

Ali Khomsan | Ummi Khuzaimah | Leny Eka Tyas Wahyuni
Karera Aryatika | Dzakiyyatul Fikrah 'Arifah

KETAHANAN *dan* KEAMANAN PANGAN



KETAHANAN *dan* **KEAMANAN PANGAN**

Author's Personal
Copy By IPB Press

Author's Personal
Copy By IPB Press

KETAHANAN *dan* KEAMANAN PANGAN

Ali Khomsan | Ummi Khuzaimah | Leny Eka Tyas Wahyuni
Karera Aryatika | Dzakiyyatul Fikrah 'Arifah



Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3,
Kota Bogor - Indonesia

C.01/10.2025

Judul Buku:

Ketahanan dan Keamanan Pangan

Penulis:

Ali Khomsan | Ummi Khuzaimah | Leny Elka Tyas Wahyuni
Karera Aryatika | Dzakiyyatul Fikrah 'Arifah

Penyunting Bahasa:

Cindy Arbelia

Korektor:

Muhamad Alfian Hermawan

Desain Sampul & Penata Isi:

Muhamad Ade Nurdiansyah

Jumlah Halaman:

108 + xx Halaman Romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan 1, Oktober 2025

Diterbitkan dan dicetak oleh:

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@apps.ipb.ac.id

www.ipbpress.com

ISBN: 978-623-111-782-3

© 2025, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa karena atas perkenan-Nya penulisan buku *Ketahanan dan Keamanan Pangan* dapat diselesaikan. Buku ini diharapkan dapat menjadi referensi penting untuk memperkaya khazanah keilmuan di bidang pangan, gizi, dan kesehatan.

Ketahanan pangan (*food security*) merupakan isu strategis global yang berkaitan erat dengan kesehatan, kesejahteraan, serta pembangunan berkelanjutan. Untuk mewujudkannya, sektor pertanian memegang peranan krusial sebagai penyedia utama kebutuhan pangan, terutama di negara-negara berkembang

Ketahanan pangan merupakan konsep yang multidimensi yaitu meliputi mata rantai sistem pangan dan gizi mulai dari produksi, distribusi, konsumsi, dan status gizi. Program-program pangan dan gizi telah mengurangi angka malnutrisi, tetapi sebenarnya apa yang kita lakukan masih jauh dari harapan. Gambaran nasional tentang malnutrisi menunjukkan satu di antara lima anak-anak Indonesia bertubuh pendek (*stunting*), hal ini adalah cerminan dari ketidaktahanan pangan di tingkat rumah tangga yang berdampak pada status gizi anak-anak.

Isu keamanan pangan masih muncul secara sporadis dan yang menjadi korban adalah masyarakat atau konsumen ketika mereka mengonsumsi pangan yang tidak aman. Makanan mengandung formalin yang ditemukan pada daging ayam, tahu, dan pangan lainnya terjadi berulang setiap kali diadakan razia oleh Badan POM atau Dinas Kesehatan.

Masalah keamanan pangan di tingkat industri rumah tangga perlu mendapat perhatian kita semua. Pelaku-pelaku bisnis harus memperhatikan keselamatan konsumen, prinsip dagang untuk mencari keuntungan harus disertai rasa tanggung jawab untuk menjual atau memasarkan pangan yang aman. Semoga.

Bogor, Oktober 2025

Penulis

Author's Personal
Copy By IPB Press

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. KETAHANAN PANGAN (<i>FOOD SECURITY</i>)	7
2.1 Definisi dan Konsep Ketahanan Pangan	7
2.2 Pilar Ketahanan Pangan	9
2.3 Kedaulatan dan Ketahanan Pangan	13
2.4 Indikator Pengukuran Ketahanan Pangan dan Gizi	14
BAB 3. KEAMANAN PANGAN (<i>FOOD SAFETY</i>)	27
3.1 Definisi dan Konsep Keamanan Pangan	27
3.2 Jenis Bahaya Kontaminasi Pangan (Biologi, Fisik, dan Kimia)	31
3.3 Sistem Manajemen Keamanan Pangan (GMP, GHP, HACCP)	39
3.4 Sistem Pengawasan dan Regulasi Keamanan Pangan (Internasional Codex alimentarius, Nasional: Sertifikasi HACCP, ISO 22000)	56
BAB 4. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI KETAHANAN DAN KEAMANAN PANGAN	63
4.1 Faktor yang Memengaruhi Ketahanan Pangan	63
4.2 Faktor yang Memengaruhi Keamanan Pangan	70

BAB 5. FAKTA EMPIRIS KETAHANAN DAN KEAMANAN PANGAN	75
5.1 Ketahanan Pangan	75
5.2 Keamanan Pangan	82
BAB 6. MASA DEPAN KETAHANAN DAN KEAMANAN PANGAN: TANTANGAN DAN SOLUSI.....	85
6.1 Tantangan Ketahanan dan Keamanan Pangan Global dan Indonesia	86
6.2 Teknologi dan Inovasi dalam Ketahanan dan Keamanan Pangan	93
6.3 Arah Kebijakan Menuju Sistem Pangan Berkelanjutan (<i>Sustainable Food System</i>)	95
DAFTAR PUSTAKA	101
RIWAYAT HIDUP PENULIS	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pilar Ketahanan Pangan	11
Gambar 3.1 Terminologi Kontaminasi Bahan Pangan (Bahaya Biologi, Fisik, dan Kimia).....	32
Gambar 3.2. Elemen-elemen dalam menjaga keamanan pangan secara manual dalam tingkat rumah tangga (WHO 2006)	56

Author's Personal
Copy By IPB Press

Author's Personal
Copy By IPB Press

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator tingkat ketahanan pangan rumah tangga.....	20
Tabel 2.2 Indikator tingkat ketahanan pangan rumah tangga modifikasi	20
Tabel 2.3 Kelompok makanan dan pembobotannya menurut FCS.....	24
Tabel 5.1. Volume impor berbagai komoditas pangan	77

Author's Personal
Copy By IPB Press

Author's Personal
Copy By IPB Press

BAB 1.

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan keluarga menyangkut tiga hal penting yaitu ketersediaan, akses, dan konsumsi pangan. Aspek ketersediaan pangan tergantung pada sumber daya alam, fisik, dan manusia. Pengalaman ketika wabah Covid-19 merebak ketersediaan juga terkendala oleh terbatasnya pilihan pangan di pasaran, berkurangnya tukang sayur keliling, dan banyaknya warung penjual makanan kaki lima yang tutup.

Sementara itu, akses pangan hanya dapat terjadi apabila rumah tangga mempunyai penghasilan yang cukup. Penghasilan masyarakat yang rendah, Pemutusan Hubungan Kerja (PHK), dan pengangguran tentu menyebabkan gangguan akses pangan. Berbagai bantuan pemerintah semisal program sembako murah ataupun Program Keluarga Harapan (PKH) untuk sementara waktu dapat menjadi penolong dalam mengatasi situasi kurang pangan yang mungkin terjadi di tingkat keluarga. Selanjutnya, setelah akses pangan adalah konsumsi pangan yang ini akan sangat menentukan apakah seluruh anggota keluarga nantinya bisa mencapai derajat kesehatan dan gizi yang optimal.

Kondisi rawan pangan memunculkan kekhawatiran semakin memburuknya status gizi masyarakat. Faktor yang berpengaruh terhadap kerawanan pangan adalah jumlah anggota rumah tangga, pengeluaran pangan, dan pekerjaan kepala rumah tangga (Adhyanti, Khomsan, dan Syarif 2018). Anak balita yang tinggal di rumah tangga yang tahan pangan memiliki rata-rata tingkat kecukupan zat gizi (energi, protein, kalsium, besi, dan seng) lebih tinggi dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah tangga terkategori rawan pangan (Sutyawan, Khomsan, dan Sukandar 2019). Ketahanan gizi adalah cermin *intake* gizi dan status gizi masyarakat yang menjadi *input* bagi terbentuknya individu yang sehat. Banyak faktor

yang menentukan ketahanan gizi. Kemiskinan yang menyebabkan sulitnya akses pangan diyakini sebagai faktor terpenting yang menghalangi terwujudnya ketahanan gizi yang maksimal. Penilaian pola konsumsi pangan merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui keadaan pangan dan gizi pada suatu masyarakat (Jayati, Madanijah, dan Khomsan 2014). Keanekaragaman pangan merupakan salah satu upaya untuk mencapai ketahanan pangan dan untuk mengatasi masalah kerawanan pangan (Khomsan, Riyadi, dan Marliyati 2013).

Munculnya masalah gizi kurang termasuk *stunting* yang dialami negara-negara sedang berkembang adalah indikasi lemahnya ketahanan gizi di kalangan penduduknya. Indonesia termasuk negara dengan jumlah penderita gizi kurang (malnutrisi) masih relatif tinggi, meski kini diakui sudah lebih baik daripada dekade sebelumnya.

Kita juga masih harus mengatasi persoalan bayi berat badan lahir rendah-BBLR (<2,5 kg). Kasus BBLR bisa terjadi ketika ibu hamil mengalami kurang pangan. Bencana alam bisa jadi menyebabkan kurangnya kuantitas dan kualitas pangan yang dikonsumsi masyarakat. Ibu hamil termasuk kelompok rawan yang bisa terdampak kurang pangan akibat bencana, gagal panen, wabah kesehatan masyarakat, dan lain-lain.

Angka kematian bayi memiliki kaitan erat dengan akses pangan dan status gizi anak. Anak-anak penderita gizi kurang akibat kurang makan umumnya memiliki kekebalan tubuh yang rendah dan hal ini menjadikan dirinya rawan terhadap infeksi yang dapat menyebabkan kematian. Penyakit infeksi yang senantiasa mengintai anak-anak bayi adalah diare dan infeksi saluran pernapasan.

Dalam hal angka kematian bayi ini, Indonesia masih tertinggal jika dibandingkan dengan negara-negara ASEAN lainnya khususnya Singapura dan Malaysia. Singapura dan Malaysia memiliki angka kematian bayi sangat rendah yaitu masing-masing 3 dan 7 per 1000, sedangkan Indonesia 21 per 1000.

Ketahanan pangan merupakan konsep yang multidimensi yaitu meliputi mata rantai sistem pangan dan gizi mulai dari produksi, distribusi, konsumsi, dan status gizi (Sukandar, Khomsan, Riyadi, Anwar, Mudjayanto 2006). Distribusi pangan yang tidak merata dan kemiskinan menjadi kendala untuk mewujudkan ketahanan pangan di tingkat rumah tangga. Bertambahnya jumlah orang miskin baru (semula nyaris atau rentan miskin) di Indonesia akibat PHK dan pengangguran menyebabkan mereka rapuh ketahanan pangan dan gizinya. Kita tidak menutup mata bahwa program-program pangan dan gizi telah mengurangi angka malnutrisi, tetapi sebenarnya apa yang kita lakukan masih jauh dari harapan. Gambaran nasional tentang malnutrisi menunjukkan satu di antara lima anak-anak Indonesia bertubuh pendek (*stunting*). Ini adalah cermin kurang gizi kronis yang telah berlangsung lama.

Program pangan dan gizi perlu mendapatkan prioritas tinggi karena menyangkut nasib bangsa di masa depan. Hal ini sejalan dengan tekad pemerintah untuk berkonsentrasi dalam pembangunan Sumber Daya Manusia (SDM). Pembiayaan program-program pembangunan di bidang pangan gizi kini mempunyai nilai yang lebih signifikan terutama untuk program pengentasan *stunting*. Investasi di bidang pangan dan gizi adalah investasi berdurasi panjang, oleh karena itu dampaknya mungkin baru akan muncul setelah beberapa dekade. Jika semua pihak sudah menyadari hal ini, maka bangsa kita akan mampu mengejar ketertinggalannya dari bangsa-bangsa lain untuk memperbaiki SDM.

Kelestarian (*sustainability*) suatu program akan menjamin pemecahan masalah yang lebih baik. Kelestarian ini dapat dipertahankan apabila semua *stakeholders* mempunyai rasa memiliki terhadap suatu program. Untuk program pangan dan gizi maka yang dimaksud dengan *stakeholders* adalah masyarakat, pemimpin informal, pemerintah yang dalam hal ini diwakili kementerian yang relevan, kalangan legislatif, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan sektor swasta. Dengan demikian, problem pangan dan gizi akan menjadi isu yang disadari oleh semua pihak dan pada akhirnya dapat menjadi indikator keberhasilan pembangunan.

Isu keamanan pangan di Indonesia perlu ditangani secara berkelanjutan dan yang menjadi korban adalah masyarakat atau konsumen yang setiap hari terpaksa mengonsumsi pangan yang tidak aman. Makanan mengandung formalin yang ditemukan secara sporadis pada daging ayam, tahu, dan pangan lainnya kejadiannya selalu berulang setiap kali diadakan razia oleh Badan POM atau Dinas Kesehatan. Pelakunya adalah pedagang atau industri rumah tangga yang tidak bertanggung jawab.

Konsumen tidak mempunyai kemampuan untuk memilih produk berformalin atau tanpa formalin karena secara fisik sulit dibedakan. Daging ayam yang diberi cairan formalin tidak menunjukkan perbedaan fisik yang berarti dibandingkan dengan ayam tanpa formalin. Bahkan tingkat kekerasan dagingnya pun masih relatif sama, dengan dosis formalin yang rendah maka tidak tercium bau formalin yang khas sehingga konsumen tidak bisa membedakannya dengan daging ayam lain yang tanpa formalin.

Penggunaan formalin untuk makanan jelas dilarang sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1168/Menkes/Per/X/1999. Hal ini mengingat bahaya serius yang akan dihadapi bila formalin masuk ke dalam tubuh manusia. Formalin akan menekan fungsi sel, menyebabkan kematian sel, dan keracunan. Pada binatang percobaan, formalin diperkirakan akan menyebabkan timbulnya kanker. Selain itu organ-organ tubuh hewan juga bakal mengalami kerusakan akibat *intake* formalin. Dosis 30 ml formalin dapat menyebabkan kematian pada manusia, seseorang mungkin hanya mampu bertahan 48 jam setelah mengonsumsi formalin dalam dosis fatal. Keracunan formalin menyebabkan radang, iritasi lambung, muntah, diare bercampur darah, kencing bercampur darah, dan gagalnya peredaran darah.

Formalin adalah disinfektan yang kuat untuk menghancurkan bakteri pembusuk. Dalam pengawetan mayat atau pengawetan hewan, formalin digunakan sebagai zat yang mampu menekan aktivitas bakteri pembusuk sehingga jaringan mayat atau hewan dapat bertahan berbulan-bulan.

Daging ayam dengan formalin menambah rentetan panjang ketidakamanan pangan yang dihadapi konsumen. Isu yang sudah sangat sering kita dengar adalah tahu yang digemari banyak orang Indonesia ternyata juga mengandung formalin. Bahan pangan lain yang juga mengandung formalin adalah mi basah yang dijual di pasar-pasar. Sementara itu, pernah terungkap ikan laut juga mengandung formalin karena nelayan tidak mempersiapkan peralatan secukupnya di tengah laut. Untuk mengurangi risiko busuk, maka ikan hasil tangkapan diberi pengawet formalin.

Dari suatu penelitian terungkap bahwa dari 11 industri tahu kuning dan 9 industri tahu putih, semuanya terindikasi menggunakan formalin sebagai pengawet. Tahu kuning mengandung formalin 3,79 ppm–27,48 ppm, sedangkan tahu putih 5,15 ppm–42,44 ppm. Sebenarnya tahu dapat lebih awet apabila direbus dengan cukup, namun perebusan dianggap tidak ekonomis oleh penjual tahu karena akan meningkatkan ongkos produksi. Oleh karena itu, formalin menjadi pilihan untuk meningkatkan keawetan tahu.

Pada mi basah, pernah ditemukan kandungan formalin 400–800 mg/100 g mi basah. Mi basah sering kali digunakan untuk bahan membuat soto mi dan taoge goreng (makanan khas Bogor berupa campuran mi, taoge, lontong, dan tahu yang diguyur kuah tauco). Khusus pada mi, pencucian sebanyak tiga kali dapat menurunkan jumlah formalin 40%, dan perendaman 15 menit menurunkan 65%.

Masalah keamanan pangan di tingkat industri rumah tangga memang sudah sangat kronis. Mereka adalah pelaku-pelaku bisnis yang tidak memperhatikan keselamatan konsumen, karena prinsip dagang yang dipegang adalah mencari keuntungan sebesar-besarnya dengan biaya produksi minimal.

Masyarakat konsumen telah sejak lama menjadi korban, namun kebanyakan tidak bersuara karena tidak adanya bukti fatal tentang dampak negatif mengonsumsi pangan yang mengandung formalin. Bila formalin ini ternyata bersifat akumulatif dalam tubuh, maka akibat mengonsumsinya

secara terus-menerus dengan dosis rendah kiranya baru akan berdampak pada kesehatan seseorang beberapa tahun atau bahkan berpuluh tahun kemudian.

Tanpa informasi dari media massa atau hasil-hasil riset perguruan tinggi/lembaga penelitian, masyarakat akan menganggap bahwa makanan yang dikonsumsi adalah aman. Penegakan hukum harus dilakukan tanpa pandang bulu. Industri kecil maupun besar harus ditindak tegas kalau ternyata mereka mencelakakan masyarakat.

Pemerintah kini sedang sibuk untuk meluncurkan berbagai bantuan untuk keluarga-keluarga miskin. Melambatnya derap ekonomi masyarakat di berbagai sektor mengakibatkan penderitaan tiada terperi. Orang miskin harus tetap mendapat garansi untuk mengakses berbagai layanan yang menjadi haknya terutama akses terhadap pangan yang aman dan berkualitas. Ketika industri terhenti, maka pemutusan hubungan kerja bagi pegawai harian akan tidak terelakkan, demikian pula pengurangan jam kerja yang tentunya berdampak pada *take home pay* yang dibawa pulang ke rumah sebagai penghasilan keluarga. Pemerintah kini masih dan sedang berjuang keras untuk mengatasi problem kesehatan masyarakat, problem ekonomi, problem sosial, dan problem pangan dan gizi masyarakat.

BAB 2.

KETAHANAN PANGAN (*FOOD SECURITY*)

2.1 Definisi dan Konsep Ketahanan Pangan

Ketahanan pangan (*food security*) merupakan isu strategis global yang berkaitan erat dengan kesehatan, kesejahteraan, serta pembangunan berkelanjutan. Untuk mewujudkannya, sektor pertanian memegang peranan krusial sebagai penyedia utama kebutuhan pangan, terutama di negara-negara berkembang. Hal ini disebabkan karena sektor pertanian memiliki fungsi ganda, yakni sebagai objek utama pembangunan sekaligus instrumen penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi.

Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) mendefinisikan ketahanan pangan sebagai kondisi ketika seluruh individu, setiap saat, memiliki akses fisik, sosial, dan ekonomi terhadap pangan yang cukup, aman, bergizi, dan sesuai kebutuhan gizi untuk menjalani kehidupan aktif dan sehat. Konsep ini menekankan bahwa ketahanan pangan bukan hanya sekadar ketersediaan pangan secara kuantitas, tetapi juga mencakup aspek kualitas gizi, keberlanjutan, serta stabilitas akses sepanjang waktu.

Ketahanan pangan pada tingkat nasional dapat dimaknai sebagai kemandirian dalam penyediaan pangan. *Life Science Research Organization* (LSRO) mendefinisikan ketahanan pangan sebagai kondisi ketersediaan dan akses yang memungkinkan setiap individu, setiap saat, memperoleh pangan yang cukup guna menjalani kehidupan yang aktif dan sehat. Konsep ini setidaknya mencakup dua aspek utama yaitu tersedianya pangan yang aman serta zat gizi yang memadai, dan adanya jaminan

kemampuan memperoleh pangan dengan cara yang dapat diterima secara sosial, misalnya tanpa harus bergantung pada bantuan darurat, memulung, mencuri, atau strategi penanggulangan lainnya. Sebaliknya, kerawanan pangan menggambarkan keterbatasan atau ketidakpastian dalam hal ketersediaan pangan yang bergizi dan aman, maupun dalam kemampuan memperoleh pangan dengan cara yang layak secara sosial.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan mendefinisikan ketahanan pangan sebagai “kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan.” Definisi ini menambahkan dimensi kearifan lokal serta preferensi budaya yang sering diabaikan dalam definisi global.

Dalam konteks nasional, ketahanan pangan dipandang sebagai bagian dari ketahanan negara, karena ketersediaan pangan yang memadai dan merata sangat memengaruhi stabilitas sosial, ekonomi, dan politik. Ketahanan pangan tidak dapat dilepaskan dari isu perubahan iklim, degradasi lingkungan, kemiskinan, dan distribusi sumber daya, sehingga pendekatannya bersifat multidisiplin, melibatkan bidang pertanian, kesehatan, gizi, ekonomi, hingga kebijakan publik.

Ketahanan pangan dapat dipahami sebagai suatu kondisi tersedianya pangan dalam jumlah dan mutu yang memadai untuk memenuhi kebutuhan setiap individu, sehingga memungkinkan tercapainya kehidupan yang sehat, aktif, dan produktif. Konsep ini mencakup berbagai dimensi, meliputi aspek fisik berupa ketersediaan pangan; aspek ekonomi melalui kemampuan daya beli; aspek gizi terkait pemenuhan kebutuhan zat gizi individu; serta nilai budaya dan religius yang memengaruhi pola konsumsi. Selain itu, ketahanan pangan juga menekankan aspek keamanan pangan yang terkait kesehatan, serta dimensi temporal yang menuntut ketersediaan pangan secara berkesinambungan. Oleh karena itu, konsep ketahanan pangan menekankan tiga hal penting yaitu semua orang tanpa terkecuali harus memperoleh pangan yang layak, keberlanjutan waktu, akses pangan tidak

boleh hanya sesaat, tetapi harus terus-menerus, dan kualitas gizi yang dimaksud “cukup” tidak hanya kuantitas kalori, tetapi juga keseimbangan zat gizi makro dan mikro.

Klasifikasi ketahanan pangan pada level rumah tangga dibagi menjadi tiga tingkatan. Pertama, *tahan pangan*, yaitu kondisi ketika seluruh anggota keluarga setiap saat memiliki akses terhadap pangan dalam jumlah yang cukup untuk menunjang aktivitas sehari-hari dan menjaga kesehatan. Kedua, *ketahanan pangan rendah*, yaitu kondisi ketika salah satu anggota rumah tangga mengalami ketidakpastian atau keterbatasan dalam memperoleh pangan yang memadai akibat kendala finansial maupun keterbatasan sumber daya lainnya. Ketiga, *ketahanan pangan sangat rendah*, yaitu kondisi ketika satu atau lebih anggota keluarga mengalami kelaparan pada periode tertentu dalam satu tahun karena ketidakmampuan memenuhi kebutuhan pangan yang cukup. Tingkatan kedua dan ketiga dikategorikan sebagai bentuk kerawanan pangan.

Tujuan dari ketahanan pangan adalah untuk meningkatkan ketersediaan pangan, mengembangkan diversifikasi pangan, mengembangkan kelembagaan pangan, dan mengembangkan usaha pengelolaan pangan. Dalam perkembangan selanjutnya, ketahanan pangan dipandang sebagai indikator penting dari pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya tujuan ke-2 yaitu *Zero Hunger*. Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan pangan bukan sekadar isu teknis produksi pangan, tetapi juga mencakup keadilan sosial, pengurangan kemiskinan, serta ketahanan ekosistem.

2.2 Pilar Ketahanan Pangan

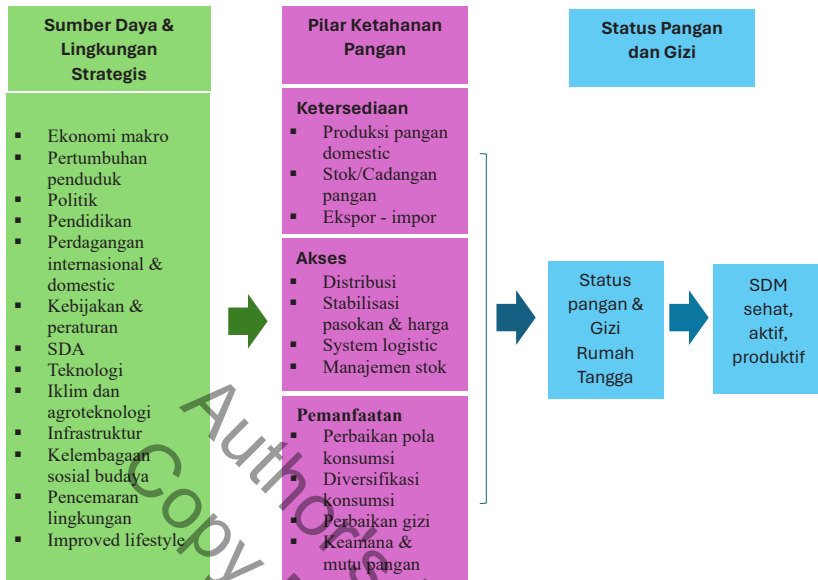
Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang sebagian besar wilayahnya memiliki potensi untuk dijadikan lahan pertanian untuk mendukung berbagai jenis kegiatan budi daya. Kondisi tersebut menjadikan sektor pertanian nasional kaya akan beragam komoditas unggulan yang berkontribusi terhadap ketersediaan pangan. Pangan sendiri merupakan kebutuhan dasar utama bagi manusia, dan pemenuhannya merupakan

bagian dari hak asasi manusia yang dijamin oleh UUD 1945. Pemenuhan pangan yang layak menjadi komponen esensial dalam upaya mewujudkan sumber daya manusia yang sehat, produktif, dan berkualitas.

Negara memiliki tanggung jawab untuk menjamin ketersediaan, keterjangkauan, serta pemenuhan konsumsi pangan yang cukup, aman, bermutu, dan bergizi seimbang bagi seluruh masyarakat, serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya untuk hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan. Pembangunan ketahanan pangan dan gizi merupakan suatu proses yang bersifat sistemik dan menuntut keterlibatan lintas sektor. Pendekatan yang digunakan diarahkan untuk memastikan ketersediaan pangan yang memadai, baik melalui optimalisasi produksi pangan domestik maupun perdagangan.

Selain itu, pembangunan ketahanan pangan juga ditujukan untuk menjamin stabilitas ketersediaan dan akses pangan pada tingkat makro, meso, hingga mikro, memenuhi kebutuhan konsumsi pangan dari sisi kuantitas maupun kualitas yang mencakup keragaman dan keamanan pangan, serta didukung dengan peningkatan infrastruktur. Guna mencapai kondisi tersebut, diperlukan adanya dukungan kebijakan ekonomi makro yang mampu menjaga stabilitas ekonomi sekaligus menjamin kestabilan pasokan dan harga pangan.

Pemenuhan kebutuhan pangan harus diwujudkan secara merata di seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI), baik pada tingkat nasional, daerah, maupun individu, dan berlangsung secara berkelanjutan dengan memanfaatkan potensi sumber daya, kelembagaan, serta kearifan lokal. Kondisi tersebut dapat dicapai jika empat pilar ketahanan pangan terpenuhi, yaitu ketersediaan pangan (*food availability*), aksesibilitas atau keterjangkauan terhadap pangan (*food access*), pemanfaatan pangan (*food utilization*), dan stabilitas ketersediaan pangan (*food stability*). Indikator keberhasilan membangun ketahanan pangan dapat diukur dari kombinasi keempat komponen tersebut.



Gambar 2.1 Pilar Ketahanan Pangan

Ketersediaan pangan dapat dipengaruhi oleh faktor produktivitas pertanian, akses terhadap teknologi, ketersediaan *input* (benih, pupuk, air), serta faktor lingkungan seperti perubahan iklim dan degradasi lahan. Negara dengan ketahanan pangan yang kuat akan mampu menghasilkan sebagian besar kebutuhannya sendiri. Namun, dalam era globalisasi, perdagangan internasional juga menjadi penentu penting ketersediaan pangan.

Keterjangkauan pangan akan dipengaruhi oleh daya beli (pendapatan rumah tangga, harga pangan, dan inflasi), akses fisik (ketersediaan pasar, infrastruktur transportasi, dan distribusi), dan akses sosial (faktor diskriminasi, gender, dan struktur sosial). Contoh nyata adalah rumah tangga miskin di perkotaan yang memiliki akses pasar tetapi tidak memiliki daya beli, sehingga tetap mengalami kerawanan pangan (tidak tahan pangan).

Pemanfaatan pangan berhubungan dengan bagaimana tubuh menggunakan pangan yang dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan gizi. Faktor penentu hal tersebut antara lain kualitas diet (keragaman dan keseimbangan gizi), pengetahuan dan perilaku konsumsi, status kesehatan (penyakit infeksi yang mengganggu penyerapan gizi), serta kualitas air bersih, sanitasi, dan kebersihan lingkungan. Pilar ini menjembatani antara pangan yang tersedia dan status gizi individu. Contohnya terdapat keluarga yang mampu membeli pangan tetapi pola konsumsinya tidak beragam (misalnya dominan karbohidrat) tetap berisiko mengalami malnutrisi.

Stabilitas pangan memastikan bahwa ketiga pilar pangan sebelumnya tetap terjaga sepanjang waktu. Ketidakstabilan pangan sering disebabkan oleh konflik dan krisis politik, bencana alam (banjir, kekeringan, gempa bumi), fluktuasi harga global, dan perubahan iklim. Negara atau rumah tangga bisa saja “tahan pangan” pada kondisi normal, tetapi menjadi “rawan pangan” ketika terjadi guncangan eksternal. Oleh karena itu, kebijakan ketahanan pangan juga menekankan pembangunan sistem pangan yang resilien.

Ketahanan pangan erat kaitannya dengan karakteristik produksi komoditas pangan yang bersifat musiman dan fluktuatif karena sangat dipengaruhi oleh faktor iklim dan cuaca. Variabilitas produksi akibat perubahan iklim tersebut berimplikasi langsung pada ketersediaan pangan. Apabila kerentanan produksi pangan terhadap kondisi iklim tidak diimbangi dengan kebijakan pangan yang adaptif dan tangguh, maka akan menimbulkan kerugian signifikan, baik bagi produsen maupun konsumen, khususnya pada kelompok berpendapatan rendah. Selain itu, sifat komoditas pangan yang mudah rusak, keterbatasan lahan pertanian, minimnya sarana dan prasarana pendukung, serta lemahnya sistem penanganan panen dan pascapanen menjadi tantangan serius. Kondisi ini mendorong pemerintah untuk melakukan intervensi strategis dalam mewujudkan ketahanan pangan melalui penguatan berbagai sektor unggulan produksi pertanian.

2.3 Kedaulatan dan Ketahanan Pangan

UU Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan menyatakan bahwa kedaulatan pangan (*food sovereignty*) adalah hak negara dan bangsa secara mandiri untuk menentukan kebijakan pangan yang menjamin hak atas pangan bagi rakyat dan yang memberikan hak bagi masyarakat untuk menentukan sistem pangan yang sesuai dengan potensi sumber daya lokal. Istilah kedaulatan pangan menegaskan bahwa negara yang merdeka dan berdaulat akan memiliki kebebasan secara berdaulat untuk menentukan strategi, kebijakan, dan program, serta sistem pangan sesuai dengan potensi yang dimiliki, tidak diatur dan diintervensi. Oleh karena itu, kedaulatan pangan dapat dimaknai sebagai upaya pemenuhan kebutuhan pangan yang menjadi tanggung jawab utama pemerintah, sehingga proses tersebut tidak seharusnya dipengaruhi atau diintervensi oleh pihak eksternal, termasuk pihak asing.

Secara konseptual, makna kedaulatan pangan memiliki kedekatan dengan istilah ketahanan pangan. Hal ini tercermin dalam pandangan bahwa ciri utama terwujudnya sistem pertanian yang mandiri adalah adanya kemandirian sekaligus kedaulatan pangan. Suatu negara atau bangsa dapat dikatakan mandiri pangan apabila mampu memproduksi berbagai jenis pangan dari dalam negeri secara berkelanjutan, sehingga kebutuhan pangan masyarakat dapat terpenuhi dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam, manusia, sosial, ekonomi, dan kearifan lokal secara bermartabat. Demikian pula, petani yang mandiri dicirikan oleh kemampuan untuk tumbuh dan berkembang dengan bertumpu pada kekuatan serta swadaya mereka sendiri.

Meskipun beririsan, konsep ketahanan pangan dan kedaulatan pangan memiliki perbedaan yang mendasar. Ketahanan pangan menekankan pada *outcome*, yaitu terpenuhinya kebutuhan pangan. Tercukupinya kebutuhan pangan masyarakat tanpa mempersoalkan dari mana pangan tersebut berasal; sedangkan kedaulatan pangan menekankan pada hak bangsa, komunitas, atau petani kecil untuk menentukan sistem pangan sendiri. Prinsip kedaulatan pangan meliputi prioritas produksi pangan lokal untuk

konsumsi domestik, hak petani atas lahan, benih, air, dan sumber daya, penolakan terhadap ketergantungan pada pasar global, dan perlindungan terhadap keberagaman pangan lokal.

Oleh karena itu, ketahanan pangan bisa tercapai melalui impor, tetapi kedaulatan pangan menekankan kemandirian pangan berbasis produksi lokal. Indonesia sering menyeimbangkan keduanya, mengupayakan ketahanan pangan nasional sambil mendorong kedaulatan pangan melalui program swasembada dan diversifikasi pangan lokal. Sebagai negara dengan jumlah penduduk yang besar sekaligus memiliki kekayaan sumber daya alam dan keanekaragaman pangan, Indonesia dituntut untuk mampu memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri dan berdaulat guna mewujudkan ketahanan pangan yang optimal.

Sehubungan dengan pengertian tentang kedaulatan pangan, ketahanan pangan, dan kemandirian (swasembada) pangan, maka urutan pencapaiannya yaitu harus terwujud terlebih dahulu kemandirian pangan, setelah itu ketahanan pangan dan kedaulatan pangan akan tercapai. Mewujudkan ketahanan pangan merupakan pekerjaan yang tidak mudah karena banyak sekali faktor yang terlibat, baik faktor teknis (budi daya tanaman) maupun nonteknis (sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat/petani). Faktor teknis relatif mudah diatasi, sedangkan faktor nonteknis lebih sulit karena melibatkan sosial, ekonomi, dan perilaku petani/masyarakat. Sudah banyak hasil-hasil penelitian yang dihasilkan oleh lembaga-lembaga penelitian dan perguruan tinggi namun tingkat adopsinya masih rendah. Ketahanan, kemandirian, kedaulatan dan keamanan pangan dapat diwujudkan bila ada sinergi dari berbagai pihak, khususnya antarkementerian serta pihak-pihak yang berkepentingan dalam bidang pangan.

2.4 Indikator Pengukuran Ketahanan Pangan dan Gizi

Ketahanan pangan dapat dianalisis melalui dua dimensi utama, yaitu keragaman serta frekuensi konsumsi pangan (*dietary diversity* dan *food frequency*) dan perilaku konsumsi (*consumption behaviors*).

Dimensi keragaman dan frekuensi konsumsi pangan diukur menggunakan beberapa indikator, antara lain: (1) *food consumption score* yang mengevaluasi asupan energi dan kualitas pangan pada tingkat rumah tangga, (2) *household dietary diversity score* yang menilai variasi jenis pangan yang dikonsumsi, (3) tingkat kekurangan gizi (*undernourishment*), serta (4) proporsi pengeluaran rumah tangga untuk pangan (*spending on food*). Sementara itu, dimensi perilaku konsumsi dapat dinilai melalui: (1) *coping strategies index*, yaitu indeks yang mengidentifikasi strategi yang digunakan rumah tangga ketika menghadapi keterbatasan akses pangan, (2) *Household Food Insecurity Access Scale* (HFIAS) yang mengukur tingkat kerawanan pangan dan akses pangan di rumah tangga, (3) *household hunger scale* yang menilai tingkat kelaparan di rumah tangga, serta (4) *self-assessed measure of food security* sebagai pengukuran mandiri terhadap kondisi kerawanan pangan.

Untuk menilai tingkat ketahanan pangan baik pada level global, nasional, maupun rumah tangga, digunakan berbagai indikator dan instrumen. Indikator-indikator ini saling melengkapi dan dapat dipilih sesuai dengan tujuan, cakupan wilayah, serta level analisis (global, nasional, komunitas, hingga rumah tangga). Beberapa di antaranya adalah:

1. *Global Food Security Index* (GFSI)

Global Food Security Index (GFSI) disusun oleh *Economist Intelligence Units* (EIU) bekerja sama dengan DuPont sejak 2012, GFSI menganalisis ketahanan pangan di lebih dari 100 negara berdasarkan empat dimensi yaitu keterjangkauan (*affordability*), ketersediaan (*availability*), kualitas dan keamanan pangan (*quality and safety*), serta sumber daya alam dan ketahanan (*natural resources and resilience*). Indikator-indikator tersebut masih dibagi lagi ke dalam beberapa subindikator. Indeks ini banyak digunakan untuk membandingkan ketahanan pangan antarnegara.

Pada dimensi keterjangkauan pangan, terdapat enam indikator meliputi perubahan rata-rata pengeluaran untuk pangan; jumlah penduduk di bawah garis kemiskinan global; indeks ketimpangan pendapatan; tarif impor pertanian; program jaring pengaman

untuk pangan; serta akses pasar dan jasa keuangan pertanian. Dalam dimensi ketersediaan pangan terdapat tujuh indikator, yaitu kecukupan pasokan; penelitian dan pengembangan pertanian (litbangtan); infrastruktur pertanian; volatilitas produksi pertanian; hambatan politik dan sosial dalam akses pangan; kehilangan pangan; serta komitmen kebijakan dan ketahanan pangan.

Dimensi kualitas dan keamanan pangan mempunyai lima indikator yaitu diversifikasi konsumsi pangan; standar gizi; ketersediaan zat gizi mikro; kualitas protein; dan keamanan pangan. Dimensi Sumber Daya Alam (SDA) dan resiliensi terdiri atas tujuh indikator yaitu paparan dampak perubahan iklim; air; lahan; lautan, sungai, dan danau; sensitivitas; komitmen politik untuk melakukan adaptasi; serta tekanan demografi. SDA merupakan modal utama untuk proses produksi pangan, terutama bagi pangan yang dihasilkan dengan mengandalkan sumber daya lahan dan air.

Dari hasil analisis data secara deskriptif pada tahun 2021, dari 113 negara diketahui peringkat ketahanan pangan Indonesia berada pada urutan 69. Hasil ini menunjukkan bahwa percepatan pencapaian ketahanan pangan dan gizi seharusnya diprioritaskan pada dimensi yang masih menunjukkan kinerja rendah serta pada wilayah yang tergolong rentan rawan pangan. Arah intervensi difokuskan untuk memperkuat kinerja pada dua aspek utama, yaitu konsumsi dan keamanan pangan, serta pengelolaan sumber daya alam dan peningkatan resiliensi. Seiring dengan itu, diperlukan percepatan pembangunan infrastruktur pelayanan dasar meliputi kesehatan, pendidikan, dan akses jalan, khususnya di Kawasan Timur Indonesia, disertai dengan upaya pemberdayaan masyarakat guna meningkatkan pendapatan. Selain itu, kebijakan pangan perlu diintegrasikan secara sinergis dengan kebijakan ekonomi dan kesehatan nasional

2. Indeks Ketahanan Pangan (IKP) Indonesia

Dikembangkan oleh Badan Ketahanan Pangan (BKP) Kementerian Pertanian RI, BKP menyusun IKP Nasional pada tahun 2020 dengan unit analisis tingkat kabupaten/kota sebagai pemutakhiran IKP 2019.

Dalam penyusunan IKP tahun 2020, dilakukan pula pengembangan unit analisis pada tingkat provinsi. Perancangan IKP ini mengacu pada pengukuran indeks global *Global Food Security Index* (GFSI), dengan penyesuaian metodologis berdasarkan ketersediaan data dan informasi di level kabupaten/kota maupun provinsi. Selain itu, IKP menjadi bagian integral dari Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan.

Indeks Ketahanan Pangan (IKP) Nasional memiliki peranan strategis sebagai instrumen untuk menilai capaian pembangunan ketahanan pangan di suatu wilayah serta mengukur kinerja pemerintah daerah dalam memenuhi kewajiban yang ditetapkan oleh pemerintah pusat maupun daerah. IKP juga berfungsi sebagai alat dalam menentukan prioritas pembangunan daerah dan intervensi program yang diperlukan. Secara khusus, penyusunan IKP Nasional bertujuan mengevaluasi tingkat pencapaian ketahanan pangan dan gizi di tingkat kabupaten/kota maupun provinsi, sekaligus menyajikan peringkat kinerja antarwilayah. Dengan demikian, IKP diharapkan dapat menjadi dasar perencanaan intervensi program yang lebih terarah, fokus, dan tepat sasaran.

IKP mengukur ketahanan pangan hingga level kabupaten/kota berdasarkan tiga aspek yaitu ketersediaan, akses, dan pemanfaatan pangan. Indeks ini bermanfaat untuk memetakan daerah rentan rawan pangan di Indonesia. Terdapat sembilan indikator yang dipilih sebagai dasar penentuan IKP yaitu rasio konsumsi normatif per kapita terhadap ketersediaan bersih, persentase penduduk yang hidup di bawah garis kemiskinan, persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65% terhadap total pengeluaran, persentase rumah tangga tanpa akses listrik, rata-rata lama sekolah perempuan di atas 15 tahun, persentase rumah tangga tanpa akses ke air bersih, rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk, persentase balita dengan tinggi badan di bawah standar (*stunting*), dan angka harapan hidup pada saat lahir.

Indeks Ketahanan Pangan (IKP) disusun berdasarkan sembilan indikator yang diturunkan dari tiga dimensi utama ketahanan pangan yaitu ketersediaan, keterjangkauan, dan pemanfaatan pangan.

Pemilihan indikator tersebut mempertimbangkan beberapa aspek, meliputi hasil kajian terhadap berbagai indeks ketahanan pangan internasional, tingkat sensitivitas indikator dalam menggambarkan kondisi ketahanan pangan dan gizi, keterwakilan terhadap ketiga pilar ketahanan pangan, serta ketersediaan data yang terpublikasi secara rutin setiap tahun dan mencakup seluruh wilayah kabupaten/kota maupun provinsi.

3. *Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS)*

Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS) merupakan instrumen survei yang dikembangkan oleh *Food and Nutrition Technical Assistance (FANTA)* pada tahun 2007 untuk mengukur tingkat kerawanan pangan di tingkat rumah tangga, dan dipublikasikan pada tahun 2012. HFIAS digunakan untuk menilai pengalaman rumah tangga terkait kesulitan mengakses pangan melalui sembilan pertanyaan yang menggambarkan kondisi dari yang paling ringan (misalnya kekhawatiran kehabisan makanan) hingga paling parah (misalnya tidak makan sepanjang hari). Instrumen ini menilai pengalaman rumah tangga terkait kecemasan pangan, penurunan kualitas pangan, dan penurunan kuantitas pangan dalam 30 hari terakhir

Metode HFIAS dilakukan dengan wawancara kepada responden menggunakan kuesioner yang terdiri dari sembilan pertanyaan, yaitu:

- a. Dalam sebulan terakhir, apakah Anda khawatir bahwa rumah tangga Anda tidak memiliki cukup pangan?
- b. Dalam sebulan terakhir, apakah Anda atau anggota rumah tangga Anda lainnya tidak bisa mengonsumsi jenis pangan yang Anda sukai karena kurangnya sumber daya?
- c. Dalam sebulan terakhir, apakah Anda atau anggota rumah tangga Anda lainnya mengonsumsi pangan yang kurang bervariasi karena kurangnya sumber daya?

- d. Dalam sebulan terakhir, apakah Anda atau anggota rumah tangga Anda lainnya harus mengonsumsi beberapa pangan yang benar-benar tidak ingin Anda makan karena kurangnya sumber daya untuk mendapatkan pangan lain?
- e. Dalam sebulan terakhir, apakah Anda atau anggota rumah tangga Anda lainnya harus mengonsumsi pangan yang lebih sedikit dari yang dibutuhkan karena tidak cukup pangan?
- f. Dalam sebulan terakhir, apakah Anda atau anggota rumah tangga Anda lainnya harus mengonsumsi pangan yang lebih sedikit dalam sehari karena tidak cukup pangan?
- g. Dalam sebulan terakhir, apakah Anda atau anggota rumah tangga Anda lainnya tidak mengonsumsi apapun akibat dari tidak tersedianya pangan di rumah karena kurangnya sumber daya untuk mendapatkan pangan?
- h. Dalam sebulan terakhir, apakah Anda atau anggota rumah tangga Anda lainnya tidur dalam kelaparan di malam hari karena tidak cukup pangan?
- i. Dalam sebulan terakhir, apakah Anda atau anggota rumah tangga Anda lainnya tidak mengonsumsi apa-apa sehari semalam karena tidak cukup pangan?

Pada instrumen ini, responden diminta memberikan jawaban terhadap setiap pertanyaan dengan skala penilaian 0–3. Skor 0 menunjukkan kondisi ‘tidak pernah’, skor 1 menunjukkan ‘jarang’ (1–2 kali dalam kurun waktu empat minggu), skor 2 menunjukkan ‘kadang-kadang’ (3–10 kali dalam empat minggu), dan skor 3 menunjukkan ‘sering’ (>10 kali dalam empat minggu). Berdasarkan akumulasi skor, tingkat ketahanan pangan dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu: tahan pangan (skor total 0–1), sedikit rawan pangan (skor total 2–7), rawan pangan sedang (skor total 8–14), dan rawan pangan berat (skor total 15–27). Skor HFIAS digunakan untuk mengklasifikasikan rumah tangga menjadi kategori tahan pangan, rawan pangan ringan, rawan pangan sedang, dan rawan pangan berat.

Tabel 2.1 Indikator tingkat ketahanan pangan rumah tangga

Konsumsi Energi per Unit Ekuivalen Dewasa	Tingkat Pengeluaran Pangan	
	Rendah ($\leq 60\%$ pengeluaran total)	Tinggi ($> 60\%$ pengeluaran total)
Cukup ($> 80\%$ kecukupan energi)	Tahan pangan	Rentan pangan
Kurang ($\leq 80\%$ kecukupan energi)	Kurang pangan	Rawan pangan

Tabel 2.2 Indikator tingkat ketahanan pangan rumah tangga modifikasi

Konsumsi Energi per Unit Ekuivalen Dewasa	Tingkat Pengeluaran Pangan	
	Rendah ($\leq 60\%$ pengeluaran total)	Tinggi ($> 60\%$ pengeluaran total)
Cukup ($> 70\%$ kecukupan energi)	Tahan pangan	Rentan pangan
Kurang ($\leq 70\%$ kecukupan energi)	Kurang pangan	Rawan pangan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode HFIAS sensitif untuk mengidentifikasi rumah tangga tidak tahan pangan. Metode HFIAS dapat digunakan sebagai metode pengukuran ketahanan pangan karena lebih mudah dan lebih praktis. Instrumen ini tidak secara langsung menilai asupan pangan maupun status gizi, melainkan menggambarkan persepsi serta pengalaman rumah tangga mengenai akses fisik dan ekonomi mereka terhadap pangan. Dibandingkan dengan metode lainnya, HFIAS relatif lebih sederhana dan hemat biaya untuk digunakan. Fokus utama HFIAS adalah pada akses pangan rumah tangga, termasuk kondisi ketersediaan pangan di dalamnya. Instrumen ini telah banyak disesuaikan serta disempurnakan agar relevan dengan konteks negara berkembang, sehingga Indonesia merupakan salah satu negara yang memungkinkan untuk digunakannya metode HFIAS dalam mengukur tingkat ketahanan pangan rumah tangga.

4. *Household Dietary Diversity Score (HDDS)*

Instrumen *Household Dietary Diversity Score (HDDS)* bertujuan untuk mengukur keragaman pangan rumah tangga dalam 24 jam terakhir. Skor ini digunakan sebagai proksi kualitas diet dan status gizi, karena keragaman pangan berhubungan erat dengan kecukupan gizi. Selain itu, HDDS ini digunakan sebagai *proxy measure* dari tingkat sosial ekonomi dan juga indikator ketahanan pangan. Data konsumsi pangan rumah tangga dapat dinyatakan dalam skor HDDS yang dikumpulkan dengan metode *recall* 1x24 jam sehari sebelumnya menggunakan kuesioner *food recall* 24 jam selama 2 hari yang tidak berturut-turut. Kuesioner *Household Dietary Diversity Score* ini dikembangkan oleh *Food and Nutrition Technical Assistance (FANTA)*.

Household Dietary Diversity Score dirancang untuk menilai kondisi ketahanan pangan pada tingkat rumah tangga. Temuan penelitian menunjukkan bahwa skor HDDS memiliki keterkaitan dengan pendapatan dan persentase pengeluaran untuk pangan. Semakin tinggi total pendapatan rumah tangga, maka skor HDDS cenderung lebih baik, sedangkan semakin besar proporsi pengeluaran untuk pangan, skor HDDS cenderung lebih rendah. Pengumpulan data melalui kuesioner HDDS dilakukan dengan cara sederhana, yakni menghitung jumlah kelompok pangan yang dikonsumsi tanpa memperhatikan porsi maupun jumlah yang dikonsumsi. Pendekatan ini berpotensi menimbulkan *over-reporting* terhadap jenis bahan makanan yang dikonsumsi oleh anggota rumah tangga dalam 24 jam sebelum wawancara. Kondisi *over-reporting* tersebut dapat muncul karena format pertanyaan dengan pilihan jawaban 'ya' atau 'tidak' cenderung menimbulkan *leading bias*, yaitu kecenderungan responden untuk lebih sering memberikan jawaban 'ya'.

Berdasarkan panduan FANTA, unit analisis metode ini adalah rumah tangga dan yang bertanggung jawab adalah responden yang memasak atau yang mengetahui konsumsi pangan rumah tangga. Kelompok pangan yang digunakan sebanyak 12 kelompok pangan (*food groups*) antara lain sereal, umbi-umbian, sayuran, buah, daging/

unggas/jeroan, telur, ikan/lauk laut, kacang-kacangan/polongan, susu/produk susu, minyak/lemak, gula/madu, dan kelompok lainnya. Beberapa studi lokal (Indonesia) memodifikasi kelompok pangan atau cara pengelompokan pangan berdasarkan fungsi gizi. Setiap kelompok pangan yang dikonsumsi (dalam 24 jam) diberi skor 1, tidak dikonsumsi diberi skor 0. Total skor adalah penjumlahan dari semua kelompok, sehingga nilai HDDS rumah tangga antara 0 sampai 12.

HDDS sensitif terhadap perbedaan ekonomi dan akses, skor HDDS cenderung meningkat seiring dengan pendapatan rumah tangga, status ekonomi, atau akses pangan. Artinya, HDDS efektif sebagai *proxy* akses ekonomi terhadap pangan yang bervariasi. Selain itu, HDDS juga berfungsi dalam evaluasi intervensi pangan/gizi atau program peningkatan pendapatan, karena perubahan skor HDDS bisa menunjukkan perbaikan akses terhadap keragaman pangan. Namun, HDDS tidak dapat mencerminkan distribusi makanan dalam rumah tangga (*intra-household*) atau status gizi tiap anggota, misalnya anak balita, lansia, atau wanita hamil karena fokus HDDS tidak mengukur status gizi individu melainkan rumah tangga dan kelompok pangan. Perlu diperhatikan juga terkait kelompok pangan karena definisi kelompok pangan bisa berbeda antarnegara atau kebudayaan, sehingga bahan pangan yang dianggap dalam satu kelompok di satu tempat bisa berbeda di tempat lain sehingga dapat memengaruhi validitas dan reliabilitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin beragam konsumsi pangan suatu rumah tangga maka rumah tangga tersebut semakin tahan pangan. Oleh karena itu, keragaman konsumsi pangan berhubungan kuat dengan ketahanan pangan rumah tangga, hal ini berpengaruh terhadap kemudahan anggota rumah tangga untuk mengonsumsi pangan yang lebih beragam dan bergizi. Keragaman pangan serta tingkat pendapatan, baik dari segi jenis maupun jumlah, memiliki keterkaitan dengan status gizi, terutama pada indikator yang mencerminkan masalah gizi akut. Oleh karena itu, indikator tersebut dapat digunakan sebagai alternatif prediktor terjadinya kekurangan gizi.

5. *Food Consumption Score* (FCS)

Food Consumption Score (FCS) dikembangkan oleh *World Food Programme* (WFP), FCS mengukur frekuensi konsumsi pangan dalam tujuh hari terakhir, dikombinasikan dengan bobot nilai gizi dari setiap kelompok pangan. FCS adalah salah satu indikator ketahanan pangan yang dianggap paling sesuai dan sederhana dalam mengukur konsumsi pangan rumah tangga. FCS sebagai indikator survei rumah tangga yang menggabungkan tiga dimensi utama: keragaman pangan (*dietary diversity*), frekuensi konsumsi (berapa sering kelompok pangan dikonsumsi selama 7 hari terakhir), dan nilai gizi relatif (melalui bobot kelompok pangan). Tujuan utamanya adalah memberi ukuran cepat tingkat keamanan pangan rumah tangga dalam konteks pemantauan program bantuan pangan, penilaian kerawanan dan respons darurat, serta evaluasi program. FCS bekerja pada level rumah tangga dan dirancang untuk penggunaan survei lapangan.

Pada dasarnya, FCS menimbang kelompok pangan menurut kepadatan relatif, WFP telah mengembangkan varian FCS-N (*Food Consumption Score—Nutritional Quality Analysis*) yang memfokuskan pada tiga zat gizi prioritas yaitu vitamin A, protein, dan *iron* dari heme untuk mengeksplorasi aspek kecukupan mikronutrien/protein pada pola konsumsi rumah tangga. FCS-N dapat membantu mengidentifikasi apakah konsumsi mencakup sumber nutrisi penting meski bukan pengganti analisis asupan kuantitatif.

Penghitungan skor *Food Consumption Score* (FCS) dilakukan dengan memanfaatkan data mengenai keragaman serta frekuensi konsumsi kelompok pangan oleh rumah tangga. Setiap kelompok pangan diberi bobot berdasarkan kandungan gizi relatifnya. Kelompok pangan bergizi tinggi, seperti produk hewani, memperoleh bobot lebih besar dibanding kelompok pangan dengan kandungan gizi rendah, seperti umbi-umbian. Daftar kelompok pangan beserta pembobotannya dapat dilihat pada Tabel 2.3. Selanjutnya, skor dari masing-masing kelompok pangan dijumlahkan untuk menghasilkan skor total. Rumah tangga dikategorikan rentan (*poor*) apabila skor FCS berkisar 0–21,

berada pada kategori garis batas (*borderline*) jika skor FCS 21,5–35, dan tergolong aman (*acceptable*) apabila skor FCS lebih dari 35. Dalam praktik lapangan, ambang batas tersebut kadang disesuaikan dengan konteks lokal, misalnya ketika pola konsumsi berbeda secara budaya atau ada kebutuhan program. Beberapa studi menggunakan kategori yang dimodifikasi untuk menajamkan pemetaan kerawanan pada populasi tertentu. Selalu jelaskan *cut-off* yang dipakai dalam metodologi survei.

Tabel 2.3 Kelompok makanan dan pembobotannya menurut FCS

Kelompok Makanan	Bobot
Makanan pokok (<i>main staples</i>)	2
Kacang-kacangan (<i>pulses</i>)	3
Sayur-sayuran (<i>vegetables</i>)	1
Buah (<i>fruit</i>)	1
Daging/ikan (<i>meat/fish</i>)	4
Produk susu (<i>milk</i>)	4
Gula (<i>sugar</i>)	0,5
Minyak (<i>oil</i>)	0,5

FCS dirancang agar mudah diimplementasikan oleh tim survei lapangan karena memerlukan waktu singkat per rumah tangga dan analisis relatif sederhana sehingga cocok untuk pemantauan rutin dan penilaian awal dalam situasi darurat. FCS juga menggabungkan keberagaman dan frekuensi sehingga lebih informatif dibanding indikator tunggal seperti hanya *Dietary Diversity Score* (DDS) 24-jam. FCS menangkap info frekuensi dalam 7 hari sehingga memperhalus gambaran pola konsumsi. Indikator FCS dapat dikombinasikan dengan indikator lain seperti HDDS, HFIAS, dan CSI untuk memberi gambaran komprehensif tentang status ketahanan pangan dan status gizi. Studi empiris menunjukkan bahwa FCS berkorelasi dengan beberapa *outcome* gizi dan determinan sosial-ekonomi.

6. *Coping Strategies Index* (CSI)

Coping Strategies Index (CSI) adalah instrumen untuk mengukur ketahanan pangan khususnya aspek akses pangan dalam situasi rumah tangga. Instrumen ini dirancang untuk menggambarkan “apa yang dilakukan rumah tangga saat mereka tidak mampu memperoleh cukup pangan”, baik karena masalah ekonomi, distribusi, atau krisis. CSI menilai strategi penyesuaian (*coping strategies*) yang dilakukan rumah tangga saat menghadapi kerawanan pangan, seperti mengurangi jumlah makan, menjual aset, atau meminjam pangan.

Tujuan utama dari CSI antara lain untuk mengukur frekuensi dan keparahan perilaku/perilaku adaptif (*coping strategies*) yang dilakukan rumah tangga ketika menghadapi kekurangan pangan, memberikan indikasi cepat (*rapid assessment*) tentang tingkat stres pangan dalam populasi, dan membantu memahami kondisi akses pangan, terutama di situasi darurat/kekurangan pangan, dapat menjadi alat evaluasi dampak program intervensi pangan/bantuan pangan.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa rumah tangga dengan *coping strategies* rendah yang berarti bahwa rumah tangga dalam keadaan kondisi tahan pangan. Rumah tangga ini tidak melakukan tindakan *coping* dalam waktu 30 hari terakhir. Terdapat rumah tangga yang menerapkan *coping strategies* pada tingkat menengah, yang merefleksikan adanya kerawanan pangan awal. Pada kelompok ini, strategi *coping* yang umum dilakukan adalah membeli bahan pangan dengan harga lebih murah, dengan frekuensi sekitar 3–4 kali per minggu selama periode 30 hari. Sementara itu, ditemukan rumah tangga berada pada kategori *coping strategies* tinggi (skor >10), sehingga dapat dikategorikan mengalami kerawanan pangan serius. Rumah tangga dalam kelompok ini harus melakukan strategi *coping* hampir setiap hari dalam rentang waktu 30 hari.

Rumah tangga yang sering menerapkan strategi penanggulangan (*coping strategies*) cenderung memiliki skor *Reduced Coping Strategies Index* (RCSI) yang tinggi, yang mencerminkan tingkat kerawanan pangan rumah tangga semakin parah. Dalam kurun waktu satu bulan, umumnya

rumah tangga setidaknya melakukan satu bentuk strategi *coping*. Bagi rumah tangga miskin, penerapan strategi ini menjadi tantangan besar karena keterbatasan dukungan sosial dan minimnya kepemilikan aset. Tidak jarang, strategi *coping* yang dipilih justru berdampak negatif terhadap kesehatan serta status gizi anggota rumah tangga.

Instrumen CSI bisa digunakan dalam survei cepat, aplikasi darurat, atau pemantauan rutin karena hanya melibatkan pertanyaan tentang perilaku adaptif rumah tangga (*coping behaviors*) dalam periode pendek (7 hari), CSI juga cukup sensitif terhadap perubahan mendadak misalnya guncangan ekonomi, kenaikan harga pangan, bencana alam, atau gangguan pasokan. Identifikasi strategi *coping* sangat bergantung pada konteks lokal yaitu apa saja yang dianggap strategi *coping* oleh masyarakat setempat sehingga instrumen ini lebih relevan secara budaya dan lokal.

Author's Personal
Copy By IPB Press

BAB 3.

KEAMANAN PANGAN

(FOOD SAFETY)

3.1 Definisi dan Konsep Keamanan Pangan

Keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, fisik, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, serta membahayakan kesehatan manusia. Konsep ini menekankan bahwa pangan yang dikonsumsi masyarakat harus aman mulai dari proses produksi hingga dikonsumsi. Cemaran biologis bisa berupa bakteri, virus, parasit, maupun jamur yang menimbulkan penyakit. Cemaran kimia dapat berasal dari pestisida, logam berat, atau bahan tambahan pangan berlebihan, sedangkan cemaran fisik bisa berupa kerikil, logam, atau plastik yang masuk ke dalam pangan. Dengan demikian, keamanan pangan mencakup seluruh aspek perlindungan konsumen dari potensi bahaya. Hal ini menjadikan keamanan pangan sebagai bagian integral dari hak asasi manusia untuk memperoleh makanan sehat (Kamboj *et al.* 2020).

Keamanan pangan di Indonesia diatur dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan. Dalam Pasal 1 ayat (5), keamanan pangan didefinisikan secara jelas sebagai kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari cemaran yang merugikan kesehatan manusia. Undang-undang ini menjadi pedoman utama bagi pemerintah, produsen, dan masyarakat dalam menjamin keamanan pangan. Selain itu, UU ini menegaskan tanggung jawab negara dalam melindungi rakyat dari pangan yang tidak layak konsumsi. Pemerintah berkewajiban melakukan pengawasan ketat mulai dari produksi, distribusi, hingga pemasaran

pangan. UU ini juga mengatur standar mutu, sertifikasi, dan sistem jaminan mutu pangan. Dengan demikian, aspek hukum memperkuat posisi keamanan pangan sebagai bagian dari pembangunan kesehatan nasional.

Keamanan pangan sangat penting karena pangan yang tidak aman dapat menjadi sumber berbagai penyakit. Penyakit akibat pangan yang telah tercemar dikenal sebagai *foodborne diseases*, yang dapat menyebabkan diare, keracunan, hingga gangguan kronis. Di Indonesia, kasus keracunan makanan masih sering terjadi akibat kurangnya pengawasan dan kesadaran masyarakat. Dengan menjaga keamanan pangan, risiko penyakit dapat ditekan, sehingga kualitas hidup masyarakat meningkat. Pangan yang aman juga mendukung produktivitas kerja, karena masyarakat sehat dapat bekerja lebih baik. Keamanan pangan tidak hanya melindungi kesehatan, tetapi juga memperkuat daya saing bangsa dalam perdagangan global. Negara yang memiliki sistem keamanan pangan yang baik akan lebih dipercaya dalam ekspor produk pangan.

Terdapat tiga prinsip dasar dalam keamanan pangan yaitu aman (*safety*), bermutu (*quality*), dan layak (*wholesome*). Aman berarti pangan tidak mengandung zat berbahaya, bermutu berarti sesuai standar gizi dan sensorik, sedangkan layak berarti dapat dikonsumsi tanpa menimbulkan gangguan kesehatan. Prinsip ini menjadi acuan bagi produsen, regulator, dan konsumen dalam menjamin keamanan pangan (Djukic *et al.* 2015).

Konsep keamanan pangan mencakup empat dimensi utama yang saling melengkapi dan membentuk sistem terpadu. Pencegahan dilakukan sejak tahap awal untuk menghindari masuknya cemaran biologis, kimia, maupun fisik ke dalam pangan. Selanjutnya, pengendalian diterapkan melalui pengaturan proses produksi, distribusi, dan penyimpanan agar kontaminasi tidak terjadi. Dimensi berikutnya adalah pemantauan, yakni pemeriksaan dan pengujian secara berkala guna memastikan bahwa pangan yang beredar tetap memenuhi standar keamanan. Jika ditemukan pelanggaran, maka dilakukan penindakan berupa pemberian sanksi tegas kepada pihak yang tidak mematuhi aturan. Keempat dimensi ini menunjukkan bahwa keamanan pangan bukan hanya pemeriksaan

akhir pada produk jadi, melainkan rangkaian proses berkesinambungan. Dengan demikian, sistem keamanan pangan dapat melindungi konsumen sekaligus menjaga mutu pangan secara konsisten (Fufa 2023).

Keamanan pangan juga meliputi seluruh rantai pangan dari hulu hingga hilir, yang dikenal dengan konsep *farm to table*. Artinya, keamanan pangan dimulai dari produksi di tingkat petani atau peternak hingga sampai ke meja konsumen. Setiap tahap memiliki risiko cemaran yang berbeda, sehingga perlu standar dan pengawasan khusus. Pada tahap produksi, penggunaan pestisida dan antibiotik harus diawasi agar tidak menimbulkan residu berbahaya. Pada tahap distribusi, penyimpanan dan transportasi harus menjaga suhu, kebersihan, dan kondisi produk. Pada tahap pengolahan, produsen harus menerapkan prinsip higienitas dan standar keamanan pangan. Dengan pendekatan menyeluruh, pangan yang dikonsumsi akan terjamin aman (Lukman & Kusnandar 2015).

Sebagai upaya dalam menjamin keamanan pangan, pemerintah menetapkan standar mutu dan regulasi yang wajib dipatuhi oleh produsen. Badan POM (Pengawas Obat dan Makanan) serta Kementerian Kesehatan menjadi lembaga utama dalam pengawasan keamanan pangan. Standar yang harus dipenuhi produsen meliputi batas residu pestisida, bahan tambahan pangan yang diizinkan, dan ambang batas logam berat. Produsen diwajibkan mencantumkan label pangan yang jelas dan benar agar konsumen terlindungi. Selain itu, sistem jaminan mutu seperti GMP (*Good Manufacturing Practices*), HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*), dan ISO 22000 juga diterapkan. Regulasi ini penting untuk mencegah beredarnya pangan berbahaya di masyarakat. Dengan adanya standar dan regulasi, sistem keamanan pangan menjadi lebih terstruktur (Njatrijani 2021).

Produsen pangan memegang peran penting dalam menjaga keamanan pangan. Mereka wajib menerapkan praktik produksi yang baik, mulai dari bahan baku, proses pengolahan, hingga distribusi. Pelaku usaha juga bertanggung jawab memberikan informasi yang benar kepada konsumen, termasuk kandungan gizi, tanggal kedaluwarsa, dan cara penyimpanan. Pelanggaran terhadap prinsip keamanan pangan dapat berdampak hukum

sesuai UU Pangan. Oleh karena itu, produsen harus memiliki kesadaran bahwa keamanan pangan adalah investasi jangka panjang. Kepercayaan konsumen terhadap suatu produk sangat bergantung pada jaminan keamanan pangan. Dengan menjaga keamanan pangan, produsen juga menjaga keberlanjutan bisnis mereka

Pemerintah memiliki peran sentral dalam menjamin keamanan pangan di masyarakat. Pengawasan dilakukan melalui inspeksi, pengujian laboratorium, dan sertifikasi produk pangan. Pemerintah juga menetapkan regulasi tentang izin edar, registrasi produk, serta sanksi bagi pelanggar. Selain itu, pemerintah melakukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat agar lebih sadar akan pentingnya pangan yang aman. Program pembinaan terhadap produsen skala kecil juga menjadi bagian penting, karena mereka sering kali belum memahami standar keamanan pangan. Pemerintah bekerja sama dengan lembaga internasional untuk memastikan standar pangan Indonesia sesuai dengan standar global. Dengan peran aktif pemerintah, keamanan pangan nasional dapat lebih terjamin.

Konsumen juga berperan penting dalam menjaga keamanan pangan. Mereka harus cerdas dalam memilih pangan, dengan memperhatikan label, kemasan, serta tanggal kedaluwarsa. Konsumen juga perlu memahami cara penyimpanan pangan yang benar agar tidak mudah tercemar. Kesadaran masyarakat untuk mencuci tangan sebelum makan, menjaga kebersihan peralatan dapur, dan mengolah makanan dengan tepat sangat berpengaruh terhadap keamanan pangan. Edukasi konsumen perlu terus dilakukan agar masyarakat lebih peduli terhadap pangan yang dikonsumsi. Dengan konsumen yang cerdas, permintaan terhadap pangan aman akan semakin tinggi. Pada akhirnya, hal ini mendorong produsen untuk meningkatkan standar keamanan pangan.

Meskipun sudah ada regulasi, tantangan keamanan pangan masih besar di Indonesia. Salah satunya adalah lemahnya pengawasan pada produk pangan skala kecil dan informal. Selain itu, keterbatasan infrastruktur laboratorium di daerah menyebabkan pengujian pangan kurang optimal. Globalisasi juga menghadirkan risiko masuknya pangan impor yang tidak selalu sesuai standar keamanan nasional. Faktor lain

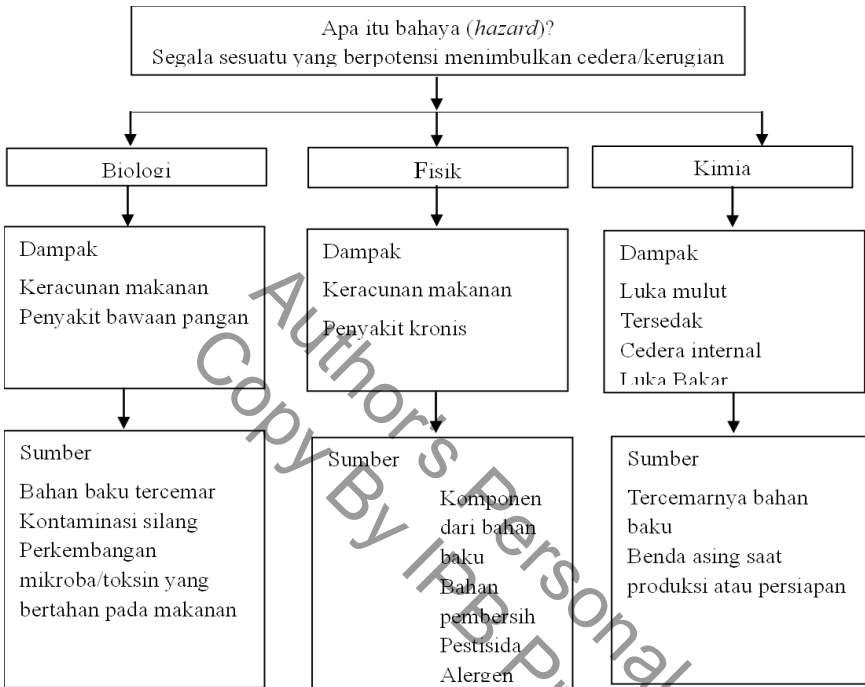
adalah rendahnya kesadaran sebagian masyarakat dalam menjaga kebersihan pangan. Perubahan iklim juga memengaruhi risiko cemaran biologis dan kimia pada pangan. Tantangan ini membutuhkan kerja sama semua pihak, baik pemerintah, produsen, maupun konsumen. Dengan kolaborasi yang baik, tantangan dapat diatasi.

Keamanan pangan harus dijaga secara berkelanjutan untuk melindungi kesehatan masyarakat dan generasi mendatang. UU Pangan menegaskan bahwa keamanan pangan adalah bagian dari tanggung jawab negara dalam menjamin hak atas pangan yang layak. Prinsip keberlanjutan berarti sistem keamanan pangan harus terus diperbaiki sesuai perkembangan ilmu dan teknologi. Inovasi dalam pengolahan pangan, pengawasan, dan sistem informasi harus mendukung keamanan pangan di era modern. Keamanan pangan juga terkait erat dengan ketahanan pangan, karena pangan yang tidak aman tidak dapat dianggap sebagai bagian dari ketahanan pangan. Oleh karena itu, keberlanjutan keamanan pangan harus menjadi prioritas pembangunan nasional. Dengan sistem keamanan pangan yang kuat, Indonesia dapat melindungi masyarakat sekaligus meningkatkan daya saing global.

3.2 Jenis Bahaya Kontaminasi Pangan (Biologi, Fisik, dan Kimia)

Kontaminasi pangan adalah masuknya agen berbahaya ke dalam makanan yang dapat menurunkan mutu dan membahayakan kesehatan manusia. Kontaminasi dapat terjadi pada semua tahap rantai pangan, mulai dari produksi, distribusi, penyimpanan, hingga konsumsi. Secara umum, bahaya kontaminasi pangan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu biologis, fisik, dan kimia. Ketiga jenis bahaya ini memiliki karakteristik berbeda namun sama-sama berisiko mengganggu kesehatan konsumen. Bahaya biologis biasanya terkait dengan mikroorganisme penyebab penyakit. Bahaya fisik berkaitan dengan benda asing yang masuk ke dalam pangan. Sementara itu, bahaya kimia sering berhubungan dengan zat berbahaya yang mencemari pangan baik secara alami maupun akibat aktivitas

manusia (Fufa 2023). Berikut disajikan secara ringkas gambar diagram dari bahaya (*hazard*) yang kemungkinan mengontaminasi makanan yang akan dikonsumsi. Bahaya tersebut terdiri atas bahaya biologis, fisik, dan kimia.



Gambar 3.1 Terminologi Kontaminasi Bahan Pangan (Bahaya Biologi, Fisik, dan Kimia)

3.2.1 Bahaya Biologi

Bahaya biologis adalah kontaminasi pangan yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, virus, parasit, dan jamur. Bakteri patogen seperti *Salmonella*, *Escherichia coli*, dan *Listeria* dapat menimbulkan penyakit serius melalui konsumsi pangan terkontaminasi. Virus seperti norovirus dan hepatitis A juga sering dikaitkan dengan kasus keracunan makanan. Parasit seperti Giardia dan Toksoplasma dapat menginfeksi manusia melalui pangan yang tidak dimasak sempurna. Selain itu, jamur penghasil mikotoksin, seperti *Aspergillus*, dapat tumbuh pada biji-bijian dan kacang-kacangan. Bahaya biologis ini sering kali sulit terdeteksi

secara kasatmata, sehingga sangat berisiko. Pencegahan melalui sanitasi, pemasakan yang tepat, dan rantai dingin sangat penting dilakukan (Evans & Redmond 2019).

Keracunan makanan muncul ketika pangan terpapar bakteri yang mampu memproduksi racun. Produksi racun biasanya terjadi saat makanan disimpan atau ditangani pada suhu tidak aman seperti tidak cukup panas atau tidak cukup dingin. Zat beracun tersebut masuk ke dalam pangan dan umumnya tidak dapat dikenali melalui bau, rupa, maupun rasa; dengan kata lain, makanan yang terlihat dan tercium normal belum tentu aman. **Mikroorganisme yang kerap terlibat** antara lain *Staphylococcus aureus* dan *Clostridium botulinum*. Sejumlah toksin, seperti mikotoksin, dapat menimbulkan efek jangka panjang meskipun pada kadar rendah, dan banyak di antaranya tahan panas sehingga tidak hilang hanya dengan dimasak. *S. aureus* tersebar di udara, debu, dan air, serta secara alami dapat berada di hidung, tenggorokan, kulit, dan rambut manusia; penjamah makanan yang menyentuh bagian tubuh tersebut lalu menangani pangan dapat menyebabkan kontaminasi. Gejala yang umum meliputi diare, mual, dan muntah; pada kadar toksin tinggi, keluhan akut biasanya muncul dalam beberapa jam setelah makanan dikonsumsi (Fufa 2023).

Dampak bahaya biologis pada kesehatan manusia sangat bervariasi, mulai dari diare ringan hingga penyakit serius yang berakibat fatal. Infeksi bakteri *Salmonella*, misalnya, dapat menyebabkan *gastroenteritis* dengan gejala diare, muntah, dan demam. *E. coli* O157:H7 bisa menimbulkan komplikasi serius berupa gagal ginjal pada anak. Virus hepatitis A yang ditularkan melalui pangan dapat menyebabkan kerusakan hati sementara. Infeksi parasit sering menimbulkan gejala kronis yang sulit dideteksi pada awalnya. Jamur penghasil *aflatoksin* pada kacang tanah dan jagung bisa menimbulkan kerusakan hati bahkan kanker. Oleh karena itu, bahaya biologis termasuk jenis kontaminasi yang paling diperhatikan dalam sistem keamanan pangan (Schirone *et al.* 2017).

Pencegahan bahaya biologis dapat dilakukan dengan menerapkan sanitasi dan higiene yang ketat. Proses pemasakan harus dilakukan dengan suhu yang memadai untuk membunuh mikroorganisme patogen. Penyimpanan pangan pada suhu dingin dapat memperlambat pertumbuhan bakteri. Selain itu, praktik cuci tangan sebelum mengolah makanan menjadi langkah sederhana, namun penting. Industri pangan wajib menerapkan standar *Good Manufacturing Practices* (GMP) untuk mencegah kontaminasi biologis. Edukasi masyarakat juga sangat diperlukan agar mereka memahami cara penyimpanan dan pengolahan makanan yang benar. Dengan pencegahan yang baik, risiko kontaminasi biologis dapat ditekan seminimal mungkin.

3.2.2 Bahaya Fisik

Bahaya fisik adalah kontaminasi pangan yang berasal dari masuknya benda asing yang tidak seharusnya ada di dalam makanan. Contoh bahaya fisik antara lain kerikil, serpihan kaca, potongan logam, rambut, maupun plastik. Benda-benda ini bisa masuk ke dalam pangan akibat proses produksi, penyimpanan, atau distribusi yang tidak terkontrol. Bahaya fisik dapat menyebabkan luka pada mulut, kerusakan gigi, hingga cedera serius pada saluran pencernaan. Meskipun tidak selalu mengandung racun, keberadaan benda asing membuat pangan tidak layak dikonsumsi. Bahaya fisik juga menurunkan tingkat kepercayaan konsumen terhadap produsen. Oleh karena itu, industri pangan harus memiliki sistem deteksi benda asing seperti metal detektor atau saringan (Onyeaka *et al.* 2023).

Penyebab bahaya fisik biasanya berasal dari kelalaian dalam proses pengolahan dan penanganan pangan. Misalnya, penggunaan mesin produksi yang sudah aus bisa menghasilkan serpihan logam yang bercampur ke makanan. Bahan kemasan yang rusak dapat menyebabkan serpihan plastik atau kertas masuk ke dalam produk. Kurangnya kebersihan pekerja, seperti rambut tidak tertutup, juga dapat menjadi sumber kontaminasi. Selain itu, penyimpanan di tempat terbuka bisa menyebabkan pangan tercampur dengan kerikil atau debu. Proses distribusi yang tidak hati-

hati, misalnya pengangkutan dengan wadah kotor, dapat memperparah kontaminasi fisik. Hal-hal ini menunjukkan bahwa pengendalian bahaya fisik memerlukan kedisiplinan yang tinggi dalam seluruh rantai pangan.

Dampak bahaya fisik pada pangan meliputi risiko kesehatan langsung seperti tersedak, luka pada mulut dan tenggorokan, gigi patah, hingga robekan atau perforasi saluran cerna yang dapat menyebabkan perdarahan dan infeksi; risikonya lebih tinggi pada anak-anak, lansia, dan pengguna gigi palsu. Benda asing (kaca, logam, plastik, tulang, kerikil) juga bisa memicu reaksi alergi atau infeksi bila tercemar mikroba. Secara psikologis, temuan benda asing menimbulkan rasa jijik dan kehilangan kepercayaan konsumen terhadap merek atau penyedia makanan. Dampak ekonominya termasuk penarikan produk (*recall*), pemborosan bahan, biaya klaim dan litigasi, denda regulator, serta gangguan operasional. Reputasi bisnis dapat jatuh, penjualan menurun, dan kemitraan distribusi terdampak. Pada kasus berat, korban dapat memerlukan perawatan darurat bahkan berujung fatal, sehingga pencegahan dan respons insiden yang cepat menjadi krusial.

Pencegahan bahaya fisik pada pangan menuntut sistem hulu hilir yang disiplin, mulai dari seleksi pemasok hingga produk dipajang/diantar ke konsumen. Pada penerimaan bahan baku, lakukan verifikasi pemasok, inspeksi visual, dan pra-penyaringan untuk menyingkirkan kerikil, serpihan, atau benda asing. Fasilitas dan peralatan harus didesain aman meliputi: pemisahan zona kotor–bersih, pelindung lampu, pengendalian kaca/plastik rapuh, *housekeeping*, serta perawatan preventif dan kalibrasi terjadwal. Di titik kritis proses, gunakan ayakan, magnet, dan filter; lengkapi dengan detektor logam atau pemeriksa sinar-X untuk mendeteksi dan menolak produk terkontaminasi. Produsen harus menggunakan alat deteksi benda asing dalam proses produksi. Pekerja juga perlu dilengkapi dengan alat pelindung diri seperti penutup kepala agar rambut tidak jatuh ke dalam makanan. Terapkan kebijakan ketat atas alat kecil dan benda pribadi seperti pisau, baut, staples, plester, perhiasan dengan sistem *check-in/out*, kebijakan tanpa perhiasan, penutup kepala/janggut, dan sarung tangan utuh. Awasi pengemasan untuk mencegah serpihan bahan kemasan,

pastikan integritas segel/label, dan punya prosedur khusus penanganan insiden pecah (*breakage*). Tutup dengan SSOP (sanitasi & pengendalian hama) yang terjadwal, pelatihan pekerja, monitoring-verifikasi, serta investigasi insiden/keluhan dengan tindakan korektif dan perbaikan berkelanjutan (CAPA) (Onyeaka *et al.* 2023).

3.2.3 Bahaya Kimia

Bahaya kimia adalah kontaminasi pangan yang disebabkan oleh masuknya zat kimia berbahaya yang dapat merugikan kesehatan manusia. Zat kimia ini bisa berasal dari bahan tambahan pangan yang tidak sesuai aturan, residu pestisida, logam berat, atau kontaminasi dari lingkungan. Misalnya, penggunaan boraks atau formalin untuk mengawetkan makanan merupakan praktik ilegal yang sangat berbahaya. Residu pestisida yang berlebihan pada sayuran dan buah juga dapat menimbulkan keracunan. Logam berat seperti merkuri, timbal, dan kadmium dapat mencemari ikan atau hasil pertanian dan bersifat toksik. Bahaya kimia sering kali tidak terlihat secara langsung, sehingga hanya bisa dideteksi melalui uji laboratorium. Oleh karena itu, pengawasan ketat dari pemerintah sangat diperlukan (van Asselt *et al.* 2022).

Menurut Esposito dan Cirillo (2024) beberapa sumber yang menjadi **penyebab terjadinya masuknya bahaya kimia** pada bahan makanan antara lain:

1. Bahan baku & lingkungan: toksin alami (glikosida sianogenik pada singkong, solanin pada kentang hijau), mikotoksin (aflatoksin pada kacang/jagung akibat kelembapan), logam berat (Hg, Pb, Cd, As), kontaminan lingkungan (dioxin/PCB, PFAS), nitrat/nitrit berlebih, histamin (ikan).
2. Praktik pertanian/peternakan: residu pestisida, herbisida, fungisida; air irigasi tercemar; dan obat hewan/hormon meninggalkan residu pada daging/susu/telur.
3. Bahan tambahan & penyalahgunaan: pemakaian BTP melebihi batas; bahan ilegal (boraks, formalin, rhodamin B, metanil yellow); salah takar nitrit/nitrat pada *curing*.

4. Kontaminan proses: reaksi suhu tinggi membentuk akrilamida (gorengan/roti panggang), PAH (pembakaran/BBQ), amina heterosiklik (panggang/daging); 3-MCPD/GE pada pemurnian minyak; nitrosamin pada produk diawetkan.
5. Peralatan & kemasan: migrasi BPA, ftalat (plastik), pelarut/tinta cetak, MOSH/MOAH (karton daur ulang), oli/pelumas mesin, logam dari peralatan yang korosif.
6. Pembersihan & sanitasi: residu detergen/sanitizer (klorin, quats), pembentukan klorat/perklorat dari disinfeksi air, *carry-over* bahan kimia pembersih karena bilas tidak tuntas.
7. Distribusi & penyimpanan: fumigan (fosfin) tersisa, es/air kontaminan, oksidasi lemak membentuk aldehid iritan, kontaminasi silang kimia antarproduk, reaksi dengan kemasan pada suhu tinggi.
8. Kecurangan pangan (*food fraud*): pemalsuan/penambahan bahan murah berbahaya (mis. melamin pada susu, pewarna tekstil pada pangan, pemutih pada tahu).

Dampak bahaya kimia terhadap kesehatan manusia bisa bersifat akut maupun kronis. Keracunan akut biasanya muncul setelah mengonsumsi pangan dengan kadar cemaran tinggi, misalnya muntah, diare, atau kejang. Dampak kronis bisa terjadi akibat akumulasi zat kimia dalam tubuh dalam jangka panjang. Misalnya, paparan aflatoksin dapat menyebabkan kanker hati, sedangkan logam berat bisa merusak ginjal dan sistem saraf. Bahan tambahan pangan berbahaya seperti formalin dapat menyebabkan iritasi saluran pencernaan. Residu pestisida juga berhubungan dengan gangguan hormon dan risiko kanker. Oleh karena itu, bahaya kimia dianggap salah satu yang paling berbahaya karena sering tidak terdeteksi pada awalnya (van Asselt *et al.* 2022).

Pencegahan bahaya kimia pada pangan dilakukan dari hulu hilir secara terpadu: mulai dari kendali bahan baku (verifikasi pemasok, COA (*Certificate of Analysis*), seleksi bahan bebas jamur/aflatoksin, air memenuhi standar, penerapan GAP; penggunaan pestisida/obat hewan sesuai label dan masa henti panen/*withdrawal period*) hingga proses

produksi (GMP–HACCP, takaran BTP sesuai regulasi, menolak bahan/aditif ilegal, pemisahan dan pengendalian alergen, CIP (*Clean in Place*) yang benar serta pembilasan tuntas agar residu detergen/*sanitizer* tidak tertinggal). Gunakan peralatan dan kemasan *food-grade* (meminimalkan migrasi BPA, ftalat, tinta/pelarut; hindari kemasan rusak/daur ulang berisiko MOSH/MOAH), dan kelola proses panas untuk menekan kontaminan proses sehingga dapat mengurangi risiko pembentukan akrilamida (kontrol suhu/waktu, warna gorengan), PAH/HCA (hindari gosong/nyala api langsung, gunakan marinasi dan suhu lebih rendah), serta kelola minyak goreng (ganti berkala, hindari *overheating*). Terapkan pemisahan bahan kimia di gudang (sediakan rak khusus bahan kimia, berilah label yang jelas, FIFO/FEFO), kendali suhu serta waktu dan kelembapan saat penyimpanan/distribusi, dan cegah kontaminasi silang kimia antarproduk. Lakukan pengujian laboratorium berbasis risiko (MRL pestisida, logam berat, 3-MCPD/GE, histamin, residu *sanitizer*) dan validasi pemasok secara periodik. Pastikan pelabelan akurat (komposisi, alergen, petunjuk simpan/masak) dan pelatihan rutin pekerja. Lengkapi dengan *traceability–recall* dan CAPA (*Corrective Action and Preventive Action*) agar setiap temuan segera ditangani dan dapat dicegah agar tidak berulang (van Asselt *et al.* 2022).

3.2.4 Risiko Kontaminasi Silang

Kontaminasi silang adalah perpindahan kontaminan secara tidak disengaja dari satu permukaan atau bahan ke permukaan/bahan lain, yang sering terjadi akibat penanganan yang kurang hati-hati. Dalam konteks memasak, istilah ini merujuk pada perpindahan kontaminan dari permukaan, benda, atau manusia ke makanan. Meskipun paling sering berupa bahaya biologis, kontaminasi silang juga dapat bersifat fisik atau kimia. Di industri pangan, kontaminasi silang kerap terjadi disebabkan antara lain:

1. Penjamah makanan (misalnya bakteri dari keringat, bersin atau batuk, tangan, rambut, atau pakaian).

2. Metode penanganan yang keliru (contoh: memakai kembali talenan atau peralatan yang sama untuk pangan mentah dan matang, atau untuk jenis pangan berbeda).
3. Pembersihan dan sanitasi yang tidak tepat (misalnya tidak membilas sisa bahan kimia pembersih dari meja persiapan, peralatan makan/gelas, atau mesin).
4. Penyimpanan makanan yang tidak memadai (contoh: menaruh daging mentah di rak atas di atas pangan siap santap).
5. Pembuangan sampah yang buruk (misalnya membiarkan tempat sampah meluap).
6. Hama/serangga.

3.3 Sistem Manajemen Keamanan Pangan (GMP, GHP, HACCP)

Manajemen Sistem Keamanan Pangan adalah kerangka kebijakan, proses, prosedur, dan sumber daya yang terintegrasi untuk mengidentifikasi, menilai, mengendalikan, memantau, serta memverifikasi bahaya biologis, kimia, dan fisik di sepanjang rantai pangan yang mulai dari bahan baku hingga konsumen agar produk selalu aman, memenuhi peraturan, dan ditingkatkan secara berkelanjutan. Sistem ini dibangun di atas program prasyarat yang meliputi GHP, GMP/SSOP, prinsip HACCP, komunikasi rantai pasok, dokumentasi & rekaman, kompetensi SDM, *traceability–recall*, audit internal & verifikasi, tinjauan manajemen, dan perbaikan berkelanjutan (*continual improvement*) (Rina 2008).

Sistem manajemen keamanan pangan memastikan pangan aman, bermutu, dan konsisten dari hulu sampai hilir. **Tiga pilar utamanya** adalah GHP (*Good Hygiene Practices*), GMP (*Good Manufacturing Practices*), dan HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) yang saling melengkapi. GHP berfokus pada higiene personal, kebersihan fasilitas, dan praktik sanitasi. GMP menata proses produksi agar memenuhi persyaratan teknis, mutu, dan legal. HACCP adalah pendekatan berbasis risiko untuk

mengendalikan bahaya pada titik kritis. Ketiganya membentuk kerangka kerja preventif, bukan sekadar inspeksi akhir. Implementasi efektif membutuhkan kebijakan, sumber daya, dan budaya keamanan pangan.

3.3.1 *Good Hygiene Practices (GHP)*

Good Hygiene Practices (GHP) adalah fondasi perilaku higienis yang wajib bagi semua pelaku proses. GHP mencakup higiene personal, kesehatan pekerja, praktik cuci tangan, dan penggunaan alat pelindung diri. GHP juga mengatur kebersihan lingkungan kerja dan perlengkapan. Program GHP mendefinisikan standar penerimaan bahan, penyimpanan, dan penanganan makanan. Dokumen pendukungnya adalah prosedur higiene dan SSOP. Pelatihan rutin menjaga kepatuhan pekerja terhadap aturan. Verifikasi dilakukan melalui observasi, *checklist*, dan hasil uji kebersihan (FAO & WHO 2023).

Kebijakan higiene personal menuntut pekerja sehat, bersih, dan terlatih. Pekerja dilarang menangani pangan saat mengalami gejala infeksi, luka terbuka, atau penyakit menular. Cuci tangan dilakukan pada titik dan frekuensi yang ditetapkan. Alat pelindung seperti penutup kepala, masker, dan sarung tangan digunakan sesuai risiko. Perhiasan dan benda pribadi dilarang di area produksi. Tamu dan kontraktor mengikuti persyaratan yang sama. Catatan kesehatan dan pelatihan pekerja wajib disimpan.

Menurut FAO & WHO (2023) berikut beberapa **tahapan (langkah) penerapan GHP (*Good Hygiene Practices*)** yang praktis untuk dipakai di industri/UMKM/instansi pangan:

1. **Komitmen & Kebijakan**

Tetapkan kebijakan higiene tertulis, tujuan, peran–tanggung jawab, serta sumber daya.

2. **Kajian Awal & Pemetaan Proses**

Buat diagram alir dari penerimaan bahan → produksi → penyimpanan → distribusi → penyajian; identifikasi potensi sumber kontaminasi.

3. **Tetapkan Program Prasyarat (PRP) GHP**

Prasyarat minimal tersebut meliputi kebersihan pribadi dan kesehatan pekerja, air dan es, kebersihan fasilitas/peralatan (SSOP), pengendalian hama, pemisahan zona & pencegahan kontaminasi silang, kontrol waktu–suhu (*chilling/heating*), pengendalian alergen, pengendalian bahan kimia (BTP & pembersih), penerimaan & penyimpanan bahan, pengemasan/pelabelan, transportasi, serta pengelolaan limbah.

4. **Dokumentasi dan Rekaman**

Susun SOP/IK, SSOP, formulir inspeksi, log suhu, log pembersihan, daftar verifikasi pemasok, dan daftar periksa harian.

5. **Desain dan Pemeliharaan Fasilitas**

Pastikan bahan bangunan *food-grade*, alur satu arah, pelindung lampu, drainase baik, peralatan mudah dibersihkan, serta kalibrasi & perawatan terjadwal.

6. **Pelatihan dan Kompetensi**

Latih seluruh pekerja (cuci tangan, pemakaian APD, alergen, pembersihan, penanganan pangan), sertakan *refresh* & evaluasi.

7. **Implementasi Operasional Harian**

Terapkan cuci tangan di titik kritis, kebijakan tanpa perhiasan, penutup kepala/janggut, pemisahan mentah–matang, sanitasi sesuai jadwal, dan kontrol suhu–waktu setiap tahap.

8. **Pemantauan (Monitoring)**

Gunakan *check list* area, log suhu, log pembersihan, hasil uji cepat (ATP) atau swab mikrobiologi; catat & tanda tangani.

9. **Verifikasi dan Audit Internal**

Tinjau tren hasil monitoring, uji produk/permukaan berbasis risiko, audit kepatuhan SOP/SSOP, dan evaluasi pemasok.

10. Penanganan Penyimpangan dan CAPA

Jika ada ketidaksesuaian, isolasi produk, lakukan analisis akar sebab, tetapkan tindakan korektif dan pencegahan.

11. Tinjauan Manajemen

Secara berkala menilai kinerja GHP (KPI, keluhan, insiden, hasil audit) dan menetapkan target perbaikan.

12. Perbaikan Berkelanjutan & Komunikasi

Update prosedur, sarana, dan pelatihan; komunikasikan ke seluruh tim & mitra rantai pasok.

Menurut FAO & WHO (2023) program sanitasi dioperasikan melalui *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP). Proses pelaksanaan SSOP disusun dengan memetakan seluruh area dan peralatan, lalu menetapkan standar “apa-siapa-kapan-bagaimana-dengan apa” untuk tiap objek, dilengkapi *Master Sanitation Schedule* (harian-mingguan-bulanan), daftar bahan kimia beserta SDS, persyaratan K3 dan APD, serta rencana pelatihan operator.

Pada praktik pembersihan basah, langkahnya meliputi pemadaman/isolasi energi (*lockout-tagout*), *dry pick-up* untuk menyingkirkan kotoran kering, pra-bilas, pencucian dengan detergen pada konsentrasi/suhu/waktu kontak yang terkontrol, bilas akhir, inspeksi visual, aplikasi *sanitizer food-grade* sesuai *contact time*, pengeringan, perakitan kembali, dan pemeriksaan pra-operasi. Praktik pembersihan area kering (tepung/sereal), digunakan metode *dry-cleaning* dengan *vacuum/brush*, pembersihan spot dengan cairan minimal, sanitasi kering (misal uap/alkohol), dan verifikasi visual atau swab bila relevan, guna menghindari pembentukan pasta yang memicu pertumbuhan mikroba. Sistem CIP/COP diterapkan pada peralatan tertutup/komponen kecil dengan urutan *pre-rinse* → *caustic wash* → *intermediate rinse* → *acid rinse* (bila perlu) → sanitasi → pengeringan, sambil mengendalikan suhu, aliran, konsentrasi, dan waktu.

Seluruh kegiatan dimonitor menggunakan *checklist*, log suhu–waktu, dan uji konsentrasi kimia, kemudian diverifikasi melalui audit SSOP, uji ATP, dan swab mikrobiologi lingkungan/permukaan berbasis risiko. Jika ditemukan penyimpangan, dilakukan isolasi area/produk, pembersihan ulang, investigasi akar penyebab, serta penetapan tindakan korektif dan pencegahan (CAPA). Semua bukti dan jadwal, hasil uji, deviasi, dan CAPA harus didokumentasikan, lalu ditinjau manajemen secara berkala untuk memastikan efektivitas, kepatuhan, dan perbaikan berkelanjutan.

Pengendalian hama menerapkan pendekatan manajemen terpadu yang preventif. Bangunan ditutup rapat, celah ditambal, dan pintu dilengkapi tirai udara. Tempat sampah tertutup dan dikelola sesuai jadwal pembuangan. Perangkat dan umpan diletakkan di lokasi strategis di luar area pangan. Semua temuan hama dicatat dan ditindaklanjuti segera. Kontraktor *pest control* dievaluasi kompetensinya dan metodenya diaudit. Program ditinjau berkala untuk efektivitas dan kepatuhan.

Desain fasilitas mendukung alur bersih dari bahan mentah ke produk jadi. *Zoning* membedakan area kotor, bersih, dan berisiko tinggi. Lantai, dinding, dan langit-langit menggunakan *material non-absorbent* dan mudah dibersihkan. Ventilasi, suhu, dan kelembapan dikendalikan untuk mencegah kondensasi. Pencahayaan cukup dan aman, dengan pelindung lampu. Drainase dirancang mencegah aliran balik dan genangan. Perawatan preventif mencegah kebocoran, karat, dan kontaminasi fisik.

3.3.2 *Good Manufacturing Practices* (GMP)

Good Manufacturing Practices (GMP) menerjemahkan persyaratan higiene menjadi kontrol proses yang terstruktur. GMP mengatur penerimaan bahan, penimbangan, formulasi, pengolahan, pengemasan, dan penyimpanan. Spesifikasi bahan dan produk ditetapkan secara jelas dan terdokumentasi. Peralatan dikalibrasi dan divalidasi agar hasil konsisten. Batas toleransi proses ditentukan dan dipantau. Penyimpangan harus segera dianalisis dan dikoreksi. GMP menjadi fondasi sebelum HACCP diterapkan (FAO & WHO 2023).

Pada penerimaan bahan baku, pemasok disetujui melalui kualifikasi formal. Setiap kedatangan diverifikasi terhadap spesifikasi, suhu, dan integritas kemasan. Sistem FIFO atau FEFO diterapkan untuk mencegah kedaluwarsa tersembunyi. Bahan alergen disimpan terpisah dan diberi label tegas. Ruang penyimpanan dikendalikan suhunya sesuai persyaratan bahan. Log suhu dan kondisi dikelola harian. Ketidaksesuaian dicatat dan ditangani melalui tindakan korektif.

Dokumentasi GMP mencakup prosedur, instruksi kerja, dan formulir catatan. Setiap langkah proses memiliki parameter yang harus diisi petugas. Pelatihan kompetensi wajib dilakukan sebelum pekerja bertugas. *Traceability* diterapkan dengan kode lot dan rekam jejak bahan. Uji *mock recall* menguji kecepatan penarikan produk. Audit internal menilai kepatuhan terhadap prosedur. Hasil audit memicu perbaikan berkelanjutan.

Menurut FAO dan WHO (2023) berikut secara rinci dijelaskan **tahapan dalam pelaksanaan GMP (*Good Manufacturing Practice*)** yang praktis dan berurutan untuk pabrik/UMKM pangan antara lain:

1. Komitmen dan Kebijakan
 - a. Tetapkan kebijakan mutu keamanan pangan, sasaran, peran/tanggung jawab, dan sumber daya.
 - b. *Output*: kebijakan tertulis, struktur organisasi, dan rencana implementasi.
2. *Gap Assessment* terhadap Regulasi/Standar
 - a. Bandingkan kondisi saat ini dengan persyaratan GMP (BPOM/Codex/SNI/ISO 22000).
 - b. *Output*: daftar kesenjangan dan rencana aksi (*timeline* & PIC).
3. Desain & Tata Letak Fasilitas
 - a. Atur alur satu arah (*raw* → *process* → *finish*), *zoning* (kotor/bersih/risiko tinggi), material permukaan *food-grade*, dan drainase & ventilasi.

- b. *Output*: layout higienis, peta zona, dan daftar perbaikan fasilitas.
4. Utilitas & Lingkungan Kerja
 - a. Kendalikan kualitas air, udara bertekanan, uap, es; pencahayaan aman (pelindung lampu); dan pengendalian kondensasi & kelembapan.
 - b. *Output*: spesifikasi utilitas, log pemantauan, dan batas terima.
5. Peralatan & Kalibrasi
 - a. Pilih peralatan mudah dibersihkan, lakukan perawatan preventif, dan kalibrasi alat ukur (termometer, timbangan, pH meter).
 - b. *Output*: jadwal perawatan dan kalibrasi, sertifikat kalibrasi, dan catatan perbaikan.
6. Personel, Higiene, dan Kesehatan Kerja
 - a. Rekrut dan latih pekerja, tetapkan aturan cuci tangan, APD, larangan perhiasan, dan kebijakan sakit/luka.
 - b. *Output*: matriks kompetensi, catatan pelatihan, daftar hadir, dan pemeriksaan kesehatan.
7. Pengendalian Bahan Baku dan Pemasok
 - a. Kualifikasi pemasok, spesifikasi bahan, pemeriksaan penerimaan (COA, suhu, integritas kemasan), sistem karantina–*release*, dan FIFO/FEFO.
 - b. *Output*: daftar pemasok disetujui, spesifikasi, formulir penerimaan, dan status karantina.
8. Proses Produksi Terkendali
 - a. Susun SOP/IK tiap langkah (penimbangan, formulasi, pemanasan, pendinginan, pengeringan, dan sebagainya); tetapkan parameter kritis waktu–suhu; cegah kontaminasi silang & alergen (*line clearance*).
 - b. *Output*: SOP proses, lembar kendali proses, dan catatan kelompok (*batch record*).

9. Kebersihan & Sanitasi (SSOP)

- a. Program pembersihan (basah/kering, CIP/COP), pemilihan detergen–*sanitizer*, dan jadwal & verifikasi (visual, ATP, swab mikro).
- b. *Output: Master Sanitation Schedule*, log pembersihan, dan hasil verifikasi dan korektif.

10. Pengemasan, Pelabelan, dan Bahan Kemasan

- a. Verifikasi kesesuaian bahan kemas *food-grade* dan migrasi; kontrol label (komposisi, alergen, kode produksi, tanggal kedaluwarsa).
- b. *Output: spesifikasi kemasan, contoh label terverifikasi, dan prosedur line clearance.*

11. Penyimpanan dan Distribusi

- a. Kendalikan suhu/kelembapan gudang, segregasi alergen dan bahan kimia, FIFO/FEFO; validasi *cold-chain* dan kebersihan sarana angkut.
- b. *Output: log suhu gudang/transport, checklist muat, dan status kebersihan kendaraan.*

12. Dokumentasi dan Rekaman

- a. Terapkan prinsip “yang dikerjakan ditulis, yang ditulis dikerjakan”; kendalikan versi dokumen; simpan rekaman legal.
- b. *Output: daftar induk dokumen, arsip rekaman (produksi, QC, sanitasi, kalibrasi).*

13. Pengendalian Produk Tidak Sesuai

- a. Identifikasi–isolasi–disposisi (*rework, downgrade, scrap*) dengan kriteria jelas; cegah pelepasan tidak sah.
- b. *Output: formulir NCR, log karantina, keputusan disposisi.*

14. Traceability & Recall (Uji Coba)

- a. Terapkan penelusuran 1 langkah ke depan/ke belakang; lakukan *mock recall* berkala untuk ukur kecepatan & kelengkapan data.

- b. *Output*: prosedur penarikan, hasil uji coba *recall* & perbaikan.
- 15. Pengendalian Perubahan (*Change Control*)
 - a. Tinjau risiko saat mengubah formula, pemasok, peralatan, *layout*, atau parameter proses sebelum diterapkan.
 - b. *Output*: *form change control*, analisis risiko, persetujuan manajemen.
- 16. Pengendalian Hama dan Limbah
 - a. Program *pest control* terjadwal, bukti umpan/perangkap, dan respons insiden; kelola limbah padat/cair agar tidak jadi sumber kontaminasi.
 - b. *Output*: peta titik kontrol hama, log inspeksi, bukti pembuangan limbah.
- 17. Pengujian Laboratorium dan Rilis Produk
 - a. Uji bahan/proses/produk sesuai rencana pengambilan sampel; tetapkan kriteria rilis *batch* berdasarkan hasil uji & catatan proses.
 - b. *Output*: COA internal, laporan uji, status rilis *batch*.
- 18. Audit Internal dan Verifikasi
 - a. Audit kepatuhan SOP/SSOP, tinjau tren deviasi, keluhan, hasil uji; verifikasi efektivitas kontrol.
 - b. *Output*: laporan audit, temuan dan CAPA, verifikasi perbaikan.
- 19. CAPA & Manajemen Risiko
 - a. Investigasi akar penyebab (5 *Why/Fishbone*), tetapkan *Corrective & Preventive Action*, pantau keberhasilannya.
 - b. *Output*: register CAPA, KPI implementasi, bukti efektivitas.
- 20. Tinjauan Manajemen dan Perbaikan Berkelanjutan
 - a. Evaluasi berkala kinerja GMP (KPI, audit, keluhan, insiden, hasil uji, pemasok), tetapkan target dan sumber daya perbaikan.
 - b. *Output*: risalah tinjauan manajemen, rencana peningkatan, pembaruan dokumen/SOP.

3.3.3 Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)

Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) adalah sistem berbasis sains untuk mengendalikan bahaya. HACCP mengidentifikasi titik dalam proses di mana bahaya harus dikendalikan. Prasyarat GHP dan GMP harus mapan sebelum HACCP efektif. Kerangka kerja HACCP berfokus pada pencegahan, bukan inspeksi akhir. Sistem ini diakui internasional dan lintas komoditas. Tim lintas fungsi dibutuhkan untuk akurasi analisis. Komitmen manajemen menentukan keberhasilannya (FAO & WHO 2023).

Pengembangan HACCP mengikuti 12 langkah terstruktur. Langkah awal membentuk tim, menjelaskan produk, dan menetapkan tujuan penggunaan. Diagram alir proses disusun rinci dari penerimaan hingga distribusi. Verifikasi lapangan memastikan diagram alir akurat. Analisis bahaya dilakukan pada setiap langkah dengan dasar ilmiah. Titik kendali kritis ditetapkan menggunakan keputusan terstruktur. Program pendukung dan dokumentasi dilengkapi untuk konsistensi.

Analisis bahaya mencakup bahaya biologis, kimia, dan fisik yang wajar terjadi. Data digunakan dari literatur, insiden historis, dan hasil uji pemasok. Keparahan dampak dan kemungkinan kejadian dinilai objektif. Bahaya dengan risiko signifikan memerlukan langkah kendali spesifik. Sebagian bahaya cukup ditangani melalui prasyarat atau oPRP. Bahaya lain memerlukan penetapan CCP dengan batas kritis. Justifikasi ilmiah dicatat agar audit mudah.

Penetapan CCP (Critical Control Point) dilakukan menggunakan pohon keputusan atau kriteria setara. Batas kritis harus terukur dan berbasis regulasi atau sains. Contoh batas kritis adalah kombinasi suhu dan waktu pasteurisasi. Contoh lain adalah sensitivitas detektor logam untuk ukuran partikel tertentu. Batas kritis pH dan aw juga umum digunakan. Ketidakpastian pengukuran harus diperhitungkan pada batas. Semua batas diuji melalui proses validasi.

Setiap CCP membutuhkan pemantauan yang direncanakan dan terdokumentasi. Pemantauan dapat bersifat kontinu atau berkala dengan frekuensi memadai. Ketika batas kritis terlampaui, tindakan korektif segera diterapkan. Produk terdampak diisolasi dan dievaluasi status keamanannya. Verifikasi berkala memastikan pemantauan dan koreksi berjalan efektif. Validasi menegaskan bahwa kontrol benar-benar mampu menurunkan risiko. Semua bukti disimpan sebagai rekaman resmi.

Berikut alur tahapan HACCP pada produk makanan yang diterapkan dalam produsen makanan antara lain (FAO & WHO 2023):

1. Bentuk Tim HACCP

- a. **Tujuan:** Menghimpun keahlian teknis lintas fungsi agar analisis bahaya akurat.
- b. **Kegiatan:** Tetapkan ketua dan anggota (produksi, QC/QA, R&D, *maintenance*, gudang, pembelian; libatkan dokter hewan/ahli mikrobiologi bila perlu). Definisikan peran, wewenang, jadwal dan tata kelola rapat.
- c. **Output/Dokumen:** SK/penunjukan tim, matriks peran–tanggung jawab (RACI), rencana kerja, daftar pelatihan kompetensi HACCP.
- d. **Tips:** Pastikan semua proses kunci terwakili; sediakan pelatihan dasar HACCP bagi anggota baru.

2. Deskripsi Produk

- a. **Tujuan:** Memahami karakter produk yang memengaruhi bahaya dan pengendaliannya.
- b. **Kegiatan:** Catat komposisi, sumber bahan, alergen, sifat kimia/fisika (pH, kadar air), kemasan, umur simpan, kondisi simpan/edarkan (*chilled/frozen/ambient*).
- c. **Output/Dokumen:** Lembar “Deskripsi Produk” (kode, nama, spesifikasi mutu & keamanan, label/*allergen statement*).
- d. **Contoh:** Saus tomat pH 3,8 (asam), botol kaca, distribusi suhu ruang 12 bulan—risiko patogen rendah tapi risiko pecahan kaca/kemasan ada.

3. Identifikasi Penggunaan yang Diharapkan
 - a. **Tujuan:** Menentukan *intended use* dan kelompok konsumen (umum/rentan).
 - b. **Kegiatan:** Definisikan cara konsumsi (siap santap vs perlu pemasakan), target pasar (balita, lansia, ibu hamil), potensi penyalahgunaan (*mis-handling*) di hilir.
 - c. **Output/Dokumen:** Lembar "*Intended Use* dan Konsumen Sasaran".
 - d. **Dampak:** Produk RTE (*ready-to-eat*) menuntut kontrol lebih ketat dibanding produk yang akan dimasak lagi.
4. Susun Diagram Alir Proses
 - a. **Tujuan:** Memetakan seluruh langkah dari penerimaan bahan sampai distribusi.
 - b. **Kegiatan:** Gambar alur detail: penerimaan → penyimpanan → penimbangan → pengolahan (panas/enzim/pendinginan) → pengemasan → penyimpanan → distribusi. Sertakan *input* (air, es, gas), *rework*, dan titik pembersihan (CIP/COP).
 - c. **Output/Dokumen:** Diagram alir bernomor langkah + daftar parameter proses utama (waktu–suhu, kecepatan, dan lain-lain).
 - d. **Tips:** Gunakan simbol standar; tampilkan juga alur limbah untuk mencegah kontaminasi silang.
5. Verifikasi *On-site* Diagram Alir
 - a. **Tujuan:** Memastikan diagram sesuai kondisi lapangan.
 - b. **Kegiatan:** Gemba/*walk-through* lintas fungsi; cek urutan, *bypass*, jalur *rework*, titik kontak manusia/permukaan, dan titik potensi kontaminasi.
 - c. **Output/Dokumen:** Berita acara verifikasi, revisi diagram alir (jika ada), paraf seluruh anggota tim.
 - d. **Kesalahan umum:** Melupakan proses tidak rutin (*startup/shutdown, changeover, pembersihan mendalam*).

Prinsip 1 – Analisis Bahaya

6. Lakukan Analisis Bahaya

- a. **Tujuan:** Mengidentifikasi bahaya **biologis, kimia, fisik** yang wajar terjadi pada tiap langkah proses dan bagaimana mengendalikannya.
- b. **Kegiatan:** Kumpulkan data (literatur, insiden historis, spesifikasi pemasok, regulasi). Nilai keparahan dan kemungkinan (mis. matriks risiko); tentukan langkah kendali (PRP/oPRP atau butuh CCP).
- c. **Output/Dokumen:** Tabel analisis bahaya per langkah (bahaya–sumber–langkah kendali–penilaian risiko–keputusan awal).
- d. **Contoh:** Bahaya fisik serpih logam pada pengemasan → kendali: detektor logam.

Prinsip 2 – Penetapan CCP

7. Tentukan Titik Kendali Kritis (CCP)

- a. **Tujuan:** Memilih langkah di mana pengendalian wajib dilakukan untuk mencegah/meniadakan/menurunkan bahaya ke tingkat dapat diterima.
- b. **Kegiatan:** Gunakan *decision tree Codex* atau kriteria setara (apakah ada langkah selanjutnya yang dapat menghilangkan/menurunkan bahaya? jika tidak → CCP).
- c. **Output/Dokumen:** Daftar CCP, justifikasi penetapan, skema lokasi CCP pada alir proses.
- d. **Contoh CCP:** Pasteurisasi susu; deteksi logam setelah pengemasan; pemanasan akhir produk RTE.

Prinsip 3 – Batas Kritis

8. Tetapkan Batas Kritis untuk Tiap CCP

- a. **Tujuan:** Menentukan nilai batas terukur yang membedakan kondisi aman vs tidak aman.
- b. **Kegiatan:** Rujuk standar/regulasi/literatur atau hasil validasi (ujiantang, studi ilmiah).

- c. **Output/Dokumen:** Lembar Batas Kritis per CCP (parameter, nilai, toleransi, alat ukur, ketidakpastian).
- d. **Contoh:** Pasteurisasi 72 °C selama ≥ 15 detik; *metal detector* sensitif $\geq 1,5$ mm (Fe), $\geq 2,0$ mm (SUS); pH $\leq 4,2$; aw $\leq 0,85$.
- e. **Catatan:** Cantumkan kondisi tambahan (mis. suhu inti, laju alir, ukuran kemasan).

Prinsip 4 – Pemantauan

9. Susun Prosedur Monitoring CCP

- a. **Tujuan:** Mendeteksi segera deviasi dari batas kritis sebelum produk keluar.
- b. **Kegiatan:** Tentukan apa dipantau (parameter), bagaimana (metode/alat), siapa (petugas kompeten), frekuensi, di mana, serta rekaman yang digunakan.
- c. **Output/Dokumen:** SOP monitoring tiap CCP + formulir catatan (*batch record/log sheet*).
Contoh: Perekaman kontinu suhu pasteurisasi (*chart recorder*) + verifikasi per *shift*; uji fungsi detektor logam awal/pertengahan/akhir *shift* dengan *test piece*.

Prinsip 5 – Tindakan Korektif

10. Tetapkan Tindakan Korektif

- a. **Tujuan:** Menangani produk dan proses ketika batas kritis terlampaui.
- b. **Kegiatan:** Definisikan langkah untuk: (a) mengendalikan produk (isolasi, tahan, *rework*, atau *scrap*), (b) memulihkan proses ke kondisi terkendali, (c) mencatat dan menyelidiki akar sebab.
- c. **Output/Dokumen:** SOP Tindakan Korektif per CCP + kriteria pelepasan/penolakan produk terdampak.
- d. **Contoh:** Jika suhu pasteurisasi < batas → tahan produk sejak pemeriksaan terakhir yang baik, evaluasi keamanan (uji), lakukan re-pasteurisasi bila layak, perbaiki pengaturan alat.

Prinsip 6 – Verifikasi

11. Verifikasi & Validasi Sistem

- a. **Tujuan:** Membuktikan sistem HACCP dirancang benar (validasi) dan berjalan efektif (verifikasi).
- b. **Kegiatan – Validasi:** Tinjau literatur/regulasi, ujiantang, studi proses, bukti ilmiah untuk mendukung batas kritis & kontrol.
- c. **Kegiatan – Verifikasi:** Audit internal HACCP, *review* catatan monitoring/korektif, kalibrasi alat, pengujian produk/lingkungan, uji fosfatase (contoh susu), uji efektivitas detektor logam.
- d. **Output/Dokumen:** Rencana verifikasi tahunan, laporan audit, sertifikat kalibrasi, ringkasan hasil uji dan tindakan perbaikan.
- e. **Tips:** Jadwalkan verifikasi berkala dan setelah perubahan signifikan (bahan, proses, peralatan).

Prinsip 7 – Dokumentasi

12. Dokumentasi & Pencatatan

- a. **Tujuan:** Menyediakan bukti objektif bahwa sistem dipahami, diterapkan, dan dikendalikan.
- b. **Kegiatan:** Kendali dokumen (SOP, formulir terkini), penyimpanan rekaman (monitoring CCP, tindakan korektif, verifikasi, kalibrasi, pelatihan, audit). Tetapkan masa simpan rekaman sesuai umur simpan produk dan regulasi.
- c. **Output/Dokumen:** Manual HACCP, paket studi HACCP (analisis bahaya, penetapan CCP, batas kritis, monitoring, korektif, verifikasi), arsip rekaman.
- d. **Integrasi:** Sinkronkan dengan PRP (GHP, GMP, SSOP), *traceability-recall*, dan program pelatihan agar konsisten.

Contoh sederhana HACCP pada susu pasteurisasi menunjukkan alur praktis. Bahan baku susu diperiksa suhu dan organoleptiknya saat penerimaan. Bahaya biologis utama adalah patogen susu seperti *Salmonella* dan *Listeria*. Pasteurisasi menjadi CCP dengan batas kritis

suhu dan waktu tertentu. Pemantauan dilakukan melalui *chart recorder* atau termometer terkalibrasi. Penyimpangan memicu re-pasteurisasi atau penarikan *batch* terkait. Verifikasi meliputi uji fosfatase dan audit catatan harian.

Contoh sederhana HACCP pada sayuran segar siap konsumsi, prasyarat berperan sangat besar. Pencucian dengan air berkualitas dan *sanitizer* dikendalikan konsentrasinya. Kontaminasi silang dicegah melalui *zoning* dan alur satu arah. Suhu rantai dingin dipertahankan untuk memperlambat pertumbuhan mikroba. CCP dapat ditetapkan pada tahap sanitasi akhir bila risiko tinggi. Residual *sanitizer* dipantau agar tidak melebihi batas aman. Pelabelan instruksi simpan membantu kontrol di hilir.

Banyak organisasi mengintegrasikan HACCP dengan ISO 22000 atau FSSC 22000. Kerangka ini menempatkan PRP, oPRP, dan CCP dalam satu sistem. Pendekatan risiko diperluas ke konteks organisasi dan pemangku kepentingan. Persyaratan dokumentasi dan audit pihak ketiga memperkuat disiplin. Kinerja diukur dengan indikator mutu dan keamanan. Sistem ini memudahkan kesesuaian lintas pasar ekspor. Integrasi mengurangi duplikasi dan menambah kredibilitas (Ivada *et al.* 2015).

Pada UMKM, pendekatan proporsional sangat penting agar sistem berjalan. Prosedur disederhanakan namun tetap memenuhi prinsip inti. Formulir dicetak ringkas dan mudah diisi di lantai produksi. Pelatihan praktis dilakukan dengan contoh nyata di lokasi. Peralatan sederhana seperti termometer dan timbangan tetap wajib. Pendampingan teknis membantu penetapan batas yang realistis. Kolaborasi dengan pemerintah dan akademisi mempercepat adopsi.

Keberhasilan sistem sangat bergantung pada budaya keamanan pangan. Pimpinan menunjukkan teladan dan menyediakan sumber daya memadai. Insentif dan umpan balik positif mendorong perilaku patuh. Keluhan dan masukan dari pelanggan dianalisis untuk pembelajaran.

Audit internal dijadwalkan dan hasilnya ditindaklanjuti secara tuntas. Tinjauan manajemen mengevaluasi kinerja dan menetapkan sasaran baru. Perbaikan berkelanjutan menjadi kebiasaan organisasi.

Dengan adanya manajemen sistem keamanan pangan yang memadai melalui peran GHP, GMP, dan HACCP sebagai satu kesatuan yang saling berkaitan satu sama lain dapat memastikan pangan akan aman ketika sampai di konsumen. GHP menjaga kebersihan personal dan lingkungan secara konsisten. GMP memastikan proses terkendali dan terdokumentasi dengan baik. HACCP menargetkan bahaya prioritas pada titik kritis yang tepat. Ketiganya mendukung kepatuhan regulasi dan kepercayaan pasar. Implementasi disiplin menurunkan insiden dan biaya kegagalan mutu. Dampak akhirnya adalah pangan aman yang melindungi kesehatan masyarakat.

Menurut WHO (2006) 5 tahapan dalam menjaga pangan agar terhindar dari kontaminasi secara manual dalam rumah tangga antara lain:

1. Kebersihan pribadi pengolah dan penjamah makanan. Hal ini termasuk mencuci tangan, menggunakan APD pelindung, menerapkan prosedur pengeliminasian penyakit (seperti menghindari merokok), dan lain-lain.
2. Pisahkan makanan mentah dan matang untuk mencegahnya mengontaminasi makanan yang dimasak. Ini termasuk mencegah kontaminasi silang pada bakteri, fisik, kimia, dan alergi, khususnya dengan menggunakan peralatan yang sesuai di tempatnya masing-masing (seperti talenan terpisah).
3. Proses pemasakan makanan harus sesuai dengan jangka waktu dan suhu yang tepat untuk membunuh patogen.
4. Menerapkan penyimpanan makanan yang aman. Ini termasuk lokasi penyimpanan dan wadah, sistem *First-In First-Out*, pelabelan, dan pengatur suhu.
5. Pada proses pencucian bahan baku sebaiknya menggunakan air mengalir sehingga patogen bisa ikut terbuang.



Gambar 3.2. Elemen-elemen dalam menjaga keamanan pangan secara manual dalam tingkat rumah tangga (WHO 2006)

3.4 Sistem Pengawasan dan Regulasi Keamanan Pangan (Internasional *Codex alimentarius*, Nasional: Sertifikasi HACCP, ISO 22000)

Sistem pengawasan dan regulasi keamanan pangan bertujuan memastikan pangan yang diproduksi, didistribusikan, dan dikonsumsi masyarakat selalu aman. Pendekatannya bersifat preventif, berbasis risiko, dan mencakup seluruh rantai pangan dari hulu hingga hilir. Kerangka ini menggabungkan standar internasional, regulasi nasional, serta skema sertifikasi pihak ketiga. Penegakan dilakukan melalui persyaratan prasyarat, inspeksi, pengujian, dan mekanisme penarikan produk. Instrumen kunci meliputi pedoman, standar, dan kode praktik yang disepakati luas. Di

tingkat global, rujukan utama adalah *Codex Alimentarius* yang disponsori FAO/WHO. Di tingkat nasional, penguatan dilakukan melalui penerapan HACCP dan ISO 22000 sebagai sistem manajemen yang terstruktur.

Codex Alimentarius adalah kumpulan standar, pedoman, dan kode praktik internasional untuk melindungi kesehatan konsumen dan memastikan praktik perdagangan yang adil. Dokumen Codex mencakup topik luas, mulai dari prinsip higiene umum hingga batas maksimum kontaminan. Standar Codex bersifat sukarela, namun sering diadopsi atau dirujuk oleh negara dalam regulasinya. Selain itu, Codex menjadi rujukan penting pada penyelesaian sengketa perdagangan di bawah perjanjian SPS WTO. Keterlibatan pakar dan negara anggota memastikan keputusan berbasis bukti ilmiah. Setiap standar melalui proses bertahap sebelum diadopsi oleh Komisi *Codex Alimentarius*. Dengan demikian, Codex menyediakan “bahasa bersama” lintas negara tentang keamanan pangan (FAO & WHO, 2023).

Struktur Codex terdiri atas Komisi *Codex Alimentarius*, komite-komite tematik, dan kelompok kerja yang menangani isu spesifik. Komite horizontal membahas isu lintas komoditas seperti higiene, aditif, dan kontaminan. Komite vertikal menggarap standar untuk komoditas tertentu seperti produk susu, daging, dan buah. Proses penyusunan standar mengikuti *step procedure* yang transparan dan partisipatif. *Draft* teks dibahas berkali-kali, mendapat komentar publik, lalu disempurnakan. Pada akhirnya, komisi mengesahkan standar untuk dimasukkan ke koleksi Codex. Mekanisme ini menjaga legitimasi ilmiah dan akseptabilitas politik.

Landasan ilmiah Codex bertumpu pada analisis risiko yang mencakup asesmen, manajemen, dan komunikasi risiko. Asesmen risiko dilakukan oleh badan pakar independen seperti JECFA, JMPR, atau JEMRA. Hasil kajian ilmiah ini menjadi masukan manajemen risiko di komite Codex. Keputusan mempertimbangkan keparahan dampak, paparan, ketidakpastian, dan opsi pengendalian. Komunikasi risiko dilakukan kepada pemangku kepentingan agar pemahaman selaras. Pendekatan ini

memfokuskan upaya pada bahaya yang paling relevan secara kesehatan masyarakat. Dengan demikian, standar yang lahir proporsional, realistis, dan dapat diterapkan (FAO & WHO, 2023).

Produk penting Codex meliputi *General Principles of Food Hygiene* beserta lampiran HACCP, kriteria mikrobiologi, dan batas residu pestisida maupun obat hewan. Ada pula kode praktik untuk pengolahan khusus, metode analisis, dan pedoman pelabelan. Negara biasanya menjadikan dokumen ini sebagai acuan teknis standar nasionalnya. Penerapan yang konsisten memudahkan harmonisasi lintas batas negara. Pelaku usaha juga memperoleh kepastian tentang ekspektasi regulator. Konsumen diuntungkan karena standar difokuskan pada pencegahan penyakit bawaan pangan. Alur ini mempertemukan sains, kebijakan, dan kebutuhan pasar (FAO & WHO, 2023).

Penerjemahan standar internasional ke peraturan nasional dilakukan melalui mekanisme adopsi, adaptasi, atau harmonisasi. Otoritas nasional menilai kesesuaian standar Codex dengan konteks lokal. Bila perlu, dilakukan konsultasi publik dan penilaian dampak regulasi. Hasilnya dapat berupa standar nasional, pedoman teknis, atau persyaratan lisensi usaha. Harmonisasi memudahkan ekspor-impor karena kriteria yang digunakan serupa. Industri mendapatkan kejelasan karena rujukan mengacu teks yang diakui global. Pada akhirnya, konsistensi memperkuat daya saing sekaligus perlindungan konsumen.

Pengawasan keamanan pangan modern didukung jaringan peringatan dan koordinasi lintas negara. Otoritas nasional bekerja sama dalam jejaring global untuk berbagi informasi insiden dan penarikan produk. Sistem ini mempercepat respons terhadap wabah, kontaminan, atau isu pelabelan. Kolaborasi mencakup notifikasi dini, penelusuran lintas batas, dan investigasi bersama. *Import border control* memverifikasi kesesuaian dengan standar yang disepakati. Industri diwajibkan memiliki *traceability* untuk mempercepat identifikasi *batch* terdampak. Semua komponen ini menurunkan risiko paparan konsumen terhadap pangan berbahaya.

Di tingkat nasional, kerangka pengawasan mencakup perizinan, inspeksi, pengambilan sampel, dan penegakan hukum. Pemerintah menetapkan prasyarat seperti GHP/GMP/SSOP sebagai *baseline*. Fasilitas pangan diaudit kepatuhannya terhadap standar higiene dan proses. Laboratorium terakreditasi mendukung pengujian mikrobiologi, kimia, dan fisika. Temuan ketidaksesuaian ditindaklanjuti melalui perbaikan, sanksi, atau penarikan produk. Pengawasan berbasis risiko memfokuskan sumber daya pada komoditas dan pelaku berisiko tinggi. Edukasi publik melengkapi penegakan dengan mendorong perilaku aman.

Tata kelola nasional biasanya membagi peran antarkementerian, badan pengawas, dan pemerintah daerah. Koordinasi diperlukan agar standar, inspeksi, dan penindakan saling melengkapi. Penguatan kapasitas inspektur dan analisis laboratorium menjadi prasyarat efektivitas. Sistem informasi diperlukan untuk merekam hasil inspeksi, uji, dan tindak lanjut. Mekanisme pengaduan konsumen membantu mendeteksi masalah lebih dini. Evaluasi berkala memastikan kebijakan tetap relevan dengan risiko terkini, dengan tata kelola yang solid, pengawasan menjadi konsisten dan kredibel.

Sertifikasi HACCP adalah pengakuan pihak ketiga bahwa suatu fasilitas menerapkan sistem analisis bahaya dan pengendalian pada titik kritis secara efektif. HACCP bertumpu pada prasyarat kuat seperti GHP, GMP, dan SSOP. Sistem ini mensyaratkan analisis bahaya yang komprehensif pada setiap tahap proses. Titik kendali kritis kemudian ditetapkan dengan batas kritis yang terukur. Pemantauan, tindakan korektif, verifikasi, dan dokumentasi melengkapi siklus pengendalian. Sertifikasi memberi kepercayaan kepada pembeli dan regulator tentang keandalan proses. Manfaatnya termasuk pengurangan insiden, efisiensi audit, dan akses pasar (King 2020).

Proses sertifikasi HACCP biasanya dimulai dari *gap assessment* dan penyiapan dokumen. Perusahaan menyusun tim HACCP, diagram alir, dan tabel analisis bahaya. CCP dan batas kritis divalidasi agar efektif secara teknis. Lembaga sertifikasi melakukan audit *Stage 1* (tinjauan dokumen) dan *Stage 2* (kesiapan di lapangan). Ketidaksesuaian diklasifikasikan,

diperbaiki, dan diverifikasi penyelesaiannya. Setelah memenuhi persyaratan, sertifikat diterbitkan dengan ruang lingkup yang jelas. Audit pengawasan berkala memastikan sistem tetap berjalan dan ditingkatkan (FAO & WHO 2023).

Pemeliharaan sertifikasi HACCP menuntut disiplin operasional harian. Perusahaan melakukan pemantauan CCP, kalibrasi alat, audit internal, dan tinjauan manajemen. Perubahan bahan, pemasok, atau peralatan dikelola melalui *change control*. Insiden dan keluhan konsumen dianalisis menggunakan metodologi akar sebab. CAPA dirancang untuk mencegah pengulangan masalah. Data tren dipakai untuk peningkatan proses dan pelatihan terarah. Dengan siklus ini, HACCP tidak menjadi dokumen statis, melainkan sistem hidup (FAO & WHO 2023).

ISO 22000 adalah standar sistem manajemen keamanan pangan yang mengintegrasikan komunikasi rantai pasok, manajemen sistem, PRP, dan prinsip HACCP. Standar ini berlaku untuk seluruh mata rantai pangan, dari produsen pakan hingga ritel dan jasa boga. ISO 22000 menggunakan pendekatan *Plan–Do–Check–Act* ganda pada tingkat manajemen dan operasi. PRP teknis biasanya dirinci melalui standar pendamping seperti ISO/TS 22002-x sesuai kategori. Integrasi memudahkan penggabungan dengan sistem mutu seperti ISO 9001. Organisasi mendapatkan struktur yang jelas untuk kebijakan, sasaran, dan pengukuran kinerja. Hasilnya adalah konsistensi pengendalian risiko dan kepatuhan regulasi (King, 2020).

Sertifikasi ISO 22000 dilakukan oleh lembaga sertifikasi yang diakreditasi badan akreditasi nasional atau internasional. Prosesnya meliputi audit *Stage 1* untuk kesiapan dokumentasi dan *Stage 2* untuk implementasi di lokasi. Temuan audit ditutup melalui tindakan korektif yang diverifikasi. Sertifikat umumnya berlaku tiga tahun dengan audit pengawasan tahunan. Ruang lingkup sertifikasi menyebut kategori produk dan proses utama. Untuk pasar tertentu, organisasi dapat mengadopsi skema yang lebih ketat seperti FSSC 22000. Kombinasi ini meningkatkan kepercayaan pembeli global dan akses ke rantai suplai besar (King 2020).

Sinergi Codex–HACCP–ISO 22000 membentuk ekosistem regulasi dan pengawasan yang saling menguatkan. Codex menyediakan rujukan ilmiah dan harmonisasi lintas negara. HACCP memastikan pengendalian bahaya prioritas pada titik paling kritis. ISO 22000 memberi kerangka manajerial agar sistem berjalan konsisten dan terukur. Otoritas nasional memadukan ketiganya melalui regulasi, inspeksi, dan dukungan pembinaan. Pelaku usaha memanfaatkan standar untuk efisiensi, kepatuhan, dan daya saing pasar. Dengan pendekatan menyeluruh, kesehatan konsumen terlindungi dan perdagangan pangan berlangsung adil.

Author's Personal
Copy By IPB Press

Author's Personal
Copy By IPB Press

BAB 4.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI KETAHANAN DAN KEAMANAN PANGAN

Ketahanan Pangan (*Food security*) dan Keamanan Pangan (*Food Safety*) merupakan dua konsep yang cukup fundamental dalam pembangunan berkelanjutan yang saling terkait dan tidak dapat terpisahkan. Ketahanan pangan yang mencakup dimensi ketersediaan, akses, pemanfaatan dan stabilitas pangan, sedangkan keamanan pangan berfokus pada jaminan bahwa pangan yang dikonsumsi bebas dari bahaya biologis, kimia, maupun fisik yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Kedua aspek ini menjadi landasan strategis dalam mencapai kualitas hidup masyarakat yang sehat, produktif dan berdaya saing.

Bab ini akan membahas secara komprehensif faktor-faktor yang memengaruhi ketahanan dan keamanan pangan, baik dalam perspektif global maupun konteks nasional. Diharapkan dengan memahami berbagai faktor tersebut, dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tantangan sekaligus peluang dalam membangun sistem pangan yang tangguh, sehat, serta berkelanjutan.

4.1 Faktor yang Memengaruhi Ketahanan Pangan

Berbagai faktor saling berinteraksi dan memengaruhi ketahanan pangan pada berbagai aspek yaitu pada aspek ketersediaan (produksi, lahan dan teknologi), akses pangan (ekonomi, infrastruktur, dan distribusi), Pemanfaatan pangan (ketersediaan air bersih, pendidikan), serta kondisi sosial politik dan keamanan. Selain itu terdapat pula faktor lingkungan yang

mencakup iklim dan cuaca, serta faktor demografis seperti pertumbuhan populasi yang dapat memengaruhi stabilitas pangan. Secara rinci sebagai berikut.

1. Faktor Internal

a. Ketersediaan Pangan

- Produksi Pangan

Produksi pangan merupakan determinan utama ketahanan pangan karena berhubungan langsung dengan jumlah pasokan yang tersedia. Peningkatan produksi pangan berdampak positif terhadap ketahanan pangan dengan memastikan ketersediaan fisik pangan, meningkatkan pendapatan nasional dan rumah tangga melalui penjualan, menciptakan lapangan kerja dan mengurangi ketergantungan pada impor (Almohaimed & Abouelnour 2025). Produksi pangan yang lebih tinggi secara langsung menjawab sisi pasokan ketahanan pangan, memastikan bahwa terdapat pangan yang cukup untuk memenuhi permintaan di tingkat nasional (Swaminathan & Bhavani 2013).

Peningkatan produksi pangan lokal maupun nasional yang lebih besar memungkinkan akumulasi stok pangan yang lebih besar, yang dapat menjadi penyangga terhadap potensi gangguan di masa mendatang dan memastikan akses berkelanjutan terhadap pangan (Ansah *et al.* 2022; Beajeu 2016). Hal tersebut juga membantu menjaga kestabilan ekonomi karena mengurangi paparan terhadap fluktuasi harga dan gangguan pasar internasional (Rubhara *et al.* 2020).

- Lahan Pertanian

Ketersediaan lahan yang memadai merupakan syarat utama dalam menjaga ketahanan pangan (Viana *et al.* 2022). Lahan pertanian memungkinkan ketersediaan pangan melalui peningkatan dan stabilitas produksi. Bila dikelola secara

berkelanjutan, lahan pertanian menyediakan sumber daya yang dibutuhkan untuk kegiatan pertanian dan peternakan, sehingga menghasilkan pasokan pangan dalam jumlah lebih besar di pasar lokal dan global (Bonventure *et. al.* 2025; Fitton *et al.* 2019). Pengelolaan lahan pertanian yang berkelanjutan dapat memastikan produksi pangan yang konsisten dari waktu ke waktu. Stabilitas ini penting untuk memenuhi permintaan pangan, terutama di wilayah yang menghadapi pertumbuhan penduduk dan keterbatasan sumber daya.

Selain kuantitas, kualitas lahan juga penting. Mengabaikan praktik penggunaan lahan yang berkelanjutan dapat menyebabkan degradasi tanah, buruknya kualitas tanah dan dapat meningkatkan erosi yang pada akhirnya mengurangi produktivitas pertanian dan membahayakan ketahanan pangan dalam jangka panjang (Abdi *et al.* 2024). Perencanaan dan pengelolaan sumber daya lahan yang dilakukan dengan cermat, dapat membantu menyeimbangkan kebutuhan pertanian dan penggunaan lahan lainnya seperti untuk urbanisasi (Bonventure *et. al.* 2025). Hal ini sangat krusial dalam mencegah penurunan ketahanan pangan.

- Teknologi Pertanian

Teknologi pertanian penting dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian (Abiri *et al* 2023). Teknologi pertanian berdampak positif terhadap ketahanan pangan dengan meningkatkan produktivitas tanaman dan ternak, meningkatkan pertanian lebih efisien dan berkelanjutan (Huang & Wang 2024). Penggunaan teknologi modern seperti irigasi tetes, sensor kelembapan tanah, *drone* untuk pemantauan tanaman serta aplikasi digital membantu petani mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi limbah, menurunkan biaya dan meningkatkan hasil panen, yang pada akhirnya memperkuat ketersediaan dan stabilitas

pasokan pangan untuk populasi yang terus bertambah (Rasyid & Ningsih 2024; Roy & Medhekar 2025). Menurut World Bank (2020) adopsi teknologi digital dalam pertanian di negara berkembang mampu meningkatkan efisiensi distribusi hingga 25%.

b. Akses Pangan

- Kondisi Ekonomi

Ketahanan pangan rumah tangga erat kaitannya dengan daya beli. Perekonomian yang kuat berdampak positif terhadap ketahanan pangan dengan meningkatkan pendapatan rumah tangga dan daya beli, yang meningkatkan permintaan pasar terhadap pangan (Galanakis *et al.* 2025). Hal ini juga mendorong pengembangan dan penggunaan produk lokal yang tepat, yang mendukung petani dan bisnis lokal membangun perekonomian yang dapat meningkatkan ketahanan pangan lokal. Pertumbuhan ekonomi juga mendukung investasi publik, seperti infrastruktur perdesaan dan program bantuan pangan melalui kupon makanan, yang meningkatkan ketersediaan dan aksesibilitas pangan (Gunapala *et al.* 2025).

Lingkungan ekonomi yang stabil mendorong kestabilan harga pangan, yang membantu konsumen membeli makanan bergizi dan merangsang perekonomian lokal dengan mendukung petani dan kegiatan bisnis. Kestabilan ini juga membantu mencegah fluktuasi ekstrem dalam harga pangan yang dapat membuat makanan menjadi tidak dapat diakses (Bogmans *et al.* 2024). Menurut Smith & Haddad (2105) ketahanan pangan bukan hanya soal ketersediaan, tetapi juga aksesibilitas ekonomi. Selain itu, kemiskinan menjadi faktor kunci yang menghambat akses pangan. FAO (2022) mencatat lebih dari 9,8% penduduk dunia masih mengalami kelaparan kronis akibat keterbatasan daya beli. Oleh karena

itu, kebijakan subsidi pangan atau bantuan sosial diarahkan untuk menjamin kelompok rentan tetap memiliki akses terhadap pangan bergizi.

- **Infrastruktur dan Distribusi**

Infrastruktur meningkatkan ketahanan pangan dengan menciptakan jaringan transportasi yang efisien dengan cara membantu menyalurkan pangan dari pertanian ke pasar, menyediakan akses ke sumber daya penting seperti irigasi dan energi untuk mendukung produksi pangan, dan membangun fasilitas penyimpanan untuk mencegah kehilangan pangan (Abbas Khan *et al.* 2025; Lajuwomi 2024). Infrastruktur yang dikembangkan baik jalan, transportasi dan jaringan logistik, memungkinkan sistem pangan yang lebih stabil dan terjangkau dengan mengurangi biaya, meminimalkan limbah, meningkatkan aksesibilitas dan meningkatkan produktivitas pangan (Khan *et al.* 2025).

Peningkatan infrastruktur tidak hanya menurunkan biaya distribusi, tetapi juga mencegah terjadinya krisis pangan di daerah rawan (Hossain & Kassem 2025). Infrastruktur yang efisien berperan besar dalam menjaga akses pangan yang merata, karena menstabilkan harga pangan membuat pangan lebih terjangkau bagi semua populasi (Abbas Khan 2025). Bahkan menciptakan peluang ekonomi bagi masyarakat perdesaan dan mendukung sektor pertanian dan pangan yang dapat meningkatkan ketahanan pangan secara keseluruhan.

c. **Pemanfaatan Pangan**

- **Akses ke sumber daya air bersih**

Air bersih merupakan syarat utama dalam pemanfaatan pangan. Meningkatnya akses terhadap air bersih dan cukup berdampak positif terhadap ketahanan pangan dengan memungkinkan produksi pangan yang lebih besar melalui

irigasi, meningkatkan kualitas dan keragaman pangan yang dihasilkan. Serta memastikan keamanan pangan dengan memungkinkan pencucian dan persiapan yang tepat (Bhagwat 2019; FAO 2017).

Akses air yang memadai mendukung praktik sanitasi dan kebersihan yang tepat termasuk mencuci tangan, peralatan, dan makanan yang sangat penting untuk membuat makanan aman untuk dikonsumsi (Brewis *et al.* 2020). Hal ini dapat mencegah penyakit yang disebabkan oleh air yang terkontaminasi, seperti infeksi yang ditularkan melalui air yang dapat menghambat tubuh untuk menyerap zat gizi penting pada makanan.

- Pendidikan

Pendidikan meningkatkan ketahanan pangan dengan membekali individu dan masyarakat dengan pengetahuan dan keterampilan untuk meningkatkan produktivitas pertanian, mengelola sumber daya secara efisien, mengadopsi praktik pemanfaatan pangan yang sehat serta memperkuat ketahanan terhadap guncangan lingkungan dan ekonomi (USAID 2011).

Akses terhadap informasi melalui pendidikan memungkinkan individu untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan sumber daya, mengelola anggaran makanan secara efektif, dan membuat keputusan yang tepat tentang konsumsi dan pengadaan makanannya (Ran *et al.* 2025). Khususnya juga pendidikan ibu, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan pangan rumah tangga.

Ibu dengan pengetahuan gizi yang baik cenderung memilih, mengolah, dan menyediakan pangan bergizi seimbang untuk keluarga. Penelitian menunjukkan bahwa pendidikan ibu berkorelasi positif dengan konsumsi pangan bergizi dan status gizi anak (Rezaeizadeh *et al.* 2024; Prasetyo *et al.*

2023). Pendidikan ibu juga berdampak pada meningkatnya kesetaraan gender yang berdampak positif pada ketahanan pangan melalui partisipasi perempuan dalam pengambilan keputusan dan akses sumber daya (Tanziha *et al.* 2023)

d. Faktor Eksternal

- Stabilitas Politik dan Keamanan Pangan

Ketahanan pangan sangat dipengaruhi oleh stabilitas politik. Negara dengan sistem politik stabil cenderung mampu mengelola distribusi pangan dengan lebih baik. Stabilitas politik berdampak positif terhadap ketahanan pangan dengan menciptakan lingkungan yang kondusif bagi investasi pertanian, mendorong rantai pasokan pangan yang lebih handal, dan memungkinkan pengelolaan sumber daya yang lebih baik (Rofik *et al.* 2024). Lingkungan politik yang stabil menarik investasi jangka panjang di bidang pertanian, yang mengarah pada praktik pertanian yang lebih baik, peningkatan infrastruktur serta kapasitas produksi (Khomsan 2025a; Rabbi *et al.* 2025)

Sebaliknya, ketidakstabilan politik secara signifikan berpengaruh negatif terhadap pasokan pangan (Abdullah 2020). Menurut Clapp (2017) ketidakstabilan politik menyebabkan terganggunya pasokan pangan, inflasi harga, dan dapat menurunkan investasi di sektor pertanian. Kondisi keamanan suatu negara atau daerah sangat menentukan distribusi pangan. Konflik bersenjata kerusuhan atau kriminalitas dapat menghambat pergerakan barang dan menyebabkan krisis pangan lokal. WFP (2025) menegaskan bahwa pada tahun 2023, 70% penduduk yang rawan pangan berada pada wilayah konflik.

- Iklim dan Cuaca

Iklim dan cuaca dapat berdampak positif pada ketahanan pangan dengan memperpanjang musim tanam dan meningkatkan hasil panen di beberapa wilayah lintang

menengah hingga tinggi karena meningkatnya suhu dan pemupukkan CO² (FAO 2015). Hal ini memungkinkan petani menanam lebih banyak tanaman atau varietas yang umur panennya lebih lama.

Perubahan iklim menjadi salah satu faktor yang sangat memengaruhi ketahanan pangan. Perubahan pola hujan, meningkatnya suhu, dan bencana alam seperti banjir dan kekeringan berpengaruh langsung terhadap produktivitas pertanian (Yuan *et al.* 2024). Dampak perubahan iklim terhadap ketahanan pangan secara tidak proporsional dirasakan juga oleh populasi paling rentan di dunia yaitu rumah tangga petani kecil yang memproduksi sebagian besar makanan yang dikonsumsi di negara berkembang, sangat berisiko karena ketergantungan mereka pada praktik pertanian yang sensitif terhadap cuaca (Randell 2022; FAO 2015).

4.2 Faktor yang Memengaruhi Keamanan Pangan

1. Faktor di Tingkat Individual

Aspek manusia atau individu merupakan komponen paling krusial dalam rantai keamanan pangan. Kelalaian dalam penerapan pada faktor ini merupakan penyebab dominan dari banyaknya kejadian bawaan pangan (*foodborne illness*). Kebersihan pribadi yang buruk menjadi faktor utama, karena tangan, pakaian dan perilaku penjamah makanan dapat menjadi media transmisi patogen. Praktik sederhana seperti mencuci tangan dengan sabun sebelum mengolah makanan dapat mengurangi lebih dari 30% potensi kontaminasi silang (WHO 2020). Hal ini sejalan dengan studi yang menemukan bahwa praktik mencuci tangan yang tidak memadai berkontribusi terhadap 30–40% kasus wabah penyakit bawaan pangan (WHO 2020; Todd *et al.* 2010). Penelitian lain di Indonesia juga menegaskan bahwa

kurangnya perilaku mencuci tangan dengan sabun pedagang kaki lima berhubungan dengan tingginya angka kontaminasi *Escherichia coli* pada makanan (Suryani *et al.* 2020; Astuti *et al.* 2019). Di sisi lain, terdapat juga kebiasaan individu yang tidak higienis, seperti mencicipi makanan dengan sendok kotor serta merokok di area dapur yang dapat menjadi pintu masuk kontaminasi biologis maupun kimia pada makanan. Meskipun dampak yang dihasilkan cukup serius, perilaku terkait kebersihan diri dan kedisiplinan ini sering diabaikan karena keterbatasan fasilitas sanitasi atau rendahnya kesadaran dari pekerja atau penjamah makanan.

Pengetahuan dan sikap penjamah makanan sangat menentukan keberhasilan penerapan prinsip sanitasi. Kurangnya pelatihan dan pengetahuan terkait dengan keamanan pangan berkontribusi pada kesalahan dalam pengolahan. Gebru *et al.* (2024) menemukan tingginya jumlah mikroba pada sampel makanan yang dikelola oleh pekerja dengan sikap dan praktik yang buruk pada keamanan pangan. Penelitian lain yang terkait juga menunjukkan bahwa rendahnya tingkat pengetahuan pekerja makanan berkorelasi signifikan dengan tingginya risiko kontaminasi mikrobiologis pada makanan yang disajikan (da Silva Cota 2023). Oleh karena itu, melalui salah satunya program pelatihan berbasis HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) terbukti meningkatkan kepatuhan pekerja terhadap standar hygiene di berbagai negara berkembang (Radu *et al.* 2023).

Kondisi kesehatan penjamah makanan juga tidak kalah penting. Pekerja yang menderita penyakit menular seperti diare atau infeksi saluran pernapasan berpotensi dapat menularkan patogen melalui makanan (Koopman 2012). Masalah ini termasuk juga potensi kelelahan dan stres yang dapat terjadi pada pekerja. Kondisi pekerjaan yang penuh tekanan cenderung menurunkan konsentrasi pekerja, meningkatkan kesalahan operasional dan memperbesar risiko terjadinya kontaminasi. Oleh karena itu, regulasi internasional dan nasional mengharuskan adanya pemeriksaan kesehatan rutin bagi pekerja makanan (FAO & WHO 2023; Kemenkes RI 2019).

2. Faktor Lingkungan

Lingkungan berperan penting dalam mendukung atau menghambat tercapainya keamanan pangan. Suhu adalah faktor kritis; penyimpanan makanan di atas 5°C dapat memicu pertumbuhan cepat bakteri patogen seperti *Salmonella* dan *E. coli* (Jay *et al.* 2021). Oleh karena itu, rantai dingin (*Cold chain system*) sangat esensial terutama untuk produk hewani dan sayuran segar (Han *et al.* 2021).

Selain itu, kelembapan tinggi mendorong pertumbuhan jamur penghasil mitotoksin yang membahayakan bagi kesehatan, contohnya seperti *Aspergillus flavus* yang menghasilkan aflatoksin (Eskola *et al.* 2020). Kontrol kelembapan ruang penyimpanan melalui ventilasi dan teknologi *dehumidifier* sangat diperlukan pada industri pangan modern.

Kontaminasi lingkungan dapat bersifat fisik, kimia maupun biologis. Kontaminan fisik seperti serpihan logam atau pecahan kaca dari peralatan produksi (Luning & Marcelis 2020). Kontaminasi kimia bisa muncul dari residu pestisida, bahan tambahan pangan ilegal, atau logam berat dalam tanah (EFSA 2019). Sementara itu, kontaminasi biologis masih menjadi penyebab utama Kejadian Luar Biasa (KLB) keracunan makanan di banyak negara, termasuk Indonesia (BPOM 2022).

3. Faktor Bahan Baku

Bahan baku adalah fondasi utama dari keamanan pangan. Kualitas bahan baku menentukan apakah produk akan aman atau justru berpotensi membahayakan. Produk segar yang sudah terkontaminasi sejak awal, misalnya sayur dengan residu pestisida di atas ambang batas, dapat menjadi sumber penyakit meskipun diolah dengan benar (Setiana *et al.* 2020). Selain kualitasnya, keamanan bahan baku terkait erat dengan standar produksi primer. Bahan pangan yang diproduksi tanpa mengikuti *Good Agricultural Practices* (GAP) atau *Good Handling Practices* (GHP) berisiko lebih besar mengandung kontaminan (FAO 2021b). Di Indonesia, implementasi Sertifikasi

Prima untuk produk hortikultura merupakan salah satu upaya untuk menjamin kualitas dan keamanan bahan baku dari tingkat petani (Kementan RI 2020). Pada level internasional program seperti Global GAP terbukti efektif mengurangi risiko kontaminasi sejak rantai produksi awal (Hobbs 2020)

4. Faktor Sistemik dan Operasional

Faktor sistemik dan operasional mencakup seluruh penanganan pangan dari hulu ke hilir dimulai dari bagaimana pangan diproses, disimpan dan didistribusikan. Penanganan dan penyimpanan pangan yang tidak sesuai dengan standar dapat menimbulkan pertumbuhan patogen atau terjadinya kontaminasi silang, contohnya yaitu penyimpanan makanan pada suhu (5–60°C) dapat memicu multiplikasi bakteri seperti *Salmonella* dan *Listeria monocytigenes* (Jay *et al.* 2021) atau kontaminasi silang yang terjadi pada penggunaan talenan yang sama untuk daging mentah dan sayuran segar tanpa dicuci meningkatkan risiko kontaminasi *Campylobacter* (Luning & Marcelis 2020).

Penyimpanan pangan juga menjadi kunci, menurut FAO dan WHO (2023) pada *Codex Alimentarius*, penyimpanan makanan pada suhu dan kelembapan yang salah dapat mempercepat pertumbuhan mikroba pembusuk dan patogen. Selain itu, risiko kontaminasi dari hama seperti tikus dan serangga sangat besar apabila sistem penyimpanan tidak dirancang higienis.

Distribusi dan penyajian pangan juga sangat menentukan. Produk pangan yang terpapar sinar matahari berlebih pada saat transportasi atau disajikan di lingkungan yang kotor akan mudah rusak dan terkontaminasi (WHO 2006). Sistem distribusi yang menerapkan rantai dingin, serta penyajian dengan standar hygiene yang ketat, terbukti menurunkan risiko penyakit bawaan pangan di banyak negara maju (Jay *et al.* 2021)

Author's Personal
Copy By IPB Press

BAB 5.

FAKTA EMPIRIS KETAHANAN DAN KEAMANAN PANGAN

Bab sebelumnya telah membahas berbagai faktor yang memengaruhi ketahanan dan keamanan pangan, baik dari sisi ketersediaan, distribusi, maupun pemanfaatan pangan, serta ancaman yang muncul akibat kontaminasi, pola konsumsi, dan perubahan lingkungan. Pemahaman teoretis mengenai faktor-faktor tersebut sangat penting sebagai landasan konseptual. Namun, teori tidak akan bermakna tanpa didukung oleh fakta empiris yang mencerminkan kondisi nyata di lapangan. Oleh karena itu, pada bab ini akan dipaparkan gambaran empiris mengenai situasi ketahanan pangan dan keamanan pangan di Indonesia, berdasarkan data, survei, serta hasil penelitian terkini.

5.1 Ketahanan Pangan

Ketahanan pangan di Indonesia merupakan isu strategis yang sangat memengaruhi stabilitas nasional sekaligus kualitas sumber daya manusia. Konsep ini mencakup empat dimensi utama, yaitu ketersediaan, akses, pemanfaatan, dan stabilitas pangan (FAO 2006). Fakta empiris menunjukkan bahwa meskipun produksi pangan pokok seperti beras masih relatif stabil, Indonesia tengah menghadapi tantangan serius berupa penurunan ketersediaan pangan per kapita. Hal ini menandakan bahwa peningkatan jumlah penduduk tidak sepenuhnya diimbangi dengan ketersediaan pangan yang memadai, sehingga menurunkan rata-rata porsi pangan yang dapat diakses masyarakat.

Indeks Ketahanan Pangan Indonesia juga menjadi salah satu indikator capaian penting dalam pembangunan nasional. Pada *baseline* tahun 2024, indeks ketahanan pangan tercatat sebesar 71,2, dengan target meningkat menjadi 73,2 pada tahun 2025 dan 82,0 pada tahun 2029 (Presiden RI 2025). Kenaikan indeks ini menunjukkan adanya upaya berkelanjutan untuk memperbaiki kondisi ketahanan pangan, baik dari sisi ketersediaan, distribusi, maupun kualitas konsumsi. Meskipun demikian, tantangan besar masih muncul terutama dalam hal distribusi yang belum merata, rendahnya diversifikasi pangan, serta kualitas konsumsi yang belum optimal.

Data Statistik Konsumsi Pangan tahun 2024 memperlihatkan bahwa total penyediaan beras nasional masih berada pada kisaran 30,1 juta ton. Angka ini secara absolut mencukupi kebutuhan domestik, karena total penggunaan juga tercatat sebesar 30,1 juta ton. Namun, dari sisi ketersediaan per kapita terjadi tren penurunan yang signifikan, yaitu dari 117,74 kg/kapita/tahun pada 2020 menjadi hanya 105,20 kg/kapita/tahun pada 2024 (Kementan 2024a). Penurunan sekitar 12,5 kg/kapita/tahun ini mengindikasikan bahwa meskipun produksi nasional tidak mengalami kontraksi drastis, pertumbuhan penduduk dan tekanan distribusi menyebabkan masyarakat secara rata-rata memperoleh pangan pokok yang lebih sedikit.

Kondisi ketahanan pangan Indonesia juga dapat dilihat melalui neraca perdagangan pangan. Data Badan Pusat Statistik (2025a) menunjukkan bahwa nilai ekspor bahan makanan dan binatang hidup pada 2022 mencapai US\$ 19.145,1 juta, turun menjadi US\$ 17.859,9 juta pada 2023, tetapi kembali naik menjadi US\$ 21.025,7 juta pada 2024. Sebaliknya, nilai impor tercatat lebih tinggi, yaitu US\$ 22.648,6 juta pada 2022, naik menjadi US\$ 23.123,5 juta pada 2023, dan terus meningkat hingga US\$ 24.271,2 juta pada 2024. Akibatnya, neraca perdagangan pangan mengalami defisit sebesar US\$ 3.245,5 juta pada tahun 2024. Hal ini mengindikasikan bahwa kebutuhan pangan nasional masih belum dapat dipenuhi sepenuhnya oleh produksi dalam negeri.

Selain dari nilai perdagangan, volume impor komoditas pangan utama juga menjadi indikator penting yang menggambarkan tingkat ketergantungan Indonesia terhadap pasokan luar negeri. Perubahan volume impor dari tahun ke tahun menunjukkan dinamika yang dipengaruhi oleh fluktuasi produksi domestik, kebutuhan konsumsi, serta kondisi pasar global. Untuk melihat lebih jelas tren pergerakan tersebut, data lengkap mengenai volume impor berbagai komoditas pangan utama dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Volume impor berbagai komoditas pangan

Komoditas	Berat Bersih (ton)			Negara Pemasok Utama
	2022	2023	2024	
Beras	429.207,3	3.062.857,6	4.519.420,6	Thailand, Vietnam, Myanmar, dan Pakistan
Kedelai	2.324.730,8	2.274.428,2	2.676.317,1	Amerika Serikat, Kanada, Argentina, Malaysia
Biji Gandum	9.350.400	10.586.600	11.715.000	Australia, Kanada, Ukraina, Argentina
Sayuran	1.001.450,8	1.000.490,2	935.827,2	Tiongkok/Cina, Myanmar, India, Australia
Buah-buahan	749.855,0	689.924,0	780.576,7	Tiongkok/ Cina, Thailand, Australia, dan Mesir/Egypt
Daging	225.650,1	238.433,6	183.183,7	India, Australia, Brasil, Amerika Serikat
Gula	6.007.602,6	5.069.455,2	5.313.529,2	Brasil, Thailand, Australia, India
Garam	2.756.626,0	2.807.857,3	2.746.838,2	Australia, India, Selandia Baru, Tiongkok/Cina

Sumber: Badan Pusat Statistik (2025a)

Selain dilihat dari neraca perdagangan, ketahanan pangan juga tergambar dari volume impor berbagai komoditas utama. Data menunjukkan bahwa impor beras mengalami lonjakan sangat tajam dalam tiga tahun terakhir, dengan peningkatan yang signifikan pada 2024 dibandingkan 2022. Kedelai dan gandum juga memperlihatkan tren kenaikan, meskipun laju pertumbuhannya relatif lebih moderat. Komoditas hortikultura menunjukkan variasi yang berbeda, impor sayuran cenderung menurun, sementara buah-buahan kembali meningkat setelah sempat turun pada tahun sebelumnya. Untuk komoditas daging, volumenya justru menurun pada 2024, meskipun kebutuhan protein hewani di dalam negeri semakin besar. Sementara itu, impor gula tetap tinggi dengan sedikit kenaikan pada 2024, sedangkan impor garam relatif stabil dengan fluktuasi kecil antartahun. Secara umum, pola ini menunjukkan bahwa ketergantungan pada impor masih tinggi, dengan beberapa komoditas strategis justru meningkat cukup tajam, sehingga menandakan rapuhnya kemandirian pangan nasional. Keterbatasan ketersediaan pangan yang berkualitas dan beragam menyebabkan rumah tangga yang mengalami kerawanan pangan memiliki keragaman konsumsi pangan yang rendah, sehingga berdampak pada status gizi (Mauludyani dan Khomsan 2025).

Dari sisi akses pangan, disparitas antarwilayah masih terlihat jelas. Survei BPS (2025) menunjukkan bahwa harga beras pada tahun 2024 di Jayawijaya, Papua Pegunungan, mencapai Rp24.263,33/kg, jauh lebih tinggi dibandingkan di DKI Jakarta yang hanya Rp14.850,95/kg (BPS 2025a). Perbedaan harga ini mencerminkan masih adanya kendala distribusi, terutama di wilayah timur Indonesia dan daerah terpencil yang menghadapi keterbatasan infrastruktur. Selain itu, rata-rata pengeluaran pangan per kapita di Papua Pegunungan tercatat sebesar Rp1.230.278 per bulan, lebih tinggi dibandingkan DKI Jakarta sebesar Rp1.145.813 per bulan (BPS 2025b). Namun, jika dilihat dari total pengeluaran (pangan dan nonpangan), Papua Pegunungan hanya mencapai Rp1.891.284 per kapita, jauh di bawah DKI Jakarta sebesar Rp2.901.746. Hal ini menunjukkan bahwa porsi pengeluaran pangan terhadap total pengeluaran di Papua lebih besar, sehingga daya beli masyarakat relatif lebih rendah.

Ketika porsi pengeluaran pangan sangat besar, hal ini menunjukkan keterbatasan daya beli karena sebagian besar pendapatan habis untuk kebutuhan dasar, dan hanya sedikit yang tersisa untuk kebutuhan nonpangan seperti pendidikan, kesehatan, atau tabungan. Perubahan dalam pembelian pangan yang lebih murah dan kurang beragam menunjukkan adanya perubahan pada ketersediaan jenis pangan di tingkat rumah tangga (Tanziha *et al.* 2023). Dengan demikian, meskipun nominal pengeluaran pangan di Papua tinggi, daya beli mereka secara keseluruhan tetap lebih rendah dibandingkan masyarakat Jakarta. Dalam kajian ketahanan pangan, proporsi pengeluaran pangan dibandingkan nonpangan menjadi indikator penting untuk menilai tingkat kesejahteraan rumah tangga. Semakin tinggi porsi pengeluaran pangan, semakin rendah tingkat ketahanan pangan, karena sebagian besar pendapatan habis untuk kebutuhan dasar dan menyisakan sedikit alokasi untuk kebutuhan nonpangan, seperti pendidikan dan kesehatan (Siallagan *et al.* 2021). Dengan demikian, ketika rumah tangga mengalokasikan belanja yang lebih besar untuk pangan, kondisi tersebut mencerminkan adanya kerawanan pangan yang lebih tinggi (Praza dan Shamadiyah 2020; Martadona dan Leovita 2021). Kerawanan pangan, yang berkaitan erat dengan kemiskinan, malnutrisi, dan kelaparan, merupakan faktor penting tetapi sering terabaikan yang memengaruhi kesehatan karena membuat individu rentan terhadap penyakit akibat kekurangan mikronutrien serta menimbulkan sensasi tidak nyaman atau rasa sakit akibat ketidakcukupan asupan pangan (Aisyah *et al.* 2024). Fakta ini menunjukkan bahwa ketahanan pangan tidak cukup hanya diukur dari kecukupan produksi nasional, tetapi juga harus mempertimbangkan aspek keterjangkauan di tingkat rumah tangga.

Dari segi pemanfaatan pangan, pola konsumsi masyarakat Indonesia masih didominasi oleh beras dengan tingkat konsumsi 1,521 kg per kapita dalam seminggu pada 2024, menurun dari 1,560 kg pada 2020 (BPS 2025b). Ketergantungan yang tinggi pada satu komoditas menghambat diversifikasi pangan, padahal kebutuhan gizi memerlukan variasi dari sumber protein hewani, buah, dan sayuran. Konsumsi protein hewani masih relatif rendah, daging sapi hanya 0,009 kg/kapita/minggu, ayam

ras dan ayam kampung 0,154 kg/kapita/minggu. Konsumsi ikan segar lebih tinggi, yaitu 0,359 kg/kapita/minggu, sedangkan konsumsi telur ayam ras mencapai 2,193 kg/kapita/minggu. Namun, konsumsi pangan nabati seperti tahu (0,148 kg) dan tempe (0,136 kg) per kapita per minggu masih rendah. Kondisi ini memperlihatkan bahwa pemanfaatan pangan di Indonesia masih belum seimbang dari sisi gizi.

Asupan energi dan protein nasional juga memperlihatkan kesenjangan. Asupan energi dan protein nasional pada tahun 2024 memberikan gambaran yang lebih kompleks mengenai kondisi ketahanan pangan di Indonesia. Rata-rata konsumsi kalori tercatat sebesar 2.120,74 kkal/kapita/hari (BPS 2025b), masih sedikit di bawah rekomendasi Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG) 2018 sebesar 2.150 kkal/kapita/hari (Kementan RI 2019). Namun, jika ditinjau secara regional, terdapat kesenjangan yang cukup mencolok. Rata-rata konsumsi kalori terendah ada pada Provinsi Maluku Utara sebesar 1.843,41 kkal/kapita/hari, sedangkan tertinggi ada pada Provinsi Nusa Tenggara Barat sebesar 2.482,80 kkal/kapita/hari (BPS 2025b). Perbedaan ini mencerminkan bahwa ketahanan pangan tidak semata-mata dapat diukur dari angka rata-rata nasional, melainkan harus memperhitungkan variasi regional yang dipengaruhi oleh ketersediaan pangan lokal, daya beli rumah tangga, serta pola konsumsi masyarakat yang beragam.

Kondisi serupa juga terlihat pada konsumsi protein. Secara nasional, rata-rata konsumsi protein pada 2024 tercatat sebesar 65,04 gram/kapita/hari, angka yang telah melampaui anjuran kecukupan gizi yang ditetapkan Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG) sebesar 57 gram/kapita/hari (Kementan RI 2019). Namun, capaian rata-rata ini menutupi adanya disparitas yang cukup lebar antara wilayah perkotaan dan perdesaan. Konsumsi protein di perkotaan lebih tinggi (66,24 gram) dibandingkan di perdesaan (63,31 gram). Pada level provinsi, konsumsi protein di wilayah perkotaan paling tinggi tercatat di Provinsi Papua Selatan sebesar 81,99 gram/kapita/hari, sementara yang terendah di Provinsi Papua Pegunungan sebesar 50,48 gram/kapita/hari. Adapun di wilayah perdesaan, konsumsi protein paling tinggi terdapat di Provinsi

Kalimantan Selatan sebesar 80,20 gram/kapita/hari, sedangkan yang terendah kembali ditemukan di Provinsi Papua Pegunungan hanya 42,72 gram/kapita/hari. Fakta ini menegaskan bahwa meskipun angka konsumsi protein nasional secara rata-rata sudah memenuhi bahkan melampaui standar kecukupan gizi yang ditetapkan Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG), masih terdapat kelompok masyarakat yang berisiko tinggi mengalami kekurangan gizi, terutama di wilayah dengan infrastruktur terbatas, distribusi pangan yang tidak merata, serta harga pangan bergizi yang relatif tinggi. Dengan demikian, strategi ketahanan pangan nasional harus lebih menekankan pada pemerataan akses dan distribusi pangan bergizi agar seluruh kelompok masyarakat dapat memperoleh manfaat yang setara, bukan hanya berfokus pada peningkatan rata-rata nasional semata. Pemenuhan kebutuhan gizi menjadi inti dari konsep ketahanan pangan, yang tidak hanya mencakup ketersediaan pangan di tingkat regional, tetapi juga ketersediaan dan konsumsi pangan pada tingkat regional, rumah tangga, dan individu (Dewi *et al.* 2024).

Dimensi stabilitas pangan di Indonesia memperlihatkan tantangan serius, khususnya terkait ketersediaan pangan pokok yang justru mengalami penurunan. Contohnya yaitu ketersediaan beras pada tahun 2024 angka sementara sekitar 105,20 kg/kapita/tahun lebih rendah daripada tahun 2022 sekitar 115,78 kg/kapita/tahun (Kementan RI 2024a). Data menunjukkan bahwa produksi beras nasional pada 2024 sebesar 30,62 juta ton. Angka tersebut lebih rendah dibandingkan tahun 2023 yang menunjukkan produksi beras sebesar 31,10 juta ton. Kondisi ini semakin diperburuk oleh fenomena El Niño 2024, yang berdampak pada hasil panen di sejumlah sentra produksi beras (Kementan RI 2024b). Dengan turunnya pasokan dalam negeri, ketergantungan pada impor semakin tinggi untuk menutupi defisit kebutuhan pangan.

Situasi ini berdampak langsung pada harga pangan, terutama beras, yang menjadi komoditas utama konsumsi masyarakat. Rata-rata harga beras nasional di pasar tradisional meningkat pada 2024, lebih tinggi dibandingkan tahun-tahun sebelumnya (BPS 2025a). Kenaikan harga ini

semakin menekan rumah tangga berpendapatan rendah yang sebagian besar alokasinya digunakan untuk pengeluaran pangan, sehingga daya beli mereka semakin melemah.

Dengan demikian, fakta empiris ketahanan pangan Indonesia pada 2024 tidak hanya menunjukkan persoalan distribusi dan keterjangkauan, tetapi juga tantangan serius dan masih menyisakan persoalan pada aspek akses, pemanfaatan, dan stabilitas. Oleh karena itu, strategi penguatan ketahanan pangan tidak cukup berfokus pada peningkatan produksi, tetapi juga harus mencakup diversifikasi sumber pangan, perbaikan sistem distribusi, serta penguatan cadangan strategis agar tekanan terhadap ketersediaan dapat diantisipasi lebih baik di masa depan dan ketergantungan pada impor dapat dikurangi serta ketahanan pangan nasional semakin kokoh.

5.2 Keamanan Pangan

Keamanan pangan adalah dimensi lain yang tak kalah penting dibandingkan ketahanan pangan. Pangan yang tersedia dalam jumlah cukup tidak akan bermanfaat bila tidak aman untuk dikonsumsi (Khomsan *et al.* 2022). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 86 Tahun 2019, keamanan pangan didefinisikan sebagai kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia, serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat sehingga aman untuk dikonsumsi. Fakta empiris di Indonesia menunjukkan bahwa persoalan keamanan pangan masih menjadi tantangan besar. Hasil pengawasan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) secara rutin menemukan adanya peredaran pangan yang mengandung bahan berbahaya, seperti formalin, boraks, dan pewarna tekstil. Produk-produk berisiko ini tidak hanya ditemukan di pasar tradisional, tetapi juga dalam skala industri kecil menengah yang kurang memperhatikan standar keamanan.

Data pengawasan lebih lanjut menunjukkan bahwa produk yang tidak memenuhi syarat masih ditemukan pada pangan yang dijual di pasaran antara lain, pangan yang mengandung formalin (78 sampel), rhodamin

B (47 sampel), boraks (31 sampel), dan methanyl yellow (11 sampel). Fenomena ini mencerminkan lemahnya sistem pengawasan sekaligus rendahnya kesadaran produsen akan pentingnya keamanan pangan. Kondisi tersebut diperparah dengan kasus keracunan makanan yang terjadi di sekolah, pesantren, atau pesta pernikahan juga memperlihatkan masih lemahnya praktik higiene dalam pengolahan pangan. Kejadian Luar Biasa Keracunan Pangan (KLB KP) pada tahun 2024, tercatat bahwa terdapat 138 kejadian dengan jumlah orang yang terpapar sebanyak 10.171 orang dengan 5.713 orang di antaranya mengalami gejala sakit (*attack rate* 56,17%), dan korban meninggal sebanyak 15 orang (*case fatality* 0,26%) (BPOM 2025). Angka orang yang mengalami gejala sakit dalam kejadian luar biasa keracunan pangan pada tahun 2024 meningkat daripada tahun-tahun sebelumnya yang lebih rendah 50,65% (2022) dan 52,91% (2023).

Sebagian besar kasus sebanyak 98 kejadian disebabkan oleh kontaminasi mikrobiologis, terutama bakteri *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, atau *Staphylococcus aureus*. Selain itu, KLB keracunan pangan juga disebabkan oleh zat kimia dugaan (19 kejadian), zat kimia terkonfirmasi (6 kejadian), serta untuk penyebab sisanya belum diketahui (15 kejadian) (BPOM 2025). Pangan yang menyebabkan kejadian KLB keracunan pangan berupa pangan yang diproduksi melalui rumah tangga, jasa boga, jajanan, pangan MD (produksi dalam negeri), pangan ML (produksi luar negeri), serta pangan PIRT yang diproduksi oleh industri rumah tangga. Masakan rumah tangga menjadi sumber tertinggi kasus KLB dalam lima tahun terakhir, yang umumnya disebabkan oleh bahan baku dan bumbu yang tidak disimpan dengan benar, tempat pengolahan yang tidak memenuhi syarat sanitasi, penerapan personal higiene yang rendah, serta penyimpanan pangan yang tidak tepat. Keterlambatan waktu antara proses pemasakan hingga penyajian dan pemanasan kembali dengan suhu yang tidak memadai turut meningkatkan risiko kontaminasi mikroba. Sebagian besar rumah tangga di Indonesia belum sepenuhnya menerapkan perilaku higienis, seperti mencuci tangan dengan sabun sebelum menyiapkan makanan atau menggunakan air bersih untuk mencuci bahan pangan. Keterbatasan infrastruktur sanitasi di sejumlah daerah memperburuk situasi ini.

Selain bahaya biologis, ancaman kimia juga patut diwaspadai. Penggunaan pestisida dan pupuk kimia berlebihan pada sektor pertanian berpotensi meninggalkan residu berbahaya pada sayur dan buah. Sejumlah penelitian menemukan kadar residu pestisida di beberapa sentra hortikultura yang melebihi ambang batas aman, sehingga menimbulkan risiko kesehatan jangka panjang, seperti gangguan saraf, gangguan hormonal, hingga kanker. Di sisi lain, penggunaan antibiotik yang tidak terkendali pada sektor peternakan dapat memicu resistensi antimikroba yang kini menjadi ancaman kesehatan global. Ancaman fisik pun tidak kalah penting, misalnya keberadaan benda asing seperti logam, kaca, atau plastik dalam makanan akibat kelalaian proses produksi, meskipun kasus ini lebih jarang ditemukan.

Fakta-fakta tersebut menegaskan bahwa keamanan pangan harus dipahami secara menyeluruh, mulai dari hulu hingga hilir. Artinya, pengawasan tidak hanya dilakukan pada tahap distribusi atau penjualan, tetapi juga sejak proses produksi di lahan pertanian, peternakan, hingga pengolahan di industri. Upaya BPOM meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai penerapan prinsip higiene sanitasi pangan mulai dari pemilihan bahan pangan hingga makanan disajikan masih perlu terus dilakukan melalui komunikasi, informasi, dan pemberian edukasi yang berkelanjutan. Tujuannya yaitu agar masyarakat menjadi konsumen cerdas dan berdaya dalam memilih dan mengonsumsi produk makanan yang aman dengan menyikapi berbagai informasi yang beredar dengan bijak serta mampu melindungi diri dari produk yang berisiko terhadap kesehatan.

Dengan demikian, fakta empiris mengenai keamanan pangan di Indonesia memperlihatkan bahwa meskipun regulasi sudah ada, implementasi dan kesadaran masyarakat masih lemah. Untuk menjamin keamanan pangan, perlu penguatan sistem pengawasan yang lebih ketat, peningkatan kapasitas produsen, serta edukasi berkelanjutan kepada konsumen. Tanpa pangan yang aman, pencapaian ketahanan pangan tidak akan berarti karena justru menimbulkan ancaman baru terhadap kesehatan masyarakat.

BAB 6.

MASA DEPAN KETAHANAN DAN KEAMANAN PANGAN: TANTANGAN DAN SOLUSI

Ketahanan pangan dan keamanan pangan merupakan suatu isu strategis yang menentukan kualitas hidup manusia serta keberlanjutan pembangunan suatu bangsa. Dalam konteks global, perdebatan mengenai masa depan pangan tidak lagi sekadar berfokus pada ketersediaan secara kuantitatif, tetapi juga pada dimensi bagaimana pangan yang tersedia dapat diakses, kualitas gizinya, serta jaminan keamanan pangan yang layak untuk dikonsumsi. Kompleksitas persoalan ini semakin mengalami peningkatan seiring dengan perubahan iklim, pertumbuhan penduduk, urbanisasi serta dinamika geopolitik dan ekonomi yang berdampak langsung terhadap sistem pangan global maupun nasional.

Berbagai tantangan nyata dihadapi dalam mewujudkan ketahanan dan keamanan pangan di masa mendatang, baik di tingkat global maupun Indonesia. Fenomena degradasi lahan, keterbatasan sumber daya air, meningkatnya kejadian bencana alam, serta ketimpangan distribusi pangan merupakan sebagian dari faktor yang mengancam keberlanjutan pasokan pangan. Di Indonesia, permasalahan *stunting*, ketergantungan pada komoditas pangan tertentu, serta ancaman kontaminasi pangan masih menjadi isu yang mendesak dan harus segera diatasi melalui pendekatan lintas sektor dan disiplin.

Di sisi lain, perkembangan teknologi dan inovasi menawarkan peluang besar untuk memperkuat sistem pangan. Digitalisasi pertanian, bioteknologi, diversifikasi pangan lokal, hingga penerapan *block-chain* dalam rantai pasok pangan merupakan contoh solusi berbasis ilmu

pengetahuan yang dapat membantu dalam meningkatkan produktivitas, efisiensi distribusi dan transparansi keamanan pangan. Penerapan teknologi ini juga berpotensi mengurangi kerentanan terhadap guncangan eksternal, seperti krisis pangan global maupun perubahan iklim yang ekstrem.

Namun demikian, teknologi dan inovasi tidak akan bermakna tanpa dukungan kebijakan dan tepat sasaran dan berkelanjutan. Pemerintah, akademisi, pelaku usaha, dan masyarakat perlu membangun sinergi dalam merumuskan arah kebijakan yang bersifat adaptif, inklusif, dan berbasis pada prinsip berkelanjutan. Transformasi menuju sistem pangan berkelanjutan harus dapat memastikan bahwa produksi, distribusi, dan konsumsi pangan tidak hanya mencukupi kebutuhan saat ini, tetapi juga menjaga keberlangsungan sumber daya alam bagi generasi mendatang

Bab ini akan membahas secara sistematis mengenai masa depan ketahanan dan keamanan pangan melalui tiga perspektif utama. Pertama, uraian mengenai tantangan ketahanan pangan dan keamanan pangan di tingkat global dan nasional. Kedua, peran teknologi dan inovasi dalam memperkuat sistem pangan yang tangguh serta adaptif. Ketiga, arah kebijakan menuju terwujudnya pangan berkelanjutan. Dengan pendekatan tersebut diharapkan dapat membantu dalam memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai tantangan sekaligus solusi yang dapat diterapkan dalam merancang masa depan pangan yang lebih aman, sehat, dan berkelanjutan.

6.1 Tantangan Ketahanan dan Keamanan Pangan Global dan Indonesia

6.1.1 Tantangan Ketahanan pangan

Adapun beberapa tantangan di tingkat nasional hingga global terkait dengan ketahanan pangan dapat ditemukan pada berbagai aspek yaitu:

1. Pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan penuaan (*ageing*)

Data menunjukkan bahwa populasi di dunia akan meningkat dan mencapai sekitar 9,7 miliar jiwa pada tahun 2050. Diperkirakan wilayah Asia dan Afrika juga akan dihadapkan pada ekspansi populasi yang besar. Tanpa peluang kerja yang memadai, tren populasi ini menjadi penyebab tingkat migrasi dan urbanisasi yang lebih cepat. Sementara itu, di daerah lain yang menjadi tujuan transmigrasi harus menyesuaikan diri dengan pertambahan jumlah penduduk transmigran yang disertai dengan peningkatan jumlah populasi menua yang tidak produktif khususnya pada negara-negara dengan penghasilan rendah. Pertumbuhan penduduk ini akan mendorong peningkatan permintaan pangan, urbanisasi akan mempercepat pergeseran pola konsumsi dari bahan pokok ke pangan olahan. Sementara itu populasi menua membutuhkan pangan dengan nilai gizi yang tinggi dan mudah dicerna. Kombinasi ini akan menekan sistem pangan agar lebih produktif dan sehat (Raj *et al.* 2022; Van dijk *et al.* 2020; Oliveira *et al.* 2020).

2. Pertumbuhan ekonomi global, investasi, perdagangan, dan harga pangan

Kondisi ekonomi global sangat menentukan daya beli masyarakat. Pertumbuhan ekonomi di lain sisi dapat meningkatkan pendapatan rata-rata masyarakat, yang memperluas kemampuan dalam membeli pangan bergizi, tetapi juga dapat meningkatkan ketergantungan impor pangan jika produksi lokal tidak mampu mengimbangi jumlah permintaan (Rozi *et al.* 2023; Fukase & Marten 2020).

Investasi pada pertanian dan infrastruktur pangan memengaruhi ketersediaan dan akses karena dapat memengaruhi peningkatan produktivitas dan efisiensi. Investasi ini dapat berupa teknologi, irigasi, riset varietas, infrastruktur penyimpanan pangan, dan transportasi. (Hamzah 2024; Hemathilake & Gunathilake 2022)

Perdagangan internasional memungkinkan untuk negara-negara dengan kekurangan sumber daya memperoleh pangan dari luar,

tetapi juga dapat membuat negara menjadi rentan terhadap fluktuasi harga dunia dan gangguan rantai pasok (Saccone & Vallino 2025). Fluktuasi harga pangan global juga berdampak langsung dalam memicu kerentanan bagi masyarakat miskin.

3. Persaingan atas sumber daya alam

Tanah, air, energi, dan keanekaragaman hayati semakin terbatas akibat pertumbuhan penduduk dan industrialisasi. Persaingan penggunaan lahan (antara pangan, pakan, bioenergi, dan konservasi) mengancam keberlanjutan dari produksi pangan (Kopittke *et al.* 2019; Krishnendu & Patra 2025). Hal ini juga semakin diperparah dengan degradasi tanah, penggundulan hutan, hingga polusi air yang juga mengurangi produktivitas lahan, dan kualitas sumber daya air untuk irigasi (Ben Fradj *et al.* 2016).

4. Perubahan iklim

Suhu yang meningkat, pola curah hujan yang berubah, musim kering/panas yang ekstrem dan kejadian cuaca ekstrem merupakan faktor yang berdampak besar dalam mengurangi hasil tanaman, memperpendek musim tanam, memperbesar kerugian pascapanen serta meningkatkan risiko gagal panen (Moow *et al.* 2019) .

Perubahan iklim juga menjadi salah satu yang memengaruhi kualitas gizi pada tanaman. Studi menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi CO₂ pada tanaman menurunkan kandungan protein serta mikronutrien (seperti zat besi dan seng) pada tanaman. (Myers *et al.* 2014)

5. Hama dan penyakit tanaman/hewan.

Penyakit tanaman/hewan yang menyebar melintasi batas wilayah atau negara dapat mengurangi produksi pangan lokal secara masif. Mobilitas global (seperti perdagangan dan transportasi) dapat mempercepat penyebaran penyakit/organisme pengganggu. Beberapa studi menyebutkan bahwa peningkatan frekuensi wabah akibat hama/penyakit yang dulunya lokal, saat ini menjadi ancaman lintas negara. Meskipun dalam literatur spesifik masih belum banyak menjelaskan

secara mendalam, namun kondisi ini menjadi salah satu risiko bagi sistem pertanian dan peternakan dalam laporan IPCC (Mbow *et al.* 2019).

6. Konflik, krisis, dan bencana Alam

Perang, krisis politik, serta bencana alam dapat merusak produksi dan distribusi pangan (FAO 2018; Topluoglu *et al.* 2023). Konflik dapat merusak infrastruktur pertanian, memutus rantai distribusi, menyebabkan pengungsian, dan menghancurkan modal manusia serta fisik produksi. Selain itu, bencana alam dapat secara langsung mengganggu produksi dan merusak infrastruktur penyimpanan pangan serta transportasi. Al Sharjebi *et al.* (2014) menemukan bahwa negara-negara yang terdampak konflik, tingkat ketahanan pangannya sangat buruk, sektor pertanian dan infrastruktur sering menjadi korban utama. Contoh yang saat ini terjadi dapat dilihat pada agresi militer Israel ke Palestina, atau pada perang Rusia-Ukraina yang mengganggu pasokan gandum dunia.

7. Kemiskinan dan kesenjangan sosial

Kemiskinan dapat membatasi daya beli pangan, bahkan apabila pangan tersedia dalam jumlah cukup, akses ekonomi sering menjadi hambatan. Kesenjangan akan semakin memperburuk akses dan pemanfaatan pangan. Studi menunjukkan bahwa rumah tangga yang lebih miskin lebih rawan ketahanan pangan dan keragaman diet yang rendah (Onyango *et al.* 2025).

8. *Food Losses* dan *Food Waste*

Diperkirakan sepertiga pangan dunia hilang atau terbuang setiap tahun. Kehilangan pascapanen di negara berkembang dan pemborosan di negara maju sama-sama mengurangi efisiensi sistem pangan global. Kehilangan dan pemborosan ini dapat menurunkan efisiensi sistem dan menaikkan tekanan produksi (untuk mengganti yang hilang), serta memperbesar penggunaan sumber daya. Studi secara luas menunjukkan bahwa *food loss* yang terjadi di negara berkembang menjadi masalah besar dalam ketahanan dan keberlanjutan pangan (Mbow *et al.* 2019; FAO 2011).

6.1.2 Tantangan terkait Keamanan Pangan

Adapun beberapa tantangan di tingkat nasional hingga global terkait dengan keamanan pangan dapat ditemukan pada berbagai aspek yaitu:

1. Aspek kebersihan dan sanitasi yang buruk serta keterbatasan akses air yang aman

Higiene yang buruk di titik produksi, pengolahan, penyimpanan hingga penyajian pangan dapat meningkatkan kontaminasi mikrobiologis (*E. Coli*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*). Prinsip Codex “*General Principles of Food hygiene*” menekankan *Good Hygiene Practices* (GHP) dan HACPP sebagai fondasi pencegahan hal ini dari lahan hingga pangan sampai ke meja. Implementasi dari GHP mencakup kebersihan personal, pemisahan bahan mentah-siap santap, sanitasi peralatan, pengendalian hama, dan validasi pembersihan (FAO & WHO 2023)

Di sisi lain, air terkontaminasi merupakan vektor utama patogen makanan. Secara global, ketersediaan air minum yang dikelola dengan aman meningkat, namun miliaran orang di dunia masih belum memiliki layanan yang aman sehingga berpotensi menjadi faktor risiko kuat penyakit bawaan pangan. Di Indonesia sendiri, UNICEF, mencatat terdapat peningkatan yang tinggi terhadap akses air minum, namun masih dihadapkan terhadap kendala kualitas air yang diakses. Ini berkaitan dengan risiko residual bagi keamanan pangan rumah tangga dan pelaku usaha kecil (WHO & UNICEF 2025).

2. Keterbatasan infrastruktur dan sistem rantai dingin (*Cold chain*)

Keterbatasan infrastruktur transportasi, pasar, hingga fasilitas penyimpanan membuat distribusi pangan menjadi tidak efisien dan meningkatkan risiko kerusakan atau kontaminasi (Capricorn Indonesia consult 2019; Onyango *et al.* 2025). Selain itu, keterbatasan sistem rantai dingin (*cold chain*) mengakibatkan produk mudah rusak, terutama produk hewani (ikan, susu), dan sayuran segar. Kesenjangan

ketersediaan kapasitas gudang berpendingin di wilayah terpencil dan kendala biaya operasional meningkatkan risiko pertumbuhan patogen dan pembentukan toksin (Masudin & Safitri 2020).

3. Penggunaan pupuk kandang pada praktik hortikultura

Penggunaan pupuk kandang pada praktik hortikultura yang tidak diproses dengan baik dapat meningkatkan risiko kontaminasi bakteri patogen feses ke produk segar (Seperti *E. Coli* dan *Salmonella*) (Jiang *et al.* 2015).

4. Kendala pada aspek pelaku usaha

Tidak dapat dipungkiri bahwa pelaku usaha kecil dan mikro (UMK) berperan penting dalam akses, harga, dan memperluas peluang mata pencaharian. Akan tetapi, keterbatasan modal, fasilitas serta literasi gizi dan keamanan pangan sering kali membuat penerapan standar keamanan pangan masih sangat rendah. Tinjauan terkait kepatuhan UMK pangan Indonesia contohnya telah menyoroti kesenjangan pengetahuan, prasarana, dan pendampingan teknis (Fajarwati & Jukes 2022).

Selain itu, sektor informal yang tidak terorganisir dan sulit untuk diawasi sering kali menjadi sumber pangan dengan risiko keamanan yang tinggi (Sheehama & Sing 2025; FAO 2007). Studi pada pedagang kaki lima di Indonesia juga menyoroti bagaimana masih terus ditemukannya permasalahan yang berulang seperti penggunaan minyak jelantah yang berkali-kali, fasilitas cuci alat yang tidak higienis dan pengelolaan sampah yang masih buruk. Termasuk di dalamnya yaitu masalah ketidakamanan pangan yang berasal dari *home-industry* yang menjual makanan dengan tambahan zat aditif yang tidak sesuai dengan peruntukannya. Peran pemerintah dalam kasus keamanan pangan masih perlu ditingkatkan dalam mengawasi dan memastikan rantai produksi pangan hingga skala mikro berjalan sesuai dengan ketentuan (Khomsan 2025b).

5. Regulasi dan kebijakan yang masih belum terarah

Kebijakan dan aturan yang kurang memadai serta terbatasnya insentif bagi pelaku usaha sering kali menjadi faktor yang menggagalkan upaya peningkatan keamanan pangan. Kapasitas penegakan peraturan masih cenderung lemah, di mana otoritas pusat dan daerah kadang memiliki mandat yang saling tumpang tindih. Selain itu, belum optimalnya keselarasan standar multisektor juga menimbulkan kebingungan dalam implementasi di lapangan (Nishimura & Asahi 2022; Putri 2022).

6. Tantangan pada aspek sosial-ekonomi, pendidikan, dan keamanan pangan

Keterbatasan daya beli masyarakat mendorong pilihan kepada pangan yang lebih murah meski tidak selalu aman, memperlemah “permintaan” terhadap keamanan pangan dan mengurangi insentif pelaku untuk berinvestasi pada hygiene dan *cold chain*. Kondisi ini diperkuat dari bukti global WHO yang menunjukkan beban penyakit bawaan pangan terbesar berada di negara berpenghasilan rendah-menengah (WHO 2024).

Di sisi lain, keterbatasan literasi keamanan pangan rumah tangga dan pelaku usaha kecil menurunkan praktik empat pilar (praktik bersih, pemisahan, pemanasan yang cukup, dan pendinginan cepat) yang sebelumnya telah terbukti dapat menurunkan risiko masalah keamanan pangan. Selain itu praktik WASH rumah tangga yang cenderung masih rendah juga terlihat pada peningkatan risiko diare dan akses rendah pada air aman dan sanitasi yang memadai, hal ini mengimplikasikan perlunya kebutuhan integrasi program WASH dan keamanan pangan (Winiarti 2021; UNICEF Indonesia 2025).

6.2 Teknologi dan Inovasi dalam Ketahanan dan Keamanan Pangan

Tidak dapat dipungkiri bahwa tantangan ketahanan dan keamanan pangan di tingkat dunia maupun nasional cukup kompleks. Namun, berbagai pendekatan dan inovasi mulai muncul untuk menjawab permasalahan ini. Solusi-solusi tersebut tidak hanya berfokus pada peningkatan produksi, tetapi juga memperhatikan aspek keberlanjutan, efisiensi rantai pasok, serta integrasi kebijakan yang komprehensif. Salah satunya yaitu pendekatan inovasi berbasis teknologi dan pendekatan integrasi kebijakan.

1. Inovasi berbasis teknologi

Aplikasi bioteknologi: Ini merupakan pendekatan berbasis peningkatan genetik yang dapat mengembangkan jenis varietas tanaman dengan profil nutrisi yang dioptimalkan, peningkatan ketahanan terhadap hama dan penyakit, serta ketahanan terhadap perubahan iklim. Contoh nyata adalah pengembangan padi tahan salinitas di Asia Selatan serta kedelai transgenik yang lebih tahan kekeringan di Amerika Selatan (Khoury *et al.* 2022). Selain itu, biofortifikasi misalnya beras emas (*Golden Rice*) dengan kandungan vitamin A, merupakan contoh penerapan bioteknologi untuk mengatasi kekurangan gizi mikro.

Di Indonesia, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) juga telah mengembangkan bibit unggul padi *Inpari* yang lebih tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik (Subekti & Umar 2022). Hal ini mendukung dimensi ketahanan pangan baik dari sisi ketersediaan maupun kualitas gizi.

Alat digital untuk pengoptimalan rantai pasokan: Pemanfaatan teknologi digital, seperti *Internet of Things* (IoT), *blockchain*, dan aplikasi seluler, semakin banyak diterapkan untuk meningkatkan transparansi dan efisiensi rantai pasok pangan. *Blockchain*, misalnya memungkinkan asal-usul produk mulai dari petani hingga konsumen

akhir, sehingga meningkatkan kepercayaan terhadap keamanan pangan (Galvez *et al.* 2018). Di Indonesia, beberapa *startup agritech* seperti TaniHub dan eFishery menggunakan teknologi digital untuk menghubungkan petani dan nelayan dengan pasar secara langsung (Sabran & Rusfian 2023; Kaytirout 2022). Hal ini mengurangi mata rantai distribusi, meningkatkan harga jual bagi produsen, dan memastikan kualitas produk sampai ke konsumen.

Teknologi pengawetan canggih: Ini berkaitan dengan inovasi dalam pengawetan makanan memperpanjang umur simpan sekaligus menjaga kualitas dan keamanan gizi pangan. Inovasi dalam teknologi pengawetan pangan juga memberikan kontribusi penting. Teknik *High Pressure Processing* (HPP) digunakan untuk menginaktivasi mikroorganisme patogen tanpa mengurangi nilai gizi produk (Huang *et al.* 2017). Selain itu, *Modified Atmosphere Packaging* (MAP) dan lapisan pelapis yang dapat dimakan (*edible coatings*) dapat memperpanjang umur simpan produk hortikultura segar, sehingga mengurangi kerugian pascapanen yang signifikan khususnya pada wilayah negara berkembang.

2. Pendekatan integrasi kebijakan

Pendekatan sistem pangan: Pendekatan ini menekankan bahwa produksi, distribusi, konsumsi dan keamanan pangan merupakan suatu kesatuan yang tidak dapat terpisahkan. Kebijakan yang terintegrasi akan lebih efektif dalam mengatasi masalah ketahanan pangan. FAO (2021) menekankan pentingnya *food systems transformation* untuk mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Indonesia melalui Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024 telah mulai mengadopsi pendekatan sistem pangan dengan mengintegrasikan ketahanan pangan, gizi, dan keberlanjutan lingkungan (Bappenas 2020).

Alokasi sumber daya berbasis risiko: Pengalokasian sumber daya berbasis risiko (*Risk-based approach*) memungkinkan regulator untuk memprioritaskan pengawasan pada komoditas dan proses produksi dengan risiko tinggi. Misalnya pangan segar seperti daging dan ikan

diawasi lebih ketat dibanding pangan olahan kering. Pendekatan ini telah diimplementasikan oleh *European Food Safety Authority* (EFSA) dan terbukti meningkatkan efektivitas regulasi keamanan pangan (EFSA 2019). BPOM Indonesia juga mulai menerapkan pendekatan ini melalui program *risk-based inspection*, di mana prioritas pengawasan difokuskan pada produk yang berisiko tinggi terhadap kesehatan masyarakat (BPOM 2022).

Struktur insentif untuk keberlanjutan: Instrumen kebijakan berbasis insentif, seperti sertifikasi organik, skema *fair trade* dan subsidi ramah lingkungan, dapat mendorong praktik pertanian berkelanjutan. Skema pembayaran jasa lingkungan (*payment for ecosystem services*) juga mulai diterapkan di beberapa negara untuk memberikan kompensasi kepada petani yang menjaga kelestarian sumber daya hutan dan air (Le *et al.* 2024). Di Indonesia, program *Sertifikasi Prima* untuk produk hortikultura merupakan contoh insentif berbasis pasar yang mendorong petani menerapkan praktik pertanian aman dan ramah lingkungan (Kementan RI 2021).

6.3 Arah Kebijakan Menuju Sistem Pangan Berkelanjutan (*Sustainable Food System*)

Sistem pangan yang berkelanjutan menjadi pilar penting dalam mewujudkan ketahanan pangan dan gizi di tengah tantangan global, termasuk perubahan iklim, pertumbuhan populasi, degradasi lingkungan serta keterbatasan sumber daya alam. Menurut FAO (2018) sistem pangan yang berkelanjutan yaitu sistem pangan yang mampu menjamin ketersediaan pangan yang cukup, sehat dan bergizi bagi seluruh masyarakat dengan tetap menjaga keberlanjutan juga selaras dengan agenda Pembangunan nasional dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).

Kerangka sistem pangan berkelanjutan menuntut intervensi terpadu dari hulu ke hilir: produksi pascapanen, logistik, lingkungan, konsumen, tata ruang, hingga tata kelola. Di Indonesia, landasan hukum dan kelembagaan sudah tersedia melalui UU Pangan No 18 tahun 2022, pembentukan Badan Pangan Nasional (Perpres No 66 Tahun 2021), cadangan pangan pemerintah (Perpres No 125 tahun 2022), yang telah menjadi tuas kebijakan penting dalam akselerasi transformasi pangan. Dalam konteks gizi masyarakat, tantangan *triple burden of malnutrition* yaitu *stunting*, defisiensi mikronutrien, dan obesitas menjadi isu utama di Indonesia. Oleh karena itu, arah kebijakan sistem pangan berkelanjutan harus mampu menjawab tantangan gizi tersebut sekaligus menjaga daya dukung lingkungan. Berikut ini beberapa langkah kebijakan yang dapat dilakukan menuju Sistem Pangan Berkelanjutan (*sustainable food system*)

1. Pengembangan pangan yang berkelanjutan

a. Diversifikasi pangan berbasis sumber daya dan kearifan lokal

Diversifikasi mengurangi risiko guncangan (iklim dan harga) dan memperkaya asupan gizi individu. Bukti internasional menunjukkan diet beragam lebih banyak mengonsumsi sayur, buah, sereal utuh, kacang-kacangan dapat meningkatkan kesehatan sekaligus menekan jejak lingkungan (EAT 2019). Di Indonesia, diversifikasi dapat memaksimalkan sagu, sorgum, ubi, jagung, talas dan pangan laut lokal dengan model agroforestri regeneratif untuk menjaga kesuburan tanah dan stok karbon

Diversifikasi pangan lokal tidak hanya bertujuan untuk menjaga ketahanan pangan, tetapi juga meningkatkan kualitas gizi masyarakat. Ubi, sorgum, jagung dan sagu merupakan sumber karbohidrat kompleks dengan indeks glikemik lebih rendah dibandingkan beras, sehingga berkontribusi pada pencegahan diabetes melitus. Selain itu, pangan lokal seperti kacang-kacangan kaya protein nabati serta terbukti dapat menurunkan risiko penyakit kardiovaskular (Willet *et al.* 2019).

b. Ekstensifikasi "lambung pangan" dengan prinsip keberlanjutan

Pengembangan lambung pangan dengan berbasis pangan lokal dan prinsip keberlanjutan dapat meningkatkan ketahanan gizi, terutama di kawasan rentan rawan pangan. Ekstensifikasi lambung pangan berkelanjutan melibatkan perluasan lahan pertanian (termasuk sawah baru) di kawasan "lambung pangan" yang sudah ada dan pengembangan kawasan swasembada baru dengan prinsip keberlanjutan, yaitu mencakup pemanfaatan lahan rawa pasang surut dan lebak secara optimal, didukung teknologi tepat guna, serta pengelolaan sumber daya yang berwawasan lingkungan seperti pengelolaan limbah/sampah dan perbaikan sistem irigasi (Masganti *et al.* 2019)

2. Penguatan rantai pasok pangan

Rantai pasok pangan yang kuat menjadi syarat penting pangan yang dapat didistribusikan secara merata dan inklusif. Menurut World Bank (2020), lemahnya infrastruktur dan sistem logistik masih menjadi hambatan utama dalam distribusi pangan di negara berkembang. Memperkuat rantai pasok pangan berkelanjutan memerlukan tindakan yang multifaset. Strategi utama juga perlu melibatkan pengembangan dan penerapan kemasan berkelanjutan, berinvestasi dalam transportasi hijau, dan menciptakan kebijakan dan infrastruktur pendukung yang dapat memfasilitasi seluruh proses produksi hingga konsumsi (Mattas *et al.* 2022; Samandhi dan Mallipu 2021). Oleh karena itu, kebijakan harus menitikberatkan pada:

a. Pada tingkat produksi

- Pertanian berkelanjutan: menerapkan praktik seperti pertanian presisi untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan pertanian regeneratif untuk meningkatkan produktivitas jangka panjang (Samandhi dan Mallipu 2021).
- Diversifikasi tanaman: hindari ketergantungan hanya terhadap tanaman pokok untuk meningkatkan ketahanan terhadap penyakit, hama, dan perubahan iklim (Munuhwa & Hove-sambada 2023; EFSCM 2023).

- Mendukung koperasi petani: Mendorong terbentuknya koperasi untuk meningkatkan daya tawar, berbagi sumber daya, dan menyediakan peluang pemasaran yang sifatnya kolektif (Kalogiannidis *et al.* 2024).

b. Pada tingkat rantai pasok dan distribusi

- Meningkatkan logistik dan transportasi: Menggunakan pemantauan berbasis IoT untuk kondisi penyimpanan, kembangkan logistik yang efisien dan terapkan metode pengemasan dan transportasi berkelanjutan untuk mengurangi limbah dan emisi (Fathoracian *et al.* 2025).
- Mengurangi sampah makanan: Menerapkan strategi pengelolaan limbah makanan yang ramah lingkungan dan memanfaatkan teknologi untuk dapat meningkatkan manajemen inventaris dan mengurangi surplus (Samandhi dan Mallipu 2021).
- Dorong kolaborasi dan transparansi: Mempromosikan dialog dan kolaborasi antarpemangku kepentingan, menggunakan teknologi *blockchain* untuk keterlacakan produk dan transparan (Oyedijo & Akenroye 2024).

3. Pengelolaan lingkungan dan sumber daya

Sistem pangan berkelanjutan tidak dapat dilepaskan dari pengelolaan sumber daya alam. Produksi pangan menyumbang sekitar 26% emisi gas rumah kaca global (Poore & Nemecek 2018). Oleh karena itu, minimalisasi limbah makanan dari hulu ke hilir menjadi sangat penting. Data UNEP (2024) pada tahun 2022 mencatat sekitar 1,05–1,3 ton pangan terbuang setiap tahunnya, yang setara dengan 1/5 dari total produksi pangan dunia. Selain itu, konservasi tanah, air, dan hutan harus menjadi prioritas, karena degradasi lingkungan akan berdampak langsung pada produktivitas pangan. Restorasi ekosistem, seperti reforestasi dan konservasi keanekaragaman hayati, dapat meningkatkan daya dukung lingkungan terhadap sistem pangan jangka panjang (Rockstrom *et al.* 2020).

4. Perencanaan tata ruang terintegrasi

Perencanaan tata ruang terintegrasi merupakan suatu sistem proses penataan ruang yang komprehensif dan berkelanjutan dalam memastikan ketahanan dan kemandirian pangan, serta kesejahteraan masyarakat generasi saat ini dan mendatang. Integrasi ini mencakup keterkaitan antara produksi, pengolahan, distribusi dan konsumsi dengan alokasi lahan yang tepat, yang ditujukan untuk menjaga daya dukung lingkungan dan memenuhi kebutuhan pangan secara adil dan berkelanjutan (Kultsum 2023).

Penyusunan tata ruang terintegrasi merupakan langkah penting dalam mengurangi konflik penggunaan lahan, baik antarsektor pertanian, industri, maupun pemukiman. Menurut BAPPENAS (2021) tata ruang berbasis spasial yang terintegrasi memungkinkan pemerintah untuk melakukan pengelolaan lahan dan sumber daya kelautan secara lebih efisien dan adaptif terhadap perubahan iklim. Kebijakan tata ruang juga harus memperhatikan ketahanan pangan lokal di wilayah rawan bencana dan perubahan iklim, mengingat Indonesia merupakan salah satu negara paling rentan terhadap perubahan iklim.

5. Perubahan pola konsumsi

Transformasi pola konsumsi masyarakat berperan penting dalam mendukung sistem pangan berkelanjutan. Tanpa pergeseran pola konsumsi menuju konsumsi pangan yang sehat dan berkelanjutan, akan mustahil bagi kita untuk mencapai beberapa tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) (Herrero *et al.* 2023)

Konsumsi pangan berbasis nabati dan produk musiman dapat mengurangi jejak karbon sekaligus meningkatkan kesehatan masyarakat (Willey *et al.* 2019). Dalam upaya mendorong konsumsi makanan sehat dari sumber makanan yang berkelanjutan, sangat bergantung pada makanan sehat yang diproduksi, tersedia, dan dapat diakses oleh masyarakat (Herrero *et al.* 2023). Di Indonesia sendiri, peningkatan kesadaran masyarakat untuk memilih pangan sehat dan ramah lingkungan perlu didorong melalui edukasi gizi, kampanye publik, dan kebijakan fiskal seperti insentif bagi produk pangan lokal dan sehat.

Author's Personal
Copy By IPB Press

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi AH, Mohamed AA, Mohamed FH. 2024. Enhancing food security in Sub-Saharan Africa: Investigating the role of environmental degradation, food prices, and institutional quality. *J. Agr. And Food Res.* 17(2024): 101241.
- Khan AM, Ni G, Man T, Saud S. 2025. Impacts of transport infrastructure on agricultural total factor productivity in Asian countries. *Transport Policy.* 171(2025): 18–27. Doi: 10.1016/j.tranpol.2025.05.022
- Abdullah, Qingshi W, Awan MA, Ashraf J. 2020. The impact of political risk and institutions on food security. *Curr Res Nutr Food Sci.* 08(2): 1–21.
- Abiri R, Rizan N, Balasundram SK, et al. 2023. Application of digital technologies for ensuring agricultural productivity. *Heliyon.* 9(12): e22601. Doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e22601.
- Adhyanti, Khomsan A, Syarief H. 2018. Studi Ketahanan Pangan Rumah Tangga Suku Bajo di Kepulauan Wakatobi Sulawesi Tenggara. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/94946>
- 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. *Curr Res Nutr Food Sci J.* 12(1): 452–461. doi:10.12944/CRNFSJ.12.1.36.
- Almohaimeed FA, Abouelnour KA. 2025. The role of food processing in sustaining food security indicators in the Kingdom of Saudi Arabia. *Economies.* 13(3): 84. Doi: 10.3390/economies13030084
- Al Sharjabi S, Al Jawaldeh A, Hassan OEH, Dureab F. 2024. Understanding the food and nutrition insecurity drivers in some emergency-affected countries in the Eastern Mediterranean region from 2020 to 2024. *Nutrients.* 16(22): 3853.

- Ansah IGK, Gardebroek C, Ihle R. 2022. Using assets as resilience capacities for stabilizing food demand of vulnerable households. *Int. J. Disaster Risk Reduction*. 82: 103352.
- Ariani M, Suryana A. 2023. Kinerja ketahanan pangan Indonesia: pembelajaran dari penilaian dengan kriteria global dan nasional. *Analisis Kebijakan Pertanian*. 21(1): 1–20.
- Astuti IA, Nurjazuli N, Dewanti NAY. 2019. Gambaran perilaku higiene sanitasi makanan dan kontaminasi *E. Coli* pada pedagang makanan jajanan di sekolah dasar Kecamatan Genuk, Kota Semarang. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 19(3): 201–205.
- Baliwati YF, Briawan D, Meilani V. 2015. Validation HDDS to identify food insecure households in industrial area. *Pakistan Journal of Nutrition*. 14: 234–238.
- Bappenas. 2020. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020–2024. Jakarta: Kementerian PPN/Bappenas.
- Bappenas. 2021. Laporan Ketahanan Pangan Nasional. Jakarta: Kementerian PPN/Bappenas.
- Beaujeu R. 2016. Alternative Policies to Buffer Stocks for Food Security. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 97. OECD Publishing, Paris. DOI: 10.1787/5jln04340kzp-en.
- Bhagwat VR. 2019. Safety of water used in food production. *Food Safety and Human Health*. 2019: 219–47. DOI: 10.1016/B978-0-12-816333-7.00009-6.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2025a. Statistik Indonesia 2025. Volume ke-53. Jakarta: Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2025b. Pengeluaran untuk Konsumsi Penduduk Indonesia September 2024. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2025c. Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting, 2007-2024. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/OTUwIzE=/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting--2007-2023.html>.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2025. Laporan Tahunan 2024. Jakarta. [https://www.pom.go.id/storage/sakip/Laporan Tahunan Badan Pengawas Obat dan Makanan Tahun 2024.pdf](https://www.pom.go.id/storage/sakip/Laporan%20Tahunan%20Badan%20Pengawas%20Obat%20dan%20Makanan%20Tahun%202024.pdf).
- [BPOM] Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 2022. Laporan Tahunan Badan POM Tahun 2022. Jakarta (ID):BPOM.
- Fradj BN, Jayet PA, Aghajanzadeh-Darzi P. 2016. Competition between food, feed, and (bio)fuel: A supply-side model-based assessment at the European scale. *Land Use Policy*. 52 (2016): 195–205. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.12.027.
- Bogmans C, Pescatori A, Prifti E. 2024. How do economic growth and food inflation affect food insecurity? IMF Working Papers. 188 (2024). Doi: 10.5089/9798400287336.001.
- Bonventure OM, Wacker E, Shauri H, de Vries WT. 2025. Impact of agricultural land use changes on food access in Mwatate Sub-County, Taita Taveta County, Kenya. *Front Sustain Food Syst*. 9: 1546943. Doi: 10.3389/fsufs.2025.1546943.
- Brewis A, Workman C, Wutich A, Jepson W, Young S. 2020. Household Water Insecurity Experiences - Research Coordination Network (HWISE-RCN). Household water insecurity is strongly associated with food insecurity: Evidence from 27 sites in low- and middle-income countries. *Am J Hum Biol*. 32(1): e23309. doi: 10.1002/ajhb.23309.
- Clapp J. 2017. Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense. *Food Policy*. 66: 88–96.
- Da Silva Cota A, Gomes de Freitas RS, Lefèvre F, Stedefeldt E. 2023. Food handlers' lack of knowledge and misunderstanding of safe food temperatures: An analysis using the theory of social representations. *Food Research International*. 174 (1): 113486. Doi: 10.1016/j.foodres.2023.113486.

- Devi LY, Andari Y, Wihastuti L, Haribowo RK. 2020. Model sosial-ekonomi dan ketahanan pangan rumah tangga di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*. 28(2): 1003–115.
- Dewi P, Khomsan A, Dwiriani CM. 2024. Household food security and *stunting* of under-five children in Indonesia: A systematic review. *Media Gizi Indones*. 19(1): 17–27. doi:10.20473/mgi.v19i1.17-27.
- Djukic D, Moracanin VS, Milijasevic M, Babic J, Memisi N, Mandic L. 2015. Food safety and food sanitation. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 25: 25–31.
- EAT. 2019. Healthy diets from sustainable food systems: Food planet health. The EAT-Lancet Commission.
- Efendi MR, Rakhma LR, Firmansyah F. 2025. Hubungan ketahanan pangan keluarga dengan status gizi pada wanita usia subur di Bendosari. *INSOGLI: Jurnal Sains dan Teknologi*. 4(4): 1034–1046.
- Eskola M, Kos G, Elliott CT, Hájšlová J, Mayar S, Krska R. 2020. Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: validity of the widely cited 'FAO estimate' of 25. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 60(16): 2773–2789. doi: 10.1080/10408398.2019.1658570.
- Esponera MPV, Rojas RM, Recio GM. 2019. Validation of a scale to assess household food insecurity in one rural and one peri urban area of Ecuador, with a high percentage of migrants. *Ecology of Food and Nutrition*. 58(2): 104–119.
- Esposito F & Cirillo T. 2024. Risk assessment of microbiological and chemical hazards in foods. *Foods*. 13(13): 1956. doi: 10.3390/foods13131956
- Evans EW, Redmond EC. 2019. Domestic kitchen microbiological contamination and self-reported food hygiene practices of older adult consumers. *Journal of Food Protection*. 82(8): 1326–1335. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-18-533.
- [EFSA] European Food Safety Authority. 2019. Pesticide residues in food – 2019 report. EFSA Journal. 17(3).

- [EFSA] European Food Safety Authority, Bronzwaer S, Kass G, Robinson T, Tarazona J, Verhagen H, Verloo D, Vrbos D, and Hugas M. 2019. Editorial on food safety regulatory research needs 2030. *EFSA Journal*. 17(7): e170622, 8 pp.
- [EFSCM] European Food Security Crisis Preparedness and Response Mechanism. 2023. Recommendations on Ways to Improve the Diversity of Sources of Supply, Among Others, Between Shorter and Longer Food Supply Chains. Brussels: EFSM.
- Fajarwaty T & Jukes D. 2022. Assessing food safety compliance for food SMEs in Indonesia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1041(1): 12074.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2006. Food Security. Rome, Italy: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2007. Promises and challenges of the informal food sector in developing countries. Rome, Italy: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2011. Global Food Losses and Food Waste: Extent, causes, and prevention. Rome, Italy: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2015. Climate change and food security: Risks and responses. Rome, Italy: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2017. Water for sustainable food and agriculture: A report produced for the G20 Presidency of Germany. Rome, Italy: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2018. The impact of disasters and crises on agriculture and food security. FAO (Food and Agriculture Organization).
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2021a. The State of Food Security and Nutrition in the World. Rome, Italy: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2021b. Food Safety and Quality. Rome: Food and Agriculture Organization.
- [FAO & WHO] Food and Agriculture Organization and World Health Organization. 2023. General Principles of Food Hygiene. Codex Alimentarius Code of Practice, No.CXC 1-1969.

- Fatorachian H, Kazemi H, & Pawar K. 2025. Enhancing smart city logistics through iot-enabled predictive analytics: a digital twin and cybernetic feedback approach. *Smart Cities*. 8(2): 56. doi: 10.3390/smartcities8020056
- Fitton N, Alexander P, Arnell N, Bajzelj B, Calvin K, Doelman J, Gerber JS, Havlik P, Hasegawa T, Herrero M, *et al.* 2019. The vulnerabilities of agricultural land and food production to future water scarcity. *Glob Environ Chang*. 58:101944. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101944>.
- Fufa DD. 2023. Food safety in health risks of food additives – recent developments and trends in food sector. *IntechOpen*. DOI:10.5772/intechopen.109484
- Fukase E & Martin W. 2020. Economic growth, convergence, and world food demand and supply. *World Development*. 132: 104954. DOI: 10.1016/j.worlddev.2020.104954.
- Galanakis CM, Daskalakis MI, Galanakis I, Gallo A, Marino EAE, Chalkidou A, Agraifioti E. 2025. A systematic framework for understanding food security drivers and their interactions. *Discov Food*. 5(1): 178. DOI: 10.1007/s44187-025-00480-w.
- Galvez JF, Mejuto JC, Simal-Gandara J. 2018. Future challenges on the use of *blockchain* for food *traceability* analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 107: 222–232. DOI: 10.1016/j.trac.2018.08.011.
- Gebru SB, Gebremeskel B, & Tafere GR. 2024. Food safety practices of food handlers and microbial quality of food served at food establishments of academic institutions in Northern Ethiopia. *Journal of Food Quality*. 2024(1): 1–13.
- Gunapala R, Gangahagedara R, Wanasinghe WCS, Samaraweera AU, Gamage A, Rathnayaka C, Hameed Z, Baki ZA, Madhujith T, Merah O. 2025. Urban agriculture: A strategic pathway to building resilience and ensuring sustainable food security in cities. *Farming Syst*. 3(3): 100150. doi:<https://doi.org/10.1016/j.farsys.2025.100150>.

- Hamzah IR. 2024. Increasing farmers' income in the agricultural sector in Central Java. *Sinergi International Journal of Economics*. 2(1): 1–12.
- Han J-W, Zuo M, Zhu W-Y, Zuo J-H, Lü E-L, Yang X-T. 2021. A comprehensive review of cold chain logistics for fresh agricultural products: Current status, challenges, and future trends. *Trends Food Sci Technol*. 109: 536–551. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.066>.
- Hemathilake DMKS & Gunathilake DMCC. 2022. *Chapter 31 - Agricultural productivity and food supply to meet increased demands*, Editor(s): Rajeev Bhat, Future Foods. Academic Press. 2022: 539–553.
- Herrero M, Hugas M, Lele U, Wirakartakusumah A, & Torero M. 2023. *A Shift to Healthy and Sustainable Consumption Patterns*. Di dalam: von Braun J, Afsana K, Fresco LO, Hassan MHA, editor. *Science and Innovations for Food Systems Transformation*. Cham, Cham (CH): Springer International Publishing. hlm 59–85.
- Hobbs JE. 2020. Food supply chains during the COVID-19 pandemic. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue Canadienne D'agroeconomie*. 68(2): 171–176.
- Hossain S & Kashem SB. 2025. Transportation resilience and food security: developing a conceptual framework through literature review. *Front Sustain Food Syst*. 2025(9): 1569474. DOI: 10.3389/fsufs.2025.1569474
- Huang W & Wang X. 2024. The impact of technological innovations on agricultural productivity and environmental sustainability in Cina. *Sustainability*. 16(19): 8480. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16198480>
- INDDEx Project. 2018. Data4Diets: Building blocks for diet-related food security analysis. Boston. Available at: <https://index.nutrition.tufts.edu/data4diets>.
- Ivada PA, Hermanianto J, & Kusnandar F. 2015. Integrasi sistem manajemen ISO 9001, ISO 22000 dan HAS 23000 dan penerapannya di industri pengolahan susu [Integrated management system of ISO 9001, ISO 22000 and HAS 23000 and its application in dairy processing industry]. *Jurnal Mutu Pangan*. 2(1). 66–73. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>.

- Jayati LD, Madanijah S, & Khomsan A. 2014. Pola konsumsi pangan, kebiasaan makan, dan densitas gizi pada masyarakat Kasepuhan Ciptagelar Jawa Barat. *Penelitian Gizi dan Makanan*. 37(1): 33–42
- Jay JM, Loessner MJ, & Golden DA. 2021. *Modern Food Microbiology* (8th ed.). Springer.
- Jiang Z, Chen Z, & Dharmasena M. 2015. The role of animal manure in the contamination of fresh food. *Advances in Microbial Food Safety*. 2(2015): 312–325.
- Kalogiannidis S, Karafolas S, & Chatzitheodoridis F. 2024. The key role of cooperatives in sustainable agriculture and agrifood security: evidence from Greece. *Sustainability*. 16(16): 7202.
- Kamboj S, Gupta N, Bandral JD, Gandotra G, & Anjum N. 2020. Food safety and hygiene: a review. *International Journal of Chemical Studies*. 8(2): 358–368. doi: <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2f.8794>.
- Kaytirout IN. 2022. Mengenal Model Bisnis JaniHub. OSF Preprints pfbav, Center for Open Science.
- [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan RI. 2019. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 14 Tahun 2019 tentang Higiene Sanitasi. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [Kementan RI] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2019. Kebijakan Strategis Ketahanan Pangan dan Gizi 2020–2024. Volume ke-17. Jakarta: Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian.
- [Kementan RI] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2021. Rencana Strategis Direktorat Jenderal Hortikultura Tahun 2020–2024. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- [Kementan RI] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2024a. Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2024. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia. <https://satudata.pertanian.go.id/details/publikasi/781>.

- [Kementan RI] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2024b. Kementan Jelaskan Produksi Beras di Tengah El Nino Berkepanjangan tahun 2024. psp.pertanian.go.id., siap terbit. <https://psp.pertanian.go.id/berita/kementan-jelaskan-produksi-beras-di-tengah-el-nino-berkepanjangan-tahun-2024>.
- Khan Y, Bojnec S, & Daraz U. 2025. Infrastructure, knowledge and climate resilience technologies enhancing food security: evidence from Northern Pakistan. *Sustainable Future*. 10: 100769. DOI: 10.1016/j.sftr.2025.100769
- Khoury CK, Brush S, Costich DE, Curry HA, de Haan S, Engels JMM, Guarino L, Hoban S, Mercer KL, Miller AJ, Nabhan GP, Perales HR, Richards C, Riggins C, & Thormann I. 2022. Crop genetic erosion: understanding and responding to loss of crop diversity. *New Phytol*. 233(1): 84–118. DOI: 10.1111/nph.17733
- Khomsan A, Riyadi H, & Marliyati SA. 2013. Ketahanan pangan dan gizi serta mekanisme bertahan pada masyarakat tradisional Suku Ciptagelar di Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. 18(3): 186–193.
- Khomsan A, Anwar F, Riyadi H, & Navratilova HF. 2022. Children's food habits, consumption, and food safety of popular snacks in school environment in Indonesia. *Int J Community Med Public Heal*. 10(1): 119. doi:10.18203/2394-6040.ijcmph20223535.
- Khomsan A. 2025a. Policy Brief: Air untuk Kesehatan Masyarakat. Bogor (ID): IPB University.
- Khomsan A. 2025b. Policy Brief: Mengatasi Problem Keamanan Pangan. Bogor (ID): IPB University.
- King H. 2020. Food management system. Springer Nature. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-44735-9>
- Kopittke PM, Menzies NW, McKenna BA, & Lombi E. 2019. Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*. 132(2019): 105078. doi: 10.1016/j.envint.2019.105078.

- Krishnendu J, Patra B. 2025. Environmental impacts of economic growth: A STIRPAT analysis using machine learning algorithms. *Sustainable Futures*. 9(2025): 100404. doi: 0.1016/j.sftr.2024.100404.
- Kultsum F. 2023. Implementasi asas berkelanjutan dalam penyusunan rencana tata ruang wilayah provinsi dan kabupaten/kota di Indonesia. *Litra: Jurnal Hukum Lingkungan Tata Ruang dan Agraria*. 3(1): 1–17.
- Koopmans M. 2012. Food-borne viruses from a global perspective. in: institute of medicine (us). improving food safety through a one health approach: workshop summary. Washington (DC): National Academies Press (US); 2012. A9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK114484/>
- Lajuwomi OO. 2024. Enhancing Food Security through Improved Regional Transportation Infrastructure in ECOWAS. *Journal of Governance and Political Social UMA*. 12(1): 57–74.
- Le T-AT, Vodden K, Wu J, Bullock R, Sabau G. 2024. Payments for ecosystem services programs: A global review of contributions towards sustainability. *Heliyon*. 10(1):e22361. doi:10.1016/j.heliyon.2023. e22361.
- Lukman AS & Kusnandar F. 2015. Keamanan pangan untuk semua. *Jurnal Mutu Pangan*. 2(2): 159–164. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>
- Luning PA, Marcelis WJ. 2020. *Food quality management: technological and managerial principles and practices (3rd ed.)*. Wageningen Academic Publishers.
- Lybaws L, Renyoet BS, Sanubari TPE. 2022. Analisis hubungan food coping strategies terhadap ketahanan pangan rumah tangga miskin di Kota Salatiga. *Amerta Nutrition*. 6(1).
- Martadona I & Leovita A. 2021. Analisis ketahanan pangan rumah tangga petani padi berdasarkan proporsi pengeluaran pangan di Kota Padang. *J Pangan*. 30(3): 167–174.

- Masganti, Noor M, Simatupang S, Alwi M, *et al.* 2019. *Sumber daya Lahan Rawa: Dukungan Teknologi Menuju Lumpang Pangan Dunia Tahun 2045*. Depok (ID): Rajagrafindo Persada.
- Masudin I & Safitri NT. 2020. Food cold chain in Indonesia during the covid-19 pandemic: a current situation and mitigation. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. 9(2): 99–106
- Mattas K, Tsakiridou E, Karelakis C, Lazaridou D, Gorton M, Filipović J, Hubbard C, Saidi M, Stojkovic D, Tocco B, *et al.* 2022. Strengthening the sustainability of European food chains through quality and procurement policies. *Trends Food Sci Technol*. 120: 248–253. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.021>.
- Mauludyani AVR, Khomsan A. 2025. Household food insecurity in rural and urban West Java: The need for coping strategies. *BIO Web Conf*. 153:04001. DOI:10.1051/bioconf/202515304001.
- Mbow C, Rosenzweig C, Barioni LG, Benton TG, Herrero M, Krishnapillai M, Liwenga E, Pradhan P, Rivera-Ferre MG, Sapkota T, *et al.* 2019. *Food security*. Di dalam: Shukla PR, Skea J, Calvo Buendia E, Masson-Delmotte V, Pörtner H-O, Roberts DC, Zhai P, Slade R, Connors S, van Diemen R, *et al.*, editor. *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Myers SS, Zanolletti A, Kloog I, Huybers P, Leakey ADB, Bloom AJ, Carlisle E, Dietterich LH, Fitzgerald G, Hasegawa T, *et al.* 2014. Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature*. 510(7503): 139–142. DOI: 10.1038/nature13179.
- Munuhwa S, Hove-Sibanda P. 2024. Exploring sustainable food supply chain management practices to enhance food security. *Journal of Transport and Supply Chain Management*. 18(0): a1064.
- Nishimura, Asahi. 2022. General Food Safety Regulations in Indonesia. Agri-Food Newsletter.

- Njatrijani R. 2021. Pengawasan keamanan pangan. *Law, Development & Justice Review*. 4(1): 12–28. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/lj/article/view/11076>
- Oliveira GM, Vidal DG, & Ferraz MP. 2020. Urban Lifestyles and Consumption Patterns. In book: Sustainable Cities and Communities. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals (pp.851-860). Edition: 1 Chapter: 54 Publisher: Springer.
- Onyango GM, Bitariho B, & Kandawini N. 2025. African Food Systems Transformation Brief 06: The Status of Food Storage, Transport and Logistics Infrastructure in Africa: Experiences from Uganda, Kenya and Ghana. African Food Systems Transformation Collective. Cape Town, South Africa.
- Onyeaka H, Jalata DD, Mekonnen SA. 2023. Mitigating physical hazards in food processing: Risk assessment and preventive strategies. *Food Science & Nutrition*. 11(12): 7515–7522. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.3727>.
- Oyedijo A & Akenroye T. 2024. Here's how we make the \$9 trillion global food supply chain sustainable. [Internet] Diakses pada 10 september 2025. Dapat diakses pada: <https://www.weforum.org/stories/2024/08/food-supply-chain-networks-why-sustainable-practices-fail-and-approaches-to-improve-them>.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 86 Tahun 2019. 2019. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 86 Tahun 2019 Tentang Keamanan Pangan.
- Prasetyo YB, Permatasari P, & Susanti HD. 2023. The effect of mothers' nutritional education and knowledge on children's nutritional status: a systematic review. *ICEP*. 17(11). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40723-023-00114-7>
- Praza R & Shamadiyah N. 2020. Analisis hubungan pengeluaran dengan ketahanan pangan rumah tangga petani di Kabupaten Aceh Utara. *Agrifo J Agribisnis Univ Malikussaleh*. 5(1): 23. DOI:10.29103/ag.v5i1.2735.

- Presiden RI. 2025. Peraturan Presiden No 12 Tahun 2025 tentang RPJMN 2025–2029 Lampiran I. Jakarta hlm 309.
- Putri SA. 2022. Regulation of food safety by the national agency for drug and food control (NADFC) in Indonesia: A Quest for Effectiveness. Australia (AUS): University of Wollongong.
- Rabbi MF, Kovacs S, Popp J, & Fenyves V. 2025. Assessing positive and negative factors as catalysts for enhancing European food security amidst threats to SDG 2. *Sustainable Futures*. 10(2025): 10100.
- Radu E, Dima A, Dobrota EM, Badea AM, Madsen DØ, Dobrin C, & Stanciu S. 2023. Global trends and research hotspots on HACCP and modern quality management systems in the food industry. *Heliyon*. 9(7): e18232. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e18232.
- Raj S, Roodbar S, Brinkley C, & Wolfe DW. 2022. Food security and climate change: differences in impacts and adaptation strategies for rural communities in the global south and north. *Front. Sustain. Food Syst.*, 5: 691191.
- Randell H, Gray C, & Shayo EH. 2022. Climatic conditions and household food security: evidence from Tanzania. *Food Policy*. 2022(112): 102362. doi: 10.1016/j.foodpol.2022.102362.
- Rasyid H & Mumpuni NG. 2024. Application of sustainable agricultural technology to increase productivity and food security. *Journal of World Science*. 3(4): 500–506. <https://doi.org/10.58344/jws.v3i4.594>
- Rezaeizadeh G, Mansournia MA, Keshtkar A, Farahani Z, Zarepour F, Sharafkhah M, Kelishadi R, & Poustchi H. 2024. Maternal education and its influence on child growth and nutritional status during the first two years of life: a systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine*. 4 (71): 102574. DOI: 10.1016/j.eclinm.2024.102574.
- Rina A. 2008. Sistem manajemen mutu dan keamanan pangan pada perusahaan jasa boga. *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. 2(6): 263–272.

- Rubhara TT, Mudhara M, Oduniyi OS, Antwi MA. 2020. Impacts of cash crop production on household food security for smallholder farmers: a case of Shamva District, Zimbabwe. *Agriculture*. 10(5): 188. DOI: 10.3390/agriculture10050188
- Rumawas VV, Nayoan H, Kumayas N. 2021. Peran pemerintah dalam mewujudkan ketahanan pangan di Kabupaten Minahasa Selatan (Studi Dinas Ketahanan Pangan Minahasa Selatan). *Governance*. 1(1).
- Rockström J, Edenhofer O, Gaertner J, DeClerck F. 2020. Planet-proofing the global food system. *Nat Food*. 1(1): 3–5. DOI: 10.1038/s43016-019-0010-4.
- Rofik A, Pratama PY, Nuraini, Rahman T. 2024. Analysis of food geopolitical threats to food sustainability in East Kalimantan: challenges, obstacles and discourse on food sustainability resilience. *Golden Ratio of Data in Summary*. 4(2): 345–346. doi: 10.52970/grdis.v4i2.525.
- Rozi F, Santoso AB, Mahendri IGAP, Hutapea RTP, Wamaer D, Siagian V, Elisabeth DAA, Sugiono S, Handoko H, Subagio H, *et al.* 2023. Indonesian market demand patterns for food commodity sources of carbohydrates in facing the global food crisis. *Heliyon*. 9(6): e16809. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16809>.
- Roy M & Medhekar A. 2025. Transforming smart farming for sustainability through agri-tech innovations: insights from the Australian agricultural landscape. *Farming System*. 3(4): 100165. DOI: 10.1016/j.farsys.2025.100165.
- Sabran FW & Rusfian EZ. 2023. Penggunaan internet of things pada efisierly untuk keberlanjutan akuakultur di Indonesia. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*. 3(2): 8412-8156.
- Saccone D & Vallino E. 2025. Global food security in a turbulent world: reviewing the impacts of the pandemic, the war, and climate change. *Agric Econ*. 13 (47). DOI: 10.1186/s40100-025-00388-0.

- Samandhi N & Mallipu A. 2021. Reviving Local Foods, Achieving Sustainable Food Systems. WRI Indonesia. [Internet] Diakses pada 15 September 2025. Dapat diakses pada: <https://wri-indonesia.org/en/insights/reviving-local-foods-achieving-sustainable-food-system>.
- Schirone M, Visciano P, Tofalo R, Suzzi G. 2017. Editorial: biological hazards in food. *Frontiers in Microbiology*. 7: 2154. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02154>
- Sheehama WLN, Singh T. 2025. Food safety in informal markets: how knowledge and attitudes influence vendor practices in Namibia. *Int J Environ Res Public Health*. 22(4): 631. DOI: 10.3390/ijerph22040631.
- Siallagan M, Lubis SN, Sirait B. 2021. Analisis ketahanan pangan rumah tangga berdasarkan aspek pengeluaran pangan di Kota Medan. *J Darma Agung*. 29(3): 378. DOI: 10.46930/ojsuda.v29i3.1221.
- Smith LC, Haddad L. 2015. Reducing child undernutrition: past drivers and priorities for the post-MDG era. *World Development*. 68: 180–204.
- Subekti A & Umar A. 2022. Keragaan dua belas varietas unggul baru padi pada agroekosistem lahan pasang surut di Kalimantan Barat. *Jurnal Agricra Ekstensia*. 16(1): 8–13.
- Sukandar D, Khomsan A, Riyadi H, Anwar F, Mudjajanto ES. 2006. Studi ketahanan pangan pada rumah tangga miskin dan tidak miskin. *Gizi Indon*. 1–12.
- Suryani D, Astuti FD, Indriyani MM, Suyitno S, Maretalinia M, Yulianto A. 2020. The existence of escherichia coli on grilled intestines (sate usus) and its related factors in a traditional food stall at malioboro tourism area, Yogyakarta, Indonesia. *Public Health of Indonesia*. 6(1): 7–13. DOI: 10.36685/phi.v6i1.325
- Sutyawan, Khomsan A, Sukandar D. 2019. Pengembangan indeks ketahanan pangan rumah tangga dan kaitannya dengan tingkat kecukupan zat gizi dan status gizi anak balita. *Amerta Nutr*. 3(4): 201–211. DOI: 10.20473/amnt.v3i4.2019.201-211.
- Sutrisno AD. 2022. Kebijakan sistem ketahanan pangan daerah. *Kebijakan: Jurnal Ilmu Administrasi*. 13(1): 28–42.

- Swaminathan MS, Bhavani RV. 2013. Food production & availability--essential prerequisites for sustainable food security. *Indian J Med Res.* 138(3): 383–91.
- Tanziha I, Khomsan A, Sumarti T, Ana Dina R, Diana R, Rohmaeni Y. 2023. Children's food habits and food security among households in low and high gender equality in Indonesia: kebiasaan makan balita dan ketahanan pangan rumah tangga di daerah kesetaraan gender rendah dan tinggi di Indonesia. *Amerta Nutrition.* 7(3): 365–376.
- Todd EC, Michaels BS, Holah J, Smith D, Greig JD, Bartleson CA. 2010. Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 10. Alcohol-based antiseptics for hand disinfection and a comparison of their effectiveness with soaps. *J Food Prot.* 73(11): 2128–40. doi: 10.4315/0362-028x-73.11.2128.
- Topluoglu S, Taylan-Ozkan A, Alp E. 2023. Impact of wars and natural disasters on emerging and re-emerging infectious diseases. *Front Public Health.* 11:1215929. doi: 10.3389/fpubh.2023.1215929.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2024. Food Waste Index Report 2024. UNEP.
- [UNICEF Indonesia] United Nations Children's Fund. 2025. WASH ACTS 2024: A Newsletter Compilation. Indonesia (ID): UNICEF Indonesia.
- USAID. 2011. The Impact of Education Across Sectors: Food Security. United States Agency for International development.
- Van Asselt ED, Arrizabalaga-Larrañaga A, Focker M, Berendsen BJA, van de Schans MGM, van der Fels-Klerx HJ. 2022. Chemical food safety hazards in circular food systems: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* Advance online publication. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2078784>
- Van Dijk M, Saghai Y, Rau M, Morley T. 2020. *Global food demand projections: a review.* in book: *Feeding the world well: a framework for ethical food systems (pp.98-124).* Publisher: Johns Hopkins University Press.

- Vellema W, Desiere S, D'Haese M. 2016. Verifying validity of the household dietary diversity score: an application of rasch modeling. *Food Nutr Bull.* 37(1): 27–41.
- Vhurumuku, E. 2014. 'Food Security Indicators Elliot Vhurumuku Senior Regional VAM Advisor WFP East and Central Africa Bureau, Nairobi For the Integrating Nutrition and Food Security Programming for Emergency response workshop', in Integrating Nutrition and Food Security Programming for Emergency Response Workshop. Available at: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/food-security-capacitybuilding/docs/Nutrition/NairobiWorkshop/5.WFP_IndicatorsFSandNutIntegration.pdf.
- Viana CM, Freire D, Abrantes P, Rocha J, Pereira P. 2022. Agricultural land systems' importance for supporting food security and sustainable development goals: a systematic review. *Science of the Total Environment.* 806(3): 150718
- Wahyuni S, Sejati WK, Azis M. 2015. Kedaulatan pangan sebagai basis untuk mewujudkan ketahanan pangan nasional. *In Forum Penelitian Agro Ekonomi.* 33(2): 95–109.
- [WHO, UNICEF] World Health Organization, the United Nations Children's Fund. 2025. Progress on household drinking water, sanitation, and hygiene 2000–2024: special focus on inequalities. Geneva: (WHO) and (UNICEF).
- [WHO] World Health Organization. 2024. Food Safety. [Internet] diakses pada 8 September 2025. Dapat diakses pada: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety?utm_source=chatgpt.com.
- [WHO] World Health Organization. 2006. Five keys to safer food manual. World Health Organization.
- Winiarti D. 2021. Improving food safety – opportunities and challenges on food hygiene of ready-to-eat street food vendors in Indonesia. United Kingdom (UK): University of Birmingham.

- Willet W, Rockstrom J, Loken B, Springmann M, *et al.* 2019. Food in the anthropocene: the EAT–Lancet commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet Commissions*. 393(10170): 447–492.
- Wirawan NN, Rahmawati W. 2016. Ketersediaan dan keragaman pangan serta tingkat ekonomi sebagai prediktor status gizi balita (the availability and diversification of food as well as economic status as the predictor of nutritional status of children under 5 years old). *Indonesian Journal of Human Nutrition*. 3(1): 80–90.
- World Bank. 2020. *Agriculture Digital Transformation*. Washington, DC: World Bank.
- Yuan X, Li S, Chen J, Yu H, Yang T, Wang C, Huang S, Chen H, Ao X. 2024. Impacts of global climate change on agricultural production: a comprehensive review. *Agronomy*. 14(7): 1360. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071360>.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan MS.

Departemen Gizi Masyarakat, IPB, Bogor

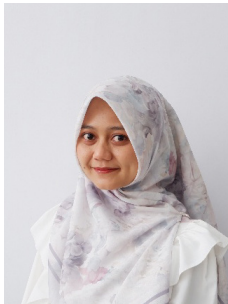
khomsanali@apps.ipb.ac.id



Ummi Khuzaimah, S.Gz., M.Si.

Prodi S-1 Gizi, FKM, UNMUL, Samarinda

ummikhuzaimah@fkm.unmul.ac.id



Leny Eka Tyas Wahyuni, S.Gz., M.Si.

Prodi S-1 Gizi, FKM, UNMUL, Samarinda

lenyekatyas@fkm.unmul.ac.id



Karera Aryatika, S.Gz., M.Gz.

Prodi S-1 Gizi, FKM, UMUL, Samarinda

karera15@farmasi.unmul.ac.id




Dzakiyyatul Fikrah 'Arifah, S.Gz., M.Gz.

Program Magister Gizi, SPs, IPB, Bogor

dzakiyyatul.fikrah@gmail.com

Author's Personal
Copy By IPB Press



Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) mendefinisikan ketahanan pangan sebagai kondisi ketika seluruh individu, setiap saat, memiliki akses fisik, sosial, dan ekonomi terhadap pangan yang cukup, aman, bergizi, dan sesuai kebutuhan gizi untuk menjalani kehidupan aktif dan sehat.

Dalam konteks nasional, ketahanan pangan dipandang sebagai bagian dari ketahanan negara, karena ketersediaan pangan yang memadai dan merata sangat memengaruhi stabilitas sosial, ekonomi, dan politik. Ketahanan pangan tidak dapat dilepaskan dari isu perubahan iklim, degradasi lingkungan, kemiskinan, dan distribusi sumber daya, sehingga pendekatannya bersifat multidisiplin, melibatkan bidang pertanian, kesehatan, gizi, ekonomi, hingga kebijakan publik.

Keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, fisik, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, serta membahayakan kesehatan manusia. Konsep ini menekankan bahwa pangan yang dikonsumsi masyarakat harus aman mulai dari proses produksi hingga dikonsumsi.

Terdapat tiga prinsip dasar dalam keamanan pangan yaitu aman (*safety*), bermutu (*quality*), dan layak (*wholesome*). Aman berarti pangan tidak mengandung zat berbahaya, bermutu berarti sesuai standar gizi dan sensorik, sedangkan layak berarti dapat dikonsumsi tanpa menimbulkan gangguan kesehatan. Prinsip ini menjadi acuan bagi produsen, regulator, dan konsumen dalam menjamin keamanan pangan.

KETAHANAN *dan* KEAMANAN PANGAN



PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251-8355 158 E-mail: ipbpress@apps.ipb.ac.id



Penerbit IPB Press



Gizi

ISBN : 978-623-111-782-3



9 786231 117823