi sistem pangan, hubungan tersebut bersifat timbal balik karena pada sistem pangan menyumbang sekitar 20-35% emisi gas rumah kaca yang berasal dari konversi lahan, deforestasi dan hilangnya keragaman hayati. Pertanian sendiri membutuhkan air secara global sebanyak 70% dan menyebabkan polusi air, sehingga konsumsi pangan yang sehat dan berkelanjutan dapat menjadi

solusi untuk menurunkan efek rumah kaca dan meningkatkan kesehatan (FAO & WHO 2019).

Meningkatnya emisi pada sistem pangan terjadi pada empat kelompok penyebab. Pertama penggunaan lahan meliputi deforestasi, degradasi lahan gambut dan kebakaran, serta emisi dari tanah pertanian. Kedua berasal dari produksi pertanian dengan menggunakan pupuk sintetis (dan energi yang digunakan untuk memproduksinya), pupuk kandang, emisi metana dari ternak dan padi, budidaya perikanan, dan penggunaan bahan bakar dari mesin pertanian. Ketiga yaitu pada rantai pasokan, mencakup semua emisi dari pengolahan makanan, pengemasan, transportasi dan ritel, seperti penggunaan refrigerator. Terakhir berasal dari pasca-ritel, yaitu semua energi yang digunakan oleh konsumen untuk menyiapkan makanan di meja makan (menghangatkan atau mendinginkan), dan juga emisi dari limbah makanan (Ritchie 2025).

3. Sejarah Evolusi Diet Manusia

Ekologi pangan, termasuk manusia sebagai puncak rantai makanan pada ekosistem saat ini merupakan hasil dari evolusi diet dan kesehatan. Interaksi kompleks antara biologi, lingkungan, dan pencapaian budaya membentuk profil kesehatan manusia saat ini.

Pada awal kehidupan, manusia mengandalkan berbagai komponen tanaman musiman seperti buah-buahan, kacang dan umbi yang sesekali dilengkapi dengan protein hewan kecil seperti serangga. 10.000 tahun silam sebelum sistem pertanian ada, manusia memperoleh makanan dari berburu, meramu, dan menangkap ikan, khas dari kehidupan suku nomaden

yang masih bisa ditemukan pada suku anak dalam hari ini (Gibbons 2013).

Pada masa Pleistosen, manusia mulai memasak umbi-umbian sumber pati untuk meningkatkan pencernaan karbohidrat, sehingga energi yang dihasilkan dapat digunakan untuk pertumbuhan otak, sel darah merah, dan janin yang sedang berkembang. Pada awal mula ditemukannya sistem pertanian, keberagaman gizi pada asupan keluarga petani menjadi jauh berkurang dibandingkan dengan keluarga pemburu. Konsumsi biji-bijian hasil tani yang sama setiap hari menyebabkan lubang dan pengeroposan gigi yang jarang ditemukan pada keluarga pemburu. Setelah ditemukannya sistem peternakan hewan, seperti sapi, domba, dan kambing menjadi sumber susu dan daging, keluarga petani terpapar berbagai parasit dan penyakit menular baru. Para petani mengalami kekurangan zat besi dan mengalami perlambatan pertumbuhan, sehingga postur tubuh petani semakin menyusut.

Kemampuan manusia yang tidak bisa mensintesis vitamin C di dalam tubuh dan harus diperoleh dari luar tubuh sepenuhnya, sehingga membutuhkan sumber vitamin C misalnya dari buah-buahan untuk mencegah penyakit skorbut. Era industri dan "*Mismatch diseases*", adanya ketidakcocokan antara genetik manusia saat ini yang secara naluri sebagai pemburu dengan gaya hidup modern tinggi asupan makanan olahan dan rendah aktivitas fisik, menyebabkan berbagai penyakit tidak menular seperti obesitas, penyakit jantung, diabetes tipe 2, stroke dan penyakit lainnya yang menjadi penyebab kematian tertinggi di dunia (Alt *et al.* 2022).

Beberapa dekade terakhir, prevalensi penyakit tidak menular dan penyakit mental semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya asupan *ultra processed foods* (UPF) dan berlebihnya asupan energi. Konsumsi daging dagingan yang berasal dari industri peternakan tinggi akan lemak jenuh (*saturated fatty acid/SFAS*) dibandingkan hewan hasil buruan hewan liar yang tinggi akan lemak tidak jenuh tunggal dan ganda (*monounsaturated fatty acid/MUFAS* dan *polyunsaturated fatty acid/PUFAS*). Perubahan diet pada evolusi manusia ini dapat berdampak pada menurunnya kandungan omega 3 pada diet modern saat ini yang memengaruhi sistem pencernaan, sistem pertahanan tubuh, dan kesehatan otak.

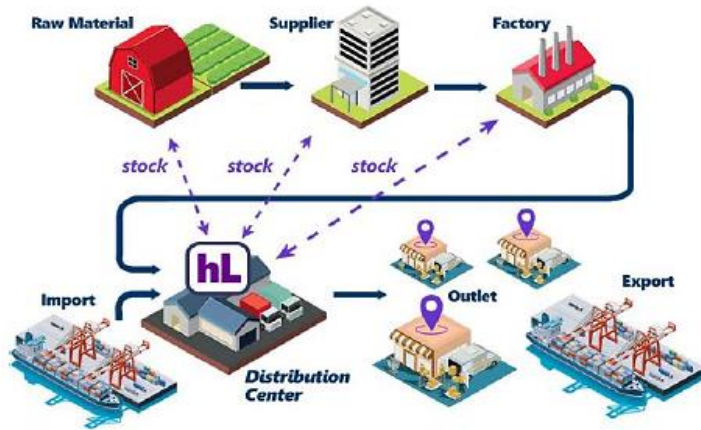
B. Sistem Pangan Global dan Lokal

1. Rantai Pasok Pangan Produksi, Distribusi, dan Konsumsi

Rantai pasok pangan merupakan sistem terintegrasi yang mencakup proses produksi, penyimpanan, distribusi, hingga konsumsi akhir dengan tujuan memastikan pangan tersedia tepat waktu, aman, dan berkualitas bagi konsumen. Secara konseptual, rantai pasok pangan bukan hanya aliran fisik produk, tetapi juga melibatkan arus informasi dan arus finansial yang saling terhubung melalui mekanisme *push* (dorongan dari produsen) dan *pull* (tarikan permintaan konsumen). Secara struktural, pendekatan *Food Supply Chain Network* (FSCN) menegaskan bahwa rantai pasok pangan memiliki sasaran pasar yang jelas, struktur jaringan yang melibatkan petani, distributor, manufaktur, ritel, dan konsumen, serta pola manajemen dan kepemilikan

sumber daya yang beragam. Walaupun secara umum kinerja rantai pasok dinilai efisien, masih terdapat kelemahan pada aspek reliabilitas dan responsivitas, terutama akibat panjangnya saluran pemasaran dan kurangnya integrasi proses bisnis.

Permasalahan utama dalam rantai pasok pangan mencakup pemborosan pangan (*food waste*), gangguan rantai pasok akibat faktor internal maupun eksternal (misalnya bencana, konflik, pandemi), serta risiko keamanan pangan. Dua pertiga limbah pangan terjadi di sepanjang rantai pasok akibat ketidakefisienan dalam panen, penyimpanan, dan distribusi. Selain itu, sistem pangan global berkontribusi signifikan terhadap degradasi lingkungan dan emisi gas rumah kaca, yang berdampak langsung pada kesehatan lingkungan dan masyarakat. Dalam konteks keberlanjutan, penerapan *Green Supply Chain Management (GSCM)* menjadi solusi strategis untuk memitigasi risiko rantai pasok dan meningkatkan kesehatan lingkungan. Praktik seperti *green purchasing*, *eco-design*, *reverse logistics*, dan *environmental cooperation* terbukti berkontribusi signifikan dalam mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan kinerja ekologis industri pangan.



Gambar 2.3 Alur Rantai Pasokan Pangan (Bezatzarj dan Petersen 2024)

Alur perjalanan barang dari awal hingga sampai ke tangan konsumen seperti yang terlihat pada Gambar 2.3. Proses dimulai dari bahan baku (*raw material*) yang berasal dari petani, peternak, atau sumber alam. Bahan baku ini kemudian dikirim ke pemasok (*supplier*) yang berperan mengumpulkan dan menyiapkan bahan sesuai kebutuhan produksi. Setelah itu, bahan baku dikirim ke pabrik (*factory*) untuk diolah menjadi produk jadi atau setengah jadi. Produk yang sudah diproduksi tidak langsung ke konsumen, tetapi terlebih dahulu disimpan dan diatur di pusat distribusi (*distribution center*). Di tempat ini, barang dikelola sebagai stok, disortir, dan disiapkan untuk dikirim sesuai permintaan pasar. Selanjutnya, produk didistribusikan ke berbagai outlet atau toko, tempat konsumen dapat membelinya. Selain untuk pasar dalam negeri, sebagian barang juga dapat melalui jalur ekspor ke luar negeri atau impor jika bahan atau produk berasal dari negara lain.

a. Produksi Pangan

Tahap produksi merupakan titik awal rantai pasok pangan. Pada tahap ini, pangan diproduksi melalui kegiatan pertanian, peternakan, perikanan, dan sektor agro lainnya. Produsen mencakup petani skala kecil hingga perusahaan agribisnis besar. Produksi sangat bergantung pada ketersediaan input seperti benih, pupuk, pestisida, mesin pertanian, tenaga kerja, serta akses terhadap lahan. Namun, sektor produksi menghadapi berbagai tantangan utama, seperti perubahan iklim yang tidak menentu, kelangkaan air dan lahan subur, degradasi tanah, serta tekanan ekonomi akibat fluktuasi harga komoditas. Banyak petani kecil berada dalam kondisi rentan karena margin keuntungan yang semakin kecil dan keterbatasan akses terhadap pembiayaan serta teknologi modern. Di sisi lain, sektor ini memegang peranan vital dalam ketahanan pangan global, terutama dalam upaya memberi makan populasi dunia yang diproyeksikan mencapai 9,6 miliar jiwa pada tahun 2050. Produksi pangan juga sangat berkaitan dengan isu kemiskinan global. Sebagian besar petani dunia adalah petani kecil (*smallholders*) yang menggantungkan hidup pada hasil pertanian. Oleh karena itu, penguatan kapasitas produksi dan integrasi petani dalam rantai nilai global menjadi strategi penting dalam pengentasan kemiskinan.

b. Distribusi dan Logistik Pangan

Setelah diproduksi, pangan bergerak ke tahap distribusi. Distribusi mencakup aktivitas pengumpulan, penyimpanan, pengolahan, transportasi, dan penyaluran produk ke pasar atau

ke industri pengolahan lebih lanjut. Aktor utama dalam tahap ini adalah pedagang (*traders*), distributor, perusahaan logistik, serta pedagang besar (*wholesalers*). Rantai distribusi pangan sangat kompleks, terutama dalam konteks internasional. Produk dapat diproses di satu negara, dikemas di negara lain, dan dijual di pasar yang berbeda lagi. Kompleksitas ini sering kali didorong oleh efisiensi biaya operasional, namun sekaligus meningkatkan risiko, khususnya terkait keamanan pangan (*food safety*). Logistik memainkan peran penting dalam menjaga kualitas produk, terutama untuk komoditas yang mudah rusak (*perishable*). Pengendalian suhu (*cold chain*), sistem pelacakan (*traceability*), dan teknologi informasi menjadi komponen vital dalam memastikan pangan tetap aman dan layak konsumsi. Gangguan dalam distribusi dapat menyebabkan pemborosan pangan (*food waste*), kerugian ekonomi, serta ancaman terhadap keamanan pangan. Selain itu, dalam sistem berbasis komoditas (*commodity chains*), perdagangan pangan sering dilakukan melalui kontrak berjangka (*futures contracts*), yang membuat hubungan antara produsen dan konsumen menjadi tidak langsung. Hal ini dapat menyebabkan sinyal permintaan pasar tidak tersampaikan secara efektif kepada petani.

c. **Konsumsi dan Peran Konsumen**

Konsumen merupakan aktor terakhir dalam rantai pasok pangan, sekaligus penentu keberlanjutan ekonomi sistem tersebut. Pembelian oleh konsumen memungkinkan aliran nilai finansial kembali ke hulu rantai pasok. Pola konsumsi global menunjukkan dinamika yang signifikan. Di negara

maju, terjadi peningkatan konsumsi pangan olahan dan siap saji akibat gaya hidup yang serba cepat. Sebaliknya, di negara berkembang, terdapat pergeseran pola konsumsi dari berbasis sereal menuju protein dan daging, yang meningkatkan tekanan terhadap sistem produksi pakan ternak dan sumber daya alam. Namun, muncul paradoks global; meskipun produksi pangan dunia secara agregat dinilai cukup, sebagian besar populasi dunia masih mengalami kelaparan atau kekurangan gizi. Masalah utama bukan semata-mata ketersediaan, tetapi distribusi, akses ekonomi, dan efisiensi sistem rantai pasok. Selain itu, harga pangan yang murah akibat persaingan ritel sering kali berdampak pada penurunan margin petani serta peningkatan pemborosan pangan di tingkat konsumen. Keamanan pangan menjadi isu utama pada tahap konsumsi. Skandal pangan, pemalsuan (*food fraud*), serta kontaminasi mikroba menunjukkan bahwa kegagalan di satu titik rantai pasok dapat berdampak luas terhadap kepercayaan publik dan stabilitas industri.

Beberapa permasalahan dalam suplai pangan diantaranya adalah:

- 1) Ketimpangan distribusi pangan global meskipun produksi cukup
- 2) Kompleksitas rantai pasok internasional yang meningkatkan risiko keamanan pangan.
- 3) Tekanan terhadap petani kecil akibat konsolidasi pasar dan dominasi korporasi besar.
- 4) Kelangkaan sumber daya seperti air dan lahan subur.

- 5) Perubahan iklim yang memengaruhi produktivitas pertanian.
- 6) Pemborosan pangan di sepanjang rantai pasok, terutama di tingkat konsumen.

Isu keamanan pangan (*food safety*) disebut sebagai risiko paling utama dalam rantai pasok pangan. Kegagalan dalam menjamin keamanan pangan dapat menyebabkan krisis kesehatan, kerugian ekonomi, serta kerusakan reputasi perusahaan dan negara.

2. Dampak Sistem Pangan Global terhadap Kesehatan

Sistem pangan global (*global food system*) merupakan suatu sistem kompleks yang mencakup seluruh proses produksi, pengolahan, distribusi, pemasaran, hingga konsumsi pangan, termasuk interaksi antaraktor dan faktor ekonomi, sosial, serta lingkungan yang memengaruhinya. Sistem ini telah mengalami transformasi besar dalam beberapa dekade terakhir akibat pertumbuhan penduduk, urbanisasi, peningkatan pendapatan, globalisasi perdagangan, serta kemajuan teknologi pertanian dan industri pangan. Transformasi tersebut memungkinkan peningkatan ketersediaan pangan dan penurunan harga relatif beberapa komoditas, sehingga membantu memperluas akses terhadap diet yang lebih terjangkau di banyak negara berkembang. Namun, perubahan sistem pangan global juga membawa konsekuensi yang kurang menguntungkan, termasuk meningkatnya konsumsi makanan ultra-proses, pergeseran pola diet yang berkontribusi terhadap beban gizi ganda (*undernutrition* dan obesitas), serta dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat dan kualitas

lingkungan. Selain itu, sistem pangan global menekankan bahwa sistem pangan saat ini menghadapi tantangan besar dalam memenuhi kebutuhan pangan populasi dunia yang terus bertambah tanpa memperburuk degradasi lingkungan dan perubahan iklim. Produksi pangan berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca, penggunaan lahan, dan eksploitasi sumber daya air, sehingga transformasi menuju sistem pangan yang lebih berkelanjutan menjadi agenda global yang mendesak.

Berdasarkan laporan *Global Food Systems Transitions* negara dengan ketahanan pangan yang baik umumnya memiliki skor tinggi dalam empat dimensi utama *Global Food Security Index* (GFSI), yaitu keterjangkauan (*affordability*), ketersediaan (*availability*), kualitas dan keamanan (*quality & safety*), serta keberlanjutan dan adaptasi (*sustainability & adaptation*). Dalam laporan *Global Food Security Index 2022* yang diterbitkan oleh *Economist Impact*, negara-negara Eropa Barat dan Amerika Utara mendominasi peringkat teratas. Negara seperti Finland menempati posisi pertama dengan skor tertinggi secara global, diikuti oleh Ireland dan Norway. Negara-negara tersebut menunjukkan performa sangat baik dalam stabilitas pasokan pangan, sistem jaminan sosial, standar keamanan pangan, serta kapasitas menghadapi risiko perubahan iklim. Namun, sistem pangan global di Indonesia berada dalam fase transisi kritis, menyeimbangkan potensi sebagai lumbung pangan dengan kerentanan terhadap krisis global, iklim, dan impor (seperti gandum). Peringkat ketahanan pangan Indonesia berada di posisi 63 dari 113 negara (moderat) pada 2022, dengan tantangan utama pada

keterjangkauan harga dan akses pangan sehat bagi penduduk.

Sistem pangan global memiliki dampak yang sangat luas, saling terkait, dan mendalam terhadap kesehatan, nutrisi, obesitas, lingkungan, serta ketimpangan sosial. Dampak-dampak ini tidak berdiri sendiri, melainkan membentuk suatu siklus yang memperkuat satu sama lain dan pada akhirnya memengaruhi kualitas hidup populasi global, terutama kelompok yang paling rentan. Sistem pangan global saat ini secara fundamental memengaruhi kesehatan dan status gizi masyarakat melalui apa yang diproduksi, bagaimana pangan diproses, didistribusikan, dan dikonsumsi. Sistem pangan menentukan ketersediaan dan kualitas makanan yang dikonsumsi masyarakat sehari-hari. Ketika sistem pangan lebih berfokus pada produksi massal komoditas murah yang tinggi energi tetapi rendah zat gizi, pola konsumsi yang terbentuk cenderung tidak seimbang. Akibatnya, masyarakat mengalami kekurangan mikronutrien penting seperti zat besi, zinc, dan vitamin A, meskipun asupan kalori secara umum tercukupi. Kondisi ini dikenal sebagai *hidden hunger* dan menjadi salah satu penyebab utama masalah kesehatan jangka panjang seperti gangguan pertumbuhan, penurunan fungsi kognitif, serta menurunnya daya tahan tubuh.

Selain kekurangan gizi, sistem pangan global juga berkontribusi signifikan terhadap meningkatnya prevalensi obesitas dan penyakit tidak menular. Transformasi sistem pangan global, terutama melalui globalisasi dan urbanisasi, telah mengubah lingkungan pangan secara drastis. Pangan ultra-proses yang tinggi gula, lemak jenuh, dan garam menjadi lebih murah,

mudah diakses, dan dipasarkan secara agresif, sementara pangan segar dan bergizi relatif lebih mahal dan sulit dijangkau. Kondisi ini mendorong peningkatan konsumsi makanan tidak sehat dan berujung pada obesitas, diabetes tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan hipertensi. Yang lebih mengkhawatirkan, banyak negara kini menghadapi *double burden of malnutrition*, yaitu coexistence antara kekurangan gizi dan obesitas dalam satu populasi, bahkan dalam satu rumah tangga yang sama. Sistem pangan harus dipahami sebagai driver utama kesehatan populasi, bukan sekadar sektor produksi pangan. Ketika sistem pangan gagal menyediakan diet yang sehat, aman, dan berkelanjutan, dampaknya tidak hanya terbatas pada status gizi, tetapi juga pada meningkatnya beban penyakit kronis dan menurunnya kualitas hidup. Sistem pangan yang tidak inklusif juga memperkuat ketimpangan sosial, karena kelompok berpendapatan rendah memiliki pilihan makanan yang lebih terbatas dan cenderung terpapar lingkungan pangan yang tidak sehat. Hal ini menciptakan ketidakadilan kesehatan antar kelompok sosial dan antar negara.

Secara keseluruhan, sistem pangan global saat ini berkontribusi pada siklus masalah kesehatan dan nutrisi yang kompleks: mulai dari kekurangan gizi, obesitas, dan penyakit tidak menular, hingga dampak lingkungan dan ketimpangan sosial yang semakin dalam. Sistem pangan yang tidak berkelanjutan tidak hanya merusak lingkungan, tetapi juga melemahkan fondasi kesehatan manusia. Oleh karena itu, transformasi sistem pangan menjadi lebih berkelanjutan, adil, dan berorientasi pada kesehatan

dipandang sebagai langkah krusial untuk memperbaiki status gizi global, menekan laju obesitas, dan melindungi kesehatan generasi sekarang dan mendatang.

3. Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Produksi Pangan

Tantangan terbesar bagi sistem pangan global di abad ke-21 yaitu perubahan iklim. Perubahan iklim yang terjadi dewasa ini memengaruhi lingkungan secara global yang secara kompleks memengaruhi ketersediaan pangan sebagai kebutuhan dasar manusia. Manusia berinteraksi dengan lingkungan internal (biologis, genetik, kesehatan dan zat gizi) dan lingkungan eksternal (sosial, kebiasaan, kebudayaan, dan fisik). Kondisi lingkungan ini bersifat dinamis, memengaruhi dan dipengaruhi sistem pangan. Sistem pangan yang dimaksud yaitu seluruh proses dan infrastruktur yang berkaitan dengan memberi makan suatu penduduk (tani, ternak, panen, produksi, pengemasan, transportasi, penjualan, konsumsi, dan limbah terkait konsumsi) (Bremer & Raiten 2023)

Perubahan iklim tidak hanya mengurangi jumlah panen, tetapi juga mengancam kualitas nutrisi dan stabilitas harga pangan dunia. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya penurunan hasil panen karena meningkatnya suhu global dan perubahan pola curah hujan yang langsung memengaruhi siklus hidup tanaman. Setiap kenaikan suhu 1°C menurunkan kapasitas produksi pangan sebesar 120 Kalori/orang/hari atau sekitar 4,4% dari konsumsi harian saat ini. (Hultgren *et al.* 2025).

Beberapa jenis pangan yang rentan seperti jagung, kedelai dan gandum diprediksi akan mengalami penurunan 8-15% pada tahun 2050,

sedangkan padi lebih tahan namun terancam oleh banjir di wilayah pesisir. Perubahan iklim juga memperparah fenomena El Nino dan La Nina, menyebabkan kemarau panjang yang memicu kekeringan ekstrem dan gagal panen, juga curah hujan berlebih yang memicu banjir, longsor, dan risiko serangan hama dan penyakit tanaman meningkat (Malau et al. 2023; Chabwera *et al.* 2026)

Perubahan iklim dengan tingginya polusi udara menghasilkan meningkatnya konsentrasi CO₂ di atmosfer yang cenderung menurunkan kandungan protein dan mikronutrien penting (seperti seng dan zat besi) pada tanaman gandum dan beras. Hal tersebut berisiko memperburuk masalah stunting dan malnutrisi global. Ketidakpastian panen menyebabkan fluktuasi harga di pasar global karena permintaan pangan bersifat "inelastis" (orang tetap butuh makan meski harga naik), sedikit saja penurunan produksi (misal 1%) dapat memicu lonjakan harga yang jauh lebih besar (bisa mencapai 6-7%), yang paling memukul masyarakat ekonomi rendah (UNDP 2025).

BAB

3

DIMENSI GIZI DALAM EKOSISTEM

A. Zat Gizi dan Fungsinya bagi Tubuh

1. Zat Gizi Makro dan Mikro

Zat gizi merupakan komponen penting dalam sistem pangan yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan manusia. Zat gizi dapat dibedakan menjadi dua kelompok utama, yaitu makronutrien (zat gizi makro) dan mikronutrien (zat gizi mikro). Zat gizi makro terdiri dari karbohidrat, protein dan lemak yang bermanfaat sebagai komponen utama berbagai jaringan tubuh dan menjadi sumber energi utama bagi tubuh manusia, pembentuk dan pemelihara jaringan tubuh, dan pengatur berbagai metabolisme. Di sisi lain, zat gizi mikro adalah zat yang dibutuhkan dalam jumlah yang lebih sedikit, tidak memberikan kontribusi signifikan pada asupan kalori, namun sangat penting bagi kesehatan dan fungsi vital tubuh. Zat gizi mikro ini terdiri dari vitamin (larut lemak atau larut air) serta mineral. Menjaga sistem kekebalan tubuh, pertumbuhan dan perkembangan kognitif, serta pencegahan berbagai penyakit merupakan kontribusi peran dari zat gizi mikro. Meskipun tidak menyumbang energi, kekurangan zat gizi makro seperti vitamin A, zat besi (Fe) dan iodium masih

menjadi masalah kesehatan di masyarakat, terutama yang memiliki keterbatasan akses terhadap pangan bergizi (Savarino *et al.* 2021; van Neerven 2025).

Pemenuhan kebutuhan zat gizi makro saja tidak menjamin kecukupan gizi individu. Namun saat ini intervensi berbasis pangan untuk mengatasi kelaparan umumnya berfokus pada pemenuhan zat gizi makro karena kebutuhannya secara kuantitatif relatif besar. Masalah kesehatan masyarakat secara global semakin kompleks karena adanya kombinasi penyakit Tidak Menular (PTM), penyakit menular dan kerawanan pangan dengan peningkatan kekurangan zat gizi mikro. Banyak kejadian defisiensi vitamin dan mineral esensial yang masih kurang diperhatikan dalam program gizi masyarakat. Saat ini, masalah gizi ganda semakin meningkat. Obesitas sebagai salah satu pencetus penyakit tidak menular (PTM) berkaitan dengan ketidakseimbangan zat gizi mikro, vitamin dan mineral esensial, khususnya dalam kondisi kerawanan pangan dan gizi (Raiten *et al.* 2025).

Dalam perspektif ekologi pangan, dibutuhkan keseimbangan antara zat gizi makro dan mikro dalam mewujudkan status gizi yang optimal. Ketidakseimbangan dari asupan zat gizi makro dan mikro, misalnya kekurangan atau kelebihan zat gizi ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan masalah gizi. Oleh karena itu, pendekatan ekologi yang mempertimbangkan interaksi antara faktor internal (biologi, kesehatan, tahap perkembangan) dan faktor eksternal (diet, sosial, ekonomi, lingkungan dan iklim) dalam menentukan status gizi perlu menjadi perhatian (Raiten *et al.* 2025).

2. Metabolisme Gizi dalam Konteks Lingkungan

Metabolisme gizi merupakan proses biokimia yang terjadi dalam tubuh untuk mengubah zat gizi menjadi energi, komponen struktural, serta molekul fungsional untuk mempertahankan kehidupan. Selain konsumsi pangan, faktor lingkungan yang kompleks, baik internal maupun eksternal, akan memengaruhi proses metabolisme gizi dalam tubuh. Interaksi faktor-faktor tersebut akan menentukan bagaimana zat gizi dicerna, diserap, dimetabolisme dan dimanfaatkan oleh tubuh.

Pendekatan metabolisme gizi dalam konteks lingkungan menekankan bahwa kebutuhan dan pemanfaatan zat gizi tidak bersifat universal. Individu yang hidup pada lingkungan yang berbeda dapat memberikan respons metabolik yang berbeda meskipun mengonsumsi makanan yang sama. Oleh karena itu, pemahaman metabolisme gizi harus mempertimbangkan konteks ekologi yang memengaruhi kesehatan dan status gizi.

Metabolisme gizi terdiri dari dua proses utama, yaitu anabolisme dan katabolisme. Anabolisme adalah proses pembentukan molekul kompleks yang diperlukan untuk pertumbuhan, perbaikan jaringan dan fungsi fisiologis tubuh. Katabolisme adalah proses pemecahan molekul zat gizi kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana untuk menghasilkan energi. Kedua proses ini berlangsung dinamis dan saling bergantung. Karbohidrat dimetabolisme menjadi molekul glukosa sebagai sumber energi utama. Lemak diubah menjadi asam lemak dan gliserol berfungsi sebagai cadangan energi dan struktur sel. Sedangkan protein dipecah menjadi asam amino yang digunakan

untuk sintesis enzim, hormon dan jaringan tubuh. Zat gizi mikro berperan sebagai kofaktor enzim dalam berbagai mekanisme metabolisme tubuh. Tanpa zat gizi mikro yang cukup, proses metabolisme tubuh tidak dapat berlangsung optimal (Grooper *et al.* 2022).

Lingkungan internal yang dapat memengaruhi metabolisme zat gizi dalam tubuh antara lain sebagai berikut:

a. Usia dan tahap siklus hidup

Metabolisme zat gizi dalam tubuh dapat berubah sepanjang siklus hidup manusia. Bayi dan anak membutuhkan energi dan protein lebih tinggi untuk keberlangsungan pertumbuhan. Pada masa remaja, tubuh mengalami peningkatan metabolisme karena perubahan hormonal, termasuk terjadinya *growth spurt* (tumbuh cepat), sehingga membutuhkan zat gizi dalam jumlah yang lebih banyak. Pada usia lanjut, metabolisme basal menurun sehingga kebutuhan energi berkurang, namun kebutuhan zat gizi makro tetap atau bahkan meningkat.

b. Status kesehatan

Penyakit infeksi meningkatkan kebutuhan energi dan protein karena terjadi peningkatan metabolisme dan respons imun. Inflamasi (peradangan) dapat mengganggu metabolisme zat gizi dalam tubuh. Penyakit kronis seperti diabetes, obesitas dan penyakit kardiovaskular juga dapat mengubah metabolisme karbohidrat, lemak dan protein dalam tubuh.

c. Mikrobioma usus

Mikrobiota usus juga berperan penting dalam metabolisme zat gizi, terutama dalam hal fermentasi serat dan meningkatkan bioavailabilitas mineral. Ketidakseimbangan mikrobiota dapat mengganggu penyerapan zat gizi dan meningkatkan resiko kekurangan gizi.

Lingkungan eksternal yang dapat memengaruhi metabolisme zat gizi antara lain sebagai berikut:

a. Pola konsumsi pangan

Jenis dan kualitas makanan akan memengaruhi metabolisme zat gizi dalam tubuh individu. Diet tinggi serat dapat meningkatkan kesehatan mikrobiota usus. Sedangkan diet tinggi gula dan lemak jenuh dapat mengganggu metabolisme energi dan meningkatkan resiko penyakit metabolik.

b. Kondisi sosial ekonomi

Akses terhadap makanan bergizi sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi. Menurut hukum Engel, semakin rendah pendapatan individu/rumah tangga, maka akan semakin besar proporsi pengeluaran yang digunakan untuk makanan. Saat pendapatan meningkat, maka persentase pengeluaran makanan akan menurun. Kelompok dengan pendapatan rendah cenderung memiliki asupan gizi yang terbatas. Hal ini dapat menyebabkan tubuh melakukan adaptasi metabolisme tubuh melalui konservasi energi yang dapat meningkatkan resiko kekurangan gizi maupun obesitas.

c. Lingkungan fisik dan sanitasi

Sanitasi dari lingkungan fisik yang buruk dapat berdampak pada masalah kesehatan, utamanya infeksi saluran pencernaan yang dapat menurunkan penyerapan zat gizi dalam tubuh. Jika penyerapan zat gizi dalam tubuh tidak optimal, maka akan berkontribusi terhadap defisiensi zat gizi yang menyebabkan gangguan metabolisme tubuh dan meningkatkan peradangan.

d. Iklim dan lingkungan alam

Kondisi iklim dan lingkungan alam akan memengaruhi produksi dan ketersediaan pangan bergizi. Banjir, kemarau panjang, dan badai akan meningkatkan suhu atmosfer dan laut serta menyebabkan kenaikan permukaan laut, yang akan memengaruhi kandungan zat gizi dalam pangan dengan memengaruhi pertumbuhan tanaman, kesuburan tanah, dan ketersediaan zat gizi esensial. Kekeringan dapat menurunkan penyerapan zat gizi. Kekeringan dapat mengganggu penyerapan zat besi yang menyebabkan ketidakseimbangan metabolisme tubuh. Sedangkan banjir, dapat menyebabkan erosi tanah, genangan air dan kontaminasi yang berujung pada penurunan nilai gizi tanaman. Ditambah lagi sistem pangan modern yang didominasi oleh makanan praktis cepat saji tinggi garam, gula dan lemak turut memperparah degradasi lingkungan dan memicu peradangan dalam tubuh. Suhu ekstrim diperkirakan menurunkan ketersediaan pangan padat gizi dengan menghambat fotosintesis, memicu stres tanaman serta menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan. Oleh

karena itu, praktik pertanian berkelanjutan seperti konservasi air, pengelolaan tanah, dan pemilihan jenis tanaman menjadi penting untuk mengurangi dampak buruk peristiwa lingkungan dan mempertahankan produksi pangan yang kaya zat gizi (Hébert *et al.* 2025).

3. Bioavailabilitas Zat Gizi dari Berbagai Sumber Pangan

Bioavailabilitas zat gizi merupakan konsep penting dalam ilmu gizi yang menggambarkan sejauh mana zat gizi dapat dikonsumsi, dicerna, diserap dan dimanfaatkan tubuh. Tidak semua zat gizi dalam makanan dapat digunakan secara optimal dalam tubuh, karena proses penyerapan zat gizi dalam tubuh dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain struktur kimia zat gizi dan interaksi antarzat gizi. Kualitas gizi suatu makanan tidak hanya ditentukan oleh kandungan gizinya, tetapi juga bioavailabilitasnya. Pemahaman konsep bioavailabilitas penting dalam perencanaan suatu diet, intervensi gizi serta pengembangan sistem pangan yang mendukung kesehatan.

Bioavailabilitas zat gizi dapat dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi struktur kimia zat gizi, kelarutan dan keberadaan senyawa penghambat atau peningkat penyerapan. Faktor ekstrinsik meliputi metode pengolahan makanan, kombinasi pangan dalam diet, serta status kesehatan individu. Interaksi antar zat gizi juga berperan penting, misalnya vitamin C dapat meningkatkan penyerapan zat besi non-heme, sedangkan fitat (sumber utama dari kacang-kacangan)

dapat menghambat penyerapan mineral seperti seng dan kalsium.

Perbedaan bioavailabilitas terlihat jelas pada berbagai sumber pangan. Pangan hewani memiliki bioavailabilitas zat gizi yang lebih tinggi (mudah diserap) dibandingkan pangan nabati. Protein dari sumber pangan hewani memiliki komposisi asam amino esensial yang lebih lengkap dan mudah dicerna. Selain itu, zat besi dalam pangan hewani terdapat dalam bentuk heme yang lebih mudah diserap tubuh. Vitamin B12 juga hampir seluruhnya berasal dari pangan hewani dan memiliki bioavailabilitas yang tinggi. Mineral seng dan kalsium dalam susu dan produk olahannya juga lebih mudah diserap dibandingkan mineral dari sumber nabati. Lemak dalam pangan hewani membantu penyerapan vitamin larut lemak (A, D, E dan K) dengan lebih baik. Konsumsi pangan hewani tetap harus menjadi perhatian, dikarenakan terdapat komposisi lemak jenuh yang cukup tinggi. Pemilihan sumber pangan hewani yang sehat seperti ikan, telur, dan daging merah rendah atau tanpa lemak dapat meningkatkan bioavailabilitas zat gizi tanpa meningkatkan risiko penyakit kronis.

Pangan nabati sendiri memberikan kontribusi sumber zat gizi yang sangat baik bagi tubuh. Kandungan serat, vitamin dan mineral, antioksidan serta senyawa bioaktif lainnya menjadikan pangan nabati penting untuk tetap dimasukkan dalam diet sehari-hari. Namun, bioavailabilitas beberapa zat gizi dari pangan nabati lebih rendah karena terdapatnya senyawa penghambat penyerapan zat gizi di usus dengan mengikat mineral, misalnya fitat, oksalat dan

tanin. Walaupun demikian, bioavailabilitas dari pangan nabati dapat ditingkatkan melalui beberapa perlakuan. Perendaman, fermentasi, perkecambahan dan pemasakan dapat menjadi teknik pengolahan alternatif yang dapat meningkatkan bioavailabilitas. Sebagai contoh, fermentasi tempe dapat meningkatkan ketersediaan zat besi dan seng.

B. Ekologi Gizi dan Keanekaragaman Hayati

1. Pentingnya Diversifikasi Pangan

Konsumsi beras untuk masyarakat berpenghasilan rendah umumnya cenderung naik dan ketika pendapatan meningkat hingga mencapai level tertentu konsumsi beras mulai menurun. Diversifikasi pangan pada masyarakat menengah ke atas menyebabkan konsumsi beras tidak setinggi masyarakat kelas bawah. Diversifikasi ini bisa dimaknai mereka mengonsumsi pangan yang hampir memenuhi pola pangan harapan (PPH) dengan skor maksimal 100.

Orang-orang dengan tingkat ekonomi tinggi pada dasarnya telah mengurangi konsumsi beras tanpa harus disuruh. Mereka mengonsumsi nasi relatif sedikit karena terjadinya pergeseran pola makan. Sarapan tidak lagi harus dengan nasi tetapi diganti dengan roti atau sereal. Golongan masyarakat yang hidup makmur juga cenderung mengonsumsi lemak lebih tinggi (lauk-pauk hewani), padahal lemak adalah sumber kalori yang menimbulkan rasa kenyang sehingga semakin mengurangi konsumsi beras.

Jadi secara ekstrim dapat dikatakan bahwa pengurangan konsumsi beras tampaknya otomatis terjadi apabila harga beras naik tidak terkendali dan orang terjepit oleh kemiskinan sehingga tidak mampu

mengakses beras. Mereka akhirnya dipaksa oleh keadaan untuk mengonsumsi umbi-umbian yang harganya lebih murah dibandingkan beras. Di lain pihak orang juga mulai mengurangi konsumsi nasi ketika kesejahteraan mulai meningkat.

Kekurangberhasilan diversifikasi pangan sumber karbohidrat ke arah nonberas disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, beras mempunyai citra superior sehingga preferensi terhadap beras jauh mengungguli preferensi akan jagung, singkong, sagu dsb. Kedua, ketersediaan beras sepanjang waktu di berbagai wilayah ternyata lebih baik dibandingkan ketersediaan komoditas pangan lainnya. Ketiga, teknologi pengolahan beras menjadi nasi sangat simpel, dan menghasilkan cita rasa netral yang tidak membosankan.

Diversifikasi pangan kini menjadi momentum yang tepat untuk dibicarakan untuk meningkatkan konsumsi pangan sumber karbohidrat lain nonberas. Diversifikasi pangan pokok adalah mengganti pangan pokok beras dengan pangan pokok lain seperti jagung atau umbi-umbian.

Pola konsumsi pangan yang bermutu gizi seimbang mensyaratkan perlunya diversifikasi pangan dalam menu sehari-hari. Pangan yang beranekaragam sangat penting karena tidak ada satu jenis pangan pun yang dapat menyediakan gizi bagi seseorang secara lengkap. Dengan konsumsi yang beranekaragam maka kekurangan zat gizi dari satu jenis pangan akan dilengkapi oleh gizi dari pangan lainnya. Pada sisi lain, kesadaran akan pentingnya konsumsi pangan beranekaragam menyebabkan ketergantungan terhadap satu jenis pangan dapat dicegah sehingga akan memantapkan ketahanan pangan rumah tangga.

Masyarakat Gunung Kidul telah sejak lama mempraktekkan pola makan yang tidak sepenuhnya bergantung pada beras. Di tahun 1950-an mereka mengonsumsi tiwul yang terbuat dari singkong dan umbi-umbian lainnya sebagai makanan pokok. Ini dilakukan sebagai akibat kelangkaan beras dan kemiskinan. Pada awal tahun 1960-an keadaan semakin parah karena serangan hama tikus yang luar biasa. Hewan pengerat yang menjijikkan ini menyerbu ladang dan rumah-rumah penduduk sehingga kasus HO (*Honger Oedem*) merebak sebagai wujud terjadinya masalah gizi berat (kelaparan).

Bagaimana kehidupan di Gunung Kidul saat ini? Keadaan sudah jauh lebih baik. Pada bulan-bulan panen padi dan selama masyarakat masih mempunyai persediaan beras, mereka makan nasi seperti penduduk Indonesia lainnya. Makan tiwul kini hanya sekedar *klangenan* untuk melepas rindu akan pangan tradisional yang dulu mereka akrabi.

Gaplek yang diolah menjadi tiwul, kemudian dicampur dengan nasi menjadi *sega uleng*. Inilah makanan pokok masyarakat Gunung Kidul dulu. Untuk menghindari gaplek dari serangan kutu, masyarakat membuat *gogik* atau tiwul yang dikeringkan dan tahan berbulan-bulan.

Kepuasan makan tiwul timbul karena rasa kenyang yang dapat bertahan lama dibandingkan hanya makan nasi. Sebagian masyarakat malah ada yang beranggapan bahwa makan tiwul dapat memperpanjang umur.

Apakah rakyat Gunung Kidul sedang mempraktekkan diversifikasi pangan pokok? Apakah mereka menanggapi seruan pemerintah tentang

perlunya mengurangi tekanan terhadap beras melalui penganekaragaman konsumsi? Kalau penduduk Gunung Kidul berdiversifikasi pangan pokok, maka sesungguhnya mereka mengonsumsi campuran nasi dan tiwul karena dipaksa oleh keadaan. Kemiskinan dan tantangan alam yang keras telah menggempleng rakyat Gunung Kidul untuk mau makan tiwul dan mengurangi konsumsi beras.

Jadi tampaknya strategi yang dapat dilakukan untuk mengurangi konsumsi beras adalah dengan meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pengentasan kemiskinan, membuka lapangan kerja, perbaikan derajat kesehatan dan pendidikan. Dengan demikian, masyarakat akan mengonsumsi beragam makanan sumber kalori dan protein (bukan hanya mengandalkan beras).

Pulau Jawa dengan tingkat kesuburan lahan yang baik seharusnya tetap dipertahankan sebagai basis produksi pangan. Pemanfaatan lahan untuk industri harus direm lajunya dan diarahkan ke luar Jawa. Memindahkan pusat industri dari Jawa ke luar Jawa juga akan mengurangi laju migrasi penduduk. Daerah-daerah luar Jawa akan lebih maju ekonominya bila mesin-mesin industri bergerak di sana.

Beras adalah komoditi yang memperoleh perhatian besar dari Kementrian Pertanian. Beberapa komoditas pangan lain saat ini memang seperti kurang diperhatikan pembudidayanya. Sudah saatnya kita kembali memperhatikan pangan-pangan potensial seperti umbi-umbian atau biji-bijian yang dapat menjadi substitusi beras.

Sejak tahun 1974 telah dikeluarkan Inpres tentang pentingnya penganekaragaman pangan. Kemudian disusul oleh Program Diversifikasi Pangan dan Gizi yang dicanangkan Kementerian Pertanian pada awal tahun 1990-an, dan sekitar tahun 1996 Kementerian Kesehatan meluncurkan Pedoman Umum Gizi Seimbang dengan pesan gizi no 1 makanlah aneka ragam makanan.

Masyarakat Kampung Cireundeu-Cimahi Jawa Barat, dengan tanpa memperhatikan segala macam himbauan tentang diversifikasi pangan, ternyata telah menerapkan pola pangan nonberas sejak tahun 1924. Bermula dari semangat anti penjajahan dan akses beras yang sulit di masa itu, pemuka-pemuka masyarakat Cireundeu mendeklarasikan diri sebagai pemakan “rasi” (beras singkong).

“Rasi” terbuat dari singkong yang sebagian di antaranya beracun (karena mengandung HCN) yang tidak memiliki nilai ekonomi. Dengan melalui proses pamarutan, pemerasan, penggilingan, dan penjemuran, maka dari singkong beracun dihasilkan semacam tepung singkong kasar berbentuk *granule* yang disebut “rasi”.

Pemakan “rasi” merasakan bahwa perut mereka lebih tahan lapar. Umumnya masyarakat Cireundeu hanya makan dua kali sehari. Mereka juga menyatakan bahwa anggota masyarakatnya jarang yang terkena penyakit modern seperti diabetes, penyakit jantung dll.

Para peneliti, pemerhati pangan dan gizi, serta instansi pemerintah kini semakin tertarik tentang fenomena “rasi” ditinjau dari berbagai aspek. Tim peneliti UPI-IPB pernah mengkaji aspek sosial-budaya gizi dari masyarakat pengonsumsi “rasi” ini.

Penghargaan dari Kementrian Pertanian untuk masyarakat Cireundeu menjadi bukti nyata tentang kearifan lokal yang sebenarnya bisa diangkat menjadi kebijakan nasional terkait implementasi diversifikasi pangan.

Sudah menjadi rahasia umum bahwa kita selama ini terperdaya oleh sosialisasi semu tentang penggalakan pangan nonberas. Kita merasa puas ketika pada peringatan Hari Kemerdekaan diadakan lomba tumpeng nonberas, pada Hari Pangan banyak digelar seminar tentang upaya-upaya meraih diversifikasi pangan.

Masyarakat Cireundeu tidak memperhatikan aneka lomba maupun seminar. Mereka langsung menerapkan diversifikasi konsumsi pangan dalam kehidupannya sehari-hari. Kalau mereka mendapatkan berbagai penghargaan, sesungguhnya bukan penghargaan itu yang ingin mereka banggakan.

Penghuni Kampung Cireundeu adalah masyarakat adat dengan segala aturan dan keyakinannya yang mereka pegang teguh sejak awal tahun 1900-an. Mereka bukan anti kemodernan karena televisi, *handphone*, dan sekolah telah akrab di kalangan masyarakat adat ini. Masyarakat Cireundeu memiliki sifat toleransi yang tinggi, bahkan kalau ada anggota masyarakatnya yang ingin beralih ke beras sebagai makanan pokok, maka anggota masyarakat yang lain tidaklah akan melarangnya.

Masyarakat Cireundeu mempunyai pandangan unik tentang “rasi” versus beras. Pemakan “rasi” umumnya sudah merasa kenyang dengan segenggam “rasi”, sementara pemakan beras harus makan nasi dengan kuantitas yang lebih banyak. “Rasi”

mendatangkan rasa qanaah atau cukup, sedangkan beras membangkitkan segala macam keinginan. Hidup sederhana dan penuh dengan suasana gotong royong sungguh pas bagi masyarakat Cireundeu yang telah membiasakan makan “rasi” sejak puluhan tahun yang lalu.

Diversifikasi pangan ke arah nonberas, kurang memiliki makna apabila pangan umbi-umbian dan serealialia lain (jagung, terigu) hanya sekedar dijadikan *snack*. Dewasa ini aneka ragam *snack* nonberas mudah ditemui di pasaran, namun konsumsi beras rata-rata nasional tetap tinggi. Upaya mengurangi konsumsi beras seperti yang dilakukan masyarakat Cireundeu harus bisa dijadikan model penerapan diversifikasi konsumsi pangan.

Semangat untuk berdiversifikasi perlu juga dilandasi oleh rekayasa teknologi. Besarnya kehilangan pascapanen untuk berbagai komoditi pertanian menunjukkan bahwa kita belum menguasai teknologi secara baik. Bila ketersediaan berbagai komoditi pangan memadai maka harga akan stabil dan terjangkau masyarakat. Ini berarti masyarakat mempunyai akses yang baik untuk beragam produk pangan sehingga ketergantungan pada beras sebagai sumber energi dan protein akan berkurang.

Diversifikasi pangan seyogyanya jangan hanya diterjemahkan sebagai mengganti pangan pokok. Upaya mengurangi konsumsi beras (serealialia) harus diikuti dengan peningkatan konsumsi berbagai kelompok pangan lainnya seperti pangan hewani, kacang-kacangan, dll. dengan tetap memperhatikan aspek keseimbangan. Konsumsi pangan hewani dan gula di berbagai negara maju jauh lebih tinggi

dibandingkan dengan negara berkembang. Karena saking tingginya malah mengakibatkan munculnya berbagai penyakit tidak menular seperti penyakit jantung koroner, diabetes, dan hipertensi.

2. Pangan Lokal dan Fungsional sebagai Sumber Gizi

Pangan lokal merupakan bahan pangan yang diproduksi dan dikonsumsi oleh masyarakat berdasarkan letak geografis, budaya dan potensi wilayah setempat. Menurut Peraturan Badan Pangan Nasional (Parbanas) Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2024 tentang Standar Mutu Produk Pangan Lokal dalam rangka Penganekaragaman Pangan, pangan lokal didefinisikan sebagai makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat setempat sesuai dengan potensi dan kearifan lokal. Berdasarkan Parbanas tersebut juga ditetapkan standar mutu produk pangan lokal untuk 6 (enam) jenis pangan pokok yang terdiri atas jagung, sagu, sorgum, talas, ubi jalar dan ubi kayu. Pemanfaatan pangan lokal berperan penting dalam meningkatkan ketahanan pangan karena lebih mudah diakses, berkelanjutan, dan sesuai kebutuhan konsumsi di masyarakat. Indonesia memiliki kekayaan pangan lokal seperti sagu di Indonesia Timur, jagung di Nusa Tenggara, singkong dan ubi jalar di berbagai wilayah di Indonesia, serta aneka sayur dan buah lokal. Diversifikasi pangan berbasis sumber lokal juga menjadi strategi penting dalam menghadapi perubahan iklim dan gangguan sistem pangan global.

Pangan lokal juga bisa menjadi sumber zat gizi makro dan mikro. Umbi-umbian seperti singkong, ubi jalar, dan talas merupakan sumber karbohidrat kompleks yang kaya serat dan dapat mencegah penyakit divertikulitis (peradangan di usus besar).

Kacang-kacangan seperti kacang hijau dan kedelai serta sumber hewani lokal, misalnya ikan air tawar, ikan laut dan unggas menyediakan protein yang berperan penting bagi pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh. Beberapa bahan pangan lokal juga memiliki kandungan zat gizi mikro yang tinggi. Misalnya ikan teri lokal yang kaya kalsium dan mudah diperoleh di perairan laut seluruh Indonesia. Diversifikasi sumber zat gizi makro berbasis pangan lokal dapat menjadi alternatif meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga. Pemanfaatan pangan lokal di lingkungan sekitar dapat menjadi strategi efektif dalam meningkatkan status gizi masyarakat terutama di wilayah pedesaan. Studi menunjukkan bahwa pangan tradisional memberikan kontribusi signifikan terhadap kecukupan zat gizi makro dan mikro serta meningkatkan keragaman diet (Penafiel *et al.* 2019).

Pemanfaatan pangan lokal saat ini masih menghadapi tantangan, seperti perubahan pola konsumsi masyarakat, meningkatnya makanan ultraproces, serta minimnya inovasi produk berbasis pangan lokal. Modernisasi sistem pangan menyebabkan masyarakat lebih memilih makanan instan dibandingkan pangan lokal yang sebenarnya lebih bergizi. Perlu strategi edukasi dan inovasi untuk meningkatkan konsumsi pangan lokal agar lebih mudah diterima masyarakat dalam pencegahan berbagai masalah gizi dan penyakit kronis secara berkelanjutan

Keanekaragaman pangan lokal berkaitan erat dengan kecukupan zat gizi. Penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak jenis pangan lokal yang dikonsumsi, semakin baik kecukupan zat gizi mikro

dan kualitas diet. Studi menunjukkan adanya hubungan positif antara biodiversitas pangan dan kualitas diet, termasuk penurunan risiko penyakit serta peningkatan kecukupan gizi. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan pangan lokal beragam dapat memperbaiki kualitas gizi masyarakat secara signifikan (Baan Hofman *et al.* 2025).

Pangan fungsional adalah pangan yang menyediakan zat gizi serta manfaat fisiologis tambahan bagi kesehatan, antara lain membantu mencegah penyakit degeneratif seperti diabetes melitus, hipertensi dan penyakit kardiovaskular. Komponen bioaktif seperti antioksidan, serat pangan, probiotik, flavonoid dan asam lemak esensial umumnya terkandung di dalam pangan fungsional. Mengonsumsi pangan fungsional secara umum Pangan lokal Indonesia sendiri banyak yang termasuk dalam pangan fungsional. Sebagai contoh, tempe yang mengandung isoflavon serta kunyit mengandung kurkumin sebagai salah satu senyawa antioksidan yang memiliki efek anti peradangan; ubi jalar ungu mengandung antosianin yang juga memiliki fungsi antioksidan dan antiperadangan untuk membantu mengontrol gula darah dan menjaga kesehatan organ tubuh.

3. Dampak Monokultur terhadap Kualitas Gizi Masyarakat

Dalam perspektif ekologi pangan, keberagaman sistem produksi pangan sangat menentukan keberagaman konsumsi dan kecukupan gizi. Ketika sistem produksi menjadi homogen akibat monokultur, maka pilihan pangan masyarakat ikut menyempit sehingga memengaruhi kualitas diet secara keseluruhan. Monokultur merupakan praktik pertanian

yang menanam satu jenis tanaman secara dominan dalam area luas dan berulang dari waktu ke waktu. Produksi pertanian yang berfokus hanya pada satu jenis komoditas menyebabkan ketersediaan pangan menjadi terbatas pada jenis tertentu. Ketergantungan pada hanya beberapa tanaman pokok seperti padi, singkong, jagung, homogenisasi sistem pangan global yang berdampak pada penurunan keragaman konsumsi dan kualitas gizi masyarakat. Studi menunjukkan bahwa keragaman produksi pertanian berkorelasi dengan keragaman konsumsi dan kecukupan mikronutrien pada rumah tangga (Waseem *et al.* 2025).

Keanekaragaman pangan merupakan indikator penting kualitas diet. Semakin beragam kelompok makanan yang dikonsumsi, maka semakin baik kecukupan zat gizi makro dan mikro. Sebaliknya, rendahnya keragaman diet meningkatkan risiko defisiensi vitamin dan mineral. Homogenisasi pangan akibat monokultur berkontribusi terhadap meningkatnya risiko kekurangan mikronutrien karena diet menjadi kurang beragam. Diet dengan keragaman rendah (berbasis pada satu komoditas) berkaitan dengan defisiensi zat gizi mikro antara lain vitamin dan mineral, serta peningkatan risiko penyakit kronis. Selain defisiensi zat gizi makro, pola diet monokultur juga dapat meningkatkan risiko masalah gizi ganda, seperti kekurangan zat gizi sekaligus obesitas akibat dominasi karbohidrat. Kondisi ini memperburuk kualitas kesehatan masyarakat terutama di negara berkembang (Yilmaz dan Yilmaz 2025).

Penelitian observasional pada rumah tangga di wilayah pertanian menunjukkan bahwa biodiversitas pertanian berkorelasi positif dengan keragaman diet

anak usia 6-36 bulan. Hal ini berkaitan dengan variasi tanaman dan ternak yang diproduksi rumah tangga (Saaka *et al.* 2017). Peningkatan keragaman tanaman akan meningkatkan stabilitas gizi suatu negara, sedangkan homogenisasi produksi (misalnya monokultur) akan menurunkan stabilitas gizi dalam jangka panjang (Nicholson *et al.* 2021).

Monokultur yang dilakukan secara terus menerus akan dapat menurunkan kualitas zat gizi dalam bahan pangan. Hal-hal yang menjadi perhatian antara lain sebagai berikut:

a. Penurunan kepadatan zat gizi dalam bahan pangan

Monokultur yang terus menerus dapat menyebabkan degradasi tanah dan berkurangnya mikroorganisme tanah. Penurunan kualitas tanah ini berdampak pada menurunnya kandungan zat gizi tanaman yang dihasilkan. Oleh karenanya, makanan yang dikonsumsi masyarakat menjadi kurang padat gizi walaupun jumlah energi mencukupi. Konsumsi pangan yang monoton akibat dominasi satu komoditas saja akan meningkatkan risiko *hidden hunger* atau kelaparan tersembunyi, yaitu kondisi tubuh kekurangan zat gizi mikro meskipun energi cukup.

b. Meningkatnya penyakit tidak menular

Monokultur juga dapat mendorong produksi bahan baku pangan olahan berbasis karbohidrat rafinasi dan gula yang dapat mengubah pola makan masyarakat menjadi tinggi energi tetapi rendah serat dan zat gizi mikro. Kurangnya keragaman diet merupakan penyebab utama malnutrisi mikronutrien. Hal ini dapat berkaitan dengan

peningkatan kejadian obesitas, diabetes mellitus tipe 2 dan penyakit kardiovaskular.

c. Dampak terhadap ketahanan gizi jangka panjang

Diversifikasi pertanian memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas zat gizi dalam sistem pangan. Dalam suatu studi lintas negara menunjukkan hubungan positif antara keragaman tanaman dengan stabilitas zat gizi pada tingkat nasional, terutama dalam menghadapi perubahan iklim dan gangguan produksi. Sistem monokultur justru meningkatkan ketidakstabilan pasokan zat gizi (Nicholson *et al.* 2021).

BAB

4

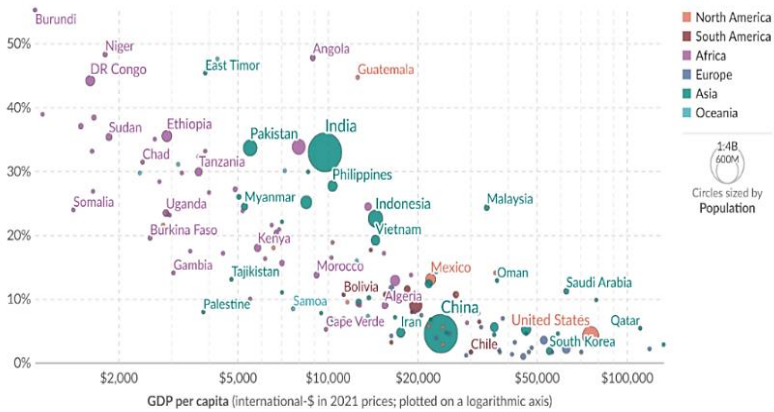
KESEHATAN DAN LINGKUNGAN

A. Epidemiologi dan Penyakit Gizi

1. Masalah Gizi Kurang (*Stunting*)

Stunting merupakan bentuk malnutrisi kronis yang ditandai dengan tinggi badan menurut umur (TB/U) < -2 standar deviasi berdasarkan standar pertumbuhan anak WHO. Kondisi ini mencerminkan kegagalan pertumbuhan linear akibat kekurangan gizi jangka panjang yang sering kali dimulai sejak masa kehamilan dan berlanjut pada dua tahun pertama kehidupan. Dalam kajian epidemiologi *stunting* dijelaskan bahwa gangguan pertumbuhan ini tidak hanya berdampak pada ukuran tubuh, tetapi juga pada perkembangan kognitif, kerentanan terhadap penyakit, serta produktivitas di masa dewasa. Prevalensi *stunting* secara global menunjukkan kecenderungan menurun dalam dua dekade terakhir, namun angka kejadiannya masih berada pada tingkat yang memprihatinkan. Data UNICEF dan *World Health Organization* menunjukkan bahwa pada tahun 2000 sekitar 33% balita di dunia mengalami *stunting*. Angka ini kemudian menurun menjadi sekitar 25% pada tahun 2012. Tren penurunan terus berlanjut hingga mencapai sekitar 22% pada tahun 2020, yang setara dengan kurang lebih 149 juta anak

balita. Pada tahun 2022, prevalensi global relatif stagnan di kisaran 22%, dengan sekitar 148 juta anak masih terdampak. Meskipun terjadi penurunan secara persentase, jumlah absolut anak yang mengalami *stunting* tetap sangat besar, terutama di kawasan Sub-Sahara Afrika dan Asia Selatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa laju penurunan global belum cukup cepat untuk mencapai target *Sustainable Development Goals* (SDGs), termasuk target penurunan *stunting* sebesar 40% pada tahun 2025.

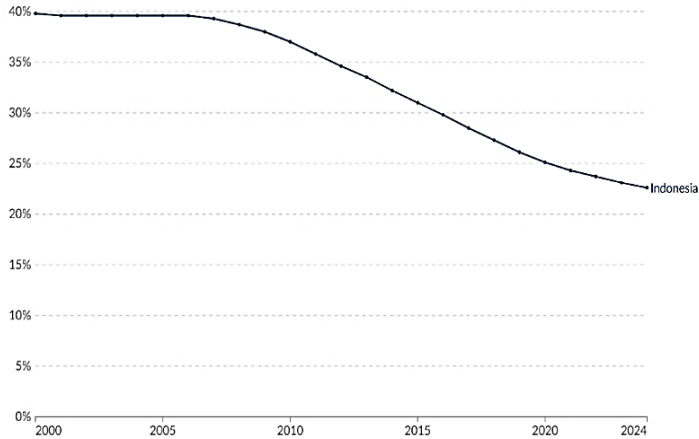


Gambar 4.1 Proporsi Anak Mengalami *Stunting* Dibandingkan dengan PDB per Kapita Tahun 2024

Grafik tersebut memperlihatkan hubungan antara prevalensi *stunting* pada anak usia di bawah 5 tahun dengan Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita tahun 2024 yang menunjukkan hubungan negatif (*inverse relationship*) antara pendapatan negara dan prevalensi *stunting*. Artinya, semakin tinggi GDP per kapita suatu negara, semakin rendah proporsi anak yang mengalami *stunting*. Negara dengan GDP per kapita rendah (sekitar <5.000 dolar) cenderung memiliki prevalensi *stunting*

tinggi, bahkan mencapai 30–50%, seperti yang terlihat pada beberapa negara di Sub-Sahara Afrika (misalnya Burundi, Niger, dan DR Congo). Ini mencerminkan keterkaitan kuat antara kemiskinan, keterbatasan akses pangan bergizi, sanitasi yang buruk, infeksi berulang, dan tingginya angka malnutrisi kronis. Sebaliknya, negara dengan GDP per kapita tinggi (di atas 40.000 dolar), seperti Amerika Serikat, Korea Selatan, atau Qatar, menunjukkan prevalensi *stunting* yang sangat rendah (umumnya <5%) yang menggambarkan bahwa pertumbuhan ekonomi berkorelasi dengan peningkatan akses terhadap layanan kesehatan, sanitasi, pendidikan ibu, dan ketahanan pangan yang lebih baik.

Indonesia pada grafik tersebut berada pada kelompok negara berpendapatan menengah dengan GDP per kapita sekitar 10.000–12.000 dolar internasional (PPP). Prevalensi *stunting* Indonesia masih berada di kisaran 20–25%, yang lebih tinggi dibandingkan beberapa negara dengan tingkat pendapatan serupa seperti Vietnam atau China. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi saja belum otomatis menurunkan *stunting* secara optimal, dan diperlukan intervensi spesifik di bidang gizi, kesehatan ibu dan anak, serta perbaikan lingkungan.



Gambar 4.2 Prevalensi Balita *Stunting* di Indonesia Tahun 2000-2024 (WHO 2025)

Pada periode 2000–2006, prevalensi *stunting* berada pada kisaran yang sangat tinggi, sekitar 39–40%. Angka ini relatif stagnan, menunjukkan bahwa hampir 4 dari 10 balita di Indonesia mengalami *stunting* pada masa tersebut, sedangkan pada tahun 2024, prevalensi berada di kisaran 22–23%. Artinya, dibandingkan tahun 2000, Indonesia berhasil menurunkan prevalensi *stunting* hampir setengahnya dalam kurun waktu sekitar 24 tahun (*World Health Organization* 2025). Berdasarkan Riskesdas, prevalensi *stunting* pada balita tercatat sebesar 36,8% pada tahun 2007 dan sedikit menurun menjadi 35,6% pada tahun 2010. Namun, pada tahun 2013 angka tersebut kembali meningkat menjadi 37,2%, ini menunjukkan adanya stagnasi bahkan perburukan situasi pada periode tersebut. Perbaikan yang lebih nyata mulai terlihat pada tahun 2018 dengan prevalensi turun menjadi 30,8%, kemudian 27,7% pada tahun 2019. Selanjutnya, berdasarkan data Survei Status Gizi Indonesia (SSGI), prevalensi *stunting* terus menurun menjadi 24,4% pada tahun 2021, 21,6%

pada tahun 2022, dan 21,5% pada tahun 2023. Tren ini menunjukkan bahwa sejak 2018 Indonesia mengalami penurunan yang cukup konsisten dan progresif. Hal ini mengindikasikan adanya dampak positif dari berbagai intervensi percepatan penurunan *stunting*. Namun demikian, prevalensi yang masih berada di atas 20%, *stunting* tetap dikategorikan sebagai masalah kesehatan masyarakat menurut klasifikasi *World Health Organization*. Oleh karena itu, meski pun arah tren sudah membaik, upaya percepatan penurunan *stunting* tetap perlu diperkuat agar target nasional dan global dapat tercapai secara berkelanjutan.

Kelompok berisiko tinggi *stunting* meliputi anak dari keluarga dengan status sosial ekonomi rendah, ibu dengan tingkat pendidikan rendah, anak dengan riwayat berat badan lahir rendah (BBLR), serta anak yang tinggal di lingkungan dengan sanitasi buruk. Faktor-faktor tersebut menunjukkan bahwa *stunting* tidak hanya merupakan masalah biologis, tetapi juga masalah struktural yang berkaitan dengan kemiskinan dan ketimpangan pembangunan. Penanggulangan *stunting* memerlukan pendekatan multisektor. Strategi yang efektif mencakup intervensi gizi spesifik (suplementasi zat besi dan asam folat pada ibu hamil, promosi ASI eksklusif, pemantauan pertumbuhan, imunisasi, serta pencegahan infeksi) dan intervensi gizi sensitif (perbaikan sanitasi, ketahanan pangan, pendidikan ibu, dan pengentasan kemiskinan). Pendekatan komprehensif ini penting karena determinan *stunting* saling berkaitan dan memerlukan koordinasi lintas sektor. Salah satunya dengan program bapak asuh yang telah berhasil mengatasi *stunting* di takalar. Program tersebut dilakukan melalui

pendampingan langsung oleh “bapak asuh” yang terdiri dari pemangku kebijakan dan mitra sektor swasta yang memberikan bantuan pangan bergizi serta edukasi kepada keluarga mengenai pola asuh dan pemenuhan gizi anak. Selain itu, distribusi bantuan juga dilakukan melalui program Dapur Sehat Atasi Stunting (Dashat) yang mengolah bahan pangan menjadi makanan tambahan bergizi untuk diberikan secara rutin kepada anak sasaran. Evaluasi program dilakukan dengan membandingkan kondisi status gizi anak sebelum dan sesudah intervensi selama enam bulan menggunakan data pemantauan gizi balita dari sistem elektronik pencatatan dan pelaporan gizi berbasis masyarakat (EPPGBM).

2. Masalah Gizi Lebih (Obesitas) dan Penyakit Tidak Menular (PTM)

Obesitas adalah kondisi kelebihan lemak tubuh yang ditandai dengan peningkatan indeks massa tubuh (IMT) melebihi batas normal, yang dalam konteks Indonesia didefinisikan sebagai $IMT \geq 27 \text{ kg/m}^2$ untuk obesitas pada orang dewasa. Secara epidemiologis, obesitas tidak lagi dipandang sebagai masalah individu semata, melainkan sebagai tantangan kesehatan masyarakat global yang kompleks karena berkaitan dengan peningkatan risiko penyakit tidak menular seperti diabetes melitus, hipertensi, dan penyakit kardiovaskular. Beberapa negara berpenghasilan rendah dan menengah, termasuk Indonesia, obesitas bahkan terjadi bersamaan dengan masalah kekurangan gizi seperti *stunting* dan *wasting*, suatu kondisi yang dikenal sebagai beban masalah gizi ganda. Secara etiologis, obesitas disebabkan oleh ketidakseimbangan antara asupan energi dan pengeluaran energi dalam

jangka waktu lama. Faktor penyebabnya bersifat multifaktorial, meliputi faktor biologis, perilaku, dan lingkungan. Pola makan tinggi gula, garam, dan lemak (GGL), konsumsi minuman berpemanis gula yang tinggi, rendahnya konsumsi buah dan sayur, serta kurangnya aktivitas fisik merupakan determinan utama. Selain itu, faktor prenatal dan perinatal juga berperan, seperti kondisi gizi ibu selama kehamilan. Perubahan gaya hidup akibat urbanisasi, kemudahan akses makanan olahan, serta rendahnya aktivitas fisik turut mempercepat peningkatan prevalensi obesitas di berbagai kelompok usia.

World Health Organization (WHO) menunjukkan bahwa pada tahun 2016 sebanyak 39% orang dewasa di dunia mengalami kelebihan berat badan dan 13% mengalami obesitas. Dalam empat dekade terakhir, jumlah anak dan remaja dengan kelebihan berat badan dan obesitas meningkat hingga sepuluh kali lipat, dengan sebagian besar kasus terjadi di negara berpenghasilan rendah dan menengah. Kawasan Asia-Pasifik bahkan memiliki jumlah absolut penduduk dengan kelebihan berat badan dan obesitas tertinggi di dunia, yakni sekitar 1 miliar orang atau 40% dari total populasinya. Tren ini menunjukkan bahwa obesitas telah berkembang menjadi epidemi global yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Sedangkan, berdasarkan data global obesitas memperlihatkan bahwa prevalensi terendah terdapat di Jepang sebesar 3,5% (2010) dan Korea sebesar 4,1% (2010), sedangkan prevalensi tertinggi ditemukan di Amerika Serikat sebesar 35,9% (2010) dan Meksiko sebesar 30% (2006). Perbedaan ini menggambarkan bahwa obesitas merupakan masalah kesehatan masyarakat yang

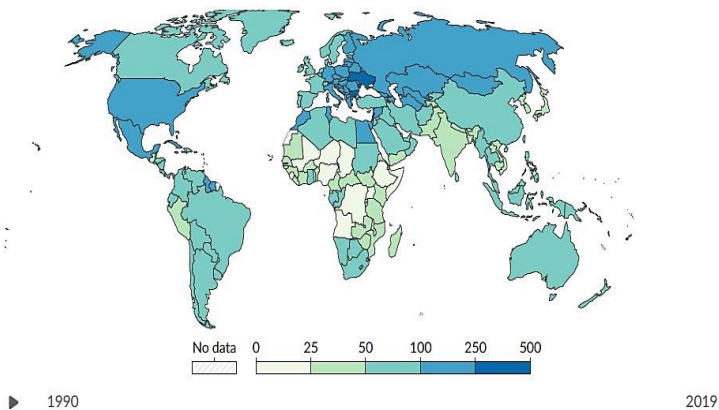
dipengaruhi oleh faktor multidimensional, tidak hanya biologis tetapi juga sosial, budaya, ekonomi, dan lingkungan. Sebagian besar negara Eropa Barat berada pada kategori menengah dengan prevalensi berkisar antara 10% hingga 20%, seperti Prancis (12,9%), Jerman (14,7%), dan Spanyol (16%).

Di Indonesia, tren peningkatan obesitas terjadi dari tahun ke tahun berdasarkan data Kementerian Kesehatan RI melalui survei Riskesdas dan Survei Kesehatan Indonesia 2023 terlihat pada gambar 4.3 Prevalensi obesitas meningkat dari 10% pada tahun 2007. Pada orang dewasa, prevalensi kelebihan berat badan dan obesitas meningkat dari 21,7% pada 2010 menjadi 35,4% pada 2018 dan meningkat 37,4% pada tahun 2023. Peningkatan juga terjadi pada anak usia 5-12 tahun dari 9,2% menjadi 20%, serta pada remaja usia 13-18 tahun dari 1,9% menjadi 14,8% dalam periode yang sama. Data ini menunjukkan tren kenaikan yang konsisten dan signifikan di hampir semua kelompok umur.



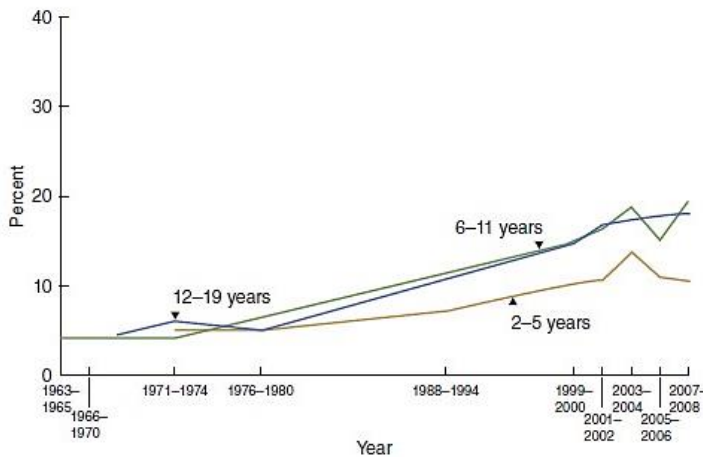
Gambar 4.3 Tren Peningkatan Kejadian Obesitas di Indonesia (Kemenkes RI 2007, 2023)

Kelompok berisiko obesitas di Indonesia meliputi wanita dewasa, masyarakat perkotaan, serta kelompok dengan pola konsumsi tinggi GGL dan aktivitas fisik rendah. Pada tahun 2018, prevalensi obesitas pada wanita dewasa mencapai 44,4%, jauh lebih tinggi dibandingkan pria (26,6%). Obesitas sentral juga lebih banyak ditemukan pada wanita dibandingkan pria. Selain itu, meskipun sebelumnya obesitas identik dengan kelompok ekonomi menengah ke atas dan wilayah perkotaan, data terbaru menunjukkan peningkatan kasus pada rumah tangga berpenghasilan rendah dan masyarakat pedesaan. Anak-anak dan remaja juga menjadi kelompok yang semakin rentan, terutama akibat tingginya konsumsi minuman berpemanis gula dan rendahnya aktivitas fisik. Dengan demikian, obesitas di Indonesia tidak lagi terbatas pada kelompok tertentu, tetapi telah menjadi masalah lintas usia, jenis kelamin, wilayah, dan status sosial ekonomi.



Gambar 4.4 Tingkat Kematian Dunia Akibat Obesitas (IHME 2023)

Peningkatan angka kematian akibat obesitas terjadi hampir di seluruh wilayah dunia dari tahun 1990 ke 2019. Hal ini menunjukkan bahwa obesitas semakin berkontribusi terhadap kematian global, seiring meningkatnya prevalensi obesitas dan penyakit tidak menular. Pada tahun 2019, wilayah yang tampak memiliki angka kematian akibat obesitas paling tinggi adalah: Timur Tengah, Afrika Utara, beberapa negara Eropa Timur, dan negara kepulauan pasifik. Jika dibandingkan dengan 1990, wilayah-wilayah ini menunjukkan kenaikan yang cukup tajam. Artinya, dalam kurun hampir 30 tahun, beban kematian akibat obesitas di wilayah tersebut meningkat signifikan. Peningkatan ini sejalan dengan perubahan pola makan, urbanisasi cepat, dan meningkatnya prevalensi obesitas yang kemudian memicu penyakit jantung, stroke, dan diabetes.



Gambar 4.5 Tren Obesitas Pada Anak-Anak dan Remaja di Amerika 1963-2008 (NCHS 2010)

Tren prevalensi obesitas pada anak-anak sejak tahun 1960-an menggunakan sampel potong lintang yang mewakili secara nasional anak-anak di Amerika Serikat. Proporsi anak-anak dan remaja yang mengalami obesitas sebesar 5% dari pertengahan 1960-an hingga 1976–1980, tetapi kemudian meningkat tiga kali lipat antara 1976–1980 dan 2003–2004. Pada tahun 2003–2004, sebanyak 14% anak usia 2–5 tahun, 19% anak usia 6–11 tahun, dan 17% remaja usia 12–19 tahun di Amerika Serikat mengalami obesitas. Perkiraan terbaru prevalensi obesitas berdasarkan data NHANES 2007–2008 menunjukkan bahwa 10% anak usia 2–5 tahun, 20% anak usia 6–11 tahun, dan 18% remaja usia 12–19 tahun mengalami obesitas.

Obesitas tidak hanya menjadi masalah status gizi, tetapi juga merupakan faktor risiko utama terjadinya berbagai penyakit tidak menular (PTM) seperti hipertensi, diabetes melitus (DM), dan stroke. Obesitas, khususnya obesitas sentral, menyebabkan terjadinya penumpukan lemak visceral yang berperan dalam gangguan metabolisme dan sistem kardiovaskular. Kondisi ini memicu aktivasi sistem saraf simpatis, peningkatan retensi natrium, serta gangguan fungsi endotel pembuluh darah yang pada akhirnya meningkatkan tekanan darah. Hal tersebut menjelaskan mengapa obesitas memiliki hubungan yang kuat dengan kejadian hipertensi.

Berdasarkan data pada Riskesdas 2018, prevalensi hipertensi di Indonesia pada penduduk usia ≥ 18 tahun mencapai 34,1%. Angka ini menunjukkan beban hipertensi yang cukup tinggi dan cenderung lebih banyak ditemukan pada kelompok dengan berat badan *overweight* dan obesitas dibandingkan individu dengan

status gizi normal. Secara global, diperkirakan lebih dari 1,3 miliar orang dewasa hidup dengan hipertensi. Hipertensi merupakan faktor risiko paling dominan terhadap penyakit jantung dan stroke, serta berkontribusi besar terhadap angka kematian prematur. Banyak kasus hipertensi tidak terdiagnosis atau tidak terkontrol dengan baik, terutama di negara berpenghasilan rendah dan menengah. Peningkatan prevalensi obesitas berperan penting dalam meningkatnya kejadian hipertensi karena kelebihan lemak tubuh dapat menyebabkan resistensi insulin, aktivasi sistem saraf simpatis, serta gangguan fungsi pembuluh darah.

Selain hipertensi, obesitas juga berperan besar dalam terjadinya diabetes melitus tipe 2. Jaringan lemak berlebih menghasilkan berbagai sitokin proinflamasi yang menyebabkan resistensi insulin. Resistensi insulin mengakibatkan sel tubuh tidak mampu menggunakan glukosa secara efektif sehingga kadar gula darah meningkat. Dalam jangka panjang, kondisi ini berkembang menjadi diabetes melitus. Data Riskesdas 2018 menunjukkan bahwa prevalensi diabetes melitus pada penduduk usia ≥ 15 tahun di Indonesia mencapai 10,9%. Peningkatan kasus diabetes ini berjalan seiring dengan tren peningkatan obesitas, sehingga obesitas dapat dikatakan sebagai faktor risiko dominan dalam perkembangan DM tipe 2. Diabetes mellitus juga menunjukkan tren peningkatan yang sangat signifikan. WHO melaporkan bahwa lebih dari 800 juta orang dewasa di dunia hidup dengan diabetes pada tahun 2022, meningkat lebih dari empat kali lipat dibandingkan tahun 1990. Sebagian besar kasus tersebut merupakan diabetes tipe 2, yang sangat

berkaitan dengan obesitas dan gaya hidup tidak sehat seperti pola makan tinggi kalori serta kurangnya aktivitas fisik. Diabetes tidak hanya meningkatkan risiko komplikasi mikrovaskular, tetapi juga memperbesar risiko penyakit jantung dan stroke.

Obesitas juga berkontribusi secara tidak langsung terhadap kejadian stroke melalui mekanisme hipertensi, dislipidemia, resistensi insulin, serta proses aterosklerosis. Gangguan metabolik tersebut menyebabkan penyempitan dan pengerasan pembuluh darah, termasuk pembuluh darah otak, yang dapat berujung pada terjadinya stroke. Berdasarkan Riskesdas 2018, prevalensi stroke di Indonesia mencapai 10,9 per mil berdasarkan diagnosis tenaga kesehatan. Kejadian stroke lebih banyak ditemukan pada individu dengan faktor risiko metabolik, termasuk obesitas.

3. Penyakit Tular Pangan (*Foodborne Diseases*)

Penyakit tular pangan atau *foodborne diseases* (FBDs) merupakan penyakit yang terjadi akibat mengonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi oleh mikroorganisme patogen, toksin, atau bahan kimia berbahaya. Organisasi Kesehatan Dunia melaporkan bahwa penyakit ini merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat global yang signifikan karena dapat menyebabkan morbiditas dan mortalitas yang tinggi di berbagai kelompok usia. Diperkirakan sekitar 600 juta orang di seluruh dunia mengalami penyakit akibat makanan yang terkontaminasi setiap tahun, yang menyebabkan jutaan kasus penyakit dan kematian serta berdampak besar terhadap sistem kesehatan dan perekonomian masyarakat. Penyebab penyakit tular pangan sangat

beragam, mulai dari bakteri, virus, parasit, hingga toksin yang dapat mencemari makanan pada berbagai tahap, mulai dari produksi, pengolahan, distribusi, hingga konsumsi oleh manusia. Penyakit tular pangan terutama disebabkan oleh mikroorganisme patogen seperti *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, serta berbagai virus seperti norovirus dan hepatitis A. Mikroorganisme ini dapat berkembang biak pada makanan apabila kondisi lingkungan mendukung, seperti suhu penyimpanan yang tidak tepat, kebersihan yang buruk, atau proses pengolahan makanan yang tidak higienis. Selain itu, kontaminasi makanan dapat terjadi pada berbagai tahapan rantai produksi pangan, termasuk pada tingkat peternakan, pengolahan industri, distribusi, hingga penyiapan makanan di rumah tangga. Oleh karena itu, pengendalian keamanan pangan harus dilakukan secara menyeluruh di seluruh rantai produksi untuk meminimalkan risiko penyakit tular pangan.

Salah satu patogen yang sering menyebabkan penyakit tular pangan adalah bakteri *Salmonella*. Penelitian epidemiologi yang dilakukan di Provinsi Zhejiang, China, menunjukkan bahwa infeksi *Salmonella* merupakan penyebab penting penyakit tular pangan secara global. Dalam penelitian tersebut dilaporkan sebanyak 11.269 kasus infeksi *Salmonella* selama periode 2012–2021, dengan tingkat positif rata-rata sebesar 3,65%. Infeksi ini menunjukkan pola musiman yang jelas, di mana sebagian besar kasus terjadi pada periode musim panas antara bulan Mei hingga Oktober dengan proporsi sekitar 77,96% dari total kasus. Selain itu, kelompok usia anak-anak, terutama usia 0–4 tahun, memiliki tingkat kerentanan

yang lebih tinggi terhadap infeksi *Salmonella*. Gejala yang umum dialami oleh penderita meliputi diare, nyeri perut, demam, mual, dan muntah. Selain bakteri *Salmonella*, penelitian lain mengenai epidemiologi penyakit tular pangan pada anak-anak di Shanghai menunjukkan bahwa berbagai patogen lain juga memiliki peran penting dalam menyebabkan infeksi gastrointestinal. Dalam studi pengawasan selama empat tahun terhadap 795 kasus dugaan penyakit tular pangan pada anak-anak, ditemukan bahwa patogen yang paling dominan adalah *Diarrheagenic Escherichia coli*, yang menyumbang sekitar 49,2% dari total kasus. Patogen lain yang ditemukan meliputi *Vibrio parahaemolyticus*, *Campylobacter*, *Shigella*, dan norovirus. Studi ini juga menemukan adanya kasus infeksi ganda pada sekitar 20% sampel yang diperiksa. Selain itu, penelitian tersebut mengungkapkan adanya peningkatan resistensi antibiotik pada beberapa patogen seperti *Salmonella* dan *Campylobacter*, yang menunjukkan tingkat resistensi tinggi terhadap antibiotik tertentu seperti ampicilin, ciprofloxacin, dan tetracycline. Kondisi ini menjadi perhatian serius karena dapat menyulitkan proses pengobatan dan meningkatkan risiko komplikasi pada pasien. Masalah resistensi antibiotik pada patogen penyebab penyakit tular pangan juga menjadi isu global yang semakin penting. Studi menunjukkan bahwa beberapa bakteri seperti *Campylobacter* dan *Salmonella* telah menunjukkan resistensi terhadap berbagai jenis antibiotik yang umum digunakan dalam pengobatan infeksi bakteri. Misalnya, penelitian menunjukkan bahwa *Campylobacter* memiliki tingkat resistensi tinggi terhadap ciprofloxacin dan tetracycline, bahkan dalam

beberapa kasus ditemukan resistensi terhadap beberapa antibiotik sekaligus atau *multidrug resistance*. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian penggunaan antibiotik yang rasional sangat penting untuk mencegah meningkatnya resistensi antimikroba di masa depan.

Kelompok bayi dan anak-anak merupakan kelompok yang sangat rentan terhadap penyakit tular pangan. Hal ini terutama terjadi pada masa peralihan dari pemberian ASI eksklusif menuju makanan pendamping ASI atau masa *weaning*. Pada tahap ini, bayi mulai diperkenalkan dengan makanan lain yang sering kali disiapkan dalam kondisi yang kurang higienis, sehingga meningkatkan risiko paparan patogen penyebab penyakit. Penelitian menunjukkan bahwa angka kejadian diare meningkat secara signifikan setelah dimulainya pemberian makanan pendamping, terutama pada usia 7 hingga 18 bulan. Hal ini terjadi karena makanan yang terkontaminasi dapat menjadi sumber infeksi bagi bayi yang sistem kekebalan tubuhnya masih belum berkembang secara sempurna. Kontaminasi makanan pada bayi juga dapat terjadi akibat praktik penyimpanan makanan yang tidak tepat. Banyak jenis makanan merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Pada kondisi yang mendukung, satu bakteri dapat berkembang menjadi ratusan juta dalam waktu beberapa jam. Apabila makanan yang telah dimasak terkontaminasi kembali setelah proses pemasakan dan kemudian disimpan pada suhu ruang dalam waktu lama, maka jumlah mikroorganisme patogen dapat meningkat hingga mencapai dosis infeksius yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Selain itu,

beberapa bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dapat menghasilkan toksin yang tahan terhadap panas, sehingga tidak dapat dihancurkan melalui proses pemanasan ulang makanan.

Faktor sosial dan budaya juga memiliki pengaruh besar terhadap kejadian penyakit tular pangan. Dalam beberapa masyarakat, kurangnya pemahaman mengenai hubungan antara kebersihan makanan dan penyakit diare dapat meningkatkan risiko kontaminasi makanan. Misalnya, praktik tidak mencuci tangan sebelum menyiapkan makanan, penyimpanan makanan pada suhu ruang dalam waktu lama, atau konsumsi makanan mentah seperti ikan atau daging yang tidak dimasak dengan sempurna. Selain itu, keterbatasan fasilitas sanitasi, ketersediaan air bersih, dan pengetahuan masyarakat mengenai keamanan pangan juga dapat memperburuk kondisi tersebut. Oleh karena itu, edukasi masyarakat mengenai praktik higiene dan sanitasi makanan sangat penting untuk mencegah terjadinya penyakit tular pangan. Perubahan dalam sistem produksi dan distribusi pangan juga turut memengaruhi pola epidemiologi penyakit tular pangan. Globalisasi sistem pangan menyebabkan makanan dapat diproduksi di satu negara dan dikonsumsi di negara lain, sehingga memperluas kemungkinan terjadinya wabah penyakit akibat makanan yang terkontaminasi. Selain itu, perubahan pola konsumsi masyarakat, seperti meningkatnya konsumsi makanan siap saji atau makanan mentah, juga dapat meningkatkan risiko paparan terhadap patogen penyebab penyakit. Oleh karena itu, pemantauan tren epidemiologi penyakit tular pangan

sangat penting untuk mendeteksi potensi wabah dan mengembangkan strategi pencegahan yang efektif.

Upaya pencegahan penyakit tular pangan memerlukan pendekatan yang komprehensif yang melibatkan berbagai sektor, termasuk pemerintah, industri pangan, tenaga kesehatan, dan masyarakat. Pengawasan keamanan pangan harus dilakukan mulai dari tahap produksi hingga konsumsi. Beberapa langkah penting dalam pencegahan penyakit tular pangan meliputi penerapan praktik higiene yang baik, pengolahan makanan yang benar, penyimpanan makanan pada suhu yang aman, serta peningkatan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya keamanan pangan. Selain itu, sistem surveilans penyakit tular pangan juga perlu diperkuat untuk mendeteksi dan mengendalikan wabah secara cepat dan efektif. Secara keseluruhan, penyakit tular pangan merupakan masalah kesehatan masyarakat yang kompleks dan memerlukan perhatian serius dari berbagai pihak. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa faktor mikrobiologis, lingkungan, sosial, dan perilaku manusia berperan dalam terjadinya penyakit ini. Oleh karena itu, upaya pencegahan harus dilakukan secara terpadu melalui peningkatan keamanan pangan, pengawasan epidemiologi, serta edukasi masyarakat mengenai praktik pengolahan dan penyimpanan makanan yang aman. Dengan langkah-langkah tersebut diharapkan kejadian penyakit tular pangan dapat dikurangi sehingga kesehatan masyarakat dapat lebih terjamin.

B. Keamanan Pangan dan Toksikologi Lingkungan

1. Pencemaran Lingkungan (Logam Berat, Pestisida) pada Pangan

Pencemaran lingkungan pada pangan merupakan isu kesehatan masyarakat yang makin menonjol karena rantai pangan menjadi “jembatan” perpindahan kontaminan dari tanah, air, dan udara masuk ke rantai pangan dan akhirnya dikonsumsi manusia. Dalam konteks keamanan pangan, logam berat/metaloid toksik menjadi perhatian besar karena bersifat persisten (tidak terdegradasi/biodegradable) dan dapat terakumulasi di lingkungan maupun jaringan biota. Tinjauan toksikologi menunjukkan bahwa paparan logam berat dapat terjadi melalui beberapa rute, namun ingesti pangan merupakan jalur penting pada populasi umum, terutama jika bahan pangan diproduksi pada lahan yang terpapar aktivitas pertanian-intensif dan input agrokimia. Di sisi lain, pestisida tidak hanya dipahami sebagai residu bahan aktifnya saja, tetapi juga sebagai sumber pencemar karena beberapa produk pestisida dapat membawa komponen logam yang memperkaya logam di tanah pertanian dari waktu ke waktu.

Sumber pencemaran logam berat di agroekosistem dapat bersifat alami (pelapukan batuan) maupun antropogenik, dan kontribusi antropogenik sering mendominasi pada area pertanian modern. Literatur menegaskan bahwa pertanian dapat menjadi kontributor penting melalui penggunaan pestisida, insektisida, dan pupuk, disamping limpasan (*runoff*) dan deposisi atmosfer dari aktivitas industri/transportasi. Begitu logam masuk ke tanah, sifatnya yang persisten membuat logam berpotensi bertahan

lama, sehingga lahan pertanian dapat menjadi “reservoir” pencemar jangka panjang. Selain itu, dinamika bioavailabilitas logam di tanah dipengaruhi oleh faktor fisik-kimia seperti pH, kandungan bahan organik, dan kondisi redoks; faktor-faktor ini menentukan seberapa mudah logam larut, berpindah, dan diserap tanaman. Karena itu, pengendalian cemaran logam berat pada pangan tidak cukup hanya menguji produk akhir, namun perlu memahami proses lingkungan yang mengantar logam ke sistem produksi pangan.

Perpindahan logam berat dari lingkungan ke pangan terutama terjadi melalui transfer tanah-tanaman dan selanjutnya berpindah antar tingkat trofik melalui proses bioakumulasi. Tinjauan ekotoksikologi menjelaskan bahwa parameter kuantitatif seperti *bioconcentration factor* (BCF) dan *bioaccumulation coefficient* (BAC) sering digunakan untuk menilai seberapa besar logam terakumulasi pada organisme (misalnya jaringan tanaman) relatif terhadap lingkungannya (misalnya tanah). Konsep penting lainnya adalah bahwa beberapa tanaman dapat bertindak sebagai indikator atau bahkan *hyperaccumulator*, sehingga jenis tanaman dan bagian tanaman yang dikonsumsi (daun, buah, umbi) akan sangat memengaruhi kontribusi pajanan pada manusia. Secara praktis, ini berarti dua komoditas yang ditanam pada lahan yang sama bisa menghasilkan risiko berbeda karena perbedaan fisiologi serapan dan translokasi logam. Kerangka *persistence-bioaccumulation-toxicity* menempatkan logam berat sebagai bahaya prioritas karena kombinasi sifat

menetap, mudah terakumulasi, serta toksik pada dosis rendah hingga menengah.

Dalam konteks pestisida, bukti lapangan dari negara berkembang menunjukkan bahwa penggunaan pestisida yang tidak terkontrol dapat menjadi jalur pengayaan logam berat pada tanah pertanian dan kemudian masuk ke sayuran. Studi di Bauchi, Nigeria, misalnya, menyoroti bahwa praktik pertanian sayuran ditandai oleh aplikasi pestisida yang intens, dan logam terdeteksi pada tanah dan tanaman (pepper, tomat, bawang). Pola yang konsisten pada studi tersebut adalah akar memiliki konsentrasi tertinggi, sedangkan bagian yang dimakan (buah/umbi) cenderung memiliki konsentrasi lebih rendah, meskipun beberapa parameter tetap dapat melampaui batas yang dirujuk peneliti. Peneliti juga melaporkan indikasi bahwa sayuran tertentu menunjukkan kemampuan akumulasi yang tinggi untuk Cd dan Cr, serta perhitungan Hazard Index (HI) mengarah pada potensi risiko kesehatan bila konsumsi terjadi berulang dalam jangka panjang.

Logam berat merupakan unsur kimia yang memiliki efek toksik pada tubuh manusia. Ekspansi industri telah menyebabkan peningkatan signifikan kadar unsur-unsur ini di lingkungan. Pertanian intensif juga dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi logam berat akibat penggunaan berbagai pupuk dan pestisida. Akumulasi logam berat di tanah dan tanaman merupakan masalah serius karena potensi risikonya bagi konsumen. Ketika logam masuk ke agroekosistem, terjadi proses transfer tanah-tanaman yang dipengaruhi pH tanah, bahan organik, kondisi redoks, serta bentuk kimia yang menentukan mobilitas dan bioavailabilitas. Pada sistem persawahan dengan

kondisi lahan tergenang dapat meningkatkan ketersediaan arsenik, sedangkan cadmium lebih terkait dengan kontaminasi tanah pada wilayah sekitar industri/pertambangan tertentu. Literatur tinjauan menunjukkan bahwa pengendalian logam pada pangan tidak cukup hanya mengukur konsentrasi total, tetapi juga memahami mekanisme masuknya logam ke tanaman dan opsi manajemen yang realistis bagi petani serta regulator.

Dalam beberapa dekade terakhir, peningkatan kontaminan beracun di atas nilai ambang batas pada tanaman telah menimbulkan ancaman signifikan terhadap keamanan pangan dan kesehatan manusia. Di antara kontaminan tersebut, spesies logam berat dan pestisida tertentu sangat mengkhawatirkan karena potensinya untuk mengubah proses metabolisme manusia melalui paparan kronis tingkat rendah (misalnya, 0,5–5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hari}$), yang berkontribusi pada peningkatan morbiditas. Secara kimia, istilah logam berat secara luas merujuk pada sekitar 40 unsur dengan kepadatan lebih besar dari 5 g/cm^3 . Namun, toksisitasnya bergantung pada spesies kimia dan dosis harian. Spesies logam yang sangat beracun seperti metilmerkuri (MeHg), ion kadmium (Cd^{2+}), ion timbal (Pb^{2+}), dan spesies arsenik anorganik (As^{III} dan As^{V}) dapat mengikat enzim dalam sel mamalia (misalnya, hati atau neuron), seperti glutathione reductase atau δ -aminolevulinic acid dehydratase, atau berinteraksi dengan komponen seluler utama, yang menyebabkan penghambatan enzim, gangguan homeostasis redoks, gangguan mekanisme transpor ion, dan gangguan proses perbaikan DNA, yang pada akhirnya

berkontribusi pada sitotoksitas dan toksisitas sistemik.



Gambar 4.6 Pencemaran Lingkungan Berimplikasi pada Makanan

Logam berat berpotensi beracun dalam jumlah tinggi atau setelah paparan jangka panjang. Unsur-unsur ini menunjukkan kemampuan untuk bergerak dan terkonsentrasi di berbagai organ, yang menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Keracunan logam berat seperti timbal dimulai dengan anemia, yang disebabkan oleh penurunan masa hidup eritrosit dan penurunan sintesis hemoglobin. Gangguan sistem saraf pusat muncul kemudian, seperti hiperreaktivitas, perilaku impulsif, perubahan persepsi, dan penurunan kemampuan belajar. Pada sistem saraf perifer, penyakit tangan cakar dapat berkembang. Dalam bentuk akut, dapat terjadi iritabilitas, gelisah, tremor otot, sakit kepala, ataksia, kesadaran yang tidak jelas, dan kehilangan ingatan. Pada tahap terakhir, terjadi gagal ginjal, kejang, koma, dan akhirnya kematian. Namun, keracunan timbal setelah mengonsumsi makanan jarang terjadi.

Penggunaan kadmium yang meluas di industri telah menyebabkan masalah ekotoksikologi yang penting. Kadmium adalah racun kumulatif; aksinya memengaruhi sistem kemih dan pernapasan. Kadmium mudah diserap oleh tumbuhan, dengan konsentrasi tertinggi ditemukan pada jamur. Pada hewan, kadmium diserap di hati dan ginjal. Makanan utama yang terkontaminasi unsur ini adalah daging babi, ikan, kentang, susu, dan bir. Kadmium tidak terakumulasi dalam telur, sedangkan makanan laut dapat mengandung sejumlah besar kadmium. Konsentrasi kadmium yang diserap oleh tubuh manusia setelah mengonsumsi makanan berkisar antara 5% dan 16%, nilainya berlipat ganda di bawah pengaruh kekurangan Ca^{2+} , protein, atau Zn^{2+} . Kadmium diserap di hati, limpa, kelenjar adrenal, dan duodenum (dalam 48 jam pertama setelah konsumsi). Akumulasi di ginjal terjadi jauh lebih lambat, dengan tingkat maksimum tercapai setelah sekitar 6 hari. Kadmium memiliki efek hipertensi dan teratogenik dan dianggap sebagai salah satu karsinogen logam paling kuat yang diketahui hingga saat ini. Pola makan yang kaya akan unsur-unsur seperti seng, besi, selenium, tembaga, dan asam askorbat dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan efek toksik kadmium.

Seng merupakan unsur penting yang dapat ditoleransi oleh tubuh manusia hingga 2 mg/kg bila diberikan dalam jangka panjang. Logam ini dapat ditemukan dalam berbagai substrat makanan, seperti ikan, daging merah, biji-bijian, produk susu, sereal, dll. Eliminasi seng dari tubuh dipastikan melalui ekskresi feses dan urin. Konsumsi suplemen seng dalam jumlah kecil oleh anak-anak akan mendukung peningkatan

tinggi dan berat badan yang signifikan. Dalam jumlah tinggi, seng menyebabkan gangguan pencernaan dan metabolisme. Garam seng yang larut, jika bersentuhan dengan tubuh, memiliki efek kaustik. Dosis seng yang tinggi menyebabkan gangguan pencernaan atau metabolisme. Unsur ini dapat menyebabkan kelumpuhan sistem saraf pusat dan kerusakan pada sistem peredaran darah dan otot. Selain itu, di antara gejala keracunan seng adalah anemia, stagnasi pertumbuhan, dan keadaan kom. Arsenik dapat ditemukan sebagai arsenit atau arsenat, keduanya mematikan bagi manusia dan hewan. Unsur ini berasal dari sumber alami (abu vulkanik dan mata air panas bumi), pengolahan agroindustri (herbisida, pestisida, dan fungisida), dan elektronik. Toksisitas arsenik berefek neurologis terutama pada anak-anak. Paparan jangka panjang dapat memengaruhi sistem kardiovaskular dan reproduksi serta menyebabkan kanker atau diabetes. Menurut Rasheed dkk. Konsumsi arsenik dari air yang tercemar merupakan jalur paparan utama.

Merkuri biasanya digunakan dalam berbagai industri, Merkuri terdapat dalam banyak bentuk kimia (merkuri anorganik dan organik). Tingkat toksisitas bervariasi tergantung pada bentuk dan konsentrasi merkuri, metilmerkuri cepat diserap melalui usus dan disimpan di berbagai jaringan. Bentuk ini tidak menembus sawar darah-otak seefisien merkuri elemental. Di otak, metilmerkuri diubah menjadi merkuri elemental melalui demetilasi. Merkuri dan garam merkuri memengaruhi organ internal (terutama mukosa usus dan ginjal), sedangkan metilmerkuri didistribusikan ke seluruh tubuh. Kontaminasi oleh

merkuri dilaporkan pada ikan, sedimen, rambut, darah, dan urin. Logam ini menyebabkan tremor dan gangguan tidur, mudah tersinggung, mudah terangsang, rasa malu yang berlebihan, kejang otot, kehilangan ingatan, depresi. Paparan merkuri pada bayi baru lahir menyebabkan hilangnya kemampuan kognitif, masalah mental yang parah, dan perubahan psikomotor.

Bukti tinjauan mutakhir juga menekankan bahwa kelompok rentan bayi, anak, dan ibu hamil dapat mendekati atau melampaui nilai panduan kesehatan berbasis paparan karena pola konsumsi dan fisiologi yang khas. Pada komoditas pokok seperti beras, beberapa kajian menegaskan bahwa kontribusi paparan dapat signifikan di negara/daerah dengan konsumsi beras tinggi, sehingga pengurangan risiko tidak dapat dilepaskan dari intervensi di sistem produksi. Selain itu, penilaian risiko yang lebih akurat menuntut perhatian pada bioaksesibilitas/bioavailabilitas dan spesiasi (contohnya arsenik organik vs anorganik) karena bentuk kimia memengaruhi toksisitas actual.

Tabel 4.1 Konsentrasi Logam Berat pada Bagian Pangan

Komoditas (bagian dimakan)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	As (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Keterangan
Pepper (buah)	0.32	1.36	0.13	—	3.95	Akar tertinggi; buah terendah; beberapa logam pada bagian tertentu melebihi batas rujukan; HI mengindikasikan potensi risiko (Barau et al., 2018)
Tomato (buah)	0.27	0.79	0.08	—	4.19	Buah relatif lebih rendah dibanding akar/ daun, namun Cd pada buah dilaporkan sedikit di atas batas rujukan yang dipakai peneliti (Barau et al., 2018)
Bawang merah	0.11	0.79	0.02	—	4.70	Umbi cenderung lebih rendah daripada akar; tetap menunjukkan adanya paparan logam pada sistem budidaya intensif pestisida (Barau et al., 2018)
Bawang Merah	1.16	4.33	—	15.33	23.33	Cd & Pb dilaporkan melebihi batas rujukan (FAO/WHO 2019); HQ/HI anak lebih berisiko (Bawa, 2023)
Tomato (buah; bobot kering)	0.87	3.08	—	12.33	34.25	Cd & Pb menonjol; penilaian risiko menyarankan potensi risiko non-kanker terutama pada anak (Bawa, 2023)

Sumber: Ringkasan angka dari tabel hasil pada artikel Barau et al. (2018) dan Bawa (2023)

Catatan: Angka antar studi tidak selalu bisa dibandingkan *apple-to-apple* karena perbedaan lokasi, komoditas, lama paparan, dan cara pelaporan (misalnya basis bobot kering). Namun tabel ini berguna untuk menunjukkan magnitudo dan pola umum “Cd & Pb menonjol” pada sistem pertanian dengan input pestisida.

Pada residu pestisida, tantangan utama keamanan pangan bukan hanya keberadaan satu bahan aktif, melainkan pola multi-residu akibat aplikasi berulang dan variasi praktik budidaya antar wilayah. Sistem regulasi biasanya mengandalkan batas maksimum residu (MRL) sebagai instrumen manajemen risiko, disertai pemantauan residu dan evaluasi pajanan berbasis konsumsi. Laporan pemantauan berskala luas, seperti laporan Uni Eropa, menggambarkan bahwa evaluasi residu dilakukan secara sistematis untuk menilai kepatuhan terhadap batas dan implikasinya terhadap kesehatan konsumen. Di sisi lain, pendekatan internasional yang membandingkan pajanan akut terhadap MRL Codex menunjukkan bahwa pada skenario yang dinilai, perlindungan terhadap risiko akut umumnya tinggi ketika standar diterapkan dan praktik pengawasan berjalan.

Penilaian risiko pestisida dalam pangan lazim dibedakan menjadi risiko akut (jangka pendek) dan kronis (jangka panjang), yang kemudian dibandingkan terhadap nilai rujukan toksikologi seperti ARfD dan ADI pada kerangka regulatori. Secara metodologis, penilaian dapat bersifat deterministik (mengggunakan nilai titik/point estimate) atau probabilistik (memodelkan distribusi residu dan konsumsi), dengan probabilistik lebih mampu menangkap variasi dan ekor atas pajanan. Tantangan yang berkembang saat ini

adalah kebutuhan menilai risiko kumulatif (*cumulative risk assessment/CRA*) ketika beberapa pestisida memiliki target organ atau mekanisme efek yang serupa, sehingga pendekatan “dose addition” dan pembentukan kelompok penilaian kumulatif (CAG) menjadi penting. Tinjauan terbaru menegaskan bahwa CRA membutuhkan data toksikologi yang kuat, strategi pengelompokan yang transparan, serta pengenalan *risk drivers* (kontributor utama) agar intervensi kebijakan dan pengawasan menjadi lebih efektif.

Kualitas pemantauan sangat ditentukan oleh metode analitik dan desain surveilans. Untuk logam berat, instrumen seperti ICP-MS atau AAS umum dipakai, namun kajian mutakhir menekankan bahwa analisis spesiasi (misalnya untuk arsenik) dan pendekatan bioaksesibilitas dapat meningkatkan ketepatan interpretasi risiko kesehatan. Untuk residu pestisida, strategi multi-residu dengan preparasi sampel (misalnya keluarga metode QuEChERS) dan deteksi berbasis LC-MS/MS/GC-MS/MS menjadi tulang punggung monitoring modern, sekaligus memungkinkan pemetaan pola multi-residu. Editorial/ulasan mengenai residu pestisida menekankan bahwa kebutuhan harmonisasi, validasi metode, serta integrasi data pemantauan dengan model penilaian risiko adalah kunci agar data laboratorium benar-benar dapat ditransformasikan menjadi keputusan kebijakan. Dengan demikian, penguatan kapasitas laboratorium dan sistem data menjadi prasyarat untuk menurunkan beban paparan populasi secara nyata.

Mitigasi pencemaran logam berat dan residu pestisida harus dilakukan lintas-tahap *farm-to-fork* agar tidak berhenti pada pengujian produk akhir saja. Pada

area persawahan menekankan pentingnya manajemen air irigasi, pemilihan genotipe, serta praktik pascapanen/rumah tangga tertentu guna menekan pajanan arsenik, sambil tetap mempertimbangkan bioavailabilitas arsenik dari pangan. Pada pestisida, penerapan *Good Agricultural Practices*, kepatuhan interval prapanen, dan pendekatan pengendalian hama terpadu perlu dipadukan dengan untuk mengantisipasi risiko campuran, bukan hanya “lulus” MRL satu per satu. Ke depan, integrasi pemantauan lingkungan-pangan-kesehatan dan penguatan penilaian risiko campuran (baik logam maupun pestisida) akan menjadi arah strategis untuk melindungi kelompok rentan dan memperkuat ketahanan sistem keamanan pangan.

2. Bahan Tambahan Pangan (BTP) dan Risiko Kesehatan

Perkembangan teknologi pangan mendorong adopsi luas makanan yang dimodifikasi dan aditif. Faktor pendorong perkembangan pasar bahan tambahan makanan baik diwilayah maju maupun berkembang adalah kenyamanan, urbanisasi, peningkatan pendapatan sekali pakai, eksperimen dengan hidangan baru, pertumbuhan kelas menengah dan pemberdayaan perempuan. Oleh karena gaya hidup yang sibuk lebih menyukai makanan siap saji, minuman siap saji, cemilan dan makanan beku. Berdasarkan CODEX alimentarius, 2017 bahwa bahan tambahan pangan yang lebih dikenal dengan zat aditif merupakan bahan yang dapat ditambahkan ke dalam makanan untuk memengaruhi sifat ataupun bentuk makanan. BTP itu bisa memiliki nilai gizi akan tetapi dapat juga tidak memiliki nilai gizi. Berdasarkan Peraturan BPOM No 11 Tahun 2019 pasal 3 terdapat 27 golongan BTP.

Tabel 4.2 Golongan Bahan Tambahan Pangan

No	Golongan	Fungsi
1	Antibuih (<i>Antifoaming agent</i>)	Mengurangi atau mencegah terbentuknya buih selama proses pengolahan pangan
2	Antikempal (<i>Anticaking agent</i>)	Menjaga partikel bahan berbentuk serbuk tetap terpisah sehingga tidak menggumpal atau saling menempel
3	Antioksidan (<i>Antioxidant</i>)	Melindungi komponen makanan dari proses oksidasi yang dapat menimbulkan bau dan rasa tengik
4	Bahan Pengkarbonasi (<i>Carbonating agent</i>)	Membantu menghasilkan atau meningkatkan pembentukan gas karbon dioksida dalam produk
5	Garam Pengemulsi (<i>Emulsifying salt</i>)	Membantu proses penyebaran protein agar campuran menjadi lebih merata dan homogen
6	Gas untuk Kemasan (<i>Packaging gas</i>)	Digunakan untuk membentuk kondisi atmosfer tertentu di dalam kemasan produk pangan
7	Humektan (<i>Humectant</i>)	Menjaga kandungan air produk agar tidak cepat kehilangan kelembapan atau menjadi kering

Tabel 4.2 Golongan Bahan Tambahan Pangan

No	Golongan	Fungsi
8	Pelapis (<i>Glazing agent</i>)	Membentuk lapisan pelindung pada permukaan bahan sekaligus memberikan efek mengkilap
9	Pemanis (<i>Sweetener</i>)	Memberikan rasa manis pada produk makanan
10	Pembawa (<i>Carrier</i>)	Berfungsi sebagai pelarut atau media pendistribusian bagi bahan tambahan lainnya
11	Pembentuk Gel (<i>Gelling agent</i>)	Membantu terbentuknya struktur produk yang bersifat semi padat atau elastis
12	Pembuih (<i>Foaming agent</i>)	Mendukung proses pembentukan serta mempertahankan kestabilan struktur busa
13	Pengatur Keasaman (<i>Acidity regulator</i>)	Mengatur dan menstabilkan tingkat keasaman dalam produk pangan
14	Pengawet (<i>Preservative</i>)	Menghambat perkembangan mikroorganisme yang dapat merusak makanan
15	Pengembang (<i>Raising agent</i>)	Menghasilkan gas yang dapat memperbesar volume adonan
16	Pengemulsi (<i>Emulsifier</i>)	Memungkinkan dua komponen yang secara alami tidak bercampur dapat menyatu

Tabel 4.2 Golongan Bahan Tambah Pangan

No	Golongan	Fungsi
17	Pengental (<i>Thickener</i>)	Meningkatkan tingkat kekentalan atau kekuatan tekstur pada cairan
18	Pengeras (<i>Firming agent</i>)	Memperkuat struktur jaringan bahan pangan, terutama pada buah dan sayuran
19	Penguat Rasa (<i>Flavour enhancer</i>)	Mempertegas serta meningkatkan cita rasa yang sudah terdapat pada produk
20	Peningkat Volume (<i>Bulking agent</i>)	Menambah berat atau volume produk tanpa mengubah sifat utamanya
21	Penstabil (<i>Stabilizer</i>)	Menjaga kestabilan serta konsistensi karakter fisik dan kimia produk
22	Peretensi Warna (<i>Colour retention agent</i>)	Mempertahankan kualitas warna agar tetap cerah dan tidak mudah memudar
23	Perisa (<i>Flavouring</i>)	Memberikan aroma dan cita rasa khas pada produk pangan
24	Perlakuan Tepung (<i>Flour treatment agent</i>)	Meningkatkan kualitas warna serta tekstur pada bahan tepung
25	Pewarna (<i>Colour</i>)	Menambah atau memperbaiki penampilan warna pada produk
26	Propelan (<i>Propellant</i>)	Menghasilkan tekanan yang berfungsi untuk

Tabel 4.2 Golongan Bahan Tambahan Pangan

No	Golongan	Fungsi
		mengeluarkan isi dari dalam wadah
27	Sekuestran (<i>Sequestrant</i>)	Mengikat mineral tertentu untuk mencegah terjadinya reaksi yang tidak diinginkan

Dalam praktik industri, BTP digunakan untuk mempertahankan/meningkatkan mutu dan memudahkan proses pengolahan, termasuk memperbaiki rasa, tekstur, penampakan/warna, serta memperpanjang daya simpan. Namun, literatur juga menegaskan bahwa konsumsi berlebihan atau penggunaan yang tidak tepat dapat berisiko bagi kesehatan. Oleh karenanya penting untuk memperhatikan Asupan harian yang dapat diterima (ADI) yang merupakan parameter standar untuk asupan harian maksimum suatu bahan kimi yang tidak menimbulkan risiko kesehatan nyata selama masa hidup. Selain itu, Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012 juga menetapkan bahwa terdapat 19 jenis Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang tidak diperkenankan untuk digunakan dalam produk pangan yaitu

Tabel 4.3 Bahan Tambahan Pangan yang tidak diperkenankan dalam produk pangan

No	Bahan Tambahan Pangan (BTP)
1	Asam borat dan senyawanya (<i>Boric acid</i>)
2	Asam salisilat dan garamnya (<i>Salicylic acid and its salt</i>)
3	Dietilpirokarbonat (<i>Diethylpyrocarbonate, DEPC</i>)
4	Dulsin (<i>Dulcin</i>)
5	Formalin (<i>Formaldehyde</i>)
6	Kalium bromat (<i>Potassium bromate</i>)
7	Kalium klorat (<i>Potassium chlorate</i>)
8	Kloramfenikol (<i>Chloramphenicol</i>)
9	Minyak nabati yang dibrominasi (<i>Brominated vegetable oils</i>)
10	Nitrofurazon (<i>Nitrofurazone</i>)
11	Dulkamara (<i>Dulcamara</i>)
12	Kokain (<i>Cocaine</i>)
13	Nitrobenzen (<i>Nitrobenzene</i>)
14	Sinamil antranilat (<i>Cinnamyl anthranilate</i>)
15	Dihidrosafrol (<i>Dihydrosafrole</i>)
16	Biji tonka (<i>Tonka bean</i>)
17	Minyak kalamus (<i>Calamus oil</i>)
18	Minyak tansi (<i>Tansy oil</i>)
19	Minyak sasafra (<i>Sasafras oil</i>)

Studi kohort prospektif berskala besar menemukan beberapa hubungan positif antara asupan pengawet yang banyak dikonsumsi dan peningkatan kejadian kanker secara keseluruhan, kanker payudara, dan kanker prostat yang banyak digunakan dalam makanan dan minuman industri di pasar Eropa (kalium sorbat, kalium metabisulfit, natrium nitrit, kalium nitrat, asam asetat, dan natrium eritrobat). Sebagian

besar hubungan diamati pada pengawet non-antioksidan. Di antara pengawet antioksidan, hanya eritrobat total dan natrium eritrobat spesifik yang ditemukan berhubungan dengan peningkatan kejadian kanker. Konsumsi natrium benzoate di atas ADI (5 mgkg^{-1}) mengakibatkan hiperaktivitas, ADHD, dan reaksi alergi. Natrium benzoat dianggap genotoksik, klastogenik, neurotoksik, selain bertanggung jawab atas perubahan siklus sel dan telah terbukti mengalami interkalasi dalam struktur DNA. Minuman yang mengandung natrium benzoat terutama adalah minuman dengan rasa buah buatan, minuman berkarbonasi, teh, minuman ringan, dan kopi, serta minuman dengan banyak sirup dan gula; yang sudah memberikan beberapa peringatan dan tindakan pencegahan terkait konsumsi zat ini. Penting menjaga kehati-hatian dan perhatian terhadap konsumsi minuman olahan jika dikonsumsi secara teratur.

Kelompok anak-anak sangat rentan terhadap efek senyawa-senyawa kimia aditif, mengingat mereka memiliki paparan relatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan orang dewasa (karena asupan makanan per kilogram yang lebih besar), sistem metabolisme mereka (yaitu, detoksifikasi) masih berkembang, dan sistem organ utama mengalami perubahan dan pematangan substansial yang rentan terhadap gangguan. Pada masa kanak-kanak, ketika pada masa perkembangan sistem organ rentan terhadap gangguan permanen dan seumur hidup. Tabel selanjutnya menampilkan implikasi kesehatan jika dikonsumsi secara berlebihan dalam jangka waktu yang lama dari zat aditif.

Tabel 4.4 Implikasi Bahan Tambah Pangan (BTP) terhadap kesehatan

No	BTP	Contoh	Implikasi Kesehatan
1	Penambah rasa	Sakarin, Aldehida, Keton, Dinatrium guanilat, Glutamat (monosodium glutamate/MSG), Sirup jagung	Penyakit kardiovaskular, diabetes tipe 2, obesitas, gangguan metabolisme, efek neurotoksik, leukemia, Alzheimer, autisme, sindrom iritasi usus (IBS), kanker
2	Pengawet	Asam askorbat (E300-302), Asam propionat (E280-283), Sulfit (E220-228), Butyl hydroxyanisole/BHA (E320), Butyl hydroxytoluene/BHT (E321), Kalium propionat (E283), Benzoat (E210-213)	Dermatitis, reaksi yang mengancam jiwa, nyeri perut, urtikaria, perubahan perilaku, alergi, karsinogenisitas
3	Antioksidan	Asam askorbat (E300), Tokoferol (E307), Asam sitrat (E330), Butyl hydroxyanisole/BHA (E320); Fosfat (natrium fosfat, kalium fosfat, kalsium fosfat, asam fosfat)	Wajah memerah, mual, pusing, muntah, sakit kepala; hipokalsemia, hiperparatiroidisme, risiko tulang, nyeri perut, muntah, sakit kepala, pusing, detak jantung tidak teratur, kejang
4	Zat pewarna	Rempah kunyit, Indigo, Karoten, Bixin (E160b), Pewarna annatto, Safron, Erythrosine	Gangguan tidur (terutama pada anak-anak), hiperaktivitas, gelisah, tiroid, diare, muntah, urtikaria,

No	BTP	Contoh	Implikasi Kesehatan
		(Merah No. 3), Carmoisine; Allura Red AC (Merah 40/E129), Tartrazine (Kuning 5/E102), Sunset Yellow FCF (Kuning 6/E110)	kanker; asma, migrain, ruam kulit, gangguan tiroid
5	Pengemulsi	Gliserida (E471), Lesitin (E322), Alginat, Karagenan (E407), Natrium laktat; Permen karet (permen karet oat, permen karet gelatin, permen karet guar/E412)	Kenaikan berat badan, muntah; ketidaknyamanan perut (tidak ditemukan efek samping yang merugikan pada sebagian laporan)

3. Standar Keamanan Pangan Nasional dan Internasional

Standar keamanan pangan merupakan seperangkat persyaratan berbasis sains untuk mencegah, mengurangi, atau mengendalikan bahaya biologis, kimia, dan fisik sepanjang rantai pangan dari produksi primer hingga konsumsi bertujuan melindungi konsumen dengan cara memastikan higienitas pangan sehingga risiko penyakit bawaan pangan (*foodborne diseases*) dapat diminimalisir, Mengurangi risiko pelanggaran peraturan dan denda, meningkatkan kepercayaan konsumen dan membuka peluang ekspor ke pasar internasional, mengoptimalkan proses produksi dan mengurangi penarikan produk (*product recall*). Beban penyakit bawaan pangan masih besar dan menjadi isu kesehatan masyarakat lintas negara, sehingga standardisasi

menjadi instrumen penting untuk perlindungan konsumen dan penguatan sistem pangan.

a. Standar Keamanan Pangan Internasional (Global)

1) Codex Alimentarius

Codex bertujuan agar standar tidak berhenti pada dokumen, dibutuhkan sistem verifikasi yang kuat termasuk penilaian risiko, pengawasan, inspeksi, dan kapasitas laboratorium diakui secara global untuk melindungi kesehatan konsumen. Codex menyediakan pedoman analisis risiko mikrobiologis yang menegaskan tiga komponen utama *risk assessment*, *risk management*, dan *risk communication* serta prinsip penguatan *national food control systems* agar tata kelola pengawasan berjalan efektif dan akuntabel. Di sisi pembuktian analitik, kompetensi laboratorium pengujian (termasuk pangan) secara internasional dirujuk pada ISO/IEC 17025:2017 untuk menjamin keandalan hasil uji, yang menjadi elemen kunci dalam penegakan standar, surveilans, dan tindakan korektif seperti penarikan produk.

2) Standar ISO 22000 (Sistem Manajemen Keamanan Pangan)

Standar ISO 22000 merupakan standar berbasis *code of practice*, terdapat standar sistem manajemen (kerangka kerja) yang banyak dipakai lintas negara dan rantai pasok global mencakup seluruh rantai makanan untuk memastikan keamanan pangan global yang ditetapkan oleh *Food Safety Management System (FSMS)*. Cakupan ISO 22000 yaitu Standar umum sistem manajemen, yang mencakup pada pendekatan

risiko yang lebih menekankan pada kebijakan, komunikasi interaktif, dan pengendalian sistem, berlaku untuk seluruh rantai makanan dan sudah termasuk *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP). ISO 22000 berperan menjawab "apa" yang harus dikelola dalam sistem manajemen.

3) *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP)

Metode preventif yang sistematis untuk mengidentifikasi bahaya spesifik, menetapkan titik kendali kritis, serta memastikan pemantauan dan tindakan korektif berjalan konsisten. Panduan Codex menegaskan bahwa HACCP berfokus pada pencegahan (bukan semata uji produk akhir) dan dapat mengakomodasi perubahan proses maupun teknologi; pendekatan ini juga diadopsi luas dalam regulasi dan pedoman otoritas keamanan pangan.

4) Standar ISO/TS 22002-1

Standar Spesifikasi teknis yang lebih detail, berfokus khusus pada Program Prasyarat (PRP) atau langkah praktis operasional di industri manufaktur makanan. ISO/TS 22002-1 lebih menitik beratkan pada penjabaran persyaratan teknis untuk mengendalikan bahaya. Sistem ini mencakup spesifikasi teknis untuk manufaktur makanan, mendetailkan aspek operasional seperti kebersihan personel, tata letak bangunan, pemeliharaan, dan pengendalian hama berperan menjawab "bagaimana" menerapkan prasyarat teknis.

5) *Food Safety System Certification (FSSC 22000)*

Gabungan ISO 22000 dan ISO/TS 22002-1.

Skema sertifikasi manajemen keamanan pangan yang komprehensif dan diakui secara internasional oleh *Global Food Safety Initiative (GFSI)*. Berbasis pada ISO 22000, PRP (*Pre-Requisite Programs*), dan HACCP, standar ini ditujukan untuk produsen makanan, kemasan, dan rantai pasok untuk menjamin keamanan produk dari hulu ke hilir sehingga tercipta manajemen yang kuat dan terstruktur dan banyak digunakan untuk pemenuhan tuntutan pembeli internasional serta penguatan tata kelola keamanan pangan berbasis audit pihak ketiga.

b. **Standar Keamanan Pangan Nasional (Indonesia)**

Standar Keamanan Pangan Nasional di Indonesia diatur dalam PP No. 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan. Pengawasan dilakukan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) dan Badan Pangan Nasional untuk menjamin produk aman dan bermutu bagi masyarakat. Standar keamanan pangan nasional meliputi:

1) *Good Manufacturing Product (GMP)*

Suatu sistem yang menjamin penerapan cara produksi pangan olahan yang baik. Sistem ini digunakan sebagai pedoman dasar dalam menjaga sanitasi dan higienitas di pabrik. Dengan demikian, proses produksi pangan dapat berlangsung secara aman, bersih, dan sesuai standar.

2) *Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)*

Sebuah sistem yang digunakan untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan berbagai bahaya dalam keamanan pangan. Sistem ini diterapkan untuk mencegah terjadinya kontaminasi sepanjang proses produksi, mulai dari bahan baku hingga produk siap dikonsumsi. Dengan demikian, keamanan pangan dapat terjaga secara menyeluruh.

3) *Standar Nasional Indonesia (SNI)*

Sertifikasi produk merupakan penetapan standar yang bertujuan untuk memastikan mutu dan keamanan suatu produk. Sertifikasi ini diberikan setelah produk memenuhi persyaratan kualitas tertentu. Dengan adanya sertifikasi, konsumen mendapatkan jaminan bahwa produk tersebut aman dan berkualitas.

4) *BPOM*

Pengawasan terhadap peredaran pangan olahan dilakukan untuk memastikan produk yang beredar aman dikonsumsi. Pengawasan ini mencakup pemberian izin edar serta pemeriksaan terhadap keamanan bahan pangan yang digunakan. Dengan demikian, mutu dan keamanan produk pangan dapat tetap terjaga.

BAB

5

DETERMINAN SOSIAL DAN BUDAYA

A. Sosial-Budaya dan Perilaku Makan

1. Tabu Makanan dan Budaya Lokal

Tabu makanan merupakan larangan konsumsi terhadap jenis makanan tertentu yang didasarkan pada kepercayaan budaya, tradisi, agama atau norma sosial dalam masyarakat. Dalam perspektif ekologi pangan dan gizi, tabu makanan memengaruhi pola konsumsi, pemanfaatan sumber daya pangan lokal, serta status gizi kelompok tertentu. Larangan konsumsi terhadap jenis pangan tertentu ini juga sering berkaitan dengan musim, ketersediaan pangan, maupun risiko kesehatan. Selain itu, tabu makanan juga berfungsi untuk mengatur distribusi pangan dalam rumah tangga dan menjaga keberlanjutan sumber daya alam. Namun demikian, perubahan sosial ekonomi dapat menyebabkan makna tabu makanan bergeser. Pada kondisi tertentu, tabu makanan justru membatasi konsumsi pangan bergizi tanpa alasan ekologis yang kuat. Hal ini berdampak pada kualitas diet masyarakat, terutama pada kelompok rentan seperti ibu hamil dan anak-anak (Counihan dan Van Esterik 2008).

Istilah tabu makanan ini juga sering ditemukan pada kelompok rentan seperti ibu hamil, ibu menyusui, bayi dan anak-anak. Praktik ini dapat memengaruhi pola konsumsi dan berpotensi menurunkan kualitas gizi apabila makanan yang ditabukan sebenarnya memiliki nilai gizi yang tinggi. Praktik tabu pada makanan ini dipengaruhi oleh faktor sosial, pendidikan dan akses informasi. Oleh karena itu, suatu intervensi gizi perlu juga mempertimbangkan konteks budaya agar tidak bertentangan dengan nilai-nilai lokal.

Tabu makanan merupakan bagian dari sistem budaya yang membentuk perilaku makan, Sistem budaya tersebut berinteraksi dengan lingkungan, ketersediaan pangan, serta sistem sosial ekonomi masyarakat. Oleh karena itu, tabu makanan tidak selalu berdampak negatif. Dalam beberapa kasus, tabu dapat melindungi masyarakat dari pangan berisiko atau menjaga keberlanjutan sumber daya pangan lokal (Meyer-Rochow 2009; Lutter *et al.* 2013).

Ekologi pangan melihat hubungan antara manusia, budaya, lingkungan dan sistem pangan. Tabu makanan merupakan salah satu mekanisme adaptasi budaya terhadap lingkungan. Beberapa masyarakat melarang konsumsi hewan tertentu untuk menjaga populasi atau risiko kesehatan tertentu. Namun, tabu juga dapat membatasi akses terhadap sumber protein dan mikronutrien penting. Studi menunjukkan bahwa tabu makanan sering berkaitan dengan makanan kaya protein seperti telur, ikan, daging dan kacang-kacangan. Pembatasan tersebut dapat berdampak pada rendahnya asupan zat besi, protein, vitamin A dan seng pada kelompok rentan (Meyer-Rochow 2009). Selain itu, studi yang dilakukan di negara berkembang

menunjukkan bahwa tabu makanan pada ibu hamil dapat menyebabkan rendahnya asupan energi dan mikronutrien yang meningkatkan risiko anemia dan berat badan bayi lahir rendah (Lutter *et al.* 2013). Di Indonesia sendiri terdapat beberapa kepercayaan tabu terhadap beberapa makanan, misalnya di wilayah Kalimantan Timur yang melarang ibu hamil dan menyusui mengonsumsi ikan gabus dan buah pundur (keluarga labu-labuan), padahal kedua bahan pangan ini kaya protein, vitamin dan mineral yang baik untuk kesehatan ibu (Dina dan Yudha 2025).

Pada bayi dan anak, istilah tabu makanan juga seringkali ditemukan pada praktik pemberian makan bayi dan anak. Beberapa keluarga melarang pemberian telur, ikan atau daging pada anaknya dengan berbagai alasan misalnya dianggap menyebabkan alergi dan keterlambatan motorik (berjalan atau berbicara). Hal ini dapat menyebabkan terhambatnya pemberian makanan pendamping air susu ibu (MPASI) yang bergizi seimbang. Rendahnya keragaman diet anak akan berkontribusi terhadap kekurangan zat gizi mikro, seperti zat besi, seng dan vitamin A yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan anak.

Namun, tidak semua tabu makanan berdampak negatif. Pada beberapa kasus, tabu makanan berfungsi sebagai mekanisme perlindungan kesehatan. Tabu makanan sering berfungsi sebagai strategi adaptasi terhadap lingkungan, seperti menghindari makanan yang berpotensi racun dan sulit dicerna (Meyer-Rochow 2009). Dalam konteks ekologi pangan, tabu makanan ini dapat membantu menjaga keseimbangan antara manusia dan lingkungan.

2. Urbanisasi dan Perubahan Gaya Hidup

Transisi yang terjadi secara simultan berkaitan dengan transisi gizi. Pertama yaitu transisi demografi, pola kelahiran dan kematian yang tinggi menjadi pola kelahiran dan kematian yang rendah, termasuk ke dalam ciri-ciri negara industri. Kedua yaitu transisi epidemiologi, pola dari prevalensi penyakit infeksi berkaitan dengan malnutrisi, kelaparan yang rutin, sanitasi lingkungan buruk sejalan dengan meningkatnya prevalensi PTM berhubungan dengan gaya hidup *urban-industrial*.

Perubahan yang terjadi dapat dilihat pada luaran status gizi masyarakat, termasuk perubahan rata-rata postur tubuh dan komposisi tubuh. Masyarakat modern cenderung mengkonsumsi makanan tinggi lemak jenuh, gula, makanan rafinasi dan rendah serat. Makanan rafinasi yaitu makanan yang telah mengalami berbagai proses pengolahan industri sehingga banyak zat gizi yang hilang atau vitamin mineral yang hilang dalam proses pengolahannya, sengaja dilakukan untuk memperpanjang masa simpan atau memperbaiki tekstur dan rasa. Jenis pola makan tersebut dikenal dengan istilah *western diet* atau diet barat. Perubahan ini dapat dikelompokkan pada beberapa pola yang memengaruhi berbagai kelompok masyarakat pada kondisi geografi dan sosioekonomi tertentu.

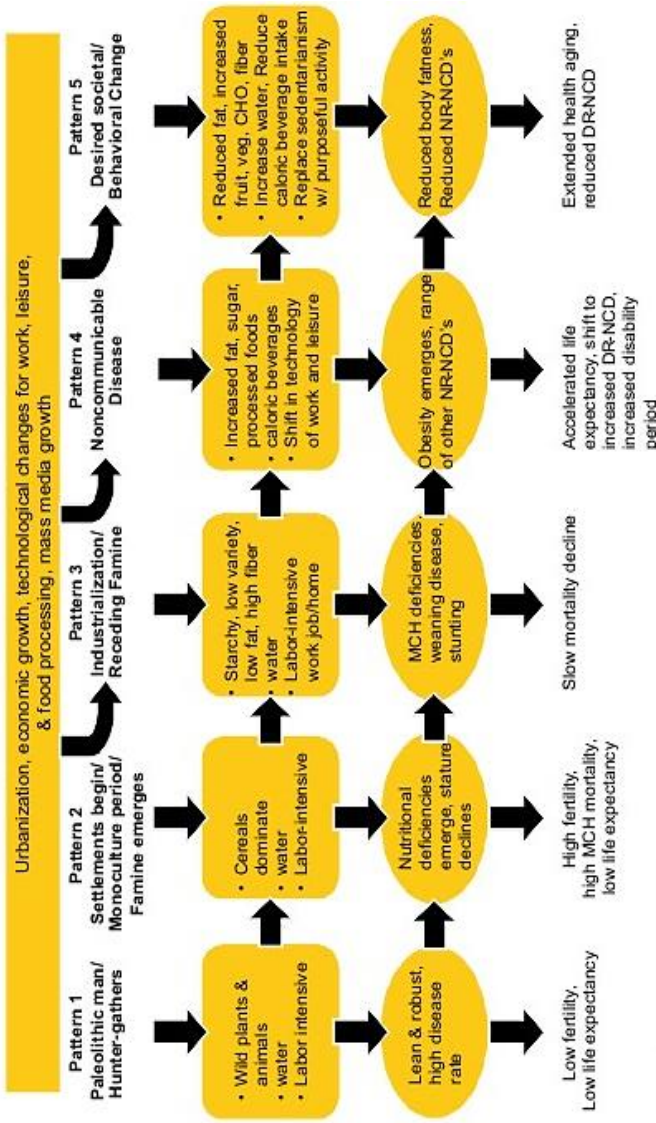
Pola pertama yaitu berburu/meramu (*collecting food*). Berbagai kelompok suku anak dalam mendapatkan makanan dari hasil berburu dengan karakteristik tinggi karbohidrat dan serat, serta rendah lemak terutama jenis lemak jenuh. Kadar lemak tidak jenuh (PUFA) pada hewan hasil buruan lebih tinggi dibandingkan hewan hasil ternak. Aktivitas fisik yang

tinggi sehingga tidak ditemukan kasus obesitas pada tiap suku pedalaman.

Pola kedua yaitu kelaparan akibat kekurangan pangan. Saat keragaman pangan berkurang, terjadi penyesuaian pola makan. Kekurangan pangan ini bervariasi antar waktu dan tempat, seperti akibat perang atau krisis bencana alam. Status sosial di masyarakat juga berpengaruh terhadap ketahanan pangan pada kondisi kritis, karena memiliki kesempatan lebih besar dalam mengakses pangan. Jenis aktivitas pada pola kedua ini terjadi sedikit perubahan dan tidak begitu memengaruhi status gizi. Status gizi lebih dipengaruhi karena kekurangan asupan makan.

Pola ketiga, setelah kondisi krisis terlewati, adanya perbaikan gizi dengan meningkatnya konsumsi buah-buahan, sayuran, dan protein hewani. Pada tahapan ini pola aktivitas mulai berubah, masyarakat mulai tidak aktif pada waktu luang. Pola keempat dengan kondisi yang sudah nyaman, terutama pada komunitas dengan pendapatan tinggi, munculnya gaya hidup sedentari disertai konsumsi makanan tinggi lemak, kolesterol, gula, makanan olahan, sehingga meningkatkan prevalensi obesitas yang memicu kejadian PTM.

Pola terakhir yaitu adanya kesadaran untuk mencegah atau memperlambat kejadian PTM serta memperpanjang keadaan sehat sehingga memperbaiki pola makan dan meningkatkan aktivitas fisik. Perubahan tersebut terjadi akibat kesadaran pribadi maupun kesuksesan kebijakan pemerintah. Sebagai contoh selepas pandemi Covid-19 masyarakat lebih rutin berolahraga dan memperbaiki pola makan (Popkin 2026)



Source: Popkin 2002 revised 2006.

Gambar 5.1 Tahapan Transisi Gizi
(<https://www.nutrans.org/whatis/>)

Gaya hidup yang semakin modern dan berkembangnya ekonomi serta urbanisasi mengubah pola konsumsi makanan dan aktivitas fisik masyarakat. Urbanisasi, perpindahan penduduk dari desa ke kota, membawa perubahan besar dalam lingkungan dan akses terhadap pangan. Dewasa ini dengan kemajuan teknologi, masyarakat tidak harus melangkah keluar rumah untuk memperoleh sepiring nasi beserta lauknya. Ciri khas di wilayah urban saat ini yaitu menjamurnya makanan cepat saji dan *ultra-processed food* (UPF) meningkat, konsumsi makanan instan meningkat dampak dari pola kerja yang padat, dan akses terhadap makanan segar (buah/sayur) seringkali lebih mahal dibanding makanan olahan.

Urbanisasi merupakan salah satu faktor utama yang mempercepat transisi gizi di negara berkembang, karena masyarakat kota cenderung mengkonsumsi makanan dengan tinggi lemak jenuh, gula, dan garam, serta kurangnya konsumsi serat. Perubahan gaya hidup juga berubah seiring berjalannya waktu, seperti banyak jenis pekerjaan yang menghabiskan waktu di depan layar (duduk lama/*sedentary*) dan meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor, sehingga aktivitas fisik seperti berjalan kaki semakin berkurang. Hal tersebut diperparah dengan kondisi di beberapa kota yang tidak ramah pejalan kaki karena fasilitas yang ada tidak aman.

Perubahan pola konsumsi juga memengaruhi transisi gizi, dengan jenis makanan yang tidak sehat yaitu tinggi garam, gula dan minyak jenuh. Pola makan tidak teratur akibat padatnya pekerjaan dan tuntutan target waktu, ditambah porsi hidangan yang lebih besar, hal tersebut menyumbang kalori yang tinggi

namun rendah zat gizi. Pengaruh globalisasi, masuknya budaya makan barat (*western diet*) dan iklan dari berbagai media memengaruhi pilihan makanan.

Transisi gizi ini memberikan dampak ganda, meningkatnya kasus kejadian penyakit tidak menular seperti obesitas, diabetes melitus dan penyakit jantung. Bersamaan dengan munculnya PTM, masalah kekurangan gizi (*stunting*) dan kelebihan gizi (*obesitas*) juga meningkat, atau yang dikenal dengan istilah *triple burden of malnutrition*. Fenomena turunnya kasus *stunting* pada balita, namun kasus kelebihan berat badan dan obesitas meningkat, terutama pada keluarga dengan ekonomi menengah kebawah. Hal tersebut terjadi karena terpaparnya anak dari kecil dengan makanan *ultra processed foods* (UPF). Ciri dari UPF yang dikonsumsi oleh anak yaitu tingginya kandungan garam dan gula, dapat dilihat pada kemasan makanan pabrikan yang dikonsumsi anak.

3. Peran Gender dalam Pengelolaan Pangan Keluarga.

Perempuan adalah ibu bangsa. SDM kita bergantung pada kaum ibu yang mengasuh, mendidik, dan membesarkan anak-anaknya. Perempuan di jaman praindustri adalah ibu-ibu rumah tangga yang bertanggung jawab mengelola urusan domestik keluarganya. Untuk membuat kaum perempuan semakin terampil dalam urusan rumah tangga ini, maka di universitas-universitas di luar negeri dimunculkan Department of Home Economics yang mengajarkan teknik memasak untuk mencukupi gizi keluarga, menjahit, atau mengelola keuangan keluarga.

Dalam perjalanannya dan seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan industri, maka kaum perempuan akhirnya memasuki dunia kerja profesional

yang menuntut banyak curahan waktu dan tenaga. *Cost* yang harus diambil adalah hilangnya atau berkurangnya kesempatan untuk mengasuh anak-anaknya, termasuk hilangnya kesempatan untuk menyusui dengan air susu ibu (ASI) secara cukup.

Saat ini tuntutan ekonomi dirasakan semakin berat. Kaum perempuan mau tidak mau harus menjatuhkan pilihan untuk bekerja membantu suaminya. Perempuan pekerja secara matematis mendapat beban yang lebih berat dibandingkan kaum pria karena selain sebagai pekerja kaum perempuan ini juga melaksanakan tugas-tugas domestik sebagai ibu rumah tangga.

Dalam situasi krisis, perempuan akan mengambil peran yang lebih besar untuk menjamin terpenuhinya kebutuhan pangan rumah tangga. Perempuan akan terlibat langsung dalam proses produksi dan mengontrol pemanfaatan sumber daya sehingga konsumsi pangan seluruh anggota rumah tangga terpenuhi.

Banyak penelitian membuktikan bahwa perempuan, khususnya di negara sedang berkembang, terlibat dalam pekerjaan yang sangat ekstensif dari segi waktu. Mereka adalah ibu rumah tangga yang sekaligus juga pencari nafkah untuk mendukung ekonomi keluarga. Pekerjaan domestik seperti memelihara anak dan mengatur rumah tangga tidak bisa dilepaskan dari peran besar perempuan yang melaksanakan tugas tersebut tanpa pamrih.

Di perdesaan perempuan secara aktif terlibat dalam kegiatan pertanian subsisten (untuk mencukupi kebutuhan keluarga sendiri). Di perkotaan, buruh-buruh industri kini banyak yang mempekerjakan kaum

perempuan seperti di industri garmen, rokok dll. Demo pekerja yang sering dilakukan pada Hari Buruh bermuara pada keinginan agar buruh mempunyai akses yang lebih baik terhadap kecukupan pangan dan kebutuhan lainnya.

Keterlibatan perempuan dalam pekerjaan domestik dan pekerjaan yang berorientasi untuk meningkatkan ekonomi rumah tangga, ternyata tidak dibarengi oleh asupan gizi yang memadai. Padahal perempuan juga mendapat tambahan tugas reproduksi yakni mengandung anak-anaknya. Perempuan dan anak-anak adalah kelompok yang sangat rawan terhadap kekurangan pangan.

Pada umumnya jika perempuan memasuki peran yang dulunya hanya dilakukan oleh pria, maka *rewards*-nya selalu lebih rendah. Jadi dapat dikatakan bahwa berbagi peran tidak mendatangkan masalah sama sekali bagi perempuan dan pria, tetapi berbagi *rewards* itu urusan nanti.

Di Bangladesh *sex sequential* dilakukan dalam proses produksi padi yaitu pria melakukan pekerjaan di sawah atau ladang, perempuan bertugas dalam proses pascapanen, dan dilanjutkan lagi dengan peran pria dalam pemasaran hasil. Sementara di Gambia *sex segregated* dilakukan dalam bentuk pria bertanggung jawab untuk proses produksi sorghum, sedangkan perempuan dalam produksi padi secara tradisional. Kasus di Gambia ini secara jelas menggambarkan peran perempuan dalam mewujudkan ketahanan pangan rumah tangga yakni sebagai produsen padi.

Pemerintah mempunyai tugas berat untuk merealisasikan tercukupinya kebutuhan pangan baik di level nasional maupun rumah tangga. Masalah-

masalah pangan di tingkat rumah tangga tidak kalah kompleksnya dibandingkan persoalan pangan di level nasional. Mengingat demikian besarnya peran perempuan dalam memenuhi kebutuhan pangan rumah tangga, maka kebijakan yang mengarah pada pemberdayaan perempuan adalah sangat penting.

Salah satu tugas domestik yang maha penting bagi perempuan adalah menyusui anaknya yang masih bayi atau baduta. Tugas domestik ini yang hendaknya tidak dipangkas oleh kebijakan kantor. Kalau perempuan harus menyusui anaknya secara eksklusif selama enam bulan, maka kantor atau instansi tempatnya bekerja harus mendukung hal ini. Oleh sebab itu, perlu diupayakan kebijakan cuti bagi perempuan yang mendukung perbaikan kualitas hidup bangsa.

Selama ini instansi pemerintah maupun swasta memberikan cuti melahirkan kepada kaum perempuan selama tiga bulan. Kebijakan cuti melahirkan ini kurang sejalan dengan sosialisasi praktek ASI eksklusif enam bulan. Namun, ada terobosan Gubernur Aceh yang mengeluarkan Peraturan Gubernur Nomor 49 tahun 2016 tentang Pemberian Air Susu Ibu Eksklusif yang di dalamnya mengakomodir cuti dalam lingkungan kepegawaian pemerintahan selama enam bulan untuk proses melahirkan dan menyusui. Pergub ini juga memberi ruang kepada pekerja laki-laki untuk mendapatkan libur selama tujuh hari untuk melakukan pendampingan kepada istri selama proses melahirkan. Lahirnya UU no 4 Tahun 2024 memberi peluang perempuan melahirkan untuk mendapatkan cuti 6 bulan ((3 bulan pertama + 3 bulan dengan kondisi khusus/medis).

Air Susu Ibu (ASI) adalah makanan pertama yang dikenal seorang anak, di dalamnya terkandung zat kekebalan tubuh, omega-3 dan omega-6 untuk kecerdasan anak, dan nutrisi lainnya untuk mendukung tumbuh kembang bayi. Asupan gizi pada usia bayi dan baduta sebagian tergantung pada kemampuan ibu menyusui.

Organisasi Kesehatan Sedunia WHO melaporkan pemberian ASI secara eksklusif hingga usia enam bulan bisa mencegah kematian lebih dari 200 ribu bayi setiap tahun. ASI memberi manfaat kesehatan seumur hidup, orang yang pernah mendapat ASI sewaktu bayi memiliki kemungkinan lebih kecil menghadapi masalah berat badan atau obesitas dalam hidupnya kelak. Mereka juga kurang rentan terhadap diabetes dan tampil lebih baik dalam uji kecerdasan. Seorang pakar ASI di Departemen Urusan Gizi bagi Kesehatan & Pembangunan WHO - Carmen Casanovas - mengatakan, hampir semua ibu secara fisik mampu memberi ASI dan akan melakukannya jika mereka memiliki dukungan dan informasi yang akurat. Namun data menunjukkan hanya sedikit - yaitu 4 dari 10 anak di dunia - yang saat ini memperoleh ASI eksklusif.

Perempuan perlu diberi kesempatan untuk membesarkan anaknya dengan baik. *Maternal bonding* dalam enam bulan awal kehidupan seorang anak sangat penting. Seorang bayi akan merasa aman dan nyaman dalam dekapan ibunya ketika dia disusui.

Meningkatkan praktek ASI eksklusif di Indonesia tidak cukup dengan hanya melakukan pendidikan gizi dan kesehatan bagi ibu hamil. Harus ada kemauan politik dari pemerintah agar ibu yang baru melahirkan diberi kesempatan penuh menyusui bayinya selama

enam bulan, yakni melalui pemberian cuti bekerja sesuai dengan lama pemberian ASI eksklusif.

Negara telah melakukan upaya-upaya perbaikan gizi dan kesehatan melalui pemberian makanan tambahan bagi balita, fortifikasi gizi mikro pada bahan makanan, imunisasi, dan pemberian suplemen besi/vitamin A. Semuanya memakan biaya besar, dan ini harus diakui sebagai wujud perhatian pemerintah terhadap nasib anak-anak. Sangat besar biaya yang harus dipikul rumah tangga karena harus membeli susu formula sebagai pengganti ASI. Negara yang menaruh perhatian terhadap kualitas SDM-nya tentu tidak akan ragu menetapkan kebijakan yang berpihak pada membaiknya tumbuh kembang anak. Indonesia adalah negara dengan jumlah penduduk miskin sangat banyak. Penduduk miskin ini tidak seyogyanya membelanjakan penghasilannya yang pas-pasan untuk membeli susu formula karena mereka telah dibekali Tuhan dengan ASI sebagai makanan pertama dan gratis bagi anak-anaknya.

Apabila ada kejadian gizi buruk menimpa seorang anak, maka seringkali ibu (perempuan) yang dipersalahkan. Gizi buruk tentu bukan melulu tanggung jawab perempuan, karena laki-laki (ayah) juga turut andil dalam pola asuh anak. Bahkan negarapun ikut berperan dan berkontribusi ketika generasi bergizi buruk bermunculan.

State neglect adalah untuk menggambarkan manakala suatu negara membiarkan warganya sulit mengakses pangan untuk menunjang gizinya. Keterbatasan akses pangan bisa terjadi ketika negara gagal mengatur harga pangan, lalai dan tidak membuat program-program pengentasan kemiskinan, atau

membuat kebijakan yang merugikan sistem pengupahan tenaga kerja.

Perlu digarisbawahi pernyataan Bank Dunia yang menyebutkan bahwa investasi perbaikan gizi akan mendatangkan keuntungan jangka pendek dan jangka panjang bagi suatu bangsa. Investasi gizi akan menghasilkan SDM berkualitas dan produktif yang bermuara pada membaiknya status kesejahteraan dan sekaligus mendorong pertumbuhan ekonomi.

Itulah sebabnya pinjaman Bank Dunia untuk proyek-proyek perbaikan gizi di banyak negara berkembang meningkat berkali-kali lipat. Gizi menjadi fondasi masa depan produktivitas bangsa. Gizi bangsa yang baik akan terwujud apabila masyarakatnya mempunyai akses terhadap pangan yang beragam dan berkualitas. Kualitas konsumsi pangan antara lain dicerminkan oleh tingkat konsumsi pangan hewani masyarakat.

Perempuan yang bekerja akan kehilangan waktu untuk mengasuh dan membesarkan anaknya secara optimal. Ini bagaikan buah simalakama, sebab seandainya ibu tidak bekerja dan penghasilan suami tidak mencukupi, maka seluruh anggota keluarga (termasuk anak balita) akan mengalami defisit konsumsi gizi.

Banyak perempuan memainkan peran ganda. Tat kala berperan sebagai ibu maka dia harus mengasuh anak-anaknya. Apabila dia juga bekerja, maka perempuan menjadi kontributor penghasilan keluarga. Sebagian perempuan ada yang aktif dalam organisasi kemasyarakatan (misalnya menjadi kader masyarakat).

Sumberdaya keluarga yang berkualitas pada akhirnya akan sangat ditentukan oleh kaum perempuan. Upaya-upaya untuk meningkatkan pendidikan perempuan, serta memudahkan akses mereka untuk memperoleh pelayanan kesehatan dan gizi akan berdampak besar pada kualitas bangsa secara keseluruhan.

Persoalan gizi adalah fenomena kompleks. Unicef menyebutkan bahwa kendala ekonomi atau kemiskinan merupakan hal paling mendasar yang menyebabkan anak-anak balita terpuruk akibat busung lapar. Sebuah penelitian di NTB mengungkapkan kebiasaan poligami berdampak buruk bagi balita karena pola asuh menjadi tidak optimal dan ibu balita harus *pontang-panting* menjadi pilar utama ekonomi keluarga.

Untuk mengatasi persoalan gizi di Indonesia, pemerintah mengandalkan posyandu sebagai ujung tombak di lapangan yang diharapkan mampu mendeteksi kasus-kasus gizi kurang sedini mungkin. Namun, kinerja posyandu saat ini masih belum optimal. Hal ini dikarenakan rendahnya kemampuan kader dan belum maksimalnya dukungan pendanaan dari pemerintah. Sejak tahun 1999 telah dilakukan revitalisasi posyandu, tetapi ternyata gaungnya tidak terdengar.

Sebuah penelitian tentang posyandu mengungkapkan bahwa persentase partisipasi anak yang datang ke posyandu hanya 58,4%. Anak-anak balita sudah *drop-out* dari posyandu ketika usia 2-3 tahun. Mereka kemudian terdaftar di PAUD (Pendidikan Anak Usia Dini) dan posyandu akhirnya semakin ditinggalkan.

Tantangan bagi pemerintah adalah agar segera merevitalisasi posyandu. Urusan SDM jangan pernah diabaikan. Pemerintah pusat dan daerah harus mengambil tanggung jawab besar dalam merumuskan dan membiayai program gizi. Kerjasama dengan swasta untuk merevitalisasi posyandu bukanlah hal tabu. Posyandu versi revitalisasi harus menitikberatkan monitoring pada aspek tumbuh (berat, tinggi badan, dan lingkar kepala) dan kembang (aktif, tanggap) seorang anak. Ini merupakan terobosan penting untuk perbaikan program gizi, sehingga posyandu akan semakin diminati sebagai layanan tumbuh-kembang anak.

Pelayanan posyandu yang sangat krusial untuk segera diperbaiki adalah pemberian makanan tambahan yang berkualitas (bukan lagi secangkir kacang ijo). Untuk mendongkrak kinerja posyandu, maka kader-kadernya yang mayoritas perempuan perlu dihargai pemerintah, misalnya: keluarga kader dapat berobat gratis di layanan kesehatan yang ada, anak-anak kader mendapat beasiswa dan pendidikan gratis sampai SMA, atau kader memperoleh insentif bulanan yang memadai.

B. Ekonomi Pangan dan Kebijakan Publik

1. Aksesibilitas dan Daya Beli Pangan

Merosotnya tingkat kesejahteraan rakyat bisa terlihat dari terganggunya akses pangan rumah tangga. Program raskin atau bansos yang menjadi andalan pemerintah telah menjadi penolong bagi rakyat miskin untuk tetap bisa makan nasi.

Sebagian orang berpendapat bahwa kebijakan raskin kurang mendukung pencapaian diversifikasi pangan pokok. Namun, menolong orang miskin kiranya lebih utama daripada sekedar menganekaragamkan konsumsi pangan rakyat.

Penetapan rumah tangga miskin untuk menysasar yang berhak menerima raskin terkadang masih memunculkan komplikasi di lapangan. Meski jumlah penduduk miskin hanya 23,8 juta orang, namun raskin didistribusikan pada sasaran yang jauh lebih banyak dibandingkan angka kemiskinan tersebut. Ini menunjukkan betapa pemerintah telah “berbaik hati” kepada rakyatnya.

Penting disadari bahwa target dari raskin adalah keluarga miskin, dan oleh karena itu perlu dirumuskan secara tegas siapa yang dapat digolongkan sebagai rumahtangga miskin. Beberapa indikator yang sebaiknya dipertimbangkan sebagai kriteria kemiskinan antara lain: konsumsi pangan hewani (daging, telur) yang rendah, mempunyai anak usia SD tetapi tidak bersekolah, tidak mampu berobat bila sakit, mempunyai anak balita kurang gizi, bekerja sebagai buruh, atau tidak mempunyai pekerjaan tetap. Masih banyak lagi indikator sosial ekonomi yang dapat dirumuskan baik oleh pemerintah pusat ataupun pemerintah daerah.

Indonesia pernah mengalami krisis ekonomi tahun 1998. Dengan berakhirnya krisis ekonomi tidak berarti seluruh masyarakat miskin kemudian menjadi sejahtera. Jutaan rakyat Indonesia saat ini tetap dalam kondisi kemiskinan dan mereka harus dibantu untuk memperoleh penghidupan yang layak.

Beberapa kali Indonesia mengalami naik turunnya harga BBM. Inflasi kemudian terjadi, ini adalah sesuatu yang memang sudah dapat diprediksi. Bila harga BBM naik, maka berkurangnya daya beli masyarakat dan tentu akan berdampak terhadap kualitas hidup sehari-hari.

Strategi *coping* yang dapat dilakukan oleh masyarakat bila harga BBM naik adalah menggadaikan barang yang dimilikinya, berhutang, atau mengurangi kuantitas dan kualitas pangan yang akan dikonsumsinya. Jelas kiranya bahwa rendahnya daya beli akan menyebabkan rakyat kurang makan. Dalam jangka panjang ancaman kurang gizi akan semakin menyeruak.

Ada yang mengatakan bahwa saat ini bukan pada tempatnya kita menyampaikan penderitaan rakyat dengan tata bahasa yang halus atau tersamar. Terminologi kurang gizi, kurang makan, ataupun busung lapar adalah setali tiga uang. Ketiga-tiganya cermin ketidakcukupan konsumsi pangan akibat kemiskinan. Media massa saat ini tidak menabukan lagi untuk memakai kata busung lapar sebagai pengganti gizi buruk. Banyak rakyat mengeluhkan tingkat kesulitan hidup yang dialaminya. Kemiskinan tetap menjadi pekerjaan rumah (PR) besar bangsa Indonesia. Pencapaian MDG's yang relatif sulit diraih adalah pengentasan kemiskinan.

Kemiskinan adalah penyebab dasar dari segala persoalan terkait peningkatan mutu sumber daya manusia (SDM). Mengapa persoalan kurang gizi di Indonesia sulit teratasi? Mengapa perbaikan gizi berjalan stagnan? Karena, persoalan kemiskinan belum teratasi dengan baik.

Mewaspadaai kurang makan atau kurang gizi pada masyarakat kelas bawah tentu bukan hal yang mengada-ada. Berubahnya pola makan dan frekuensi makan seiring dengan naiknya harga pangan harus dicurigai sebagai salah satu bentuk semakin rendahnya kualitas kehidupan.

Fenomena berebutan daging kurban di Hari Idul Adha atau berebutan zakat di Hari Idul Fitri mengindikasikan dua hal. Pertama, bangsa ini masih miskin secara ekonomi dan kedua kita miskin akan etika ketertiban, antri, dan disiplin.

Mengapa rakyat kita rela antri berjam-jam dan berebutan kupon daging kurban? Karena mereka jarang makan daging. Ada anekdot menyebutkan bahwa hanya satu hari dalam seminggu rata-rata rakyat Indonesia bisa makan empat sehat lima sempurna, enam hari lainnya mereka menjadi vegetarian (karena kemiskinan). Tak mengherankan bila sekitar 20% balita Indonesia tergolong *stunting* (pendek), demikian pula anak-anak usia sekolah banyak yang tidak bisa mencapai tinggi badan optimal.

Di tengah hiruk-pikuk polemik tentang swasembada pangan, kita tersentak oleh kenyataan bahwa kualitas konsumsi bangsa kita masih tertinggal jauh dari negara-negara tetangga. Potret kemiskinan ditinjau dari konsumsi pangan menunjukkan bahwa akses pangan masyarakat masih menjadi problem. Meski demikian data BPS menunjukkan terjadinya pengurangan rakyat miskin, ini hal yang harus diapresiasi. Dunia lain

Akses pangan akibat kemiskinan semakin parah ketika pemutusan hubungan kerja (PHK) terjadi secara bergelombang pada berbagai industri di negara kita,

PHK juga terjadi di belahan dunia lain. Dampaknya sangat jelas yaitu kehidupan masyarakat yang semakin menderita. Dunia yang kurang adil telah menyebabkan kemiskinan semakin sulit teratasi. Kemiskinan menjadi persoalan dunia, bukan hanya persoalan bangsa Indonesia.

Kesejahteraan global dan perkembangan teknologi yang diraih umat manusia melaju sangat pesat pada seabad terakhir dibandingkan abad-abad sebelumnya. Namun pertumbuhan yang mencengangkan ini terdistribusi secara tidak adil. Rata-rata penghasilan masyarakat di 20 negara terkaya adalah 37 kali lipat dibandingkan 20 negara termiskin.

Evolusi program pengentasan kemiskinan telah terjadi sejak 50 tahun lalu. Pada tahun 1950an dan 1960an, investasi berupa pembangunan sarana fisik dan infrastruktur dianggap sebagai strategi jitu untuk melawan kemiskinan. Sekitar tahun 1970an barulah disadari bahwa investasi seperti itu tidak cukup, oleh sebab itu mulai diterapkan kebijakan yang berorientasi pada perbaikan pendidikan dan kesehatan. *World Development Report* 1990 mengusulkan dua strategi mengatasi kemiskinan yaitu dengan meningkatkan pertumbuhan lapangan kerja melalui keterbukaan ekonomi, dan terus menekankan pentingnya perhatian terhadap pendidikan dan kesehatan.

Tanpa strategi ekonomi yang memadai, maka orang miskin akan semakin menderita. Di bawah tekanan-tekanan ekonomi yang terjadi, orang miskin harus tetap mendapat garansi untuk mengakses berbagai pelayanan yang menjadi haknya.

Berbicara tentang *lost generation* mungkin sudah membosankan. Namun demikian, mengingatkan sekali lagi persoalan nasib bangsa di masa depan adalah kewajiban kita semua sebagai warga negara. Negara ini tidak dapat dijalankan dengan baik oleh generasi-generasi berotak kosong. Rendahnya akses pangan menyebabkan kurang gizi dan yang kemudian berdampak pada lahirnya bangsa yang tidak cerdas. Bangsa bodoh akan melahirkan bangsa miskin dan demikian pula sebaliknya. Kini menjadi tugas pemerintah untuk meluncurkan program-program pemberdayaan masyarakat agar daya beli dapat terkontrol dan bangsa ini terbebas dari ancaman kurang makan ataupun kurang gizi.

2. Kebijakan Pemerintah dalam Penanggulangan Masalah Gizi

Prevalensi masalah gizi balita *stunting* tahun 2024 adalah 19,8%. Telah terjadi penurunan dari tahun-tahun sebelumnya secara bertahap. Pemerintah melakukan percepatan penanganan *stunting* dengan melakukan beberapa program di masyarakat. Pada tahun 2018 seratus kabupaten/kota pada awalnya menjadi target pengentasan *stunting*. Guna melakukan percepatan tersebut, pemerintah mendapatkan pinjaman sebesar US\$ 400 juta atau setara Rp 5,8 triliun (kurs Rp 14.500) dari World Bank.

Pada saat intensifikasi program *stunting*, desa yang dinyatakan sebagai lokus *stunting* memiliki dua keuntungan. Pertama, dana desa lebih cepat cair dan dapat segera dimanfaatkan untuk pembangunan sarana fisik maupun pemberdayaan masyarakat. Kedua, berbagai program atau bantuan dari dinas-dinas tingkat kabupaten maupun dari pemerintah pusat pada

saat itu banyak yang lebih mengarah di desa lokus *stunting*.

Pada awalnya pemerintah hanya mendistribusikan makanan tambahan kepada ibu hamil dan anak-anak. Ini memang merupakan langkah krusial dalam penanggulangan *stunting*. Bantuan pangan hewani (misal telur dan atau susu) untuk anak *stunting* diperlukan karena pangan hewani masih dianggap mahal oleh sebagian masyarakat. Problem *stunting* sering berkaitan dengan latar belakang sosial ekonomi yang kurang menguntungkan, status kesehatan dan gizi ibu yang tidak optimal, tingginya kejadian penyakit, dan/atau praktik pengasuhan serta pemberian makan yang tidak memadai pada fase awal kehidupan (Khomsan *et al.* 2024).

Dalam perjalanannya disadari bahwa persoalan *stunting* akan lebih cepat diatasi jika pendistribusian makanan tambahan diikuti dengan perbaikan pola hidup dan kondisi lingkungan tempat tinggal. *Stunting* bukan hanya masalah makanan, tapi juga berkaitan dengan kesehatan lingkungan dan ketersediaan air bersih. Jadi semuanya harus bekerja dan harus terintegrasi.

Mengatasi *stunting* di desa dapat dilakukan dengan intervensi spesifik dan sensitif. Kedua intervensi sebaiknya dipadukan agar penanganan masalah *stunting* sifatnya berkelanjutan. Contoh intervensi spesifik adalah pemantauan tumbuh kembang balita di posyandu, imunisasi, pemberian vitamin A dan Program Makanan Tambahan (PMT) baik untuk anak maupun ibu hamil. Periode balita yang sering disebut *golden age* menjadi titik rawan bagi seorang anak untuk mengalami gangguan gizi.

Pemberian ASI dan makanan pendamping ASI (MP-ASI) yang tidak sesuai serta terjadinya infeksi berulang merupakan faktor penyebab langsung kejadian *stunting* pada anak yang berusia di bawah dua tahun (Pangestuti, Khomsan, & Ekayanti 2022).

Intervensi sensitif contohnya adalah intervensi perbaikan kesehatan lingkungan, bantuan jamban sehat, program pengentasan kemiskinan Kementerian Sosial melalui distribusi Raskin/Rastra/BPNT atau Bantuan Pangan Nontunai, Program Keluarga Harapan (PKH), serta pemberdayaan perempuan. Kementerian Pertanian menyelenggarakan Program Pekarangan dan beberapa tahun terakhir telah membina Kelompok Wanita Tani untuk memanfaatkan pekarangan serta distribusi bantuan ternak unggas untuk memberi kemudahan akses pangan keluarga di perdesaan.

Persoalan konsumsi pangan yang menyangkut aspek kualitas (keragaman) dan kuantitas dapat berdampak buruk pada mutu kesehatan rakyat. Telah sejak lama diketahui bahwa konsumsi pangan dan infeksi (morbiditas) dapat menjadi indikator penting terjadinya masalah gizi. Prevalensi *stunting* bisa jadi berbeda karena proses pengumpulan data yang berbeda, akhirnya beragam data ini justru menyulitkan implementasi program eliminasi *stunting* di lapangan. Data mana yang akan dipakai sebagai indikator keberhasilan pengentasan *stunting*? Sesungguhnya kita tidak memerlukan beragam sumber data, cukup satu sumber data namun diperoleh dengan cara yang benar sehingga datanya valid untuk perencanaan program.

Stunting adalah cermin kekurangan gizi kronis yang berlangsung lama (bertahun-tahun). Asupan gizi di antaranya tergantung pada jenis asal pangan. Mereka

yang mengonsumsi pangan sumber karbohidrat dan lauk-pauk (telur, daging, ikan dan susu) sumber protein secara cukup akan mencegah dari masalah *stunting*. Sumber daya manusia (SDM) Indonesia benar-benar dipertaruhkan bila negara tidak mampu mengatasi *stunting*. *Stunting* sangat berdampak pada kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat karena sangat berhubungan dengan pertumbuhan dan perkembangan kemampuan anak (Hanum, Khomsan, & Heryatno 2014).

Sekitar 20% balita di Indonesia mengalami *stunting*, yang dapat berdampak negatif pada kecerdasan anak ketika mereka memasuki usia sekolah. *Stunting*, *wasting*, dan *underweight* merupakan gangguan pertumbuhan pada anak usia di bawah lima tahun yang disebabkan oleh kekurangan gizi di Indonesia. Kurangnya asupan gizi makro merupakan faktor risiko yang secara langsung memengaruhi terjadinya *stunting* (Aisyah, Khomsan, Tanziha, & Riyadi 2024). Penelitian di Madura menemukan bahwa banyak anak *stunting* (terutama yang berusia di bawah satu tahun) hanya diberikan nasi dan kuah, berbeda dengan anak dengan status gizi normal yang mengonsumsi makanan yang lebih beragam (Diana, Rachmayanti, Khomsan, & Riyadi 2022).

Dampak *stunting* yang dialami anak-anak usia tiga tahun telah dipelajari. Ketika mereka memasuki usia sekolah skor kemampuan membacanya lebih rendah 11-15 poin. Bahkan ketika dewasa, rata-rata penghasilan per kapita per tahun anak penderita *stunting* lebih rendah \$650-\$900 dari pada anak normal.

Mengubah pola konsumsi pangan dari dominan karbohidrat menuju keseimbangan gizi (cukup pangan hewani, kacang-kacangan, sayuran dan buah) tidak semudah membalik telapak tangan. Harus ada kemauan kuat pemerintah agar harga pangan bisa dikendalikan pada tingkatan yang terjangkau rakyat. Untuk itu, sektor pertanian harus lebih meningkatkan produksi pertanian yang bisa mencukupi kebutuhan akan pangan dengan memperhatikan konsep keberagaman.

Ketika Prof Poorwo Soedarmo pada tahun 1950-an mencetuskan Empat Sehat Lima Sempurna, konsep ini sama sekali tidak menyinggung berapa kuantitas dari masing-masing pangan yang harus dikonsumsi. Semangat yang diusung dalam moto tersebut sebenarnya lebih menekankan pentingnya keberagaman pola konsumsi untuk menunjang hidup sehat.

Empat dekade setelahnya yakni pada tahun 1996 Departemen Kesehatan mencetuskan Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS) yang berisi 13 pesan gizi. Kemudian tahun 2014 diubah menjadi Pedoman Gizi Seimbang (PGS) dengan 10 pesan gizi. Pesan no 1 menekankan pentingnya konsumsi aneka ragam makanan yang tiada lain dan tiada bukan identik dengan Empat Sehat Lima Sempurna.

Di tengah-tengah kesulitan ekonomi yang masih dialami masyarakat, harga pangan harus tetap terjangkau oleh rakyat miskin. Program bansos mulai dilakukan secara bertahap. Pada hakikatnya bansos akan sangat membantu keluarga yang balitanya *stunting* karena program tersebut memberikan bantuan

pangan berupa beras, telur dan pangan lainnya untuk asupan gizi keluarga miskin.

Intervensi spesifik dan sensitif harus benar-benar diutamakan kepada keluarga balita *stunting*, dan target lain yang juga tidak boleh terlewatkan adalah keluarga-keluarga miskin yang rawan memiliki balita *stunting*. Memutus rantai *stunting* pada prinsipnya dapat dilakukan dengan tiga hal yaitu pemberian subsidi pangan, perbaikan sanitasi, dan yang lebih utama meningkatkan kesejahteraan alias mengentaskan kemiskinan sehingga dari keluarga-keluarga di desa dapat terlahir anak-anak yang sehat dan tidak lagi *stunting*.

Berbagai kajian ilmiah telah mengungkap dampak buruk *stunting*. Kemampuan kognitif anak *stunting* diketahui lebih rendah sehingga mengakibatkan rendahnya mutu sumber daya manusia (SDM). Pada saat dewasa anak *stunting* akan lebih mudah mengembangkan penyakit tidak menular (misal diabetes) yang akan menurunkan produktivitas kerja, dan selain itu *stunting* menyebabkan generasi yang akan datang lebih mudah gemuk.

Kalau kita menelaah masalah *stunting*, maka yang juga harus kita cermati adalah problem di hulu. Salah satu target program gizi di hulu adalah remaja putri usia SMP-SMA. Memasuki periode remaja, ancaman gizi yang mereka hadapi adalah anemia. Anemia hingga kini masih menjadi problem gizi yang paling sulit diatasi. Salah satu penyebabnya adalah karena kurangnya asupan pangan hewani di kalangan masyarakat Indonesia. Konsumsi ikan, telur, daging, maupun susu yang rendah merupakan cermin kurangnya daya beli kita. Jadi, kalau saat remaja

mereka sudah mengalami anemia, maka pada periode selanjutnya yakni dewasa muda hingga memasuki jenjang pernikahan mereka akan senantiasa diintip problem gizi ini. Anemia di saat hamil mendatangkan risiko bayi lahir *stunting*. *Stunting* menjadi lingkaran setan yang sulit diatasi, kecuali dilakukan intervensi gizi sejak remaja.

Intervensi gizi andalan pemerintah untuk remaja putri adalah pemberian tablet tambah darah (TTD) yang harus diminum seminggu sekali sepanjang tahun. Dalam implementasinya program ini dapat dikatakan belum optimal. Mengapa? Meski ketersediaan TTD di tingkat puskesmas hingga sekolah sudah lebih dari cukup, namun kepatuhan remaja putri untuk minum TTD masih sangat rendah.

Berbagai alasan yang muncul di kalangan remaja putri untuk tidak minum TTD adalah karena rasa mual sehabis minum tablet, bau besi saat bersendawa, kurangnya edukasi sehingga TTD dianggap hanya cocok untuk wanita hamil, kurang optimalnya dukungan dari pihak sekolah dll.

Sepertinya hanya sektor kesehatan yang selama ini sibuk dengan program ini. Sebagai pihak yang bertanggung jawab dalam pengadaan TTD dan distribusinya hingga puskesmas dan sekolah, dinas kesehatan telah berperan secara signifikan dalam program TTD ini. Sementara sektor pendidikan dan agama yang memiliki siswi-siswi di tingkat SMP, SMA, dan Madrasah harus juga mendorong terjaganya kepatuhan para siswinya untuk minum TTD secara rutin.

Dalam praktiknya ketika pihak sekolah tidak mendeklarasikan hari tertentu sebagai hari minum TTD di sekolah dan membiarkan tablet diminum di rumah, maka kegagalan program ini sudah nampak di depan mata. Banyak siswi yang kemudian membuang tablet, tidak meminumnya sesuai anjuran, dan uang negara untuk program TTD Rematri hilang percuma.

Kegiatan monitoring kepatuhan minum TTD bersumber pada pihak sekolah. Bila monitoring tidak dilakukan serius dan pelaporan hanya sekedar memenuhi kewajiban administratif, maka sesungguhnya program TTD pada remaja putri menjadi tidak bisa diandalkan sebagai program hulu untuk mengatasi *stunting*. Akibatnya *zero new stunting* akan sulit diraih apabila remaja-remajanya sudah mempunyai problem gizi anemia sejak awal. *Zero new stunting* berarti ibu-ibu melahirkan anak tidak *stunting* dengan panjang badan lahir >48 cm.

Kewajiban ibu hamil untuk minum TTD selama tiga bulan dalam rentang kehamilannya adalah untuk menjaga agar ibu tidak menderita anemia dan kualitas bayi yang akan dilahirkan menjadi lebih baik. Ironisnya, angka anemia ibu hamil justru meningkat dari 37,1% (2013) menjadi 48,9% (2018). Risiko yang mungkin muncul dari ibu hamil anemia adalah lahirnya bayi dengan berat badan lahir rendah (<2,5 kg) atau panjang badan lahir kurang (<48 cm). Ini sekali lagi menunjukkan bahwa persoalan di hulu sangatlah besar dan harus dibenahi terlebih dahulu sebelum kita berharap pada penurunan angka *stunting* secara nasional.

Periode balita yang sering disebut *golden age* menjadi titik rawan bagi seorang anak untuk mengalami gangguan gizi. Problem kemiskinan akan menekan akses pangan keluarga. Anak balita termasuk kelompok rawan (*vulnerable group*) yang tumbuh kembangnya sangat dipengaruhi lingkungan sekitar terutama ketersediaan pangan di tingkat keluarga. Kemiskinan, buruknya sanitasi lingkungan, dan pola asuh yang tidak optimal akan melahirkan generasi *stunting*.

Dengan pendekatan *food-based approach* BKKBN telah mengembangkan wadah DASHAT (Dapur Sehat Atasi *Stunting*) berupa pemberdayaan masyarakat untuk bergotong royong membantu anak-anak *stunting* atau berisiko *stunting* untuk mendapatkan makanan sesuai anjuran gizi.

Generasi *stunting* akan mengalami keterbatasan wawasan karena secara intelektual mereka akan kalah dibandingkan anak-anak yang pertumbuhannya normal. Dengan kemampuan kognitif yang rendah, ini akan mengancam daya saing generasi yang akan datang.

Anemia adalah problem gizi yang belum tuntas sejak berpuluh tahun yang lalu. Di negara-negara maju yang masyarakatnya cukup mengonsumsi pangan hewani, diketahui problem anemia jarang muncul. Oleh sebab itu, perbaikan gizi membutuhkan prasyarat penting yakni perbaikan kesejahteraan masyarakat. Membuka lapangan kerja dan pengurangan pengangguran serta pemberian upah yang layak sangatlah penting sebagai faktor pendukung utama eliminasi problem gizi mikro dan *stunting*.

BAB

6

KEBERLANJUTAN DAN MASA DEPAN

A. Pola Makan Berkelanjutan (*Sustainable Diets*)

Ketersediaan pangan secara kualitas dan kuantitas yang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan individu merupakan hak asasi yang harus terpenuhi. Tantangan yang ada saat ini menyebabkan tidak semua individu dapat mengakses pangan sesuai dengan kebutuhan, tetapi ada juga yang dapat menikmati bahkan berlebihan. Diet berkelanjutan adalah pola makan yang meningkatkan semua dimensi kesehatan dan kesejahteraan individu, dampak lingkungan yang rendah, mudah diakses, terjangkau, aman dan adil, serta dapat diterima secara budaya. Tujuan diet berkelanjutan adalah mencapai pertumbuhan dan perkembangan optimal setiap individu dan mendukung kesehatan fisik, mental, dan kesejahteraan sosial pada semua tahapan kehidupan pada saat ini dan untuk generasi mendatang (FAO & WHO 2019).

1. Prinsip Diet yang Ramah Lingkungan

Malnutrisi disebabkan oleh berbagai hal kompleks, salah satunya yaitu diet tidak sehat sebagai penyebab utama penyakit secara global. Diet atau pola makan saat ini dipengaruhi oleh urbanisasi, pasar dan perdagangan hasil pertanian secara global, pemasukan,

dan pemasaran yang masif di berbagai media. Berdasarkan hal tersebut, diet harus diperbaiki dengan memperhatikan rantai dari sistem pangan mulai dari produksi hingga pembuangan limbah makanan. Diet berkelanjutan merupakan salah satu langkah dalam memperbaiki diet.

Urusan makan dan minum tidak hanya sebatas mengenyangkan perut dan menyenangkan mata pada saat itu saja, tapi berdampak pada kehidupan di masa depan. Penerapan diet berkelanjutan ini dapat mencegah semua jenis malnutrisi, seperti gizi kurang, defisiensi zat gizi mikro, kelebihan berat badan dan obesitas. Selain itu juga dapat mempertahankan keragaman hayati dan kesehatan planet bumi. Prinsip diet yang masuk kedalam berkelanjutan yaitu ramah lingkungan dengan pendekatan aspek kesehatan yaitu:

- a. Mulai dari kehidupan awal yaitu inisiasi menyusui dini (IMD), pemberian Air Susu Ibu (ASI) eksklusif hingga enam bulan, dilanjut pemberian ASI hingga usia dua tahun yang dilengkapi dengan makanan pendamping ASI yang tepat,
- b. Makanan berasal dari beragam makanan non olahan atau makanan dengan minimal pengolahan, seimbang dengan beragam jenis kelompok makanan, juga membatasi makanan dan minuman olahan,
- c. Konsumsi berbagai sereal utuh, kacang-kacangan, beragam dan cukup konsumsi sayur dan buah
- d. Konsumsi telur, susu, unggas dan ikan dalam jumlah yang cukup, dan sedikit konsumsi daging merah
- e. Pilih minum air putih yang bersih dan aman

- f. Pemenuhan energi dan zat gizi untuk tumbuh dan berkembang untuk memenuhi kebutuhan sehingga dapat hidup dengan aktif dan sehat pada setiap siklus kehidupan
- g. Pemangku kebijakan konsisten mengikuti anjuran dari WHO dalam menurunkan risiko PTM yang berhubungan dengan diet, serta memastikan kesehatan dan kesejahteraan penduduk
- h. Memastikan keamanan pangan dengan minimal atau jika memungkinkan tidak ada sama sekali patogen, racun, dan agen penyebab penyakit keracunan

Pada aspek lingkungan, prinsip diet berkelanjutan dapat diterapkan dengan langkah:

- a. Menjaga efek rumah kaca, air, dan penggunaan lahan, penggunaan nitrogen dan fosfor serta polusi kimia dengan menentukan target (ranah pemerintah)
- b. Menjaga keragaman hayati dengan menjaga hasil bumi, pertanian dan peternakan dengan menghindari pemburuan hewan berlebihan di darat maupun di laut.
- c. Meminimalisir penggunaan antibiotik dan hormon pada produksi makanan
- d. Meminimalisir penggunaan plastik dan turunannya pada kemasan makanan dan minuman
- e. Menurunkan food loss dan food waste (tidak mubazir)

Pada aspek sosial budaya, diet berkelanjutan meliputi:

- a. Dibangun berdasarkan dan menghormati budaya lokal, praktik kuliner, pengetahuan, pola konsumsi dan nilai-nilai tentang cara makanan diperoleh, diproduksi, dan dikonsumsi
- b. Diet berkelanjutan dapat diakses dan diharapkan
- c. Menghindari dampak negatif terkait gender, misalnya pada saat persiapan makan di rumah, membeli bahan makanan, air dan pengadaan bahan bakar dilaksanakan bersama-sama, tidak menganut sistem patriarki (laki-laki hanya bertugas pencari nafkah/bekerja di luar rumah).

Prinsip di atas dapat diimplementasikan dengan mengubah sistem pangan dengan beberapa aksi yaitu:

- a. Menciptakan lingkungan yang mendukung melalui kebijakan pemerintah, menciptakan lingkungan yang mendukung melalui kebijakan pemerintah, insentif dan disinsentif, adanya payung hukum dan instrumen regulasi untuk mendukung produksi, distribusi, pelabelan dan pemasaran, serta konsumsi makanan beragam yang dapat berkontribusi pada diet berkelanjutan
- b. Memastikan kebijakan sejalan dengan berbagai kebijakan lintas sektor (pertanian, kesehatan, pendidikan, lingkungan, perdagangan, dll) dari lingkup daerah ke nasional dan internasional dengan mendiskusikannya bersama pemangku kebijakan yang berkaitan
- c. Menyusun data acuan yang representatif berkaitan dengan diet saat ini, bisa dengan mengkaji asupan berdasarkan usia, jenis kelamin, pemasukan, etnis, dan kondisi wilayah

- d. Identifikasi jenis pangan yang tersedia dan dapat dijangkau baik jumlah dan jenisnya dan memastikan apakah sesuai antara persediaan dan permintaan
- e. Analisis sistem pangan yang saat ini berlaku untuk mengidentifikasi potensi perubahan yang dapat diterapkan
- f. Mengukur dan menyeimbangkan aspek perdagangan untuk diet berkelanjutan tersedia, mudah diakses, terjangkau, aman, dan menarik bagi semua orang
- g. Memastikan pangan terjangkau dan diinginkan pada diet berkelanjutan sehingga tersedia dan mudah diakses oleh kelompok rentan. Atasi ketidakadilan dan kesenjangan
- h. Menyusun petunjuk diet berdasarkan pangan secara nasional
- i. Mendorong pengembangan kapasitas strategi untuk perubahan perilaku, termasuk pemberdayaan konsumen, dan pendidikan pangan dan gizi yang efektif.

Contoh sederhana penerapan pola makan berkelanjutan yaitu meningkatnya tren jajanan kukusan umbi-umbian dan kacang-kacangan yang sebaiknya terus dipertahankan, karena masuk kedalam aspek kesehatan, lingkungan dan sosial budaya. Hal sederhana, namun berdampak besar bagi kelangsungan hidup manusia saat ini dan di masa depan.

2. Pengurangan Jejak Karbon melalui Pilihan Pangan

Pilihan jenis pangan di piring kita berdampak langsung pada emisi gas rumah kaca (GRK). Emisi ini memicu pemanasan global, kenaikan suhu bumi, dan

perubahan iklim yang ekstrim. Pengukuran total emisi GRK disebut dengan jejak karbon, pada aspek pangan, setiap makanan yang dikonsumsi bergantung pada bagaimana makanan diproduksi, diangkut dan diproses. Kontribusi individu, komunitas, industri, produk atau pangan terhadap perubahan iklim dapat diukur dengan menghitung jejak karbon.

Perhitungan jejak karbon dalam siklus pangan meliputi produksi, pengolahan, penggunaan dan sisa, dengan melihat karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄) dan nitrogen oksida (N₂O) yang dihasilkan. Hasil dari perhitungan dilakukan penyetaraan terhadap potensi pemanasan global gas tersebut dengan karbon dioksida dalam kilogram (CO₂ e). Produksi pangan bertanggung jawab atas seperempat emisi GRK, dengan transportasi menyumbang jejak karbon makanan terbesar (Ginoga 2025). Sistem pertanian, peternakan dan penggunaan lahan menjadi sumber emisi GRK terbesar karena:

- a. Gas metana dari proses pencernaan hewan ternak
- b. Nitrat oksida dari pupuk yang digunakan petani
- c. Karbon dioksida dari pengalih fungsian hutan untuk perluasan lahan, misalnya perkebunan sawit sayur-sayuran, dan peternakan
- d. Emisi lainnya yang berasal dari pengelolaan pupuk kandang, budidaya padi, pembakaran sisa tanam, dan penggunaan bahan bakar di pertanian.

Sistem pendingin dan transportasi makanan, proses industri seperti pembuatan kertas dan alumunium untuk kemasan dan manajemen sisa makanan menyumbang GRK dalam jumlah kecil. Selain berdasarkan proses, jejak karbon juga dihitung berdasarkan jenis pangan. Makanan yang berasal dari hewan terutama daging merah, susu, dan tambak

udang penyumbang jejak karbon tertinggi karena beberapa alasan (Guimarães *et al.* 2024). Produksi daging membutuhkan padang rumput yang luas, seringkali dibuat dengan menebang pohon, sehingga melepaskan CO₂ yang tersimpan di hutan.

Sapi dan domba mengeluarkan gas metan dari rumput yang dicerna ditubuhnya. Limbah ternak dan pupuk kimia yang digunakan pada tanaman untuk pakan ternak menghasilkan nitrogen oksida, jenis gas penyumbang jejak karbon lainnya. Selain itu pada tambak udang biasa menempati lahan pesisir yang dulunya ditutupi hutan bakau, penyerap banyak karbon. Ketika dialihfungsikan, maka karbon yang tersimpan akan dilepas ke atmosfer.

Makanan yang bersumber dari tanaman, seperti sayur, buah, sereal utuh, kacang-kacangan, secara umum menggunakan energi, lahan, air yang rendah, dan lebih rendah jejak karbonnya dibanding makanan hewani. Oleh karena itu, diet dengan tinggi sumber pangan nabati lebih dianjurkan, juga mengurangi asupan lemak jenuh (mentega, susu, keju, daging, minyak kelapa, dan minyak kelapa sawit). Upaya tersebut dapat mengurangi jejak karbon secara signifikan dibandingkan pola konsumsi di sebagian besar negara industri. Protein alternatif seperti daging substitusi, menu dari serangga, daging berbasis sel (dalam agama Islam hukum konsumsi haram), dapat meningkat kebutuhannya di masa depan, menjadi investasi ekonomi dan membutuhkan inovasi teknologi.

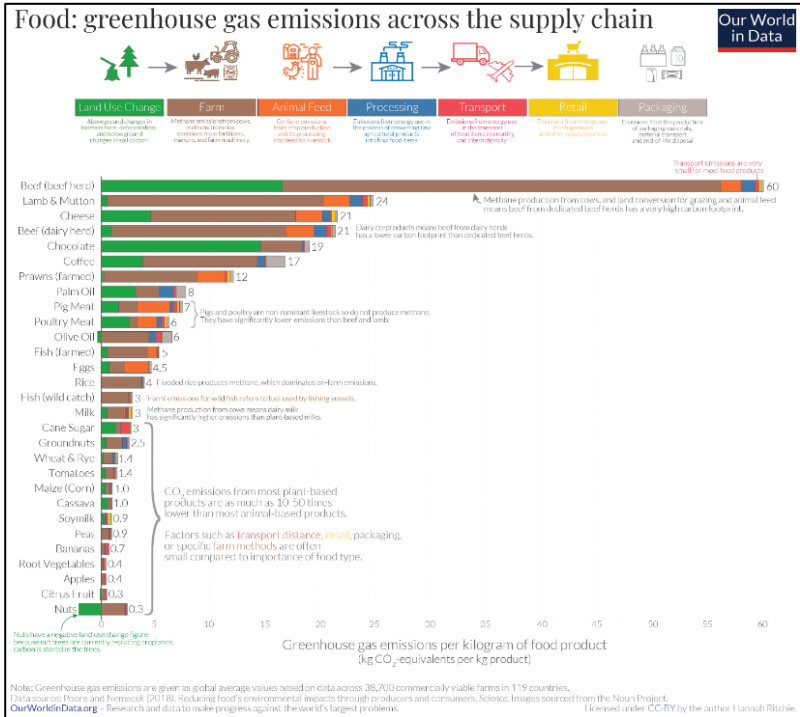
Di sisi lain, protein hewani penting sebagai sumber ketahanan pangan, gizi dan kehidupan bagi banyak orang, sehingga memperbaiki cara makan dan

proses saat hewan ditenak dapat menurunkan jejak karbon. Misalnya jumlah kawanan hewan yang lebih kecil namun lebih produktif, pengelolaan pupuk organik dari kotoran ternak, penggembalaan bergilir agar kondisi tanah dapat menyimpan karbon lebih banyak. Restorasi lahan juga dapat signifikan mengurangi emisi GRK (UN 2020).

Selain memanfaatkan protein alternatif, usahakan makan dengan gizi seimbang. Isi piringku menganjurkan jumlah sayur dan buah yang dikonsumsi dalam sekali makan yaitu setengah bagian, dan menganeekaragamkan jenis bahan makanan. Daging merah yang beredar di pasaran yaitu hasil impor dari luar negeri, jika dapat mengurangi konsumsi, jejak karbon bisa dikurangi. Hal lain yang dapat dilakukan yaitu coba untuk menggunakan resep berkelanjutan, belanja dengan membawa kantong sendiri dari rumah, dan mengurangi sampah sisa makanan merupakan upaya sederhana yang berpengaruh secara signifikan (Poore dan Nemecek 2018).

Mencoba resep yang memanfaatkan semaksimal mungkin bahan pangan, pemilihan bahan dengan jejak karbon rendah dapat diakses pada <https://www.un.org/sustainabledevelopment/actnow-food-challenge/>. Jika diterapkan di Indonesia, resep berkelanjutan sejenis makanan kudapan dengan bahan yang digunakan aneka sayur dengan saus kacang seperti ketoprak, gado-gado, lotek, pecel dan hidangan sejenisnya. Pada dasarnya makanan khas Indonesia banyak yang masuk pada jejak karbon rendah, namun berjamurnya makanan instan dan tren makanan viral kekinian lebih disukai terutama oleh generasi muda.

Memilih pangan lokal juga dapat mengurangi jejak karbon dengan meminimalisir tahapan transportasi distribusi bahan pangan. Pemilihan bahan pangan berkelanjutan akan lebih mudah dilakukan dimulai dari keluarga dan dikenalkan kepada anak sejak dini.



Gambar 6.1 Emisi Gas Rumah Kaca pada Jenis Pangan (Ritchie 2025)

3. Manajemen *Food Loss* dan *Food Waste*

Kontribusi jejak karbon yang ditimbulkan dari *food loss* dan *food waste* (FLW) di Indonesia tahun 2000-2019 rata-rata 7,29% emisi GRK. Kerugian yang ditimbulkan mencapai 213-551 triliun rupiah, setara 4-5% PDB Indonesia. Kerugian tersebut menyebabkan 61-125 juta orang kehilangan kandungan gizi (energi) atau 29-47% populasi Indonesia (Bappenas 2021). *Food*

loss (kehilangan pangan) yaitu pangan yang hilang akibat ketidaktepatan produksi pangan dan system rantai pasok karena manajerial dan keterbatasan teknis. Sedangkan *food waste* atau limbah pangan yaitu perilaku keliru dalam perencanaan maupun kebiasaan membuang makanan di tingkat retail maupun konsumen.

Food loss dapat berupa susut fisik, yaitu kerusakan yang dapat diamati dengan kasat mata seperti busuk karena serangan hama penyakit, patah karena penanganan pascapanen yang kurang tepat. Bisa juga berupa susut mutu, kerusakan yang terjadi sama-sama karena penanganan yang kurang tepat, misalnya karena pemanenan dini sehingga umur simpan singkat, kandungan gizi berkurang. *Food waste* adalah sisa makanan dan minuman baik bahan jadi, setengah jadi, atau bahan mentah yang terjadi di rumah tangga, restoran, ataupun tempat makanan massal dan pengecer. Sisa makanan ada bagian yang masih dapat dikonsumsi, dan bagian yang tidak dapat dikonsumsi (tulang, kulit, dll).

Food waste termasuk kedalam pemborosan pangan. Tingginya sisa makanan di Indonesia dipengaruhi budaya masyarakat yang terbiasa makan bersama, membeli bahan pangan dan pangan olahan berlebihan, dan mengambil makanan melebihi kebutuhan sehingga terbuang begitu saja. Kebiasaan tersebut dipengaruhi berbagai faktor, yang menjadi perhatian adalah belum adanya kesadaran dari masyarakat terhadap limbah makanan. Padahal kerugian yang muncul dapat memperbaiki status gizi anak Indonesia. Jangan sampai terjadi kembali bencana seperti tahun 2005, kasus TPA Leuwigajah meledak

karena gas metana yang muncul dari tumpukan sampah sisa makanan.

Salah satu upaya mempertahankan mutu agar tidak terjadi susut, yaitu penggunaan kemasan. Kemasan pangan juga dapat memuat informasi produk sehingga dapat menarik hati konsumen. Beberapa manajemen yang diterapkan berdasarkan kebijakan pemerintah dalam menurunkan *food loss* yaitu penerapan *Good Agriculture Practices* (GAP), *Good Handling Practices* (GHP), *Good Distribution Practices* (GDP), *Good Manufacturing Practices* (GMP), meningkatkan teknologi budi daya, meningkatkan penyuluhan dan infrastruktur, serta memperkuat akses pasar. Sedangkan untuk mengurangi *food waste* beberapa upaya yang dilakukan oleh pemerintah, antara lain:

- a. Kampanye dan sosialisasi secara intensif; pendekatan melalui nilai budaya dan agama
- b. Pemanfaatan menjadi kompos
- c. Inovasi teknologi; aplikasi atau platform daring yang membantu menyalurkan makanan yang hampir kedaluwarsa di tingkat retail, hotel, rumah makan dll agar dapat disalurkan
- d. Regulasi dan kebijakan; peraturan terkait tanggal kedaluwarsa yang lebih fleksibel, adanya donasi makanan yang dilindungi hukum
- e. Kolaborasi dan kemitraan

Cara untuk mencegah *food waste* dan upaya menguranginya pada tahap rumah tangga, dapat dilakukan dengan membeli makanan secukupnya, memperhatikan tanggal kadaluwarsa dan mengompos. Upaya lain yang dapat dilakukan:

- a. *Rethink* atau berpikir ulang; melengkapi konsep 5R yaitu *Refuse* (tolak), *Reuse* (pakai ulang), *Reduce* (mengurangi), *Recycle* (daur ulang) dan *Rot* (mengompos). Berpikir ulang ketika akan membeli atau memesan makanan dan minuman, berbelanja dengan bijak, porsi yang sesuai.
- b. *Food preparation*; menerapkan teknik menyiapkan makanan. Menyiapkan makanan yang akan dikonsumsi pada beberapa hari ke depan. Hal ini dapat memudahkan saat berbelanja. Sebelum berbelanja siapkan terlebih dahulu daftar menu yang akan dimasak. Daftar belanja disesuaikan dengan menu dan berapa jumlahnya. Setelah berbelanja, pastikan teknik penyimpanan yang tepat.
- c. Menerapkan sistem penyimpanan *first in first out* (FIFO); terutama pada penyimpanan bahan makanan segar di lemari es, simpan makanan yang lebih lama di bagian depan. Pastikan juga menyimpan jenis makanan sesuai karakteristik bahan, tidak semua bahan makanan cocok disimpan di dalam lemari es
- d. Pahami label tanggal; *use by/expired* dan *best before*
- e. Mengompos; sebelum mengompos maka harus memilah sampah terlebih dahulu. Pastikan sampah daging, tulang dan kotoran hewan peliharaan, karena dapat mengundang bakteri penyakit

Strategi yang dapat dilakukan bagi pelaku usaha kuliner atau ritel yaitu audit limbah pangan, optimasi porsi, dan pemanfaatan sampingan (*upcycling*). Hasil penimbangan sisa makanan di hari sebelumnya dapat ditulis dan dipajang agar dapat dilihat oleh konsumen, sehingga dapat mengingatkan konsumen untuk mengambil makanan secukupnya (jenis prasmanan)

dan menghabiskan makanan yang dipesan. Besar porsi dapat ditawarkan kepada konsumen dengan berbagai ukuran, seperti porsi kecil, sedang, besar. *Upcycling* yaitu pemanfaatan bagian bahan makanan yang biasa dibuang menjadi hidangan baru, misalnya penggunaan tulang ayam untuk kaldu dasar, tangkai brokoli untuk campuran bakwan, dll. Berikut contoh menu seminggu *zero waste*:

Hari	Sarapan	Makan Siang	Makan Malam
Senin	Omelet Sayur (Bayam & Wortel)	Ayam Goreng + Sayur Bening Bayam	Ayam Suwir Pedas (Sisa ayam siang)
Selasa	Roti Bakar Telur	Tumis Tempe Wortel	Nasi Goreng "Kulkas" (Gunakan semua sisa sayur)
Rabu	Smoothies Bayam & Buah	Pepes Tempe	Soto Ayam (Gunakan sisa tulang ayam untuk kaldu)
Kamis	Telur Rebus & Buah	Salad Sayur & Ayam Suwir	Bakwan Sayur (Wortel & sisa bayam)
Jumat	Sandwich Telur	Tempe Goreng & Sambal	Capcay (Menghabiskan stok wortel & sayur lain)

B. Inovasi dan Teknologi Pangan Masa Depan

1. Pangan Bioteknologi

Bioteknologi merupakan alat vital untuk memenuhi permintaan pangan global yang terus meningkat. Peluang dari pangan bioteknologi ini dapat meningkatkan hasil dan mendukung keberlanjutan. Misalnya pengembangan produk tanaman yang tahan hama, penyakit dan perubahan iklim. Inovasi teknologi omics, pendekatan biologi molekuler komprehensif seperti gen (genomik), RNA (transkriptomik), protein (proteomik) dan metabolit (metabolomik) dapat meningkatkan produktivitas pertanian. Mengidentifikasi sifat unggul tanaman, praktik inovatif simbiosis ikan-sayuran dan fermentasi mikroba menjadi berbagai produk pangan fungsional. Peluang lainnya yaitu pemanfaatan sumber daya lokal dan pemberdayaan ekonomi. Berbagai peluang tersebut menghadapi beberapa tantangan, antara lain:

- a. Regulasi yang belum jelas; kerangka kerja peraturan keamanan hayati (*biosafety*) di Indonesia belum konsisten, sehingga menciptakan ketidakpastian bagi para peneliti
- b. Tingginya biaya adopsi teknologi dan terbatasnya pendanaan penelitian
- c. Hambatan sosial-budaya; adanya resistensi budaya dan pertimbangan agama, terutama terkait standar halal. Contoh pada produk daging lab (*cultured meat*) yang dinilai tidak halal karena hewan tidak melalui penyembelihan
- d. Kapasitas petani kecil; banyak petani yang kurang akses terhadap pelatihan dan kurangnya sumber daya yang dibutuhkan untuk mengadopsi solusi bioteknologi (Fahrudin dan Fahmi 2024).

Bioteknologi adalah penerapan prinsip-prinsip biologi, biokimia, dan teknik untuk pengolahan bahan melalui penggunaan organisme hidup dan komponennya, terbagi menjadi dua cara, yaitu konvensional dan bioteknologi maju atau modern. Cara konvensional sudah dilakukan oleh nenek moyang kita dalam membuat produk hasil fermentasi, seperti tempe, yoghurt, tape, kecap, asinan, cuka dan produk fermentasi lainnya. Proses terjadi secara alami dengan memanfaatkan degradasi mikroba. Ketika hasil fermentasi dapat dikonsumsi, maka disebut makanan fermentasi, namun jika tidak berhasil maka makanan menjadi busuk. Metode modern memadukan berbagai teknik seperti rekayasa genetika, penggunaan radiasi sinar, rekombinasi gen dll. Tujuan bioteknologi ini secara garis besar yaitu mengembangkan varietas unggul hingga meningkatkan produktivitas dan tahan terhadap serangan hama penyakit.

Tabel 6.1 Aplikasi rekayasa genetik pada industri pangan

Aplikasi pertanian	Aplikasi teknologi pangan
Proteksi serangga	Peningkatan strain mikroba untuk produksi enzim
Resisten penyakit	Modifikasi pematangan sayur dan buah
Toleransi herbisida	Meningkatkan level dan modifikasi pati
Resisten virus	Meningkatkan level dan modifikasi kandungan minyak
Resisten serangan jamur	Meningkatkan jumlah dan kualitas protein
Resisten terhadap hama penyimpanan	Meningkatkan kandungan vitamin dan mineral
Resisten terhadap dingin dan kemarau	Menurunkan glukosida cyanogenik
Kapabilitas fiksasi nitrogen	Meningkatkan karakteristik yang berkualitas

Sumber: (Lee dan Park 2017)

Istilah *genetic modified organisms* (GMOs) atau produk rekayasa genetika (PRG) banyak ditemukan pada produk pangan dengan klaim organik. GMO merupakan pangan hasil modifikasi yang dapat meningkatkan pemasukan petani, mengurangi kehilangan biodiversitas, mencegah sebagian lahan dibajak dan ditanami, mengurangi dampak lingkungan, dan mendukung keberlanjutan dalam menghadapi perubahan iklim, kemiskinan dan kelaparan. Keamanan GMO dijamin kerangka kerja keamanan hayati (biosafety), dimana Indonesia

memiliki peraturan keamanan hayati untuk memastikan bahwa manfaat bioteknologi dapat direalisasikan tanpa membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan. Adanya pengawasan yang ketat dari pemerintah dalam memastikan standar keamanan pangan dan kesehatan publik tetap terjaga. Pengembangan GMO juga melibatkan kemitraan publik-swasta yang harus memastikan kepatuhan terhadap standar keamanan yang ketat (Areche *et al.* 2023)

2. Pangan Fortifikasi

Fortifikasi adalah penambahan zat gizi tertentu ke dalam bahan makanan dengan tujuan agar masyarakat terhindar dari defisiensi (kekurangan) zat gizi tersebut. Di Indonesia, fortifikasi telah dilakukan pada garam dan produknya dikenal sebagai garam beryodium. Terigu juga sudah difortifikasi dengan zat besi. Umumnya zat gizi yang ditambahkan adalah zat gizi mikro yang masih menjadi masalah atau berisiko untuk menjadi masalah apabila tidak dilakukan fortifikasi pada bahan makanan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat.

Masalah kekurangan vitamin A adalah bentuk kelaparan tak kentara yang sering lepas dari perhatian para pembuat kebijakan. WHO memperkirakan ratusan juta balita di seluruh dunia menderita kurang vitamin A, tiga juta di antaranya dengan gejala kerusakan mata yang menuju kebutaan. Kira-kira 10% kasus orang buta di negara berkembang termasuk di Indonesia disebabkan karena kekurangan vitamin A. Sebagian besar lainnya kebutaannya disebabkan oleh faktor lain. Publikasi di berbagai jurnal internasional

mengungkapkan adanya kaitan antara kekurangan vitamin A dengan mortalitas dan morbiditas.

Indonesia telah berhasil menurunkan angka prevalensi kelainan mata yang disebut xerophthalmia dari 1,3% balita menjadi hanya 0,3% tahun 1992. Dengan prevalensi tersebut Indonesia pada tahun 1993/1994 oleh WHO dinyatakan telah “bebas” dari ancaman kebutaan karena kurang vitamin A. Xerophthalmia adalah kelainan mata yang bersifat klinis. Defisiensi vitamin A nonklinis bisa dideteksi dari survei konsumsi pangan. Krisis ekonomi dan kemiskinan menyebabkan konsumsi sebagian masyarakat Indonesia kurang bergizi dan memunculkan risiko kurang vitamin A.

Dalam melakukan fortifikasi diperlukan beberapa syarat. Pertama, zat gizi yang ditambahkan adalah yang umumnya dikonsumsi kurang oleh masyarakat. Meski masyarakat mungkin menderita defisiensi gizi ganda, namun kebijakan fortifikasi gizi ganda harus dilakukan dengan hati-hati. Sebagai contoh, fortifikasi besi dan yodium untuk menanggulangi anemia dan gondok tidak bisa dilakukan sekaligus dalam bahan makanan yang sama karena besi dapat merusak yodium.

Meski kita telah terbebas dari masalah kurang vitamin A, tetapi survei terserak menunjukkan adanya variasi defisiensi konsumsi vitamin A. Oleh sebab itu untuk mengantisipasi ancaman kurang vitamin A yang berakibat pada kebutaan, fortifikasi vitamin A pada beberapa bahan makanan tertentu telah dilakukan. Fortifikasi pada dasarnya adalah upaya memecahkan masalah gizi dengan pendekatan *food-based*. Kita menyadari bahwa untuk mengatasi masalah vitamin A ini pemerintah sejak dulu melakukan distribusi kapsul

vitamin A dosis tinggi kepada anak balita setahun dua kali melalui posyandu. Upaya ini perlu didukung oleh intervensi *food-based* melalui fortifikasi sehingga mempunyai daya ungkit yang maksimal untuk mengatasi kurang vitamin A

Syarat kedua fortifikasi adalah bahan makanan yang dijadikan wahana harus dikonsumsi oleh sebagian besar penduduk. Minyak goreng adalah bagian dari kehidupan sehari-hari masyarakat Indonesia. Kita memasak dan menggoreng makanan menggunakan minyak. Mengonsumsi makanan gorengan menjadi bagian dari budaya makan masyarakat. Jadi minyak goreng adalah menu sehari-hari, meski dikonsumsi dalam jumlah relatif sedikit.

Ketiga, proses produksi bahan makanan yang akan difortifikasi terpusat pada beberapa industri. Syarat ini yang terkadang sulit terpenuhi ketika suatu jenis pangan diproduksi secara tersebar dari tingkat industri besar sampai ke industri rakyat. Fortifikasi minyak goreng dengan vitamin A dapat dilakukan dengan derajat kontrol yang tinggi. Produksi minyak goreng kini berada di tangan industri besar. Pemerintah bisa mengeluarkan kebijakan bahwa terhadap produk minyak goreng wajib dilakukan fortifikasi vitamin A. Tujuannya jelas yaitu untuk mencegah munculnya kembali masalah kurang vitamin A seperti yang terjadi sebelum tahun 1990-an.

Keempat, variasi konsumsi makanan yang difortifikasi tidak terlalu besar antar individu. Konsumsi minyak goreng dapat dikatakan relatif sama di tingkat masyarakat karena minyak goreng adalah bahan makanan yang tidak dikonsumsi secara langsung. Melalui proses penggorengan atau

penumisan, minyak goreng terserap ke dalam bahan makanan dan akhirnya dapat kita konsumsi.

Vitamin A tergolong sebagai vitamin larut lemak. Oleh karena itu secara teknologi sangat memungkinkan untuk menitipkan vitamin A ini ke dalam minyak goreng. Sangat penting diperhatikan bahwa rasa, warna, dan aroma makanan yang difortifikasi dipertahankan untuk tidak berubah. Dan yang lebih penting lagi harganya tidak menjadi bertambah mahal.

Pengalaman uji coba dengan MSG (*Mono Sodium Glutamate*) pada tahun 1980-an menunjukkan bahwa karena vitamin A yang difortifikasikan menyebabkan warna kekuningan, maka produsen MSG menjadi kurang tertarik.

Saat ini pasaran minyak goreng baik curah maupun kemasan didominasi oleh minyak sawit. Hal ini terkait dengan potensi sumberdaya perkebunan sawit yang terus berkembang. Minyak goreng lain yang terbuat dari jagung, kedele, biji bunga matahari tampaknya belum bisa merebut pasar minyak sawit. Di negara Barat minyak sawit dikenal sebagai minyak tropis yang kadang-kadang dipandang sebelah mata karena dituduh sebagai salah satu penyebab naiknya kolesterol darah. Riset-riset tentang dampak minyak sawit terhadap kesehatan kini masih terus berlangsung, dan hasilnya sebenarnya belum konklusif. Ada yang menunjukkan bahwa minyak sawit dapat menurunkan kolesterol, namun ada juga yang membuktikan sebaliknya.

Terkait dengan upaya fortifikasi vitamin A pada minyak sawit, maka di dalam sawit itu sendiri sebenarnya sudah terkandung pro-vitamin A (beta karoten). Dalam pemrosesan menjadi minyak goreng,

sebagian besar pro-vitamin A hilang. Itulah sebabnya mengapa minyak goreng sawit yang beredar di masyarakat saat ini kurang dapat diandalkan sebagai sumber vitamin A. Apalagi minyak goreng sawit yang dikehendaki masyarakat adalah yang berwarna kuning, bening, dan jernih. Ini berarti harus dilakukan proses pengurangan warna yang semula merah jingga (sesuai warna buah sawit) menjadi kuning, akibatnya banyak beta karoten yang hilang.

Kalau masyarakat bisa menerima minyak sawit yang berwarna merah (kandungan beta karoten tinggi), maka sesungguhnya tidak diperlukan fortifikasi vitamin A pada minyak goreng. Minyak sawit merah saat ini banyak diproduksi di Malaysia yang kemudian dipasarkan di dalam negeri maupun diekspor ke Afrika.

Kita tidak ingin masalah kurang vitamin A merebak lagi karena konsumsi gizi masyarakat yang kurang berkualitas. Apalagi WHO telah menobatkan negara kita sebagai negara yang bebas masalah vitamin A. Prestasi ini harus dipertahankan dengan melibatkan sektor industri (minyak goreng) untuk turut berpartisipasi menyediakan pangan yang cukup mengandung vitamin A.

Kalau pangan-pangan penting yang menjadi hajat hidup orang banyak telah difortifikasi dengan gizi mikro, maka tidak perlu ada kekhawatiran bahwa bangsa Indonesia akan mengalami masalah gizi yang lebih gawat. Empat masalah gizi kurang (makro dan mikro) harus ditekan prevalensinya melalui program gizi/kesehatan dan perbaikan konsumsi pangan. Kebijakan fortifikasi vitamin A yang diimplementasikan pada produsen minyak goreng;

kemudian diikuti dengan langkah-langkah pengawasan terhadap produk yang dihasilkan akan berkontribusi pada pengurangan masalah gizi mikro di Indonesia. Negara tetangga kita Filipina telah menerapkan kebijakan fortifikasi pada minyak kelapa. Minyak kelapa adalah andalan Filipina seperti halnya Indonesia mengandalkan minyak sawit.

Hal penting yang dapat mendukung kebijakan fortifikasi ini adalah perlunya subsidi untuk tahap awal diterapkannya teknologi fortifikasi. Misalnya, bahan baku vitamin A mungkin perlu disubsidi dari industri farmasi selama 1-2 tahun pertama. Selain itu, badan-badan nonprofit seperti UNICEF juga harus mendukung dengan melakukan studi efikasi untuk mengetahui efektivitas minyak goreng fortifikasi sebagai upaya mengatasi masalah gizi masyarakat. Sementara itu, Kementerian Kesehatan harus terus-menerus melakukan pemasaran sosial tentang pentingnya masyarakat mengonsumsi minyak goreng yang sudah difortifikasi. Dengan demikian, pada permulaannya kebijakan fortifikasi ini jangan hanya dibebankan pada industri minyak goreng, tetapi hendaknya semua pihak mendukung dan memberikan kontribusi sesuai dengan bidangnya.

3. Tantangan Globalisasi terhadap Kesehatan Masyarakat

Globalisasi membawa dampak ganda terhadap kesehatan masyarakat. Di zaman ini masyarakat dapat dengan mudah memperoleh informasi terkait kesehatan, informasi medis, dan mendapatkan akses pelayanan kesehatan secara daring. Kemudahan informasi dan data tersebut, tidak semua masyarakat bisa bersikap bijak. Banyak produk makanan dan

minuman yang dipromosikan secara masif di media sosial dengan klaim yang berlebihan, tapi untuk masyarakat yang rendah literasi digital, iklan tersebut memengaruhi pemilihan pangan dan kesehatannya.

Tingginya mobilitas manusia dan barang, menyebabkan cepat pula penyebaran penyakit menular. Kasus Covid-19 yang menyebar secara global dalam waktu singkat. Kasus campak pada anak juga menjadi perhatian karena selain dari mobilitas yang tinggi, adanya pengaruh kepercayaan yang keliru terkait pemberian vaksin, yang dapat disebabkan rendahnya literasi kesehatan, menjadi penyebab kematian bayi yang belum bisa diimunisasi.

Perubahan gaya hidup dipengaruhi globalisasi ekonomi yang membawa pengaruh budaya barat berikut kebiasaan makannya, dari negara maju ke negara berkembang. Berbagai jenis makanan cepat saji menyebar ke kabupaten kota, dan ditiru oleh produsen lokal. Padahal pilihan makanan yang ditawarkan tinggi garam, gula, lemak, dan rendah akan pilihan sayur dan buah. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab bertambahnya kasus penyakit tidak menular, dimulai dari tekanan darah tinggi, obesitas, kadar gula tidak terkontrol dan tingginya kadar lemak darah. Akhirnya di masa depan, kasus penyakit jantung, hipertensi, diabetes melitus, stroke terus meningkat. Kurangnya aktivitas fisik dan kebiasaan merokok memperparah status kesehatan masyarakat.

Perubahan cuaca menyebabkan suhu bumi meningkat dan cuaca yang tidak menentu memengaruhi lingkungan, termasuk pada kesehatan, keamanan pangan dan sumber air. Pada daerah dengan deforestasi tinggi, terjadi pembalakan liar dan asap dari

pembakaran gambut yang menyebar memengaruhi kualitas udara yang buruk. Penyakit infeksi pernafasan akut tidak bisa dihindari dan menyebabkan terganggunya aktivitas warga. Jumlah kendaraan bermotor yang banyak di perkotaan menyebabkan polusi udara dari asap pembakaran bahan bakar semakin bertambah, sama-sama menyebabkan kualitas udara buruk.

Bencana alam juga menjadi tantangan jika masyarakat tidak disiapkan untuk mitigasi bencana dengan baik. Respon pemerintah juga diharapkan sigap dan selalu mengedukasi masyarakat untuk waspada akan adanya bencana terutama pada cuaca hujan tinggi. Berbagai penyakit menular muncul pada bencana alam seperti tsunami, banjir, longsor, badai, karena kondisi pertahanan tubuh masyarakat sedang melemah dan sanitasi lingkungan yang kurang. Penyakit kolera dan leptospirosis mudah menyebar, apalagi jika layanan kesehatan terlambat datang ke lokasi kejadian bencana, jika lokasi sulit dijangkau seperti kejadian banjir di Aceh dan Sumatra Utara di awal tahun 2026.

Kondisi perang yang terjadi di berbagai negara, memengaruhi ketersediaan bahan bakar dan kondisi ekonomi pada negara secara global. Krisis di negara yang menjadi lokasi konflik menyebabkan kesehatan warga berdampak, belum lagi kerugian materi dan non materi. Anak dan wanita menjadi kelompok yang rentan, sehingga akses terhadap layanan kesehatan pada wilayah perang harus ditingkatkan. Rekomendasi di masa mendatang pembentukan kerangka kerja keamanan kesehatan global, peningkatan sistem pengawasan penyakit (surveilans), dan strategi mitigasi perubahan iklim yang berkelanjutan dapat

mempersiapkan kondisi kesehatan masyarakat seoptimal mungkin di tengah kondisi yang tidak menentu (Sharma *et al.* 2025).

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah IS, **Khomsan A**, Tanziha I, & Riyadi H. 2024. A multiple logistic regression analysis of household food and nutrition insecurity in stunting and non-stunting toddlers. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 12(1): 452-461
- Alt KW, Al-Ahmad A, Woelber JP. 2022. Nutrition and Health in Human Evolution–Past to Present. *Nutrients*. 14(17).doi:10.3390/nu14173594.
- Areche FO, Gondal AH, Sumarriva-Bustinza LA, Zela-Payá NO, Sumarriva-Bustinza JM, Oscanoa-León RB, Calcina-Sotelo AF, Aguilar MCTTD, Acosta-Lopez ER, Julcahuanga-Dominguez JA, *et al.* 2023. ROLE OF BIOTECHNOLOGY IN FOOD SECURITY: A REVIEW. *SABRAO J. Breed. Genet.* 55(5):1496–1509.doi:10.54910/sabrao2023.55.5.5.
- Baan Hofman JH, Bannenberg Cavero C, Dötsch-Klerk M, Wanders AJ, van Dooren C, Feskens EJ, de Roos B, Biesbroek S. 2025. Food Biodiversity and its Association with Diet Quality and Health Outcomes-A Scoping Review. *Advances in Nutrition*. 16(12):100551.doi:10.1016/j.advnut.2025.100551.
- Bappenas. 2021. Laporan Kajian Food Loss And Waste di Indonesia.
- Bezat-jarz A, Petersen B. 2024. Integration of the Food Supply Chain as a Driver of Sustainability: A Conceptual Framework. *Agriculture*.
- Bezner Kerr R, Madsen S, Stüber M, Liebert J, Enloe S, Borghino N, Parros P, Mutyambai DM, Prudhon M, Wezel A. 2021. Can agroecology improve food security

and nutrition? A review. *Glob. Food Sec.* 29.doi:10.1016/j.gfs.2021.100540.

Bezner Kerr R, Postigo JC, Smith P, Cowie A, Singh PK, Rivera-Ferre M, Tirado-von der Pahlen MC, Campbell D, Neufeldt H. 2023. Agroecology as a transformative approach to tackle climatic, food, and ecosystemic crises. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 62.doi:10.1016/j.cosust.2023.101275.

Bremer AA, Raiten DJ. 2023. The Reciprocal Relationship between Climate and Environmental Changes and Food Systems and Its Impact on Food/Nutrition Security and Health. *Nutrients.* 15(13).doi:10.3390/nu15132824.

Chabwera M, Mchimwa M, Mezuwa U, Chindenga RJ, Mhango K, Matandara M, Namaona E, Bulirani M, Kapolo D, Mkama B, *et al.* 2026. Impacts of climate change on food systems in Africa: a systematic review. *Front. Sustain. Food Syst.* 9.doi:10.3389/fsufs.2025.1634744.

Counihan C, Van Esterik P. 2008. *Food and Culture: A Reader.* New York: Routledge.

Diana R, Rachmayanti RD, **Khomsan A**, & Riyadi H. 2022. Influence of eating concept on eating behavior and stunting in Indonesian Madurese ethnic group. *Journal of Ethnic Foods*, 9: 1-11.

Dina R, Yudha E. 2025. Dilemmas of Culture and Nutrition: A Study of Food Taboos and Stunting in East Kalimantan, Indonesia. *Health Behav. Policy Rev.* 12(4).doi:10.14485/HBPR.12.4.3.

- Fahrudin FA, Fahmi IF. 2024. Food Biotechnology in Indonesia: Obstacles and Prospects in the Future. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science*..doi:10.51584/IJRIAS.
- FAO. 2018. *The 10 Elements Of Agroecology Guiding The Transition To Sustainable Food And Agricultural Systems*.
- FAO & WHO. 2019. *Sustainable Healthy Diets Guiding Principles*.
- Gibbons A. 2013. Evolusi Diet. *National Geographic Indonesia*.
- Ginoga KL. 2025. Jejak Karbon Pangan. <https://sdi.or.id/index.php/working-papers/53-info-brief/855-jejak-karbon-pangan>.
- Gliessman S. 2018. Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 42(6):599–600.doi:10.1080/21683565.2018.1432329.
- Gliessman SR. 2015. *Agroecology The Ecology of Sustainable Food Systems*. CRC Press.
- Grooper SS, Smith JL, Carr TP. 2022. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Boston.
- Guimarães NS, Reis MG, Costa BV de L, Zandonadi RP, Carrascosa C, Teixeira-Lemos E, Costa CA, Alturki HA, Raposo A. 2024. Environmental Footprints in Food Services: A Scoping Review. *Nutrients*. 16(13).doi:10.3390/nu16132106.
- Hanum F, **Khomsan A**, & Heryatno Y. 2014. Hubungan asupan gizi dan tinggi badan ibu dengan status gizi anak balita. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 9(1):1-6.

- Hultgren A, Carleton T, Delgado M, Gergel DR, Greenstone M, Houser T, Hsiang S, Jina A, Kopp RE, Malevich SB, *et al.* 2025. Impacts of climate change on global agriculture accounting for adaptation. *Nature*. 642(8068):644–652.doi:10.1038/s41586-025-09085-w.
- Hébert JR, Holmberg R, Boncyk M, Scott G, Murphy EA, Hofseth LJ. 2025. Perspective: Food Environment, Climate Change, Inflammation, Diet, and Health. *Advances in Nutrition*. 16(10).doi:10.1016/j.advnut.2025.100504.
- Khomsan A**, Rifayanto RP , Firdausi A , Adha ASA, Herdiana E , Wibowo Y , Nuranti A , Afrilda Y , & Hasanah N. 2024. Supplemental feeding and nutrition education to reduce stunting in Indonesian toddlers - The DASHAT programme. *Progress in Nutrition*, 25(1): 1-11.
- Lee C-H, Park H. 2017. Food Biotechnology. Di dalam: *Food Science and Technology Second Edition*. Wiley-Blackwell.
- Lutter CK, Iannotti L, Creed-Kanashiro H, Guyon A, Daelmans B, Robert R, Haider R. 2013. Key principles to improve programmes and interventions in complementary feeding. *Matern. Child Nutr.* 9(S2):101–115.doi:10.1111/mcn.12087.
- Malau LRE, Rambe KR, Ulya NA, Purba AG. 2023. Dampak perubahan iklim terhadap produksi tanaman pangan di indonesia. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 23(1):34–46.doi:10.25181/jppt.v23i1.2418.
- Meyer-Rochow VB. 2009. Food taboos: their origins and purposes. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 5(1):18.doi:10.1186/1746-4269-5-18.

- Nicholson CC, Emery BF, Niles MT. 2021. Global relationships between crop diversity and nutritional stability. *Nat. Commun.* 12(1):5310.doi:10.1038/s41467-021-25615-2.
- Pangestuti M, **Khomsan A**, & Ekayanti I. 2022. Determinants of stunting in children aged 6-24 months in rural areas: Case control study. *Aceh Nutrition Journal*, 8(3): 318-330
- Penafiel D, Cevallos-Valdiviezo H, Espinel R, Van Damme P. 2019. Local traditional foods contribute to diversity and species richness of rural women's diet in Ecuador. *Public Health Nutr.* 22(16):2962-2971.doi:10.1017/S136898001900226X.
- Poore J, Nemecek T. 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* (1979). 360(6392):987-992.doi:10.1126/science.aag0216.
- Popkin Barry, 2026. What is Nutrition Transition. <https://www.nutrans.org/whatis/>
- Pradana A. 2023. Transformasi Sistem Pangan Berkelanjutan Di Kota Semarang Melalui Policy Brief. Volume ke-17.
- Raiten DJ, Saavedra JM, Combs GF, Dary O, Levin E, Bremer AA. 2025. The value of an ecological approach to address micronutrient malnutrition. *American Journal of Clinical Nutrition.* 122(3):695-702.doi:10.1016/j.ajcnut.2025.07.006.
- Ritchie H. 2025. How much of global greenhouse gas emissions come from food? <https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions-food#article-citation>.

- Saaka M, Osman SM, Hoeschle-Zeledon I. 2017. Relationship between agricultural biodiversity and dietary diversity of children aged 6-36 months in rural areas of Northern Ghana. *Food Nutr. Res.* 61(1):1391668.doi:10.1080/16546628.2017.1391668.
- Savarino G, Corsello A, Corsello G. 2021. Macronutrient balance and micronutrient amounts through growth and development. *Ital. J. Pediatr.* 47(1).doi:10.1186/s13052-021-01061-0.
- Sharma M, Akhter MS, Roy S, Srejon R. 2025. Future Issues in Global Health: Challenges and Conundrums. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 22(3).doi:10.3390/ijerph22030325.
- UN. 2020. Food and Climate Change: Healthy diets for a healthier planet. <https://www.un.org/en/climatechange/science/climate-issues/food>.
- UNDP. 2025. New Climate Dataset Warns Poorest Nations Will See Sharp Drop In Crop Yields, Impacting Human Development. <https://www.undp.org/press-releases/new-climate-dataset-warns-poorest-nations-will-see-sharp-drop-crop-yields-impacting-human-development>.
- van Neerven RJJ. 2025. Macronutrients, Micronutrients, and Malnutrition: Effects of Nutrition on Immune Function in Infants and Young Children. *Nutrients* . 17(9).doi:10.3390/nu17091469.
- Waseem M, Jamil I, Islam AHMS, Mughal B, Alnafissa M, Alamri YA. 2025. Enhancing Dietary Diversity and Nutritional Security Through Farm Production Diversity: Evidence From Rain-Fed Regions in Southern Punjab, Pakistan. *Food Energy Secur.* 14(3).doi:10.1002/fes3.70101.

World Health Organization. 2025. Stunting Prevalence among children under 5 years of age. *Observatorium World Health*.

Yilmaz H, Yilmaz A. 2025. Hidden Hunger in the Age of Abundance: The Nutritional Pitfalls of Modern Staple Crops. *Food Sci. Nutr.* 13(2).doi:10.1002/fsn3.4610.

TENTANG PENULIS



Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan, MS. merupakan akademisi yang berafiliasi dengan Fakultas Kedokteran dan Gizi, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor. Beliau dapat dihubungi melalui email khomsanali@apps.ipb.ac.id.



Nisatami Husnul, M.Gz. merupakan akademisi yang berafiliasi dengan Program Studi Gizi, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya. Beliau dapat dihubungi melalui email husnul.nisatami@unsil.ac.id.



Dr. Dwi Santy Damayati, SKM, M.Kes merupakan akademisi yang berafiliasi dengan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Beliau dapat dihubungi melalui email santy@uin-alauddin.ac.id.



Dr. Anggun Rusyantia, S.P., M.E.P. merupakan akademisi yang berafiliasi dengan Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang. Beliau dapat dihubungi melalui email anggunrusyantia@poltekkes-tjk.ac.id.