

Inovasi Produk **BRASSICA OLERACEA** **untuk Kesehatan Ibu Hamil**



Febriana Sari, S.Keb., Bdn., M.Keb.
Rolasnih Lilista Simbolon, S.Kep., Ns., MKM.
Edi Subroto, SKM., M.Kes.
Trisnawati, SKM.
Oca Floren Simanullang
Kartika Ovalina Br. Ginting



INOVASI PRODUK BRASSICA OLERACEA untuk Kesehatan Ibu Hamil

Kesehatan ibu hamil merupakan faktor kunci dalam menentukan kualitas generasi masa depan. Selama masa kehamilan, kebutuhan gizi meningkat secara signifikan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan janin serta menjaga kesehatan ibu. Namun, berbagai permasalahan gizi, seperti anemia, defisiensi mikronutrien, dan rendahnya daya tahan tubuh, masih banyak dijumpai di berbagai lapisan masyarakat. Kondisi ini menuntut adanya pendekatan inovatif yang berbasis pangan fungsional dan mudah diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

Buku **INOVASI PRODUK BRASSICA OLERACEA: untuk Kesehatan Ibu Hamil** mengulas secara komprehensif potensi *Brassica oleracea* sebagai sumber pangan bernilai gizi tinggi yang kaya akan zat besi, asam folat, vitamin C, serat, serta senyawa bioaktif yang berperan dalam meningkatkan imunitas dan mencegah anemia pada ibu hamil. Berbagai jenis *Brassica oleracea* seperti brokoli, kubis, dan kembang kol dikaji tidak hanya dari aspek kandungan gizi, tetapi juga dari sisi keamanan konsumsi dan manfaat fisiologisnya bagi ibu dan janin.

Buku ini menitikberatkan pada pengembangan inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* yang praktis, aman, dan mudah diterima oleh ibu hamil, mulai dari konsep pangan fungsional, proses pengolahan, hingga peluang pengembangan produk olahan bernilai tambah. Pendekatan yang digunakan bersifat interdisipliner dengan mengintegrasikan ilmu gizi, teknologi pangan, dan edukasi kesehatan, sehingga buku ini relevan bagi kalangan akademisi, tenaga kesehatan, mahasiswa, serta pelaku inovasi pangan. Melalui buku ini, pembaca diharapkan memperoleh pemahaman yang utuh mengenai pentingnya pemanfaatan sumber pangan lokal berbasis *Brassica oleracea* sebagai strategi preventif dalam meningkatkan status gizi dan kesehatan ibu hamil.



Penerbit : CV. AA. RIZKY
Alamat : Jl. Raya Ciruas Petir,
Puri Citra Blok B2 No. 34 Pipitan
Kec. Walantaka - Serang Banten
E-mail : aa.rizkypress@gmail.com
Website : www.aarizky.com

ISBN 978-623-405-537-5



9

786234

055375

INOVASI PRODUK BRASSICA OLERACEA

Untuk Kesehatan Ibu Hamil

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

1. Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

INOVASI PRODUK BRASSICA OLERACEA
Untuk Kesehatan Ibu Hamil

Febriana Sari, S.Keb., Bdn., M.Keb.
Rolasnih Lilista Simbolon, S.Kep., Ns., MKM.
Edi Subroto, SKM., M.Kes.
Trisnawati, SKM.
Oca Floren Simanullang
Kartika Ovalina Br. Ginting



PENERBIT:
CV. AA. RIZKY
2025

INOVASI PRODUK BRASSICA OLERACEA *Untuk Kesehatan Ibu Hamil*

© Penerbit CV. AA RIZKY

Penulis:

Febriana Sari, S.Keb., Bdn., M.Keb.
Rolasnih Lilista Simbolon, S.Kep., Ns., MKM.
Edi Subroto, SKM., M.Kes.
Trisnawati, SKM.
Oca Floren Simanullang
Kartika Ovalina Br. Ginting

Desain Cover & Tata Letak:
Tim Kreasi CV. AA. Rizky

Cetakan Pertama, Oktober 2025

Penerbit:

CV. AA. RIZKY

Jl. Raya Ciruas Petir, Puri Citra Blok B2 No. 34
Kecamatan Walantaka, Kota Serang - Banten, 42183
Hp. 0819-06050622, Website : www.aarizky.com
E-mail: aa.rizkypress@gmail.com

Anggota IKAPI
No. 035/BANTEN/2019

ISBN : 978-623-405-537-5
xii + 174 hlm, 23 cm x 15,5 cm

Copyright © 2025 Hak Cipta pada Penulis

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

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul: *INOVASI PRODUK BRASSICA OLERACEA: untuk Kesehatan Ibu Hamil* ini dapat disusun dan dihadirkan kepada para pembaca. Buku ini lahir dari kepedulian terhadap pentingnya pemenuhan gizi ibu hamil sebagai fondasi utama dalam mewujudkan generasi yang sehat, cerdas, dan berkualitas.

Masa kehamilan merupakan periode krusial yang menuntut asupan nutrisi seimbang dan berkualitas. Berbagai permasalahan gizi, seperti anemia, kekurangan mikronutrien, dan rendahnya imunitas, masih menjadi tantangan serius di masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif yang tidak hanya berbasis ilmu gizi, tetapi juga memanfaatkan potensi sumber pangan lokal yang mudah diakses, aman, dan bernilai fungsional tinggi. Salah satu bahan pangan yang memiliki potensi besar adalah *Brassica oleracea*, yang dikenal luas melalui berbagai jenis sayuran seperti brokoli, kubis, dan kembang kol.

Buku ini secara komprehensif mengulas kandungan gizi dan senyawa bioaktif *Brassica oleracea*, manfaatnya bagi kesehatan ibu hamil, serta peluang pengembangannya menjadi produk inovatif yang aplikatif dan bernilai tambah. Pendekatan yang digunakan mengintegrasikan aspek kesehatan, pangan fungsional, inovasi produk, dan edukasi gizi, sehingga diharapkan dapat menjadi rujukan bagi akademisi, praktisi kesehatan, mahasiswa, serta pihak-pihak yang berkepentingan dalam pengembangan produk pangan berbasis kesehatan ibu dan anak.

Buku ini juga menekankan pentingnya inovasi dalam bentuk olahan pangan yang lebih praktis, menarik, dan mudah

dikonsumsi oleh ibu hamil, tanpa mengurangi nilai gizinya. Dengan demikian, inovasi produk *Brassica oleracea* tidak hanya berkontribusi pada peningkatan status kesehatan ibu hamil, tetapi juga mendukung upaya pencegahan masalah gizi secara berkelanjutan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat nyata, memperkaya khazanah keilmuan, serta menjadi inspirasi dalam pengembangan inovasi pangan untuk kesehatan ibu hamil.

Medan Johor, Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Konsep Gizi dan Kesehatan Selama Kehamilan .	2
B. Tantangan Anemia dan Imunitas pada Ibu Hamil	5
C. Potensi Pangan Fungsional dalam Pemenuhan Gizi	8
D. Ruang Lingkup Buku	11
BAB 2 KESEHATAN DAN GIZI IBU HAMIL	15
A. Fisiologi Kehamilan dan Kebutuhan Nutrisi	16
B. Zat Gizi Makro dan Mikro bagi Ibu Hamil	19
C. Peran Gizi terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Janin	23
D. Hubungan Gizi dengan Imunitas Ibu Hamil	26
E. Risiko Kekurangan Gizi Selama Kehamilan	29
F. Strategi Pemenuhan Gizi Berbasis Pangan	32
BAB 3 <i>BRASSICA OLERACEA</i> SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL	37
A. Strategi Pemenuhan Gizi Berbasis Pangan	38
B. Jenis-jenis <i>Brassica oleracea</i> yang Umum Dikonsumsi	41
C. Kandungan Gizi dan Senyawa Bioaktif	44
D. Manfaat Kesehatan <i>Brassica Oleracea</i>	47
E. Keamanan Konsumsi bagi Ibu Hamil	50
F. Potensi Pengembangan sebagai Pangan Fungsional	54

BAB 4	<i>BRASSICA OLERACEA</i> DAN PENCEGAHAN ANEMIA	57
	A. Konsep dan Dampak Anemia pada Ibu Hamil....	58
	B. Kandungan Zat Besi dan Asam Folat.....	61
	C. Peran Vitamin C dalam Penyerapan Zat Besi	64
	D. Mekanisme Pencegahan Anemia Berbasis Pangan.....	68
	E. Integrasi <i>Brassica oleracea</i> dalam Pola Konsumsi	72
BAB 5	INOVASI PRODUK BERBASIS <i>BRASSICA OLERACEA</i>	75
	A. Konsep Inovasi Produk Pangan	76
	B. Prinsip Pengolahan Pangan Bernilai Gizi	78
	C. Bentuk Produk Inovatif Berbasis <i>Brassica oleracea</i>	82
	D. Daya Terima dan Preferensi Ibu Hamil	86
	E. Keunggulan Produk Inovatif dibanding Konsumsi Konvensional	90
	F. Tantangan dan Peluang Inovasi Produk.....	93
BAB 6	TEKNOLOGI PENGOLAHAN DAN KEAMANAN PANGAN	97
	A. Teknologi Pengolahan <i>Brassica oleracea</i>	98
	B. Prinsip Higiene dan Sanitasi Pangan.....	100
	C. Keamanan Pangan untuk Ibu Hamil	103
	D. Standar Mutu dan Pengendalian Kualitas	106
	E. Penyimpanan dan Distribusi Produk.....	110
BAB 7	EDUKASI GIZI DAN STRATEGI IMPLEMENTASI.....	115
	A. Peran Edukasi Gizi bagi Ibu Hamil.....	116
	B. Model Edukasi Berbasis Pangan Lokal.....	118
	C. Integrasi Inovasi Produk dalam Program Kesehatan	120
	D. Peran Tenaga Kesehatan dan Keluarga.....	123
	E. Strategi Implementasi di Masyarakat.....	126

F. Dampak Jangka Panjang terhadap Kesehatan Ibu dan Anak	129
BAB 8 KEBIJAKAN DAN PENGEMBANGAN BERKELANJUTAN.....	133
A. Pendekatan Multidisiplin dalam Kebidanan.....	134
B. Kebijakan Kesehatan Ibu dan Anak	136
C. Dukungan Pemerintah terhadap Pangan Fungsional	139
D. Peran Akademisi dan Industri Pangan.....	143
E. Inovasi Produk Berbasis Kearifan Lokal.....	146
F. Keberlanjutan Inovasi Pangan Kesehatan	149
BAB 9 STUDI KASUS INOVASI PRODUK <i>BRASSICA OLERACEA</i>.....	153
A. Studi Kasus Pengembangan Produk untuk Ibu Hamil	154
B. Analisis Dampak Kesehatan dan Daya Terima Konsumen.....	155
C. Pembelajaran dan Rekomendasi Implementasi ...	159
DAFTAR PUSTAKA	161
TENTANG PENULIS.....	169

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kandungan Nutrisi Utama Brokoli dan Perannya untuk Ibu Hamil	7
Tabel 2.1	Kandungan Nutrisi <i>Brassica oleracea</i> dan Perannya untuk Imunitas Ibu Hamil	28
Tabel 3.1	Kandungan Nutrisi Varietas <i>Brassica oleracea</i> Utama	43
Tabel 3.2	Potensi <i>Brassica oleracea</i> sebagai Pangan Fungsional	56
Tabel 4.1	Strategi Integrasi <i>Brassica oleracea</i> dalam Pola Konsumsi Ibu Hamil	73
Tabel 5.1	Tantangan dan Peluang Inovasi Produk <i>Brassica oleracea</i> untuk Ibu Hamil	95
Tabel 8.1	Contoh Panduan Konsumsi Pangan Fungsional untuk Ibu Hamil	140
Tabel 8.2	Skema Dukungan Pemerintah untuk Pangan Fungsional	142
Tabel 9.1	Dampak Konsumsi Produk <i>Brassica oleracea</i> pada Indikator Kesehatan Ibu Hamil.....	157
Tabel 9.2	Hasil Uji Daya Terima Produk <i>Brassica oleracea</i> oleh Ibu Hamil.....	158

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Fisiologi Kehamilan dan Kebutuhan Nutrisi	18
Gambar 4.1	Peran Vitamin C dalam Penyerapan Zat Besi...	67
Gambar 5.1	Prinsip Pengolahan Pangan Bernilai Gizi	82

BAB 1

PENDAHULUAN

Kehamilan merupakan fase kehidupan yang sangat menentukan kualitas kesehatan ibu dan generasi yang akan dilahirkan. Pada periode ini, tubuh ibu mengalami perubahan fisiologis, hormonal, dan metabolik yang signifikan, sehingga kebutuhan zat gizi meningkat secara substansial. Pemenuhan gizi yang tidak optimal selama kehamilan dapat berdampak langsung terhadap kondisi ibu, proses persalinan, serta tumbuh kembang janin. Oleh karena itu, upaya peningkatan status gizi ibu hamil menjadi salah satu fokus utama dalam pembangunan kesehatan nasional dan global, sejalan dengan target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya tujuan ke-3 terkait kehidupan sehat dan sejahtera.

Di Indonesia, komitmen penurunan Angka Kematian Ibu (AKI) juga diperkuat dalam visi pembangunan nasional melalui Asta Cita, yang menempatkan peningkatan kualitas sumber daya manusia sebagai prioritas strategis. Kondisi gizi ibu hamil, terutama kecukupan zat besi, asam folat, vitamin, dan mineral pendukung lainnya, memiliki peran krusial dalam mencegah komplikasi kehamilan dan meningkatkan daya tahan tubuh. Namun, tantangan masih dihadapi, baik dari sisi kepatuhan konsumsi suplemen maupun keterbatasan penerimaan terhadap sumber pangan bergizi.

Dalam konteks tersebut, pengembangan pangan fungsional berbasis bahan alami menjadi pendekatan yang relevan dan berkelanjutan. *Brassica oleracea* atau brokoli, sebagai sayuran kaya zat gizi mikro dan senyawa bioaktif,

memiliki potensi besar untuk diolah menjadi produk inovatif yang lebih mudah diterima oleh ibu hamil. Bab ini menguraikan landasan konseptual mengenai gizi dan kesehatan selama kehamilan sebagai dasar pemahaman pengembangan inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*.

A. Konsep Gizi dan Kesehatan Selama Kehamilan

Gizi selama kehamilan merupakan faktor fundamental yang menentukan keseimbangan antara kebutuhan biologis ibu dan perkembangan janin. Secara fisiologis, kehamilan menuntut peningkatan asupan energi dan zat gizi untuk mendukung pembentukan jaringan baru, peningkatan volume darah, perkembangan plasenta, serta pertumbuhan dan pematangan organ janin. Kebutuhan tersebut tidak hanya mencakup zat gizi makro seperti karbohidrat, protein, dan lemak, tetapi juga zat gizi mikro yang berperan penting dalam fungsi metabolik, pembentukan sel darah, dan sistem kekebalan tubuh.

Protein memiliki peran utama dalam pembentukan jaringan ibu dan janin, termasuk otot, organ, dan sistem enzimatik. Kekurangan protein dapat berdampak pada pertumbuhan janin yang terhambat dan menurunnya daya tahan tubuh ibu. Lemak, khususnya asam lemak esensial seperti omega-3 dan omega-6, diperlukan untuk perkembangan otak dan sistem saraf janin. Sementara itu, karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi utama yang mendukung aktivitas metabolik selama kehamilan. Namun, keseimbangan asupan menjadi kunci, karena kelebihan energi tanpa kualitas gizi yang baik juga dapat menimbulkan risiko metabolik pada ibu.

Zat gizi mikro memegang peranan yang tidak kalah penting. Zat besi (Fe) berfungsi sebagai komponen utama hemoglobin yang bertugas mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Selama kehamilan, volume darah ibu

meningkat hingga sekitar 40–50%, sehingga kebutuhan zat besi meningkat secara signifikan. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan anemia, yang ditandai dengan penurunan kadar hemoglobin dan berujung pada kelelahan, penurunan imunitas, serta peningkatan risiko komplikasi kehamilan. WHO menegaskan bahwa anemia pada ibu hamil masih menjadi masalah kesehatan masyarakat global dan memerlukan pendekatan berbasis gizi yang komprehensif (WHO, 2023).

Selain zat besi, asam folat berperan penting dalam pembelahan sel dan pembentukan sistem saraf janin. Kekurangan asam folat dapat meningkatkan risiko kelainan tabung saraf dan gangguan pertumbuhan janin. Vitamin B12 juga bekerja sinergis dengan asam folat dalam pembentukan sel darah merah, sementara vitamin C berperan dalam meningkatkan penyerapan zat besi non-heme dari sumber nabati. Vitamin A, E, dan seng berkontribusi terhadap fungsi sistem imun, perlindungan sel dari stres oksidatif, serta proses diferensiasi sel selama kehamilan (Gernand et al., 2021).

Kesehatan ibu hamil tidak hanya ditentukan oleh kecukupan gizi, tetapi juga oleh kualitas pola konsumsi. Pola makan yang beragam, seimbang, dan berbasis pangan lokal bergizi menjadi strategi penting untuk memastikan ketersediaan zat gizi esensial. Namun, dalam praktiknya, ibu hamil sering menghadapi berbagai kendala seperti mual, muntah, perubahan selera makan, serta preferensi terhadap makanan tertentu. Kondisi ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan asupan gizi, meskipun kebutuhan meningkat. Oleh karena itu, pendekatan inovatif melalui diversifikasi bentuk pangan menjadi relevan untuk meningkatkan kepatuhan konsumsi zat gizi penting.

Perubahan sistem imun selama kehamilan juga perlu mendapat perhatian khusus. Secara alami, tubuh ibu mengalami penyesuaian sistem kekebalan untuk mencegah

penolakan terhadap janin. Penyesuaian ini dapat menyebabkan ibu lebih rentan terhadap infeksi. Asupan gizi yang adekuat, terutama vitamin C, vitamin E, seng, dan senyawa antioksidan, sangat diperlukan untuk menjaga keseimbangan sistem imun. Pangan yang kaya antioksidan diketahui mampu menekan stres oksidatif dan mendukung respon imun yang lebih baik pada ibu hamil (Calder, 2020).

Dalam konteks kebijakan kesehatan, pemenuhan gizi ibu hamil menjadi bagian integral dari pelayanan antenatal terpadu. Pemerintah Indonesia melalui standar pelayanan minimal menekankan pentingnya pemenuhan kebutuhan gizi, termasuk suplementasi zat besi. Namun, pendekatan berbasis pangan tetap menjadi fondasi utama, karena memberikan manfaat yang lebih luas dan berkelanjutan. Integrasi pangan fungsional ke dalam pola konsumsi harian ibu hamil dapat menjadi solusi untuk melengkapi keterbatasan suplementasi.

Brassica oleracea, khususnya brokoli, merupakan salah satu sumber pangan nabati yang kaya zat gizi mikro dan senyawa bioaktif. Kandungan zat besi, vitamin C, asam folat, kalsium, serta antioksidan seperti sulforaphane dan karotenoid menjadikan brokoli relevan dalam mendukung konsep gizi seimbang selama kehamilan. Vitamin C yang tinggi berperan dalam meningkatkan bioavailabilitas zat besi, sehingga mendukung pembentukan hemoglobin secara lebih optimal. Selain itu, kandungan antioksidan membantu menjaga kesehatan sel dan meningkatkan daya tahan tubuh ibu.

Dengan demikian, konsep gizi dan kesehatan selama kehamilan menuntut pendekatan holistik yang tidak hanya berfokus pada kuantitas asupan, tetapi juga kualitas, ketersediaan, dan penerimaan pangan. Pengembangan inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* menjadi bagian dari upaya memperkuat pemenuhan gizi ibu hamil secara lebih adaptif terhadap kebutuhan dan preferensi, sekaligus mendukung

agenda pembangunan kesehatan ibu dan anak yang berkelanjutan.

B. Tantangan Anemia dan Imunitas pada Ibu Hamil

Anemia pada ibu hamil masih menjadi masalah kesehatan serius yang berdampak pada kualitas hidup ibu dan pertumbuhan janin. Kondisi ini tidak hanya menunjukkan rendahnya kadar hemoglobin, tetapi juga menggambarkan ketidakseimbangan asupan zat gizi mikro penting selama kehamilan. Tantangan ini bersifat multidimensional, mencakup aspek fisiologis, perilaku, dan lingkungan sosial. Berikut lima poin utama terkait tantangan anemia dan imunitas pada ibu hamil:

1. Kebutuhan Gizi Mikro Selama Kehamilan

Ibu hamil mengalami peningkatan kebutuhan zat besi, asam folat, vitamin B12, dan protein untuk mendukung pembentukan sel darah merah, pertumbuhan janin, dan cadangan tubuh. Kebutuhan zat besi total mencapai sekitar 800 mg selama kehamilan, yang sulit dipenuhi hanya dari konsumsi pangan sehari-hari tanpa strategi penguatan gizi. Hemodilusi fisiologis yang terjadi selama kehamilan semakin menurunkan konsentrasi hemoglobin, sehingga ibu rentan mengalami anemia gizi besi (Kemenkes RI, 2023).

2. Kepatuhan Konsumsi Suplemen Zat Besi

Pemberian tablet tambah darah (TTD) sering menimbulkan efek samping seperti mual, nyeri lambung, muntah, rasa pahit, dan konstipasi. Kondisi ini menyebabkan sebagian ibu enggan mengonsumsi suplemen secara rutin, meskipun mengetahui manfaatnya. Oleh karena itu, strategi berbasis suplementasi saja belum cukup, dan perlu pendekatan tambahan berbasis pangan atau inovasi produk yang lebih mudah diterima.

3. Dampak Anemia terhadap Kesehatan Ibu dan Janin

Anemia mengurangi kapasitas darah dalam mengangkut oksigen ke jaringan tubuh. Ibu hamil dengan anemia mudah mengalami lemah, kelelahan, dan penurunan kapasitas kerja. Selain itu, risiko perdarahan saat persalinan, persalinan prematur, serta gangguan pemulihan pasca persalinan meningkat. Bagi janin, anemia berhubungan dengan berat badan lahir rendah, panjang badan lahir pendek, dan gangguan tumbuh kembang (Profil Dinkes Sumut, 2023).

4. Hubungan Anemia dan Penurunan Imunitas

Zat besi berperan penting dalam aktivitas sel imun, termasuk proliferasi limfosit dan fungsi fagosit. Kekurangan zat besi menurunkan kemampuan tubuh melawan infeksi, sehingga ibu hamil lebih rentan terhadap infeksi saluran pernapasan, saluran kemih, dan penyakit lain. Vitamin dan mineral lain, seperti vitamin C, E, seng, dan asam folat, juga berperan menjaga fungsi imun. Kekurangan salah satu zat gizi ini dapat melemahkan respon imun dan memperpanjang durasi penyakit (Calder, 2020).

5. Strategi Berbasis Pangan untuk Pencegahan Anemia

Pangan yang kaya zat besi, vitamin C, dan senyawa bioaktif dapat meningkatkan kadar hemoglobin sekaligus memperkuat sistem imun. Salah satu contoh pangan fungsional adalah brokoli (*Brassica oleracea*), yang mengandung zat besi, vitamin C, asam folat, kalsium, dan senyawa antioksidan seperti sulforaphane. Konsumsi brokoli secara teratur dapat meningkatkan penyerapan zat besi dan menekan stres oksidatif, mendukung status gizi dan daya tahan tubuh ibu hamil (Francis et al., 2022).

Tabel 1.1
Kandungan Nutrisi Utama Brokoli dan Perannya untuk Ibu Hamil

Nutrisi	Kandungan per 100 g	Peran pada Ibu Hamil
Zat besi	0,73 mg	Mendukung pembentukan sel darah merah
Vitamin C	89,2 mg	Meningkatkan penyerapan zat besi, antioksidan
Asam folat	63 µg	Mendukung perkembangan saraf janin
Kalsium	47 mg	Mendukung pembentukan tulang janin
Antioksidan	Sulforaphane	Mengurangi stres oksidatif, memperkuat sistem imun

Sumber: USDA Food Data Central, 2023

Tabel di atas menunjukkan bahwa brokoli bukan hanya sumber zat besi, tetapi juga mengandung vitamin dan senyawa bioaktif yang penting untuk kesehatan ibu hamil. Kombinasi nutrisi ini dapat membantu mencegah anemia sekaligus meningkatkan daya tahan tubuh, sehingga mendukung kehamilan yang sehat. Strategi berbasis pangan seperti ini memiliki potensi tinggi karena aman, mudah diterima, dan dapat dikonsumsi secara rutin tanpa menimbulkan efek samping yang umum pada suplemen.

Dengan memahami lima poin utama ini, pendekatan komprehensif dapat diterapkan, termasuk edukasi gizi, inovasi olahan pangan, dan penguatan pola konsumsi sehat, untuk mengatasi anemia sekaligus menjaga imunitas ibu hamil. Integrasi strategi ini penting agar ibu hamil dapat memenuhi kebutuhan gizi mikro, meminimalkan risiko komplikasi, dan mendukung pertumbuhan janin secara optimal.

C. Potensi Pangan Fungsional dalam Pemenuhan Gizi

Pangan fungsional merupakan konsep pangan yang tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi dan zat gizi dasar, tetapi juga memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan tubuh. Dalam konteks kesehatan ibu hamil, pangan fungsional menjadi pendekatan strategis untuk menjawab tantangan pemenuhan kebutuhan gizi yang meningkat, sekaligus mengatasi keterbatasan penerimaan terhadap suplementasi konvensional. Kehamilan menuntut kecukupan zat gizi mikro dan makro yang berkesinambungan, sehingga pola konsumsi berbasis pangan fungsional dapat berperan sebagai pelengkap penting dalam menjaga kesehatan ibu dan janin.

Konsep pangan fungsional menekankan pada kandungan senyawa bioaktif alami yang memiliki efek fisiologis positif, seperti antioksidan, fitokimia, serat pangan, vitamin, dan mineral esensial. Senyawa-senyawa ini bekerja secara sinergis dalam mendukung fungsi metabolik, meningkatkan sistem imun, serta menurunkan risiko gangguan kesehatan. Pada ibu hamil, manfaat tersebut menjadi semakin relevan karena tubuh mengalami perubahan metabolisme yang signifikan dan membutuhkan dukungan gizi yang optimal. Asupan pangan fungsional yang tepat dapat membantu menjaga keseimbangan status gizi, memperbaiki kualitas darah, serta meningkatkan daya tahan tubuh selama masa kehamilan (Granato et al., 2020).

Pemenuhan zat besi merupakan salah satu fokus utama dalam gizi ibu hamil. Zat besi dari pangan nabati umumnya memiliki tingkat penyerapan yang lebih rendah dibandingkan sumber hewani. Namun, pangan fungsional berbasis nabati dapat dirancang sedemikian rupa sehingga meningkatkan bioavailabilitas zat besi melalui kombinasi dengan vitamin C dan senyawa pendukung lainnya. Pendekatan ini memberikan keuntungan karena lebih alami, mudah diterima, dan berpotensi

mengurangi efek samping yang sering muncul pada konsumsi suplemen zat besi. Dengan demikian, pangan fungsional dapat berperan sebagai alternatif strategis dalam mendukung pembentukan hemoglobin secara berkelanjutan.

Asam folat merupakan komponen penting dalam pencegahan gangguan perkembangan janin dan pembentukan sel darah merah. Pangan fungsional berbasis sayuran hijau diketahui kaya akan asam folat alami yang lebih mudah diterima oleh tubuh. Asam folat berperan dalam sintesis DNA dan pembelahan sel, sehingga sangat penting selama periode pertumbuhan cepat seperti kehamilan. Konsumsi pangan fungsional yang mengandung asam folat dapat membantu menjaga keseimbangan kebutuhan gizi ibu tanpa menimbulkan ketergantungan pada suplemen sintetis (Bailey et al., 2021).

Peran antioksidan dalam pangan fungsional juga tidak dapat diabaikan. Selama kehamilan, peningkatan aktivitas metabolik dapat memicu pembentukan radikal bebas yang berlebihan. Jika tidak diimbangi dengan asupan antioksidan yang cukup, stres oksidatif dapat terjadi dan berdampak negatif terhadap kesehatan ibu dan janin. Senyawa antioksidan seperti vitamin C, vitamin E, karotenoid, dan polifenol berperan dalam menetralkan radikal bebas serta melindungi sel dari kerusakan. Pangan fungsional yang kaya antioksidan dapat membantu menjaga keseimbangan sistem imun dan mendukung kesehatan jaringan tubuh ibu hamil (Lobo et al., 2022).

Pangan fungsional juga memiliki keunggulan dari sisi penerimaan dan keberlanjutan. Produk pangan yang diolah dalam bentuk praktis, seperti biskuit, snack sehat, atau pangan siap konsumsi, cenderung lebih mudah diterima oleh ibu hamil yang sering mengalami perubahan selera makan. Bentuk olahan ini dapat mengatasi hambatan konsumsi sayuran segar yang sering terkendala oleh rasa, tekstur, dan ketersediaan. Dengan inovasi yang tepat, pangan fungsional dapat menjadi

bagian dari pola makan harian tanpa menimbulkan rasa jenuh atau ketidaknyamanan.

Brassica oleracea, khususnya brokoli, merupakan salah satu bahan pangan yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional bagi ibu hamil. Brokoli dikenal sebagai sayuran dengan kepadatan zat gizi yang tinggi, termasuk zat besi, vitamin C, asam folat, kalsium, vitamin A, vitamin E, dan berbagai senyawa fitokimia seperti sulforaphane dan karotenoid. Kombinasi zat gizi dan senyawa bioaktif tersebut memberikan manfaat yang luas, mulai dari mendukung pembentukan sel darah merah hingga meningkatkan daya tahan tubuh. Kandungan vitamin C yang tinggi dalam brokoli berperan penting dalam meningkatkan penyerapan zat besi non-heme, sehingga sangat relevan untuk pencegahan anemia pada ibu hamil (Francis et al., 2022).

Sulforaphane yang terdapat dalam brokoli dikenal memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang kuat. Senyawa ini berperan dalam aktivasi enzim detoksifikasi dan perlindungan sel dari kerusakan oksidatif. Dalam konteks kehamilan, perlindungan terhadap stres oksidatif menjadi penting untuk menjaga kesehatan plasenta dan mendukung perkembangan janin. Selain itu, brokoli juga mengandung serat pangan yang membantu menjaga kesehatan saluran pencernaan, mengurangi risiko konstipasi, dan mendukung metabolisme yang sehat selama kehamilan.

Meskipun memiliki potensi gizi yang besar, konsumsi brokoli secara langsung masih relatif rendah di kalangan ibu hamil. Faktor rasa, aroma, tekstur, serta kebiasaan makan menjadi kendala utama dalam pemanfaatan sayuran ini. Oleh karena itu, inovasi pengolahan menjadi produk pangan fungsional yang lebih praktis dan disukai menjadi langkah strategis. Pengolahan brokoli menjadi bahan fortifikasi dalam produk seperti biskuit memberikan peluang untuk

meningkatkan asupan zat gizi tanpa mengubah pola konsumsi secara drastis.

Biskuit sebagai media pangan fungsional memiliki beberapa keunggulan, antara lain daya simpan yang panjang, kemudahan distribusi, dan tingkat penerimaan yang tinggi di berbagai kelompok usia. Dalam konteks ibu hamil, biskuit dapat dikonsumsi sebagai selingan yang bergizi dan praktis. Fortifikasi brokoli dalam bentuk tepung atau ekstrak memungkinkan pemanfaatan zat gizi dan senyawa bioaktif secara lebih optimal. Selain itu, proses pengolahan yang tepat dapat mempertahankan kandungan gizi utama dan meningkatkan stabilitas produk.

Dengan demikian, pangan fungsional memiliki peran strategis dalam pemenuhan gizi ibu hamil, khususnya dalam pencegahan anemia dan penguatan imunitas. Pemanfaatan *Brassica oleracea* sebagai bahan dasar inovasi pangan fungsional menawarkan pendekatan yang alami, berkelanjutan, dan sesuai dengan kebutuhan ibu hamil. Integrasi pangan fungsional ke dalam pola konsumsi harian diharapkan dapat mendukung upaya peningkatan kesehatan ibu dan janin secara lebih efektif, sekaligus sejalan dengan agenda pembangunan kesehatan nasional dan global.

D. Ruang Lingkup Buku

Ruang lingkup buku ini disusun untuk memberikan gambaran yang komprehensif, sistematis, dan aplikatif mengenai inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* dalam mendukung kesehatan ibu hamil. Pembahasan diarahkan untuk menjembatani antara konsep gizi kehamilan, tantangan anemia dan penurunan imunitas, serta potensi pengembangan pangan fungsional berbasis bahan alami yang mudah diterima dan berkelanjutan. Dengan demikian, buku ini tidak hanya menyajikan aspek teoritis, tetapi juga menekankan relevansi

praktis dalam konteks pelayanan kesehatan ibu dan upaya peningkatan kualitas gizi masyarakat.

Fokus utama buku ini adalah pemanfaatan *Brassica oleracea* sebagai sumber pangan fungsional yang kaya zat gizi mikro dan senyawa bioaktif. Sayuran ini dipilih karena memiliki kandungan zat besi, vitamin C, asam folat, kalsium, dan antioksidan yang berperan penting dalam pembentukan sel darah merah, peningkatan daya tahan tubuh, serta perlindungan sel dari stres oksidatif. Ruang lingkup pembahasan mencakup karakteristik gizi *Brassica oleracea*, mekanisme kerja zat gizi dan senyawa bioaktifnya dalam tubuh ibu hamil, serta relevansinya terhadap pencegahan anemia dan penguatan imunitas.

Buku ini juga mengulas keterkaitan antara kebijakan kesehatan ibu, standar pelayanan antenatal, dan upaya pemenuhan gizi melalui pendekatan berbasis pangan. Dalam konteks nasional, penurunan Angka Kematian Ibu (AKI) menjadi prioritas pembangunan kesehatan yang sejalan dengan target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dan Asta Cita pembangunan sumber daya manusia. Oleh karena itu, ruang lingkup buku ini mencakup pemahaman tentang peran gizi ibu hamil sebagai bagian integral dari upaya peningkatan kualitas layanan kesehatan ibu dan anak. Pembahasan diarahkan untuk menunjukkan bahwa inovasi pangan fungsional dapat menjadi pendukung strategis kebijakan kesehatan yang telah ada.

Aspek penerimaan pangan menjadi bagian penting dalam ruang lingkup buku ini. Perubahan fisiologis dan psikologis selama kehamilan sering memengaruhi preferensi makan ibu hamil, sehingga konsumsi pangan bergizi tidak selalu berjalan optimal. Buku ini membahas faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan pangan, seperti rasa, tekstur, aroma, kemudahan konsumsi, dan ketersediaan. Dalam konteks

tersebut, pengembangan produk olahan berbasis *Brassica oleracea* diposisikan sebagai solusi adaptif untuk meningkatkan asupan zat gizi penting tanpa menimbulkan ketidaknyamanan bagi ibu hamil.

Ruang lingkup buku ini juga mencakup konsep inovasi produk pangan yang berorientasi pada kebutuhan khusus ibu hamil. Inovasi tidak hanya dipahami sebagai penciptaan produk baru, tetapi juga sebagai proses pengolahan dan formulasi yang mempertahankan kandungan gizi, meningkatkan bioavailabilitas, serta menjamin keamanan pangan. Pembahasan meliputi prinsip dasar pengolahan pangan fungsional, pemilihan bentuk produk yang sesuai, serta pertimbangan mutu dan stabilitas zat gizi selama proses pengolahan. Dengan pendekatan ini, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan produk pangan yang aman, efektif, dan bernilai gizi tinggi.

Buku ini juga menempatkan aspek edukasi gizi sebagai bagian dari ruang lingkup pembahasan. Peningkatan pengetahuan ibu hamil mengenai pentingnya gizi seimbang, peran zat besi dan vitamin pendukung, serta manfaat pangan fungsional menjadi faktor kunci dalam keberhasilan pemenuhan gizi. Oleh karena itu, buku ini dirancang untuk dapat dipahami oleh berbagai kalangan, termasuk tenaga kesehatan, pendidik, mahasiswa, dan masyarakat umum yang memiliki kepedulian terhadap kesehatan ibu hamil. Penyajian materi dilakukan secara sistematis dengan bahasa akademik yang komunikatif, sehingga dapat digunakan sebagai bahan ajar maupun referensi praktis.

Dalam konteks keberlanjutan, ruang lingkup buku ini juga mencakup potensi pemanfaatan pangan lokal dan pengembangan produk berbasis sumber daya yang mudah diperoleh. *Brassica oleracea* sebagai bahan pangan yang relatif tersedia dan terjangkau memiliki potensi untuk dikembangkan

secara luas, baik dalam skala rumah tangga maupun industri kecil dan menengah. Buku ini menguraikan peluang pemanfaatan bahan lokal sebagai bagian dari strategi peningkatan gizi yang berkelanjutan dan berdaya saing, sekaligus mendukung ketahanan pangan dan ekonomi masyarakat.

Selain itu, ruang lingkup buku ini menekankan pentingnya pendekatan holistik dalam upaya peningkatan kesehatan ibu hamil. Pemenuhan gizi tidak dapat dipisahkan dari faktor sosial, budaya, dan lingkungan yang memengaruhi pola konsumsi. Oleh karena itu, buku ini tidak membatasi pembahasan hanya pada aspek biologis, tetapi juga mengaitkannya dengan konteks sosial dan perilaku konsumsi. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih utuh mengenai tantangan dan peluang dalam pemanfaatan pangan fungsional bagi ibu hamil.

Dengan demikian, ruang lingkup buku ini mencakup landasan konseptual gizi kehamilan, tantangan anemia dan imunitas, potensi pangan fungsional berbasis *Brassica oleracea*, serta arah inovasi produk yang relevan dan aplikatif. Buku ini dirancang sebagai referensi ilmiah-populer yang mendukung upaya peningkatan kesehatan ibu hamil melalui pendekatan gizi yang inovatif, alami, dan berkelanjutan. Dengan cakupan tersebut, diharapkan buku ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung kesehatan ibu dan generasi masa depan.

BAB 2

KESEHATAN DAN GIZI IBU HAMIL

Kehamilan merupakan fase kehidupan yang sangat menentukan kualitas kesehatan ibu dan generasi yang akan dilahirkan. Selama periode ini, tubuh perempuan mengalami berbagai adaptasi biologis yang kompleks untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan janin. Perubahan tersebut mencakup sistem hormonal, metabolik, kardiovaskular, pencernaan, dan imunologis yang saling berinteraksi. Seluruh proses adaptasi ini menuntut dukungan gizi yang optimal agar kehamilan dapat berlangsung secara sehat dan aman.

Pemenuhan gizi selama kehamilan tidak hanya berperan dalam menjaga kondisi fisik ibu, tetapi juga menentukan kualitas pertumbuhan janin sejak fase awal kehidupan. Kekurangan zat gizi tertentu dapat menimbulkan gangguan jangka pendek maupun jangka panjang, baik pada ibu maupun bayi. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai kebutuhan nutrisi, peran zat gizi, serta strategi pemenuhan gizi menjadi sangat penting.

Bab ini membahas kesehatan dan gizi ibu hamil secara sistematis, dimulai dari pemahaman fisiologi kehamilan, kebutuhan zat gizi makro dan mikro, peran gizi terhadap pertumbuhan janin, hingga hubungan gizi dengan sistem imunitas ibu. Selain itu, bab ini juga menguraikan risiko kekurangan gizi selama kehamilan serta strategi pemenuhan gizi berbasis pangan, termasuk pemanfaatan sumber pangan bernutrisi tinggi seperti *Brassica oleracea*. Dengan pendekatan ini, bab ini diharapkan dapat memberikan landasan konseptual

yang kuat untuk memahami pentingnya inovasi produk pangan dalam mendukung kesehatan ibu hamil.

A. Fisiologi Kehamilan dan Kebutuhan Nutrisi

Kehamilan merupakan proses biologis yang dimulai sejak terjadinya fertilisasi hingga kelahiran bayi, dengan durasi rata-rata antara 37 hingga 40 minggu. Periode ini dibagi menjadi tiga trimester, masing-masing dengan karakteristik fisiologis dan kebutuhan nutrisi yang berbeda. Trimester pertama ditandai dengan pembentukan organ-organ vital janin, trimester kedua dengan pertumbuhan pesat jaringan janin, dan trimester ketiga dengan pematangan organ serta peningkatan berat badan janin secara signifikan. Selama seluruh tahapan ini, tubuh ibu mengalami adaptasi fisiologis yang kompleks untuk mendukung keberlangsungan kehamilan (Cunningham et al., 2021).

Salah satu perubahan fisiologis yang paling menonjol adalah adaptasi sistem kardiovaskular. Volume plasma darah meningkat sekitar 30–50% pada trimester kedua dan ketiga. Peningkatan ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan sirkulasi darah ke plasenta dan janin, serta mempersiapkan tubuh ibu menghadapi proses persalinan. Namun, peningkatan volume plasma yang lebih besar dibandingkan peningkatan massa sel darah merah menyebabkan terjadinya hemodilusi fisiologis. Kondisi ini dapat menurunkan konsentrasi hemoglobin dan membuat ibu hamil rentan mengalami anemia apabila kebutuhan zat besi tidak terpenuhi secara optimal (Bencaiova et al., 2020).

Sistem endokrin juga mengalami perubahan signifikan. Produksi hormon progesteron, estrogen, human chorionic gonadotropin, dan hormon plasenta lainnya meningkat tajam selama kehamilan. Hormon-hormon ini berperan dalam mempertahankan kehamilan, mengatur metabolisme, serta

mempersiapkan tubuh ibu untuk menyusui. Peningkatan hormon tersebut berdampak pada perubahan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Sensitivitas insulin cenderung menurun, sehingga tubuh ibu harus beradaptasi untuk menjaga keseimbangan glukosa darah dan memastikan pasokan energi yang cukup bagi janin (WHO, 2020).

Sistem metabolik ibu hamil mengalami peningkatan laju metabolisme basal seiring dengan bertambahnya usia kehamilan. Peningkatan ini mencerminkan kebutuhan energi tambahan untuk mendukung pertumbuhan janin, pembentukan jaringan plasenta, dan pemeliharaan jaringan ibu. Oleh karena itu, asupan energi dan zat gizi makro seperti karbohidrat, protein, dan lemak perlu disesuaikan dengan kebutuhan fisiologis yang meningkat. Protein, misalnya, dibutuhkan untuk pembentukan jaringan baru pada ibu dan janin, dengan kenaikan kebutuhan sekitar 25 gram per hari dibandingkan sebelum kehamilan (WHO, 2020).

Perubahan juga terjadi pada sistem pencernaan. Motilitas gastrointestinal cenderung melambat akibat pengaruh hormon progesteron, yang dapat menyebabkan rasa penuh, konstipasi, dan gangguan penyerapan zat gizi tertentu. Kondisi ini menuntut pemilihan pangan yang mudah dicerna, kaya serat, serta mengandung zat gizi dengan ketersediaan hayati yang baik. Asupan serat yang cukup dapat membantu menjaga fungsi saluran cerna dan meningkatkan kenyamanan ibu selama kehamilan.

Sistem imun ibu hamil mengalami adaptasi khusus untuk memungkinkan toleransi terhadap janin yang secara genetik berbeda. Imunitas seluler mengalami penurunan relatif, sementara imunitas humoral meningkat. Adaptasi ini penting untuk mencegah penolakan janin, namun di sisi lain meningkatkan kerentanan ibu terhadap infeksi. Oleh karena itu, kebutuhan zat gizi yang mendukung fungsi imun, seperti

vitamin A, vitamin C, zinc, selenium, dan antioksidan, menjadi sangat penting selama kehamilan (Mor & Cardenas, 2019).

Kebutuhan nutrisi ibu hamil meningkat secara kuantitatif dan kualitatif. Zat gizi mikro seperti zat besi, asam folat, dan vitamin B kompleks berperan penting dalam pembentukan sel darah merah dan sintesis DNA. Kekurangan zat-zat ini dapat mengganggu proses fisiologis kehamilan dan meningkatkan risiko komplikasi. Zat besi, misalnya, diperlukan untuk pembentukan hemoglobin dan transport oksigen ke jaringan ibu dan janin. Asam folat berperan dalam pembelahan sel dan pembentukan sistem saraf janin, terutama pada trimester pertama.

Vitamin C memiliki peran ganda sebagai antioksidan dan enhancer penyerapan zat besi non-heme. Konsumsi vitamin C yang cukup dapat membantu mengurangi risiko anemia dan meningkatkan daya tahan tubuh ibu. Vitamin A berperan dalam menjaga integritas jaringan epitel dan fungsi imun, sementara zinc dan selenium mendukung aktivitas enzim antioksidan dan proliferasi sel imun (Traka & Mithen, 2019).



Gambar 2.1 Fisiologi Kehamilan dan Kebutuhan Nutrisi

Gambar di atas menjelaskan perubahan fisiologis selama kehamilan seperti peningkatan volume darah 30-50%, metabolisme, dan hormon yang mengakibatkan kebutuhan nutrisi meningkat. Ibu hamil memerlukan tambahan makronutrien (protein +25g, karbohidrat +175g, kalori +300-500 kkal) dan mikronutrien (asam folat 600mcg, zat besi 27mg, kalsium 1000mg) untuk pertumbuhan janin optimal, mencegah cacat lahir, menjaga kesehatan ibu, persiapan laktasi, dan memastikan berat lahir bayi normal.

Dengan demikian, fisiologi kehamilan menunjukkan bahwa tubuh ibu berada dalam kondisi adaptif yang sangat bergantung pada kecukupan nutrisi. Pemenuhan kebutuhan gizi yang tepat tidak hanya mendukung kesehatan ibu, tetapi juga memastikan lingkungan intrauterin yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan janin. Pemahaman yang mendalam mengenai perubahan fisiologis dan kebutuhan nutrisi selama kehamilan menjadi dasar penting dalam merancang strategi pemenuhan gizi berbasis pangan yang efektif dan berkelanjutan.

B. Zat Gizi Makro dan Mikro bagi Ibu Hamil

Zat gizi makro dan mikro memegang peranan fundamental dalam menjaga keseimbangan fisiologis ibu hamil serta mendukung pertumbuhan dan pematangan janin secara optimal. Selama masa kehamilan, tubuh ibu mengalami peningkatan kebutuhan energi dan nutrien sebagai konsekuensi dari pertumbuhan jaringan maternal, pembentukan plasenta, serta perkembangan sistem organ janin. Ketidakseimbangan asupan zat gizi, baik dalam bentuk kekurangan maupun kelebihan, dapat memengaruhi status kesehatan ibu dan kualitas tumbuh kembang janin secara menyeluruh.

Zat gizi makro meliputi karbohidrat, protein, dan lemak, yang berfungsi sebagai sumber energi utama serta penyusun

struktural jaringan tubuh. Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi ibu dan janin, terutama glukosa yang menjadi bahan bakar utama bagi otak janin. Selama kehamilan, kebutuhan energi meningkat secara bertahap, terutama pada trimester kedua dan ketiga, seiring dengan peningkatan laju metabolisme basal dan pertumbuhan janin. Organisasi Kesehatan Dunia merekomendasikan peningkatan asupan energi sekitar 300–450 kkal per hari pada trimester akhir untuk memenuhi kebutuhan tersebut (WHO, 2020). Karbohidrat kompleks yang bersumber dari pangan utuh lebih dianjurkan karena mampu menjaga kestabilan kadar glukosa darah dan mencegah lonjakan insulin yang berlebihan.

Protein memiliki peran yang sangat krusial selama kehamilan karena berfungsi sebagai bahan utama pembentukan jaringan baru, termasuk jaringan janin, plasenta, serta peningkatan volume darah ibu. Protein juga terlibat dalam pembentukan enzim, hormon, dan antibodi. Kebutuhan protein meningkat secara signifikan, dengan tambahan sekitar 25 gram per hari dibandingkan kebutuhan wanita tidak hamil (WHO, 2020). Kekurangan protein dapat berdampak pada gangguan pertumbuhan janin, penurunan massa otot ibu, serta penurunan fungsi imunitas. Sumber protein yang berkualitas meliputi protein hewani dan nabati, yang sebaiknya dikombinasikan untuk memperoleh profil asam amino esensial yang lengkap.

Lemak berperan sebagai sumber energi cadangan dan komponen struktural membran sel. Lemak esensial, khususnya asam lemak omega-3 dan omega-6, memiliki peran penting dalam perkembangan otak dan sistem saraf janin. Asam dokosaheksaenoat (DHA) dan asam arakidonat berkontribusi terhadap pembentukan retina dan fungsi kognitif. Selain itu, lemak juga berfungsi sebagai pelarut vitamin larut lemak seperti vitamin A, D, E, dan K. Asupan lemak selama kehamilan sebaiknya difokuskan pada lemak tak jenuh yang

berasal dari minyak nabati, kacang-kacangan, dan sayuran tertentu, untuk mendukung kesehatan kardiovaskular ibu.

Selain zat gizi makro, zat gizi mikro memegang peranan yang tidak kalah penting meskipun dibutuhkan dalam jumlah lebih kecil. Zat gizi mikro mencakup vitamin dan mineral yang berfungsi sebagai kofaktor metabolik, regulator sistem imun, serta pelindung terhadap stres oksidatif. Zat besi merupakan salah satu mineral yang paling penting selama kehamilan karena berperan dalam pembentukan hemoglobin dan pengangkutan oksigen ke jaringan ibu dan janin. Selama kehamilan, kebutuhan zat besi meningkat akibat peningkatan volume darah dan kebutuhan janin yang sedang berkembang. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan anemia kehamilan yang berdampak pada kelelahan, penurunan daya tahan tubuh, serta peningkatan risiko komplikasi persalinan (Bencaiova et al., 2020).

Asam folat merupakan vitamin B yang berperan penting dalam sintesis DNA, pembelahan sel, dan pembentukan sel darah merah. Asupan asam folat yang adekuat sangat penting pada awal kehamilan untuk mendukung pembentukan tabung saraf janin. Kekurangan asam folat dikaitkan dengan peningkatan risiko kelainan kongenital dan gangguan pertumbuhan intrauterin. Oleh karena itu, pemenuhan asam folat melalui pangan alami maupun fortifikasi menjadi strategi penting dalam menjaga kesehatan ibu dan janin.

Vitamin C memiliki fungsi ganda selama kehamilan, yaitu sebagai antioksidan dan sebagai faktor pendukung absorpsi zat besi non-heme. Vitamin ini juga berperan dalam pembentukan kolagen, penyembuhan jaringan, serta peningkatan respons imun. Kebutuhan vitamin C meningkat selama kehamilan untuk mengimbangi stres oksidatif yang meningkat akibat perubahan metabolik dan aktivitas seluler yang tinggi. Sayuran hijau, khususnya dari kelompok *Brassica*

oleracea, dikenal sebagai sumber vitamin C yang sangat baik dan mudah diakses.

Vitamin A berperan dalam mempertahankan integritas epitel, fungsi penglihatan, serta regulasi sistem imun. Dalam jumlah yang tepat, vitamin A mendukung diferensiasi sel dan perkembangan organ janin. Namun, konsumsi vitamin A harus dikendalikan dengan baik karena kelebihan asupan dalam bentuk retinol dapat menimbulkan efek toksik. Oleh karena itu, sumber vitamin A dari beta-karoten nabati lebih dianjurkan karena lebih aman dan dapat dikonversi sesuai kebutuhan tubuh.

Mineral lain seperti zinc dan selenium juga memiliki peran penting dalam mendukung kehamilan yang sehat. Zinc terlibat dalam sintesis protein, pembelahan sel, serta fungsi kekebalan tubuh. Kekurangan zinc dapat berdampak pada gangguan pertumbuhan janin dan penurunan daya tahan tubuh ibu. Selenium berfungsi sebagai komponen enzim antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Kombinasi zinc dan selenium berkontribusi dalam menjaga keseimbangan sistem imun ibu selama masa adaptasi kehamilan (Mor & Cardenas, 2019).

Sayuran *Brassica oleracea*, seperti brokoli dan kubis, memiliki keunggulan sebagai sumber zat gizi mikro dan senyawa bioaktif. Kandungan vitamin C, asam folat, serat, serta senyawa fitokimia seperti glukosinolat dan sulforaphane menjadikan sayuran ini berpotensi sebagai pangan fungsional bagi ibu hamil. Senyawa antioksidan di dalamnya membantu mengurangi stres oksidatif dan mendukung fungsi imun, sementara kandungan serat berperan dalam menjaga kesehatan saluran cerna yang sering mengalami gangguan selama kehamilan (Rahman & Punja, 2021; Traka & Mithen, 2019).

Dengan demikian, pemenuhan zat gizi makro dan mikro selama kehamilan merupakan aspek yang saling terkait dan

tidak dapat dipisahkan. Kombinasi asupan energi yang cukup, protein berkualitas, lemak sehat, serta vitamin dan mineral esensial menjadi landasan utama dalam menjaga kesehatan ibu dan mendukung pertumbuhan janin yang optimal. Integrasi sumber pangan bergizi tinggi seperti *Brassica oleracea* dalam pola konsumsi harian memberikan peluang besar dalam meningkatkan kualitas gizi ibu hamil secara berkelanjutan dan berbasis pangan alami.

C. Peran Gizi terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Janin

Pertumbuhan dan perkembangan janin merupakan proses biologis yang sangat kompleks dan berlangsung secara berkesinambungan sejak tahap awal kehamilan hingga kelahiran. Proses ini dipengaruhi secara langsung oleh status gizi ibu, karena seluruh kebutuhan nutrien janin dipenuhi melalui transfer zat gizi dari tubuh ibu melalui plasenta. Ketersediaan gizi yang memadai tidak hanya menentukan ukuran dan berat janin, tetapi juga kualitas perkembangan organ, sistem saraf, serta kapasitas adaptif janin terhadap lingkungan setelah lahir.

Pada trimester pertama kehamilan, proses yang paling krusial adalah pembentukan organ-organ vital janin atau organogenesis. Pada fase ini, kebutuhan energi relatif belum terlalu tinggi, tetapi kebutuhan zat gizi mikro seperti asam folat, vitamin B kompleks, zinc, dan vitamin A dalam bentuk aman sangat penting untuk mendukung pembelahan dan diferensiasi sel. Asam folat berperan dalam sintesis DNA dan RNA yang menjadi dasar pembentukan jaringan baru. Kekurangan asam folat pada fase awal kehamilan dapat mengganggu pembentukan tabung saraf dan memengaruhi struktur sistem saraf pusat janin (Cunningham et al., 2021).

Memasuki trimester kedua, pertumbuhan janin berlangsung lebih cepat dengan peningkatan massa jaringan dan panjang tubuh. Pada fase ini, kebutuhan zat gizi makro seperti protein dan energi meningkat secara signifikan. Protein berfungsi sebagai bahan dasar pembentukan otot, jaringan ikat, enzim, dan hormon janin. Asupan protein yang tidak mencukupi dapat membatasi pertumbuhan sel dan jaringan, sehingga berdampak pada hambatan pertumbuhan intrauterin. Selain itu, protein juga berperan dalam pembentukan plasenta yang berfungsi sebagai penghubung utama antara ibu dan janin dalam pertukaran nutrisi dan oksigen.

Karbohidrat memegang peranan penting sebagai sumber energi utama bagi janin. Glukosa merupakan substrat energi utama bagi otak janin yang sedang berkembang pesat. Otak janin membutuhkan suplai energi yang stabil untuk mendukung pembentukan neuron, mielinisasi, dan pembentukan sinaps. Ketidakseimbangan asupan karbohidrat pada ibu dapat memengaruhi regulasi glukosa darah dan berpotensi mengganggu suplai energi ke janin. Oleh karena itu, konsumsi karbohidrat kompleks yang stabil sangat dianjurkan untuk menjaga ketersediaan energi yang berkelanjutan.

Lemak, khususnya asam lemak esensial, memiliki peran yang sangat penting dalam perkembangan otak dan sistem saraf janin. Asam lemak rantai panjang seperti DHA dan asam arakidonat berkontribusi pada pembentukan membran sel neuron dan retina. Pada trimester ketiga, terjadi akumulasi lemak yang signifikan pada jaringan janin sebagai persiapan menghadapi kehidupan ekstrauterin. Lemak juga berfungsi sebagai sumber energi cadangan dan berperan dalam regulasi hormon yang mendukung pematangan organ janin.

Zat gizi mikro seperti zat besi memiliki peran sentral dalam pertumbuhan janin karena berhubungan langsung dengan transportasi oksigen. Zat besi diperlukan untuk

pembentukan hemoglobin janin dan mendukung perkembangan jaringan otak. Selama kehamilan, janin secara aktif menyerap zat besi dari ibu untuk membangun cadangan besi yang akan digunakan setelah lahir. Apabila cadangan zat besi ibu terbatas, suplai ke janin dapat terganggu dan berpotensi memengaruhi perkembangan kognitif serta daya tahan tubuh bayi setelah lahir (Bencaiova et al., 2020).

Vitamin C berperan sebagai antioksidan yang melindungi sel-sel janin dari kerusakan oksidatif akibat tingginya aktivitas metabolik selama pertumbuhan. Selain itu, vitamin C meningkatkan penyerapan zat besi non-heme, sehingga secara tidak langsung mendukung pembentukan sel darah merah janin. Vitamin ini juga terlibat dalam pembentukan kolagen, yang merupakan komponen utama jaringan ikat, tulang rawan, dan pembuluh darah janin.

Vitamin A dalam jumlah yang tepat berperan dalam diferensiasi sel, perkembangan sistem penglihatan, dan pembentukan organ internal. Vitamin A juga berkontribusi terhadap regulasi ekspresi gen yang mengatur pertumbuhan jaringan. Namun, keseimbangan asupan vitamin A sangat penting, karena baik kekurangan maupun kelebihan dapat berdampak negatif. Oleh sebab itu, sumber vitamin A dari beta-karoten nabati lebih disarankan karena memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi bagi ibu dan janin.

Mineral seperti zinc dan selenium juga berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan janin. Zinc terlibat dalam sintesis DNA, pembelahan sel, dan fungsi enzimatik yang mendukung pembentukan jaringan. Selenium berfungsi sebagai bagian dari sistem antioksidan yang melindungi sel-sel janin dari stres oksidatif. Kombinasi mineral ini membantu menjaga lingkungan intrauterin yang kondusif bagi pertumbuhan janin yang optimal (Mor & Cardenas, 2019).

Peran gizi tidak hanya terbatas pada aspek pertumbuhan fisik, tetapi juga berpengaruh pada pemrograman kesehatan jangka panjang. Asupan nutrisi selama kehamilan dapat memengaruhi fungsi metabolik, respons imun, dan risiko penyakit kronis pada masa dewasa. Oleh karena itu, pemenuhan gizi yang adekuat selama kehamilan merupakan investasi kesehatan jangka panjang bagi generasi mendatang.

Sayuran *Brassica oleracea* memiliki potensi besar dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan janin melalui kandungan nutrisi dan senyawa bioaktifnya. Kandungan asam folat, vitamin C, serat, serta fitokimia seperti sulforaphane berkontribusi terhadap perlindungan sel, regulasi metabolik, dan dukungan sistem imun. Senyawa antioksidan dalam *Brassica oleracea* membantu mengurangi stres oksidatif yang dapat memengaruhi lingkungan intrauterin, sehingga menciptakan kondisi yang lebih optimal bagi pertumbuhan janin (Rahman & Punja, 2021; Traka & Mithen, 2019).

Dengan demikian, peran gizi dalam pertumbuhan dan perkembangan janin bersifat menyeluruh dan multidimensional. Ketersediaan zat gizi makro dan mikro yang seimbang, didukung oleh pangan bergizi tinggi seperti *Brassica oleracea*, menjadi fondasi utama dalam menciptakan kondisi kehamilan yang sehat dan mendukung kelahiran generasi yang berkualitas.

D. Hubungan Gizi dengan Imunitas Ibu Hamil

Kehamilan merupakan kondisi fisiologis yang unik, di mana tubuh ibu harus menyeimbangkan toleransi terhadap janin sekaligus mempertahankan pertahanan terhadap infeksi. Kecukupan gizi selama kehamilan sangat penting untuk menjaga keseimbangan sistem imun dan mendukung perkembangan janin. Berikut lima poin utama terkait hubungan gizi dengan imunitas ibu hamil:

1. Protein dan Energi sebagai Fondasi Imunitas

Protein merupakan komponen utama pembentukan antibodi, sitokin, dan molekul imun lainnya. Asupan protein yang adekuat mendukung regenerasi sel imun dan produksi imunoglobulin. Energi yang cukup juga penting karena sel imun sangat aktif metabolik, terutama saat merespons patogen. Kekurangan protein atau energi menurunkan kapasitas sel imun, meningkatkan risiko infeksi, dan dapat mengganggu pertumbuhan janin.

2. Peran Zat Besi dan Vitamin C

Zat besi diperlukan untuk transportasi oksigen dan aktivitas sel imun. Kekurangan zat besi menurunkan proliferasi limfosit dan fungsi fagosit, sedangkan kelebihan zat besi bebas meningkatkan stres oksidatif. Vitamin C mendukung penyerapan zat besi, melindungi sel imun dari radikal bebas, meningkatkan aktivitas fagosit, dan mempercepat regenerasi jaringan. Kombinasi keduanya sangat penting untuk mempertahankan daya tahan tubuh ibu hamil.

3. Vitamin A dan Mineral Esensial

Vitamin A berperan dalam menjaga integritas epitel dan mukosa, garis pertahanan pertama tubuh terhadap patogen, serta mendukung diferensiasi limfosit T dan B. Mineral zinc berfungsi dalam proliferasi dan maturasi sel imun, regulasi sitokin, dan stabilitas membran sel. Selenium melindungi sel dari stres oksidatif. Kekurangan mineral ini meningkatkan kerentanan terhadap infeksi, sehingga pemenuhan gizi seimbang sangat penting.

4. Senyawa Bioaktif dari Pangan Nabati

Brassica oleracea, seperti brokoli, mengandung glukosinolat dan sulforaphane yang bersifat antioksidan dan antiinflamasi. Sulforaphane mengaktifasi jalur antioksidan endogen dan menekan peradangan sistemik, membantu

menjaga stabilitas sistem imun dan melindungi jaringan dari kerusakan oksidatif. Pangan kaya senyawa bioaktif memberikan dukungan tambahan bagi imunitas ibu hamil.

5. Serat Pangan dan Kesehatan Mikrobiota Usus

Serat dalam pangan nabati mendukung keseimbangan mikrobiota usus, meningkatkan produksi asam lemak rantai pendek, dan memperkuat respon imun mukosa. Karena sebagian besar sel imun berada di jaringan limfoid usus, asupan serat cukup membantu daya tahan tubuh dan menurunkan risiko infeksi. Kombinasi gizi seimbang dan serat pangan berkontribusi pada perlindungan ibu dan janin.

Tabel 2.1

Kandungan Nutrisi *Brassica oleracea* dan Perannya untuk Imunitas Ibu Hamil

Nutrisi	Kandungan per 100 g	Peran pada Imunitas Ibu Hamil
Protein	2,8 g	Mendukung pembentukan sel imun dan antibodi
Zat besi	0,73 mg	Aktivitas fagosit dan proliferasi limfosit
Vitamin C	89,2 mg	Antioksidan, meningkatkan penyerapan zat besi
Vitamin A	31 µg	Menjaga integritas epitel dan mukosa
Zinc & Selenium	0,41 mg / 0,2 µg	Regulasi sitokin dan perlindungan sel imun
Serat	2,6 g	Mendukung kesehatan mikrobiota usus
Sulforaphane	73 mg	Antioksidan, antiinflamasi

Sumber: USDA Food Data Central, 2023

Tabel di atas menekankan bahwa *Brassica oleracea* bukan hanya sumber nutrisi makro dan mikro, tetapi juga kaya senyawa bioaktif yang mendukung imunitas ibu hamil.

Kombinasi protein, vitamin, mineral, serat, dan sulforaphane bekerja sinergis untuk meningkatkan kapasitas pertahanan tubuh, menekan peradangan, dan melindungi sel dari stres oksidatif. Dengan konsumsi rutin, *Brassica oleracea* dapat menjadi strategi gizi aman, praktis, dan efektif untuk menjaga keseimbangan sistem imun ibu dan kesehatan janin selama kehamilan.

E. Risiko Kekurangan Gizi Selama Kehamilan

Kekurangan gizi selama kehamilan merupakan masalah kesehatan yang berdampak luas dan kompleks karena tidak hanya memengaruhi kondisi ibu, tetapi juga menentukan kualitas pertumbuhan dan perkembangan janin. Kehamilan meningkatkan kebutuhan zat gizi secara signifikan akibat adanya pertumbuhan jaringan baru, peningkatan volume darah, perubahan metabolisme, serta kebutuhan janin dan plasenta. Apabila peningkatan kebutuhan ini tidak diimbangi dengan asupan gizi yang adekuat, maka tubuh ibu akan mengalami defisit nutrisi yang berpotensi menimbulkan berbagai risiko kesehatan.

Salah satu risiko utama kekurangan gizi selama kehamilan adalah gangguan status kesehatan ibu. Kekurangan energi kronis dapat menyebabkan ibu mengalami kelelahan berkepanjangan, penurunan kapasitas kerja, dan gangguan daya tahan tubuh. Kondisi ini membuat ibu hamil lebih rentan terhadap infeksi dan memperlambat proses pemulihan apabila terjadi gangguan kesehatan. Selain itu, kekurangan energi dapat memengaruhi keseimbangan hormon yang berperan dalam mempertahankan kehamilan, sehingga meningkatkan risiko komplikasi obstetri.

Kekurangan protein selama kehamilan juga memiliki dampak serius. Protein dibutuhkan untuk pembentukan jaringan ibu, plasenta, dan janin. Asupan protein yang tidak

mencukupi dapat menyebabkan gangguan pembentukan jaringan, penurunan massa otot ibu, serta melemahnya sistem imun. Pada kondisi yang lebih berat, kekurangan protein dapat berkontribusi terhadap hambatan pertumbuhan janin dan menurunkan cadangan nutrisi bayi saat lahir. Hal ini dapat berdampak pada kemampuan adaptasi bayi di awal kehidupan.

Zat gizi mikro memiliki peran krusial dalam menjaga keseimbangan fisiologis selama kehamilan. Kekurangan zat besi merupakan salah satu masalah gizi yang paling sering terjadi dan berkontribusi besar terhadap terjadinya anemia kehamilan. Anemia menyebabkan penurunan kapasitas darah dalam membawa oksigen, sehingga jaringan ibu dan janin tidak memperoleh suplai oksigen yang optimal. Dampaknya dapat berupa kelelahan, pusing, penurunan konsentrasi, serta meningkatnya risiko perdarahan saat persalinan. Pada janin, kondisi ini dapat mengganggu perkembangan organ dan meningkatkan risiko kelahiran prematur serta berat lahir rendah (WHO, 2020).

Kekurangan asam folat selama kehamilan juga membawa risiko yang signifikan, terutama pada tahap awal perkembangan janin. Asam folat berperan penting dalam pembelahan sel dan sintesis materi genetik. Defisiensi asam folat dapat mengganggu proses pembentukan jaringan dan meningkatkan risiko gangguan perkembangan sistem saraf. Selain itu, asam folat juga berperan dalam pembentukan sel darah merah, sehingga kekurangannya dapat memperberat kondisi anemia pada ibu hamil.

Vitamin C yang tidak terpenuhi kebutuhannya dapat berdampak pada penurunan daya tahan tubuh ibu hamil. Vitamin ini berperan sebagai antioksidan dan pendukung fungsi sel imun. Kekurangan vitamin C dapat melemahkan pertahanan tubuh terhadap infeksi dan memperlambat penyembuhan jaringan. Selain itu, rendahnya asupan vitamin C

dapat mengurangi penyerapan zat besi non-heme dari pangan, sehingga memperbesar risiko anemia.

Vitamin A memiliki peran penting dalam menjaga integritas jaringan epitel dan mendukung fungsi imun. Kekurangan vitamin A dapat menyebabkan gangguan pada sistem penglihatan, menurunkan daya tahan tubuh, serta meningkatkan kerentanan terhadap infeksi. Pada kehamilan, kondisi ini dapat berdampak pada kesehatan ibu dan memengaruhi perkembangan organ janin. Oleh karena itu, keseimbangan asupan vitamin A menjadi sangat penting untuk menjaga kesehatan ibu dan janin secara menyeluruh.

Mineral zinc dan selenium juga berperan penting dalam menjaga fungsi metabolik dan imunologis. Kekurangan zinc dapat mengganggu proses pembelahan sel, sintesis protein, serta fungsi sistem imun. Hal ini dapat meningkatkan risiko infeksi dan memperlambat pertumbuhan janin. Selenium, sebagai bagian dari sistem antioksidan tubuh, berperan dalam melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Defisiensi selenium dapat meningkatkan stres oksidatif dan memengaruhi keseimbangan imun ibu hamil (Bencaiova et al., 2020).

Risiko kekurangan gizi selama kehamilan tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan pangan, tetapi juga oleh faktor perilaku dan sosial. Pola makan yang monoton, rendah konsumsi sayur dan buah, serta preferensi terhadap pangan olahan dapat menurunkan kualitas asupan gizi. Selain itu, ketidaknyamanan selama kehamilan seperti mual, muntah, dan penurunan nafsu makan dapat membatasi variasi dan jumlah pangan yang dikonsumsi. Faktor budaya dan kebiasaan makan juga berperan dalam menentukan jenis dan kualitas pangan yang dikonsumsi ibu hamil.

Dampak kekurangan gizi selama kehamilan tidak berhenti pada masa gestasi, tetapi dapat berlanjut hingga periode pascakelahiran. Bayi yang lahir dari ibu dengan status

gizi kurang berisiko mengalami gangguan pertumbuhan, daya tahan tubuh rendah, serta keterlambatan perkembangan. Kondisi ini dapat memengaruhi kualitas sumber daya manusia di masa depan, karena kesehatan awal kehidupan memiliki hubungan erat dengan kapasitas fisik dan kognitif pada usia dewasa (Cunningham et al., 2021).

Dalam konteks pencegahan, pemanfaatan pangan bergizi tinggi menjadi strategi yang sangat penting. *Brassica oleracea* sebagai sumber vitamin C, asam folat, zat besi non-heme, serat, dan senyawa antioksidan memiliki potensi besar untuk membantu mencegah kekurangan gizi selama kehamilan. Kandungan nutrisinya yang beragam dapat mendukung pemenuhan kebutuhan zat gizi mikro dan meningkatkan daya tahan tubuh ibu hamil. Namun, rendahnya konsumsi sayuran ini secara langsung mendorong perlunya inovasi produk pangan yang lebih mudah diterima dan dikonsumsi.

Dengan demikian, risiko kekurangan gizi selama kehamilan merupakan isu yang harus mendapat perhatian serius karena berdampak langsung dan tidak langsung terhadap kesehatan ibu dan janin. Pemenuhan gizi yang adekuat melalui pendekatan berbasis pangan, termasuk pemanfaatan *Brassica oleracea* dalam bentuk inovasi produk, menjadi langkah strategis untuk mendukung kehamilan yang sehat dan menghasilkan generasi yang lebih berkualitas.

F. Strategi Pemenuhan Gizi Berbasis Pangan

Strategi pemenuhan gizi berbasis pangan merupakan pendekatan yang menempatkan makanan sebagai sumber utama pemenuhan kebutuhan nutrisi ibu hamil. Pendekatan ini dinilai lebih berkelanjutan, aman, dan mudah diterima dibandingkan intervensi berbasis suplemen semata. Selama kehamilan, kebutuhan zat gizi meningkat secara signifikan, sehingga pemilihan jenis pangan, pola konsumsi, dan cara

pengolahan menjadi faktor penting dalam memastikan kecukupan gizi ibu dan janin.

Pendekatan berbasis pangan menekankan pada keberagaman konsumsi makanan yang mencakup sumber zat gizi makro dan mikro. Karbohidrat kompleks, protein berkualitas tinggi, lemak sehat, vitamin, mineral, serta serat perlu dikombinasikan secara seimbang dalam pola makan harian. Keberagaman pangan membantu mencegah kekurangan zat gizi tertentu dan mendukung fungsi fisiologis tubuh ibu hamil secara optimal. Organisasi kesehatan dunia merekomendasikan konsumsi berbagai kelompok pangan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi selama kehamilan secara alami (WHO, 2020).

Salah satu strategi utama dalam pemenuhan gizi berbasis pangan adalah optimalisasi pangan lokal. Pangan lokal memiliki keunggulan dari sisi ketersediaan, kesegaran, harga yang relatif terjangkau, serta kesesuaian dengan budaya makan masyarakat. Sayuran, buah, kacang-kacangan, umbi-umbian, dan sumber protein lokal dapat dimanfaatkan sebagai sumber gizi yang kaya dan beragam. Pemanfaatan pangan lokal juga mendukung ketahanan pangan dan mengurangi ketergantungan pada produk impor.

Sayuran hijau dan berwarna, khususnya dari kelompok Brassicaceae seperti *Brassica oleracea*, memiliki peran penting dalam strategi pemenuhan gizi ibu hamil. *Brassica oleracea* kaya akan vitamin C, asam folat, zat besi non-heme, serat, serta senyawa bioaktif seperti glukosinolat dan sulforaphane. Kandungan vitamin C yang tinggi membantu meningkatkan penyerapan zat besi dari sumber nabati, sementara asam folat berperan dalam pembentukan sel darah merah dan jaringan janin. Dengan komposisi nutrisi tersebut, *Brassica oleracea* berpotensi menjadi komponen penting dalam pola makan ibu hamil (Rahman & Punja, 2021).

Namun demikian, konsumsi sayuran segar sering menghadapi kendala berupa preferensi rasa, tekstur, keterbatasan waktu pengolahan, serta masalah ketersediaan. Oleh karena itu, strategi pemenuhan gizi berbasis pangan perlu dilengkapi dengan inovasi produk olahan yang tetap mempertahankan nilai gizi. Inovasi pangan bertujuan untuk meningkatkan daya terima, kemudahan konsumsi, dan kepatuhan ibu hamil dalam memenuhi kebutuhan nutrisi harian.

Pangan fungsional menjadi salah satu pendekatan strategis dalam pemenuhan gizi berbasis pangan. Pangan fungsional tidak hanya menyediakan zat gizi dasar, tetapi juga mengandung komponen bioaktif yang memberikan manfaat kesehatan tambahan. Produk berbasis *Brassica oleracea* dapat dikembangkan menjadi pangan fungsional yang mendukung kesehatan ibu hamil, khususnya dalam meningkatkan status zat besi, imunitas, dan perlindungan terhadap stres oksidatif.

Biskuit merupakan salah satu bentuk pangan olahan yang sangat potensial sebagai media fortifikasi dan inovasi gizi. Karakteristik biskuit yang praktis, mudah dikonsumsi, memiliki umur simpan panjang, dan dapat diterima oleh berbagai kelompok usia menjadikannya pilihan yang tepat untuk ibu hamil. Penambahan *Brassica oleracea* ke dalam formulasi biskuit dapat meningkatkan kandungan vitamin C, folat, serat, dan antioksidan tanpa menghilangkan sifat dasar produk. Dengan formulasi yang tepat, perubahan warna, aroma, dan tekstur dapat diminimalkan sehingga produk tetap disukai (Suri et al., 2020).

Strategi pemenuhan gizi berbasis pangan juga harus memperhatikan cara pengolahan yang tepat. Proses pengolahan yang berlebihan dapat menurunkan kandungan vitamin dan senyawa bioaktif. Oleh karena itu, teknik pengolahan yang mempertahankan nilai gizi, seperti pengeringan suhu rendah,

pemangangan terkontrol, dan pengolahan minimal, perlu diterapkan dalam pengembangan produk berbasis *Brassica oleracea*. Pendekatan ini bertujuan untuk menjaga stabilitas nutrisi sekaligus memastikan keamanan dan mutu produk.

Strategi pemenuhan gizi berbasis pangan juga mencakup pengaturan waktu dan pola konsumsi. Konsumsi pangan bergizi sebaiknya dibagi dalam porsi kecil namun sering untuk mengatasi ketidaknyamanan selama kehamilan seperti mual dan cepat kenyang. Pangan yang kaya zat besi sebaiknya dikonsumsi bersamaan dengan sumber vitamin C untuk meningkatkan penyerapan, sementara konsumsi pangan atau minuman yang dapat menghambat penyerapan zat besi perlu diatur waktunya. Pola makan yang teratur membantu menjaga kestabilan energi dan mendukung fungsi metabolik tubuh ibu hamil.

Edukasi gizi menjadi bagian penting dalam keberhasilan strategi berbasis pangan. Ibu hamil perlu memahami pentingnya variasi pangan, pemilihan bahan makanan yang tepat, serta cara pengolahan yang sehat. Edukasi yang berbasis pangan lokal dan inovasi produk akan lebih mudah diterima karena sesuai dengan kebiasaan dan kebutuhan sehari-hari. Pendekatan ini juga dapat meningkatkan kesadaran ibu hamil terhadap peran pangan dalam menjaga kesehatan diri dan janin.

Pendekatan berbasis pangan memiliki keunggulan dalam jangka panjang karena membentuk kebiasaan makan sehat yang dapat dipertahankan setelah masa kehamilan. Berbeda dengan intervensi berbasis suplemen yang bersifat sementara, pola makan sehat memberikan manfaat berkelanjutan bagi kesehatan ibu dan keluarga. Pemanfaatan pangan fungsional berbasis *Brassica oleracea* dapat menjadi bagian dari pola makan sehari-hari yang mendukung kesehatan reproduksi dan imunitas.

Dengan demikian, strategi pemenuhan gizi berbasis pangan merupakan pendekatan yang komprehensif dan berkelanjutan dalam mendukung kesehatan ibu hamil. Optimalisasi pangan lokal, inovasi produk fungsional, pengolahan yang tepat, serta edukasi gizi menjadi pilar utama dalam strategi ini. Integrasi *Brassica oleracea* dalam bentuk produk inovatif seperti biskuit bernutrisi tinggi menawarkan solusi praktis untuk meningkatkan kualitas asupan gizi ibu hamil, sekaligus berkontribusi pada upaya peningkatan kesehatan ibu dan generasi masa depan.

BAB 3

BRASSICA OLERACEA SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL

Pangan fungsional menjadi perhatian utama dalam upaya meningkatkan kualitas gizi masyarakat dan mencegah gangguan kesehatan yang berkaitan dengan status gizi. Konsep pangan fungsional merujuk pada kelompok makanan yang tidak hanya menyediakan energi, protein, dan mikronutrien esensial, tetapi juga mengandung komponen bioaktif yang memberikan manfaat kesehatan tambahan di luar fungsi nutrisi dasar (Granato et al., 2020). Dalam konteks kesehatan ibu hamil, pangan fungsional menjadi strategi penting karena masa kehamilan menuntut pemenuhan kebutuhan gizi yang lebih tinggi yang jika tidak dipenuhi dapat menyebabkan dampak jangka pendek maupun panjang bagi ibu dan janin.

Brassica oleracea merupakan spesies sayuran dari famili Brassicaceae yang meliputi berbagai varietas yang dikenal luas di dunia, seperti brokoli, kubis, kembang kol, kale, dan kubis Brussel. Sayuran ini kaya akan zat gizi mikro, vitamin, mineral, serat, serta senyawa fitokimia yang memiliki potensi sebagai pangan fungsional. Kandungan bioaktif seperti glukosinolat dan turunannya serta antioksidan alami seperti vitamin C menyokong keseimbangan fisiologis tubuh terhadap stres oksidatif dan memenuhi kebutuhan nutrisi selama kehamilan. Oleh karena itu, pemahaman komprehensif mengenai strategi pemenuhan gizi berbasis pangan, karakteristik varietas *Brassica oleracea*, serta manfaat dan keamanan konsumsinya menjadi landasan penting dalam pengembangan inovasi produk yang efektif untuk kesehatan ibu hamil.

Bab ini membahas secara menyeluruh pendekatan berbasis pangan untuk pemenuhan gizi, jenis-jenis varietas *Brassica oleracea* yang umum dikonsumsi, komposisi gizi dan senyawa bioaktifnya, manfaat kesehatan bagi ibu hamil, aspek keamanan konsumsi, serta potensi pengembangan menjadi produk pangan fungsional yang sesuai dengan kebutuhan gizi ibu hamil. Penyajian materi disusun secara sistematis dengan pendekatan buku akademik agar dapat digunakan sebagai referensi bagi pengembangan inovasi produk yang relevan, aman, dan berdampak positif bagi kesehatan ibu dan generasi masa depan.

A. Strategi Pemenuhan Gizi Berbasis Pangan

Pemenuhan gizi selama kehamilan merupakan aspek fundamental untuk mendukung kesehatan ibu dan tumbuh kembang janin. Namun, lebih dari sekadar menyediakan energi dan nutrisi, pola makan ibu hamil harus mampu memastikan kecukupan zat gizi mikro dan fitonutrien yang dapat mendukung fungsi fisiologis tubuh serta respons terhadap perubahan metabolik yang terjadi selama masa gestasi. Strategi pemenuhan gizi berbasis pangan menekankan pada penggunaan bahan makanan yang kaya nutrisi dalam bentuk utuh dan pengolahan yang mempertahankan nilai gizi. Pendekatan ini berbeda dengan pemenuhan melalui suplemen sintetis, karena mengintegrasikan konsumsi pangan berkualitas tinggi ke dalam pola makan harian yang lebih alami dan berkelanjutan (World Health Organization, 2020).

Strategi berbasis pangan dimulai dengan prinsip keragaman pangan. Keragaman ini memastikan bahwa semua kelompok nutrisi makro maupun mikro tersedia dalam pola makan harian ibu hamil. Karbohidrat kompleks dari sereal utuh, protein dari sumber hewani dan nabati, lemak sehat dari minyak nabati dan ikan, serta buah dan sayuran yang kaya

vitamin dan mineral merupakan komponen utama dari pola makan yang seimbang. Keragaman ini juga meningkatkan kemungkinan terpenuhinya kebutuhan fitonutrien seperti antioksidan, serat, dan senyawa bioaktif lain yang tidak terdapat dalam suplemen umum.

Optimalisasi konsumsi buah dan sayuran merupakan strategi penting dalam pendekatan berbasis pangan. Buah dan sayuran menyediakan vitamin, mineral, serat, dan antioksidan yang sangat dibutuhkan selama kehamilan. Vitamin seperti vitamin C dan A mendukung imunitas dan perkembangan jaringan, sedangkan mineral seperti zat besi dan kalsium berperan dalam pembentukan darah dan tulang. Sayuran hijau dan berwarna terang cenderung memiliki kandungan mikronutrien dan fitonutrien yang lebih tinggi, sehingga dianjurkan untuk dikonsumsi secara rutin oleh ibu hamil untuk mendukung keseimbangan nutrisi.

Pangan lokal memiliki peran strategis dalam pemenuhan gizi berbasis pangan karena tersedia secara melimpah, mudah diakses, dan sesuai dengan kebiasaan makan masyarakat. Optimalisasi pangan lokal tidak hanya meningkatkan kecukupan nutrisi, tetapi juga memperkuat ketahanan pangan pada tingkat rumah tangga dan komunitas. Misalnya, sayuran hijau lokal yang tumbuh subur di berbagai wilayah Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai sumber vitamin A, C, dan mineral penting lainnya. Hal ini memungkinkan ibu hamil mendapatkan nutrisi esensial tanpa ketergantungan berlebihan pada suplemen.

Peran pendidikan gizi juga menjadi komponen tak terpisahkan dalam strategi pemenuhan gizi berbasis pangan. Ibu hamil dan keluarga perlu memahami manfaat dari berbagai kelompok pangan, cara pengolahan yang tepat untuk menjaga nilai gizinya, serta kombinasi makanan yang mampu meningkatkan ketersediaan nutrien. Misalnya, kombinasi

sumber zat besi nabati dengan sumber vitamin C dapat meningkatkan penyerapan zat besi non-heme dalam tubuh. Edukasi yang efektif dapat membantu ibu hamil membuat keputusan makanan yang lebih sehat dan terinformasi.

Pengolahan pangan yang mempertahankan nilai gizi sangat penting dalam strategi berbasis pangan. Metode pengolahan seperti pengukusan, pemanggangan suhu rendah, dan penggunaan bahan minimal cenderung mempertahankan kandungan vitamin dan senyawa bioaktif lebih baik dibandingkan pemasakan dengan suhu tinggi atau waktu lama. Pengolahan yang tepat dapat memaksimalkan potensi nutrisi dalam bahan pangan, sehingga konsumsi sayuran dan buah tetap optimal dalam memberikan manfaat kesehatan.

Integrasi makanan fungsional ke dalam pola makan harian merupakan strategi lanjutan dari pemenuhan gizi berbasis pangan. Makanan fungsional adalah pangan yang menghadirkan manfaat kesehatan tambahan sebagai akibat dari komponen bioaktif yang terkandung di dalamnya. Contoh yang relevan dengan tema ini adalah pengembangan produk pangan berbasis *Brassica oleracea* yang kaya zat gizi mikro dan senyawa bioaktif seperti glukosinolat dan antioksidan. Senyawa ini berperan dalam aktivitas antioksidan dan dukungan imunitas, yang sangat penting untuk ibu hamil yang mengalami perubahan fisiologis dan peningkatan kebutuhan nutrisi.

Produk olahan berbasis sayuran fungsional seperti *Brassica oleracea* dapat berupa bubuk sayur untuk fortifikasi pangan, biskuit fungsional, atau makanan siap saji yang diformulasikan untuk mempertahankan kandungan nutrisinya. Pengembangan produk semacam ini membuka peluang baru dalam strategi pemenuhan gizi karena memberikan bentuk konsumsi yang praktis, dapat diterima oleh ibu hamil, dan mempertahankan manfaat gizi lebih baik daripada hanya

konsumsi sayuran segar di luar konteks pola makan sehari-hari. Produk tersebut juga dapat disesuaikan dengan preferensi rasa dan tekstur untuk menjawab liku preferensi makan pada ibu hamil.

Usaha pemenuhan gizi berbasis pangan hendaknya memperhatikan ketersediaan pangan sepanjang tahun dan integrasi sistem pangan lokal dengan kebutuhan gizi ibu hamil. Model produksi pangan fungsional yang melibatkan bahan lokal seperti *Brassica oleracea* selain menguatkan ketahanan pangan juga memberi nilai tambah ekonomi bagi petani lokal dan industri pangan skala kecil. Kolaborasi antara penyuluh gizi, tenaga kesehatan, petani, dan pelaku industri pangan menjadi kunci dalam mewujudkan strategi terpadu yang berdampak luas.

Dengan demikian, strategi pemenuhan gizi berbasis pangan merupakan pendekatan holistik yang tidak hanya melihat aspek biologis kebutuhan nutrisi, tetapi juga mengintegrasikan aspek pendidikan, budaya pangan, ketersediaan sumber daya lokal, dan inovasi produk. Pangan fungsional seperti produk berbasis *Brassica oleracea* menjadi salah satu contoh nyata dari implementasi strategi ini, karena mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap pemenuhan kebutuhan nutrisi ibu hamil secara berkelanjutan dan sesuai dengan konteks pangan lokal.

B. Jenis-jenis *Brassica oleracea* yang Umum Dikonsumsi

Brassica oleracea merupakan spesies sayuran yang memiliki banyak varietas, masing-masing dengan karakteristik morfologi, rasa, tekstur, dan komposisi gizi yang berbeda. Keanekaragaman ini memungkinkan pemenuhan kebutuhan nutrisi ibu hamil secara optimal dan berkelanjutan. Berikut lima poin utama terkait varietas *Brassica oleracea* dan manfaat gizi bagi ibu hamil:

1. Brokoli (*Brassica oleracea var. italica*)

Brokoli merupakan sayuran yang populer karena kandungan vitamin C, vitamin K, folat, dan seratnya tinggi. Senyawa glukosinolat pada brokoli diubah menjadi isothiocyanate dalam tubuh, yang membantu melindungi sel dari stres oksidatif. Folat berperan penting dalam pembentukan jaringan dan sistem saraf janin. Konsumsi brokoli secara rutin dapat membantu memenuhi kebutuhan mikronutrien penting selama kehamilan.

2. Kubis atau Kol (*Brassica oleracea var. capitata*)

Kubis tersedia dalam berbagai jenis, seperti hijau, merah, dan putih. Kubis merah unggul karena kandungan antosianin yang tinggi, berperan sebagai antioksidan. Kubis kaya vitamin C, vitamin B6, dan serat pangan yang mendukung fungsi pencernaan ibu hamil, serta menjaga hidrasi tubuh berkat kandungan airnya yang tinggi.

3. Kembang Kol (*Brassica oleracea var. botrytis*)

Kembang kol memiliki tekstur lembut dan rasa netral, mudah dikombinasikan dengan berbagai masakan. Kandungan vitamin C, folat, kalium, dan magnesium mendukung metabolisme tubuh. Senyawa fenolik dan seratnya membantu menjaga fungsi pencernaan, sehingga cocok untuk ibu hamil yang mengalami mual atau sensitivitas rasa pada trimester awal kehamilan.

4. Kale dan Kubis Brussel

Kale (*Brassica oleracea var. sabellica*) mengandung vitamin A, C, K, kalsium, dan zat besi tinggi, berperan dalam kesehatan tulang ibu dan janin. Selain itu, kale memiliki antioksidan lutein dan zeaxanthin. Kubis Brussel (*Brassica oleracea var. gemmifera*) kaya vitamin C, K, folat, serat, dan glukosinolat, yang mendukung sistem imun dan metabolisme tubuh. Kedua varietas ini memberikan nilai gizi tinggi bagi ibu hamil.

5. Varietas Lain dan Keanekaragaman Konsumsi

Romanesco (*Brassica oleracea* var. *botrytis forma romanesco*), collard greens, dan savoy cabbage menawarkan keunggulan unik, seperti tekstur lembut, kandungan serat, vitamin, dan mineral tinggi. Variasi rasa dan bentuk memudahkan ibu hamil untuk mengonsumsi sayuran secara rutin tanpa kejenuhan. Keanekaragaman ini juga mendukung fleksibilitas pengolahan, dari kukus, sup, tumisan, hingga olahan inovatif seperti biskuit sayur.

Tabel 3.1

Kandungan Nutrisi Varietas *Brassica oleracea* Utama

Varietas	Vitamin C (mg/100 g)	Folat (µg/100 g)	Serat (g/100 g)	Zat Besi (mg/100 g)	Senyawa Bioaktif
Brokoli	89,2	63	2,6	0,73	Glukosinolat
Kubis Merah	36,6	43	2,5	0,47	Antosianin
Kembang Kol	48,3	57	2,0	0,42	Fenolik
Kale	120,0	141	3,6	1,5	Lutein, Zeaxanthin
Kubis Brussel	85,0	61	3,8	1,4	Glukosinolat

Sumber: USDA Food Data Central, 2023

Tabel di atas menampilkan variasi kandungan nutrisi pada beberapa varietas *Brassica oleracea* yang umum dikonsumsi. Setiap varietas memiliki kombinasi vitamin, folat, serat, zat besi, dan senyawa bioaktif yang berbeda, namun saling melengkapi. Dengan pemilihan varietas yang tepat, ibu hamil dapat memenuhi kebutuhan gizi makro dan mikro sekaligus meningkatkan asupan senyawa bioaktif. Pendekatan ini mendukung kesehatan ibu, fungsi pencernaan, sistem imun, serta pertumbuhan dan perkembangan janin secara optimal.

C. Kandungan Gizi dan Senyawa Bioaktif

Brassica oleracea dikenal sebagai kelompok sayuran dengan kepadatan gizi tinggi dan komposisi senyawa bioaktif yang beragam. Keunggulan ini menjadikannya salah satu sumber pangan yang sangat bernilai dalam mendukung kebutuhan nutrisi ibu hamil. Kandungan gizi pada *Brassica oleracea* mencakup zat gizi makro, zat gizi mikro, serta berbagai fitokimia yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan metabolisme tubuh dan mendukung proses fisiologis selama kehamilan. Kombinasi nutrisi dan senyawa bioaktif tersebut bekerja secara sinergis dalam menjaga kesehatan ibu sekaligus mendukung pertumbuhan dan perkembangan janin.

Dari sisi zat gizi makro, *Brassica oleracea* mengandung karbohidrat kompleks dalam jumlah sedang, terutama dalam bentuk serat pangan. Serat ini berperan penting dalam menjaga fungsi saluran pencernaan, mengontrol kadar glukosa darah, serta membantu mencegah konstipasi yang sering dialami ibu hamil akibat perubahan hormonal. Kandungan protein nabati pada *Brassica oleracea* memang relatif rendah dibandingkan sumber protein hewani, namun tetap memberikan kontribusi asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh. Lemak dalam sayuran ini sangat rendah, sehingga aman dikonsumsi secara rutin tanpa meningkatkan risiko kelebihan energi.

Zat gizi mikro merupakan komponen utama yang menjadikan *Brassica oleracea* sangat bernilai bagi ibu hamil. Vitamin C merupakan salah satu vitamin dominan yang terkandung dalam brokoli, kubis, kale, dan kembang kol. Vitamin C berperan sebagai antioksidan, meningkatkan absorpsi zat besi non-heme, serta mendukung sistem kekebalan tubuh. Kecukupan vitamin C selama kehamilan membantu mengurangi stres oksidatif dan mendukung pembentukan jaringan ikat (Traka & Mithen, 2020). Selain itu, vitamin C

juga berperan dalam sintesis kolagen yang penting bagi kesehatan pembuluh darah dan kulit.

Vitamin A dalam bentuk provitamin A (β -karoten) juga terdapat dalam beberapa varietas *Brassica oleracea*, terutama pada kale dan kubis hijau tua. Vitamin A berperan dalam diferensiasi sel, menjaga integritas jaringan epitel, serta mendukung fungsi penglihatan. Dalam konteks kehamilan, asupan vitamin A dalam jumlah seimbang sangat penting untuk mendukung perkembangan organ janin tanpa menimbulkan risiko kelebihan asupan. Kandungan β -karoten dari sumber nabati memiliki keunggulan karena diubah sesuai kebutuhan tubuh.

Asam folat merupakan salah satu zat gizi mikro yang paling krusial selama kehamilan. *Brassica oleracea* merupakan sumber folat alami yang baik, terutama brokoli dan kubis Brussel. Folat berperan dalam sintesis DNA, pembelahan sel, serta pembentukan sel darah merah. Ketersediaan folat yang cukup mendukung proses pertumbuhan jaringan janin dan membantu mencegah gangguan pembentukan sistem saraf. Menurut WHO (2020), asupan folat yang adekuat selama kehamilan sangat penting untuk mendukung perkembangan optimal janin.

Mineral penting seperti zat besi, kalsium, magnesium, dan kalium juga terkandung dalam *Brassica oleracea*. Zat besi non-heme yang terdapat dalam sayuran ini berperan dalam pembentukan hemoglobin dan transportasi oksigen. Meskipun bioavailabilitasnya lebih rendah dibandingkan zat besi heme, keberadaan vitamin C dalam *Brassica oleracea* membantu meningkatkan penyerapannya. Kalsium dan magnesium berperan dalam pembentukan tulang dan gigi janin serta menjaga fungsi neuromuskular ibu. Kalium berkontribusi dalam menjaga keseimbangan cairan dan tekanan darah selama kehamilan.

Brassica oleracea kaya akan senyawa bioaktif yang memberikan manfaat kesehatan tambahan. Salah satu kelompok senyawa paling penting adalah glukosinolat. Glukosinolat merupakan senyawa sulfur yang khas pada keluarga Brassicaceae. Ketika jaringan tanaman dipotong atau dikunyah, glukosinolat diubah menjadi isothiocyanate, termasuk sulforaphane, melalui aktivitas enzim myrosinase. Sulforaphane dikenal memiliki aktivitas antioksidan dan berperan dalam mendukung mekanisme pertahanan sel terhadap stres oksidatif (Zhang et al., 2021).

Flavonoid dan senyawa fenolik merupakan kelompok fitokimia lain yang banyak ditemukan pada *Brassica oleracea*, terutama pada kubis merah dan kale. Senyawa ini berperan sebagai penangkap radikal bebas dan membantu mengurangi peradangan. Aktivitas antioksidan dari flavonoid berkontribusi dalam menjaga keseimbangan redoks tubuh ibu hamil, yang sangat penting mengingat kehamilan merupakan kondisi dengan peningkatan kebutuhan oksigen dan metabolisme. Antosianin pada kubis merah juga memberikan perlindungan tambahan terhadap kerusakan sel.

Serat pangan dalam *Brassica oleracea* tidak hanya berperan dalam fungsi pencernaan, tetapi juga mendukung kesehatan mikrobiota usus. Serat larut dan tidak larut membantu menjaga keseimbangan bakteri baik di saluran cerna, yang berperan dalam metabolisme nutrisi dan modulasi sistem imun. Kesehatan mikrobiota usus ibu memiliki implikasi penting terhadap status gizi dan imunitas selama kehamilan (Marco et al., 2021). Dengan demikian, konsumsi *Brassica oleracea* dapat memberikan manfaat ganda melalui kandungan seratnya.

Senyawa bioaktif lain yang juga terdapat dalam *Brassica oleracea* adalah lutein dan zeaxanthin, terutama pada varietas berdaun hijau gelap seperti kale. Kedua senyawa ini

dikenal berperan dalam menjaga kesehatan mata dan jaringan saraf. Dalam konteks kehamilan, lutein dan zeaxanthin berkontribusi pada perlindungan sel dari stres oksidatif dan mendukung fungsi jaringan yang sensitif terhadap cahaya dan oksigen.

Kombinasi kandungan gizi dan senyawa bioaktif dalam *Brassica oleracea* menjadikannya bahan pangan yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuannya menyediakan nutrisi esensial sekaligus senyawa protektif alami dalam satu matriks pangan. Hal ini sangat relevan bagi ibu hamil yang membutuhkan asupan nutrisi seimbang dengan risiko minimal terhadap efek samping. Dengan pengolahan yang tepat, kandungan gizi dan senyawa bioaktif dalam *Brassica oleracea* dapat dipertahankan dan dimanfaatkan secara optimal dalam berbagai bentuk konsumsi.

D. Manfaat Kesehatan *Brassica oleracea*

Brassica oleracea memberikan berbagai manfaat kesehatan yang sangat relevan bagi ibu hamil karena kandungan gizi dan senyawa bioaktifnya bekerja secara komprehensif dalam mendukung fungsi fisiologis tubuh. Kehamilan merupakan kondisi yang menuntut adaptasi metabolik, imunologis, dan hormonal yang kompleks, sehingga asupan pangan dengan kepadatan gizi tinggi menjadi kebutuhan utama. Dalam konteks ini, *Brassica oleracea* berperan sebagai sumber pangan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan zat gizi dasar, tetapi juga memberikan perlindungan biologis terhadap berbagai risiko kesehatan selama kehamilan.

Salah satu manfaat utama *Brassica oleracea* adalah perannya dalam mendukung pencegahan anemia. Kandungan zat besi non-heme yang dikombinasikan dengan vitamin C yang tinggi membantu meningkatkan pembentukan

hemoglobin dan efisiensi penyerapan zat besi di dalam tubuh. Vitamin C berfungsi sebagai agen reduktor yang mengubah zat besi menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh usus. Kondisi ini sangat penting bagi ibu hamil yang mengalami peningkatan volume darah dan kebutuhan oksigen. Konsumsi *Brassica oleracea* secara teratur dapat membantu menjaga kadar hemoglobin tetap optimal dan mengurangi gejala kelelahan, lemah, serta penurunan daya tahan tubuh yang sering dikaitkan dengan anemia (WHO, 2020).

Manfaat lain yang sangat penting adalah dukungan terhadap sistem kekebalan tubuh ibu hamil. Kehamilan menyebabkan terjadinya modulasi sistem imun agar tubuh dapat menerima keberadaan janin tanpa memicu reaksi penolakan. Kondisi ini membuat ibu hamil lebih rentan terhadap infeksi. *Brassica oleracea* mengandung berbagai vitamin dan senyawa bioaktif yang berperan dalam menjaga keseimbangan imunitas. Vitamin C meningkatkan aktivitas fagositosis dan produksi antibodi, vitamin A menjaga integritas mukosa sebagai garis pertahanan pertama tubuh, sementara zinc berperan dalam proliferasi dan diferensiasi sel imun. Senyawa sulforaphane yang berasal dari glukosinolat juga berperan dalam aktivasi jalur antioksidan endogen yang melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Traka & Mithen, 2020).

Selain itu, *Brassica oleracea* berperan dalam menjaga kesehatan sistem pencernaan ibu hamil. Kandungan serat pangan yang cukup tinggi membantu memperlancar pergerakan usus dan mencegah konstipasi, salah satu keluhan yang sering dialami selama kehamilan akibat perubahan hormonal dan tekanan mekanis dari uterus yang membesar. Serat juga berperan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus, yang memiliki keterkaitan erat dengan metabolisme nutrisi dan fungsi imun. Kesehatan saluran cerna yang baik mendukung

penyerapan zat gizi secara optimal, sehingga kebutuhan nutrisi ibu dan janin dapat terpenuhi dengan lebih efektif (Marco et al., 2021).

Manfaat kesehatan lainnya adalah peran *Brassica oleracea* dalam menjaga kesehatan kardiovaskular ibu hamil. Kandungan kalium yang cukup membantu mengatur keseimbangan cairan dan tekanan darah. Tekanan darah yang terkontrol sangat penting selama kehamilan untuk mencegah komplikasi seperti hipertensi gestasional. Selain itu, serat dan senyawa fenolik dalam *Brassica oleracea* berkontribusi dalam menjaga profil lipid darah, sehingga mendukung kesehatan pembuluh darah dan jantung ibu.

Dari sisi perkembangan janin, konsumsi *Brassica oleracea* memberikan manfaat tidak langsung melalui penyediaan zat gizi penting yang mendukung pembentukan organ dan jaringan. Asam folat berperan dalam sintesis DNA dan pembelahan sel, yang sangat penting pada fase awal pembentukan organ. Kecukupan folat membantu mendukung perkembangan sistem saraf janin dan proses pembentukan sel darah. Vitamin A dalam bentuk β -karoten mendukung diferensiasi sel dan perkembangan jaringan epitel, sementara kalsium dan magnesium berkontribusi dalam pembentukan tulang dan gigi janin (Cunningham et al., 2021).

Senyawa antioksidan yang terdapat dalam *Brassica oleracea* juga memberikan manfaat protektif terhadap stres oksidatif yang meningkat selama kehamilan. Proses metabolik yang meningkat menyebabkan produksi radikal bebas dalam jumlah lebih besar. Jika tidak diimbangi dengan asupan antioksidan yang cukup, kondisi ini dapat berdampak negatif terhadap sel ibu dan janin. Flavonoid, polifenol, dan sulforaphane dalam *Brassica oleracea* membantu menetralkan radikal bebas dan menjaga keseimbangan redoks tubuh. Perlindungan ini penting untuk menjaga fungsi seluler dan

mendukung kesehatan jangka panjang ibu dan anak (Zhang et al., 2021).

Manfaat kesehatan *Brassica oleracea* juga mencakup dukungan terhadap pengaturan metabolisme glukosa. Kandungan serat dan indeks glikemik yang rendah membantu mencegah lonjakan kadar gula darah setelah makan. Hal ini sangat relevan bagi ibu hamil yang berisiko mengalami gangguan toleransi glukosa. Konsumsi sayuran dengan kepadatan serat tinggi membantu menjaga stabilitas energi dan mendukung pengelolaan berat badan selama kehamilan.

Brassica oleracea juga memiliki peran dalam mendukung kesehatan mental ibu hamil. Kandungan vitamin B kompleks, termasuk folat, berkontribusi dalam fungsi sistem saraf dan sintesis neurotransmiter. Asupan nutrisi yang adekuat berperan dalam menjaga stabilitas suasana hati dan mengurangi risiko kelelahan mental selama kehamilan. Dengan demikian, manfaat *Brassica oleracea* tidak hanya terbatas pada aspek fisik, tetapi juga mencakup kesejahteraan psikologis.

Dengan demikian, manfaat kesehatan *Brassica oleracea* bagi ibu hamil bersifat multidimensional. Sayuran ini mendukung pembentukan darah, menjaga imunitas, melindungi dari stres oksidatif, menjaga kesehatan pencernaan dan kardiovaskular, serta mendukung pertumbuhan dan perkembangan janin secara optimal. Keunggulan tersebut menjadikan *Brassica oleracea* sebagai salah satu bahan pangan yang sangat layak untuk diintegrasikan ke dalam pola makan ibu hamil, baik dalam bentuk segar maupun olahan inovatif yang meningkatkan penerimaan dan keberlanjutan konsumsi.

E. Keamanan Konsumsi bagi Ibu Hamil

Keamanan konsumsi pangan merupakan aspek yang sangat krusial bagi ibu hamil, mengingat kondisi fisiologis kehamilan membuat tubuh lebih sensitif terhadap paparan zat

tertentu. Setiap bahan pangan yang dikonsumsi tidak hanya berdampak pada kesehatan ibu, tetapi juga berpotensi memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan janin. Oleh karena itu, *Brassica oleracea* sebagai bahan pangan fungsional perlu dikaji dari sisi keamanan konsumsi, baik terkait kandungan gizinya, senyawa bioaktifnya, maupun cara pengolahan dan frekuensi konsumsinya.

Secara umum, *Brassica oleracea* tergolong sayuran yang aman dikonsumsi oleh ibu hamil. Sayuran ini telah lama menjadi bagian dari pola makan masyarakat di berbagai budaya dan tidak termasuk dalam kelompok pangan yang memiliki risiko toksisitas tinggi. Kandungan zat gizi makro dan mikro dalam *Brassica oleracea* berada dalam kisaran yang aman dan bermanfaat bagi kehamilan apabila dikonsumsi dalam jumlah wajar. Vitamin, mineral, dan serat yang terkandung di dalamnya justru membantu memenuhi kebutuhan nutrisi yang meningkat selama masa kehamilan (WHO, 2020).

Namun demikian, aspek keamanan konsumsi *Brassica oleracea* juga perlu dilihat dari kandungan senyawa bioaktifnya, khususnya glukosinolat dan produk turunannya seperti isothiocyanate. Senyawa ini memberikan manfaat kesehatan melalui aktivitas antioksidan dan protektif sel, tetapi dalam jumlah yang sangat tinggi dapat memengaruhi metabolisme yodium dan fungsi tiroid. Pada ibu hamil, keseimbangan fungsi tiroid sangat penting karena hormon tiroid berperan dalam perkembangan otak dan sistem saraf janin. Oleh karena itu, konsumsi *Brassica oleracea* dianjurkan dalam jumlah yang seimbang dan tidak berlebihan, sebagai bagian dari pola makan yang bervariasi (Traka & Mithen, 2020).

Keamanan konsumsi juga berkaitan dengan kandungan zat antinutrisi yang secara alami terdapat pada sayuran. *Brassica oleracea* mengandung fitat dan oksalat dalam jumlah

relatif kecil. Fitat dapat mengikat mineral seperti zat besi dan kalsium sehingga menurunkan penyerapannya, sedangkan oksalat dapat berinteraksi dengan kalsium. Meskipun demikian, kandungan antinutrisi ini tidak menimbulkan masalah kesehatan apabila *Brassica oleracea* dikonsumsi bersama sumber pangan lain dan diolah dengan cara yang tepat. Proses pemasakan seperti perebusan ringan, pengukusan, atau pemanggangan dapat menurunkan kadar antinutrisi tanpa menghilangkan kandungan gizi utama secara signifikan.

Aspek keamanan lainnya yang penting adalah kebersihan dan keamanan mikrobiologis. Sayuran segar, termasuk *Brassica oleracea*, berpotensi terkontaminasi mikroorganisme patogen apabila tidak ditangani dengan baik. Ibu hamil memiliki risiko lebih tinggi terhadap infeksi tertentu akibat perubahan sistem imun. Oleh karena itu, *Brassica oleracea* harus dicuci dengan air bersih mengalir sebelum dikonsumsi dan diolah dengan teknik yang higienis. Konsumsi dalam bentuk matang lebih dianjurkan untuk mengurangi risiko paparan bakteri yang dapat membahayakan ibu dan janin (Cunningham et al., 2021).

Keamanan konsumsi *Brassica oleracea* juga dipengaruhi oleh cara pengolahannya menjadi produk pangan olahan. Dalam konteks pengembangan pangan fungsional, seperti biskuit berbasis *Brassica oleracea*, aspek keamanan menjadi semakin penting. Proses pengeringan dan pemanggangan pada suhu tertentu dapat membantu menurunkan kadar air sehingga menghambat pertumbuhan mikroba, sekaligus mempertahankan sebagian besar kandungan gizi. Namun, suhu yang terlalu tinggi dan waktu pemanggangan yang terlalu lama berpotensi menurunkan kandungan vitamin sensitif panas seperti vitamin C. Oleh karena itu, pengolahan yang tepat diperlukan untuk

memastikan produk akhir tetap aman dan bernilai gizi tinggi (Suri et al., 2020).

Dari sisi keamanan kimia, *Brassica oleracea* relatif aman dari risiko akumulasi logam berat apabila ditanam pada lahan yang bersih dan dikelola dengan baik. Namun, seperti sayuran lainnya, potensi kontaminasi residu pestisida tetap perlu diperhatikan. Oleh karena itu, pemilihan bahan baku dari sumber yang terpercaya dan penerapan praktik pertanian yang baik sangat penting untuk menjamin keamanan konsumsi bagi ibu hamil. Pencucian yang tepat dan pengolahan yang memadai dapat membantu mengurangi residu yang mungkin masih tertinggal pada permukaan sayuran.

Frekuensi dan porsi konsumsi juga menjadi faktor penting dalam aspek keamanan. *Brassica oleracea* sebaiknya dikonsumsi sebagai bagian dari pola makan seimbang yang mencakup berbagai kelompok pangan. Konsumsi harian dalam jumlah sedang, misalnya satu hingga dua porsi sayuran Brassica per hari, dianggap aman dan bermanfaat bagi ibu hamil. Pola konsumsi yang bervariasi membantu mencegah potensi ketidakseimbangan nutrisi dan memastikan asupan zat gizi yang lebih lengkap.

Keamanan konsumsi *Brassica oleracea* juga berkaitan dengan respons individual. Beberapa ibu hamil mungkin mengalami gangguan pencernaan seperti perut kembung atau gas berlebih setelah mengonsumsi sayuran kubis-kubisan. Hal ini berkaitan dengan kandungan serat dan senyawa sulfur yang dapat difermentasi di usus. Untuk mengurangi ketidaknyamanan tersebut, sayuran dapat diolah dengan cara yang lebih mudah dicerna, seperti dikukus atau dipadukan dengan bahan pangan lain. Penyesuaian cara konsumsi ini membantu memastikan manfaat gizi tetap diperoleh tanpa menimbulkan efek yang tidak diinginkan.

Dalam konteks kesehatan ibu hamil, keamanan konsumsi *Brassica oleracea* juga mencakup aspek edukasi gizi. Pemahaman yang baik mengenai cara memilih, mengolah, dan mengonsumsi sayuran ini akan membantu ibu hamil memperoleh manfaat maksimal dengan risiko minimal. Edukasi ini penting terutama ketika *Brassica oleracea* dikembangkan menjadi produk pangan inovatif yang dikonsumsi secara rutin.

Dengan demikian, *Brassica oleracea* merupakan bahan pangan yang aman bagi ibu hamil apabila dikonsumsi dalam jumlah wajar, diolah dengan cara yang tepat, dan menjadi bagian dari pola makan seimbang. Kandungan gizi dan senyawa bioaktifnya memberikan manfaat kesehatan yang signifikan tanpa menimbulkan risiko berarti apabila prinsip keamanan pangan diterapkan dengan baik. Oleh karena itu, *Brassica oleracea* layak dipertimbangkan sebagai salah satu komponen utama dalam pengembangan pangan fungsional yang aman dan mendukung kesehatan ibu hamil.

F. Potensi Pengembangan sebagai Pangan Fungsional

Brassica oleracea memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional bagi ibu hamil. Sayuran ini tidak hanya menyediakan nutrisi dasar, tetapi juga mengandung senyawa bioaktif yang memberikan manfaat kesehatan tambahan. Berikut lima poin utama terkait pengembangan *Brassica oleracea* sebagai pangan fungsional:

1. Kepadatan Gizi dan Senyawa Bioaktif

Brassica oleracea kaya akan vitamin, mineral, serat, dan fitokimia seperti glukosinolat, sulforaphane, flavonoid, dan polifenol. Sinergi senyawa ini mendukung berbagai sistem fisiologis ibu hamil, mulai dari pembentukan darah, pemeliharaan imunitas, hingga perlindungan terhadap stres oksidatif. Kombinasi nutrisi dan senyawa bioaktif

menjadikan sayuran ini kandidat ideal untuk pangan fungsional yang aman dan bernilai gizi tinggi.

2. Fleksibilitas Pengolahan

Sayuran ini dapat diolah segar, dikeringkan, atau dijadikan tepung untuk fortifikasi pada biskuit, roti, atau makanan ringan bergizi. Pengeringan dan penghalusan memperpanjang umur simpan produk, memudahkan distribusi, serta menjaga kualitas nutrisi. Fleksibilitas ini memungkinkan integrasi *Brassica oleracea* ke dalam berbagai produk pangan praktis, sesuai kebutuhan ibu hamil di berbagai kondisi sosial dan geografis.

3. Peningkatan Penerimaan Konsumen

Ibu hamil sering mengalami perubahan preferensi rasa dan penurunan nafsu makan. Produk pangan fungsional yang diformulasi dengan tepat dapat meminimalkan aroma khas dan rasa kuat kubis-kubisan tanpa mengurangi nilai gizinya. Strategi ini meningkatkan penerimaan produk, mendorong konsumsi rutin, dan membantu memenuhi kebutuhan zat gizi penting seperti zat besi dan vitamin C.

4. Dukungan Kesehatan dan Pencegahan Gizi

Kandungan zat besi non-heme yang dikombinasikan dengan vitamin C meningkatkan ketersediaan zat besi dalam tubuh, sementara senyawa antioksidan menjaga keseimbangan redoks dan mendukung fungsi imun. Dengan demikian, pangan fungsional berbasis *Brassica oleracea* dapat berperan sebagai pelengkap intervensi gizi, mencegah anemia, dan memperkuat imunitas ibu hamil.

5. Keberlanjutan dan Inovasi

Brassica oleracea mudah dibudidayakan, memiliki siklus panen pendek, dan dapat tumbuh di berbagai kondisi agroklimat. Hal ini mendukung ketersediaan bahan baku yang stabil dan berkelanjutan. Teknologi pengolahan suhu rendah, pengeringan terkendali, dan formulasi tepat menjaga

stabilitas vitamin dan fitokimia. Pendekatan ini menghasilkan pangan fungsional yang bergizi, aman, berkualitas sensorik baik, serta relevan untuk ibu hamil.

Tabel 3.2

Potensi *Brassica oleracea* sebagai Pangan Fungsional

Aspek	Keunggulan	Manfaat untuk Ibu Hamil
Nutrien & Bioaktif	Vitamin, mineral, serat, sulforaphane	Mendukung pembentukan darah dan imunitas
Fleksibilitas Olahan	Segar, kering, tepung, fortifikasi	Mudah dikonsumsi dan distribusi praktis
Penerimaan Konsumen	Rasa dan aroma dapat diformulasi	Meningkatkan konsumsi rutin
Dukungan Kesehatan	Zat besi + vitamin C, antioksidan	Mencegah anemia, menjaga fungsi imun
Keberlanjutan & Inovasi	Budidaya mudah, pengolahan modern	Produk aman, berkualitas, stabil dan berkelanjutan

Sumber: Suri et al., 2020; USDA Food Data Central, 2023

Tabel di atas menekankan bahwa *Brassica oleracea* memiliki potensi multifungsi sebagai pangan fungsional. Kombinasi nutrien, senyawa bioaktif, fleksibilitas pengolahan, serta penerimaan konsumen yang baik membuat sayuran ini strategis untuk mendukung gizi ibu hamil. Selain itu, sifat keberlanjutan dan inovasi pengolahan memungkinkan produk tetap bergizi, aman, dan praktis, sehingga dapat menjadi bagian dari strategi pemenuhan gizi yang berkelanjutan dan berorientasi pada kesehatan generasi mendatang.

BAB 4

BRASSICA OLERACEA DAN PENCEGAHAN ANEMIA

Anemia selama kehamilan masih menjadi salah satu permasalahan gizi yang paling menonjol dan berdampak luas terhadap kesehatan ibu dan janin. Kondisi ini tidak hanya berkaitan dengan kekurangan zat besi, tetapi juga mencerminkan ketidakseimbangan pemenuhan nutrisi mikro yang sangat dibutuhkan selama masa gestasi. Kehamilan menyebabkan peningkatan volume darah maternal hingga sekitar 30–50 persen sebagai bentuk adaptasi fisiologis untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan nutrisi janin yang terus berkembang. Peningkatan volume plasma ini sering kali tidak diimbangi dengan peningkatan massa sel darah merah secara proporsional, sehingga kadar hemoglobin mengalami penurunan. Apabila kondisi ini disertai dengan asupan zat gizi yang tidak memadai, maka risiko terjadinya anemia menjadi semakin tinggi.

Anemia pada ibu hamil memiliki implikasi klinis, sosial, dan ekonomi yang serius. Dampaknya tidak hanya dirasakan oleh ibu dalam bentuk kelelahan kronis, penurunan imunitas, dan meningkatnya risiko komplikasi persalinan, tetapi juga memengaruhi tumbuh kembang janin sejak dalam kandungan. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai konsep anemia dan dampaknya menjadi fondasi penting dalam upaya pencegahan yang berkelanjutan. Dalam konteks ini, pemanfaatan pangan fungsional seperti *Brassica oleracea* menjadi relevan karena menyediakan sumber zat gizi mikro yang berperan dalam pembentukan sel darah merah dan peningkatan penyerapan zat besi secara alami.

A. Konsep dan Dampak Anemia pada Ibu Hamil

Anemia pada ibu hamil merupakan kondisi ketika kadar hemoglobin dalam darah berada di bawah batas normal yang ditetapkan, yaitu kurang dari 11 g/dL pada trimester pertama dan ketiga, serta kurang dari 10,5 g/dL pada trimester kedua (WHO, 2020). Hemoglobin memiliki peran utama dalam mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Ketika kadar hemoglobin menurun, kemampuan darah untuk membawa oksigen juga berkurang, sehingga jaringan tubuh ibu dan janin tidak mendapatkan suplai oksigen yang optimal. Kondisi ini menjadi lebih kompleks pada masa kehamilan karena kebutuhan oksigen meningkat seiring pertumbuhan janin dan plasenta.

Secara fisiologis, kehamilan menyebabkan perubahan besar pada sistem hematologis ibu. Volume plasma meningkat lebih cepat dibandingkan peningkatan massa sel darah merah, sehingga terjadi hemodilusi yang dikenal sebagai anemia fisiologis kehamilan. Namun, apabila kondisi ini diperparah dengan kekurangan zat besi, asam folat, atau vitamin B12, maka anemia berkembang menjadi kondisi patologis yang memerlukan perhatian khusus (Bencaiova et al., 2020). Zat besi berperan dalam sintesis hemoglobin, sedangkan asam folat berperan penting dalam pembelahan sel dan pembentukan sel darah merah. Kekurangan salah satu dari nutrisi ini dapat menghambat proses eritropoiesis secara optimal.

Dampak anemia pada ibu hamil sangat beragam dan bersifat multidimensional. Secara klinis, ibu hamil dengan anemia sering mengalami gejala lemah, letih, lesu, lelah, dan lunglai, yang dikenal sebagai gejala 5L. Selain itu, dapat muncul keluhan pusing, sesak napas, palpitasi, dan penurunan daya tahan tubuh. Kondisi ini menyebabkan ibu hamil lebih rentan terhadap infeksi karena fungsi sistem imun sangat bergantung pada kecukupan zat gizi mikro (Bencaiova et al.,

2020). Dalam jangka panjang, anemia dapat menurunkan kualitas hidup ibu hamil dan mengganggu aktivitas sehari-hari, termasuk kemampuan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi secara optimal.

Dari perspektif obstetri, anemia meningkatkan risiko terjadinya komplikasi kehamilan dan persalinan. Ibu hamil dengan anemia memiliki risiko lebih tinggi mengalami perdarahan antepartum maupun postpartum karena cadangan oksigen dan kapasitas kompensasi tubuh yang rendah. Perdarahan pada ibu dengan anemia dapat berakibat fatal karena tubuh tidak mampu mentoleransi kehilangan darah dalam jumlah besar. Selain itu, anemia juga dikaitkan dengan peningkatan risiko persalinan prematur dan ketuban pecah dini, yang berdampak langsung pada keselamatan ibu dan bayi (WHO, 2020).

Dampak anemia terhadap janin tidak kalah serius. Kekurangan oksigen yang dialami janin akibat anemia maternal dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan intrauterin. Bayi yang lahir dari ibu dengan anemia memiliki risiko lebih tinggi mengalami berat badan lahir rendah, panjang badan lahir pendek, serta gangguan perkembangan organ vital. Beberapa kajian menyebutkan bahwa anemia selama kehamilan juga berkaitan dengan gangguan perkembangan kognitif dan motorik anak di kemudian hari akibat hipoksia kronis selama masa intrauterin (Black et al., 2021). Kondisi ini menunjukkan bahwa anemia bukan hanya permasalahan jangka pendek, tetapi juga berdampak lintas generasi.

Anemia selama kehamilan juga berkaitan erat dengan kondisi sosial dan pola konsumsi pangan. Asupan makanan yang rendah zat besi, rendah asam folat, serta minim vitamin C menjadi faktor utama yang memperburuk status hemoglobin ibu hamil. Zat besi dari sumber nabati, yang banyak dikonsumsi masyarakat, memiliki tingkat penyerapan yang

lebih rendah dibandingkan zat besi dari sumber hewani. Oleh karena itu, keberadaan vitamin C menjadi sangat penting karena dapat meningkatkan absorpsi zat besi non-heme melalui mekanisme reduksi ion besi menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh mukosa usus (Hallberg & Hulthén, 2020).

Selain zat besi, asam folat memiliki peran krusial dalam mencegah anemia megaloblastik yang dapat terjadi selama kehamilan. Asam folat diperlukan dalam sintesis DNA dan pembelahan sel, termasuk sel darah merah. Kekurangan asam folat menyebabkan pembentukan sel darah merah yang tidak sempurna dan berukuran besar, sehingga tidak mampu berfungsi secara optimal. Kondisi ini dapat memperburuk anemia dan meningkatkan risiko komplikasi kehamilan (Bailey et al., 2022).

Faktor lain yang memperberat anemia pada ibu hamil adalah meningkatnya kebutuhan zat besi selama kehamilan. Total kebutuhan zat besi selama kehamilan diperkirakan mencapai sekitar 800 mg, yang digunakan untuk pembentukan sel darah merah maternal, pertumbuhan janin, dan cadangan besi pascapersalinan. Apabila kebutuhan ini tidak dipenuhi melalui asupan makanan dan strategi gizi yang tepat, maka cadangan zat besi tubuh akan terkuras, sehingga anemia sulit dihindari (WHO, 2020).

Oleh karena itu, pencegahan anemia pada ibu hamil harus dilakukan secara komprehensif dengan pendekatan gizi berbasis pangan. Pemanfaatan sumber pangan yang kaya zat besi, asam folat, dan vitamin C menjadi langkah strategis untuk meningkatkan status hemoglobin secara alami. *Brassica oleracea* memiliki potensi besar dalam konteks ini karena mengandung kombinasi zat besi non-heme, asam folat, dan vitamin C yang dapat bekerja secara sinergis dalam mendukung pembentukan sel darah merah dan meningkatkan penyerapan zat besi. Pemahaman yang kuat mengenai konsep

anemia dan dampaknya menjadi dasar penting sebelum membahas peran spesifik *Brassica oleracea* dalam pencegahan anemia pada sub-bab berikutnya.

B. Kandungan Zat Besi dan Asam Folat

Brassica oleracea merupakan kelompok sayuran yang memiliki kontribusi penting dalam pemenuhan kebutuhan mikronutrien esensial, khususnya zat besi dan asam folat, yang sangat dibutuhkan selama masa kehamilan. Kelompok ini mencakup berbagai jenis sayuran seperti brokoli, kubis, kembang kol, kale, dan kubis Brussel. Kandungan gizi yang beragam dalam *Brassica oleracea* menjadikannya salah satu bahan pangan yang potensial untuk mendukung kesehatan ibu hamil, terutama dalam upaya pencegahan anemia yang sering terjadi akibat peningkatan kebutuhan nutrisi selama kehamilan.

Zat besi merupakan mineral esensial yang berperan utama dalam pembentukan hemoglobin, yaitu protein dalam sel darah merah yang bertugas mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Selama kehamilan, volume darah ibu meningkat secara signifikan untuk mendukung pertumbuhan janin dan plasenta, sehingga kebutuhan zat besi juga mengalami peningkatan. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan penurunan kadar hemoglobin yang berdampak pada kelelahan, penurunan daya tahan tubuh, serta risiko gangguan pertumbuhan janin. Dalam konteks ini, *Brassica oleracea* menyediakan sumber zat besi non-heme yang dapat dikombinasikan dengan nutrisi lain untuk meningkatkan pemanfaatannya oleh tubuh.

Kandungan zat besi dalam *Brassica oleracea* memang tidak setinggi sumber hewani, namun keunggulannya terletak pada ketersediaan hayati yang dapat dioptimalkan melalui pengolahan dan kombinasi pangan yang tepat. Brokoli dan kale, misalnya, dikenal memiliki kandungan zat besi yang

relatif lebih tinggi dibandingkan jenis kubis lainnya. Selain itu, sayuran ini juga rendah lemak dan kaya serat, sehingga aman dan bermanfaat dikonsumsi secara rutin oleh ibu hamil. Menurut paparan gizi oleh Lönnerdal (2021), zat besi dari sumber nabati memiliki potensi besar untuk memenuhi kebutuhan harian apabila dikonsumsi dalam pola makan seimbang dan beragam.

Selain zat besi, asam folat merupakan komponen mikronutrien yang tidak kalah penting dalam *Brassica oleracea*. Asam folat, yang dikenal sebagai vitamin B9, berperan dalam pembentukan sel darah merah, sintesis DNA, serta perkembangan sistem saraf janin. Kekurangan asam folat pada masa awal kehamilan berisiko menyebabkan gangguan pembentukan tabung saraf, yang berdampak pada kelainan bawaan. Oleh karena itu, asupan asam folat yang adekuat menjadi salah satu fokus utama dalam pemenuhan gizi ibu hamil.

Brassica oleracea, terutama brokoli dan kubis Brussel, diketahui mengandung asam folat dalam jumlah yang signifikan. Kandungan ini bersifat alami dan mudah diperoleh melalui konsumsi harian sayuran segar maupun olahan ringan. Keunggulan asam folat dari sumber alami adalah kestabilannya dalam tubuh serta kemampuannya untuk bekerja sinergis dengan vitamin dan mineral lain yang terdapat dalam sayuran tersebut. Allen (2020) menekankan bahwa asam folat dari pangan nabati berperan penting dalam mendukung pembelahan sel yang sehat selama kehamilan.

Interaksi antara zat besi dan asam folat dalam *Brassica oleracea* memberikan manfaat ganda bagi ibu hamil. Zat besi mendukung pembentukan hemoglobin, sementara asam folat membantu proses pematangan sel darah merah. Kombinasi ini berkontribusi pada pencegahan anemia dan peningkatan kapasitas oksigen dalam darah. Dengan demikian, konsumsi

Brassica oleracea secara teratur dapat menjadi bagian dari strategi pemenuhan kebutuhan mikronutrien yang berkelanjutan dan aman.

Selain itu, kandungan asam folat dalam *Brassica oleracea* juga berperan dalam menjaga keseimbangan metabolisme homosistein dalam tubuh. Kadar homosistein yang tinggi dikaitkan dengan peningkatan risiko komplikasi kehamilan. Asam folat membantu mengonversi homosistein menjadi senyawa yang lebih aman, sehingga mendukung kesehatan pembuluh darah ibu. Menurut Bailey (2022), asupan asam folat yang cukup dari sayuran hijau berdaun berkontribusi pada stabilitas sistem kardiovaskular selama kehamilan.

Faktor lain yang memperkuat peran zat besi dan asam folat dalam *Brassica oleracea* adalah keberadaan senyawa pendukung seperti vitamin C, vitamin B6, dan serat pangan. Vitamin C, yang juga terdapat dalam sayuran ini, membantu meningkatkan penyerapan zat besi non-heme, sehingga efektivitasnya menjadi lebih optimal. Serat pangan berperan dalam menjaga kesehatan saluran pencernaan, yang secara tidak langsung mendukung penyerapan nutrisi. Dengan demikian, Gropper dan Smith (2021) menyatakan bahwa kombinasi mikronutrien dalam satu bahan pangan memberikan efek sinergis yang lebih baik dibandingkan konsumsi nutrisi tunggal.

Dari sisi pengolahan, metode memasak yang tepat sangat berpengaruh terhadap kestabilan zat besi dan asam folat dalam *Brassica oleracea*. Pengolahan dengan cara dikukus atau ditumis ringan dianjurkan untuk mempertahankan kandungan nutrisi tersebut. Pemanasan berlebihan dan perebusan dalam air yang banyak dapat menyebabkan kehilangan asam folat yang bersifat larut air. Oleh karena itu, pemahaman mengenai cara pengolahan yang tepat menjadi bagian penting dalam

pemanfaatan *Brassica oleracea* sebagai sumber zat besi dan asam folat bagi ibu hamil.

Dengan demikian, *Brassica oleracea* memiliki potensi besar sebagai sumber zat besi dan asam folat alami yang mendukung kesehatan ibu hamil. Kandungan kedua mikronutrien ini, yang didukung oleh vitamin dan mineral lain, menjadikan *Brassica oleracea* sebagai pilihan pangan yang aman, terjangkau, dan bernilai gizi tinggi. Dengan pengolahan yang tepat dan integrasi dalam pola konsumsi harian, sayuran ini dapat berperan strategis dalam menjaga keseimbangan gizi dan mendukung kehamilan yang sehat (Allen, 2020; Lönnerdal, 2021; Bailey, 2022; Gropper & Smith, 2021).

C. Peran Vitamin C dalam Penyerapan Zat Besi

Vitamin C memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pemanfaatan zat besi oleh tubuh, terutama zat besi non-heme yang berasal dari sumber nabati seperti *Brassica oleracea*. Pada masa kehamilan, kebutuhan zat besi meningkat secara signifikan seiring dengan bertambahnya volume darah dan kebutuhan oksigen bagi ibu dan janin. Namun, tingginya kebutuhan ini sering kali tidak diimbangi dengan penyerapan zat besi yang optimal. Dalam konteks inilah vitamin C menjadi faktor kunci yang membantu meningkatkan ketersediaan biologis zat besi, sehingga manfaat nutrisi dari *Brassica oleracea* dapat diperoleh secara maksimal.

Zat besi non-heme memiliki karakteristik yang lebih sulit diserap dibandingkan zat besi heme dari sumber hewani. Bentuk kimia zat besi non-heme umumnya berada dalam keadaan ferri (Fe^{3+}), yang kurang mudah diserap oleh mukosa usus. Vitamin C berperan sebagai agen pereduksi yang mengubah zat besi ferri menjadi bentuk ferro (Fe^{2+}), yaitu bentuk yang lebih larut dan lebih mudah diserap oleh sel-sel epitel usus halus. Proses ini menjadi sangat relevan bagi ibu

hamil yang mengandalkan sumber zat besi nabati sebagai bagian dari pola konsumsi sehari-hari (Hurrell & Egli, 2020).

Brassica oleracea merupakan kelompok sayuran yang secara alami mengandung vitamin C dalam jumlah yang cukup tinggi. Brokoli, kubis, kale, dan kubis Brussel dikenal sebagai sumber vitamin C yang dapat memberikan manfaat ganda, yakni sebagai penyedia zat besi dan sekaligus peningkat penyerapan zat besi tersebut. Sinergi alami antara vitamin C dan zat besi dalam satu bahan pangan menjadikan *Brassica oleracea* unggul sebagai komponen pangan fungsional bagi ibu hamil. Menurut Carr dan Maggini (2021), konsumsi vitamin C bersamaan dengan zat besi non-heme secara konsisten mampu meningkatkan efisiensi penyerapan zat besi dalam tubuh.

Selain berperan dalam perubahan bentuk kimia zat besi, vitamin C juga membantu mencegah pembentukan senyawa penghambat penyerapan zat besi di saluran pencernaan. Beberapa komponen pangan nabati seperti fitat dan polifenol dapat mengikat zat besi dan menghambat penyerapannya. Vitamin C memiliki kemampuan untuk membentuk kompleks larut dengan zat besi, sehingga mengurangi efek penghambatan dari senyawa tersebut. Mekanisme ini menjadi sangat penting dalam pola konsumsi berbasis nabati yang umum diterapkan oleh sebagian masyarakat, termasuk ibu hamil yang lebih memilih sumber pangan alami dan sayuran segar (Gibson et al., 2020).

Peran vitamin C dalam mendukung penyerapan zat besi juga berdampak langsung pada peningkatan kadar hemoglobin dalam darah. Hemoglobin yang terbentuk secara optimal akan meningkatkan kapasitas pengangkutan oksigen ke jaringan tubuh ibu dan janin. Kondisi ini berkontribusi pada peningkatan energi, penurunan rasa lelah, serta dukungan terhadap pertumbuhan dan perkembangan janin yang sehat. Dalam kajian gizi ibu, vitamin C sering disebut sebagai

mikronutrien pendamping yang tidak dapat dipisahkan dari zat besi, terutama dalam konteks pencegahan anemia selama kehamilan (Abbaspour et al., 2021).

Selain itu, vitamin C juga berperan dalam menjaga kesehatan mukosa usus, sehingga proses penyerapan nutrisi dapat berlangsung lebih efisien. Mukosa usus yang sehat memungkinkan transport zat besi ke dalam aliran darah berjalan dengan baik. Vitamin C memiliki sifat antioksidan yang membantu melindungi sel-sel usus dari stres oksidatif dan peradangan. Perlindungan ini secara tidak langsung mendukung penyerapan zat besi yang berkelanjutan dan stabil selama masa kehamilan, ketika sistem pencernaan ibu mengalami berbagai perubahan fisiologis (Padayatty & Levine, 2022).

Kombinasi *Brassica oleracea* dengan sumber pangan lain yang kaya vitamin C juga dapat memperkuat manfaat penyerapan zat besi. Namun, keunggulan *Brassica oleracea* terletak pada kemampuannya menyediakan vitamin C dan zat besi dalam satu matriks pangan yang sama. Hal ini memudahkan penerapan pola konsumsi yang praktis dan ekonomis bagi ibu hamil. Konsumsi brokoli atau kubis yang diolah secara minimal, seperti dikukus ringan, memungkinkan vitamin C tetap terjaga dan berfungsi optimal dalam mendukung penyerapan zat besi (Carr & Maggini, 2021).

Dari sisi stabilitas nutrisi, vitamin C termasuk vitamin yang sensitif terhadap panas dan paparan udara. Oleh karena itu, cara pengolahan *Brassica oleracea* sangat menentukan efektivitas peran vitamin C dalam penyerapan zat besi. Pengolahan dengan suhu tinggi dan waktu lama dapat menurunkan kadar vitamin C secara signifikan, sehingga mengurangi efek sinergisnya terhadap zat besi. Pengolahan yang tepat, seperti memasak singkat atau konsumsi dalam bentuk segar, menjadi langkah strategis dalam

mempertahankan fungsi vitamin C bagi ibu hamil (Padayatty & Levine, 2022).



Gambar 4.1 Peran Vitamin C dalam Penyerapan Zat Besi

Gambar di atas menunjukkan vitamin C berperan krusial mengubah zat besi Fe^{3+} (ferric/tidak larut) menjadi Fe^{2+} (ferrous/larut) yang mudah diserap tubuh. Proses reduksi ini terjadi di usus halus, meningkatkan penyerapan zat besi hingga 3-4 kali lipat. Kombinasi sumber vitamin C (jeruk, tomat, paprika) dengan sumber zat besi (daging, bayam, kacang) mencegah anemia, meningkatkan hemoglobin, energi optimal, sistem imun kuat, dan fungsi kognitif baik.

Dengan demikian, vitamin C memiliki peran sentral dalam meningkatkan penyerapan zat besi non-heme dari *Brassica oleracea*. Melalui mekanisme reduksi kimia, penghambatan senyawa pengikat zat besi, perlindungan mukosa usus, dan peningkatan pembentukan hemoglobin, vitamin C berkontribusi langsung terhadap pencegahan anemia pada ibu hamil. Keberadaan vitamin C dalam *Brassica*

oleracea menjadikan sayuran ini sebagai sumber pangan yang tidak hanya kaya nutrisi, tetapi juga efisien dalam mendukung pemanfaatan zat besi secara optimal. Dengan demikian, integrasi *Brassica oleracea* dalam pola konsumsi harian ibu hamil memberikan manfaat gizi yang komprehensif dan berkelanjutan (Hurrell & Egli, 2020; Gibson et al., 2020; Carr & Maggini, 2021; Abbaspour et al., 2021; Padayatty & Levine, 2022).

D. Mekanisme Pencegahan Anemia Berbasis Pangan

Pencegahan anemia selama kehamilan merupakan upaya strategis yang tidak dapat dilepaskan dari peran pangan sebagai sumber utama zat gizi esensial. Pendekatan berbasis pangan menekankan pemanfaatan bahan makanan alami yang kaya zat besi, vitamin, dan mineral pendukung pembentukan darah, sehingga kebutuhan gizi ibu hamil dapat dipenuhi secara berkelanjutan dan aman. Mekanisme pencegahan anemia berbasis pangan bekerja melalui interaksi kompleks antara asupan zat gizi, proses pencernaan, penyerapan di usus, distribusi dalam darah, hingga pemanfaatannya dalam pembentukan sel darah merah. *Brassica oleracea* menempati posisi penting dalam mekanisme ini karena kandungan zat besi non-heme, asam folat, vitamin C, dan senyawa bioaktifnya yang saling mendukung.

Mekanisme pertama dalam pencegahan anemia berbasis pangan adalah pemenuhan asupan zat besi secara konsisten melalui konsumsi harian bahan pangan nabati yang mudah diakses. Zat besi merupakan komponen utama hemoglobin yang berfungsi mengikat dan mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Pada masa kehamilan, kebutuhan zat besi meningkat akibat peningkatan volume darah dan kebutuhan janin. *Brassica oleracea* menyediakan zat besi non-heme yang berperan sebagai sumber pendukung kebutuhan tersebut.

Menurut Abbaspour et al. (2021), kecukupan asupan zat besi dari pangan berperan penting dalam menjaga kadar hemoglobin tetap stabil selama kehamilan.

Mekanisme kedua berkaitan dengan optimalisasi penyerapan zat besi di saluran pencernaan. Zat besi non-heme dari sumber nabati memiliki tingkat penyerapan yang lebih rendah dibandingkan zat besi heme, sehingga memerlukan dukungan nutrisi lain. Vitamin C yang terkandung dalam *Brassica oleracea* berperan dalam mengubah zat besi ferri menjadi ferro yang lebih mudah diserap. Proses ini terjadi di usus halus dan meningkatkan fraksi zat besi yang masuk ke dalam sirkulasi darah. Hurrell dan Egli (2020) menegaskan bahwa keberadaan vitamin C dalam makanan nabati dapat meningkatkan penyerapan zat besi secara signifikan dan berkontribusi terhadap pencegahan anemia.

Selain vitamin C, asam folat juga berperan dalam mekanisme pencegahan anemia berbasis pangan. Asam folat diperlukan dalam proses pembelahan sel dan pembentukan sel darah merah di sumsum tulang. Kekurangan asam folat dapat menyebabkan gangguan pembentukan sel darah merah yang berujung pada anemia megaloblastik. *Brassica oleracea* dikenal sebagai salah satu sumber asam folat nabati yang cukup baik, sehingga konsumsi rutin sayuran ini mendukung proses eritropoiesis secara optimal. Bailey et al. (2021) menyatakan bahwa kecukupan asam folat melalui pangan berkontribusi terhadap kualitas sel darah merah dan kesehatan ibu hamil.

Mekanisme selanjutnya adalah peran senyawa bioaktif dalam *Brassica oleracea* yang membantu menjaga keseimbangan metabolisme zat besi dan kesehatan sistem pencernaan. Senyawa seperti glukosinolat, flavonoid, dan polifenol memiliki sifat antioksidan yang membantu mengurangi stres oksidatif dalam tubuh. Stres oksidatif yang

berlebihan dapat mengganggu fungsi sel darah merah dan mempercepat kerusakannya. Dengan adanya perlindungan antioksidan, umur sel darah merah dapat dipertahankan lebih lama, sehingga risiko anemia dapat ditekan. Menurut Carr dan Maggini (2021), antioksidan dalam pangan nabati berperan penting dalam menjaga stabilitas fungsi sel darah dan metabolisme zat besi.

Mekanisme pencegahan anemia berbasis pangan juga melibatkan pengurangan faktor penghambat penyerapan zat besi. Dalam pola konsumsi sehari-hari, beberapa senyawa seperti fitat dan tanin dapat mengikat zat besi dan menghambat penyerapannya. Pendekatan berbasis pangan mendorong pengolahan dan kombinasi bahan makanan yang tepat untuk meminimalkan efek penghambatan tersebut. *Brassica oleracea*, dengan kandungan vitamin C yang relatif tinggi, mampu menetralkan sebagian efek penghambat ini melalui pembentukan kompleks larut dengan zat besi. Gibson et al. (2020) menjelaskan bahwa strategi kombinasi pangan yang tepat dapat meningkatkan ketersediaan zat besi non-heme dalam diet berbasis nabati.

Mekanisme pencegahan anemia juga dipengaruhi oleh frekuensi dan pola konsumsi pangan. Pendekatan berbasis pangan menekankan konsumsi zat besi dalam jumlah kecil tetapi sering, sehingga penyerapan dapat berlangsung lebih efisien dibandingkan konsumsi dalam jumlah besar sekaligus. *Brassica oleracea* mudah diintegrasikan dalam berbagai menu harian, seperti sayur bening, tumisan ringan, sup, atau olahan kukus, sehingga memungkinkan asupan zat besi dan nutrisi pendukungnya berlangsung secara kontinu. Pola ini membantu menjaga cadangan zat besi tubuh tetap stabil selama kehamilan (Abbaspour et al., 2021).

Mekanisme lain yang tidak kalah penting adalah peran pangan dalam menjaga kesehatan sistem pencernaan dan

imunitas ibu hamil. Saluran pencernaan yang sehat memungkinkan proses penyerapan zat gizi berlangsung optimal. Serat pangan dalam *Brassica oleracea* membantu menjaga fungsi usus, mencegah konstipasi, dan mendukung keseimbangan mikrobiota usus. Kondisi ini secara tidak langsung meningkatkan efisiensi penyerapan zat besi dan nutrisi lainnya. Padayatty dan Levine (2022) menekankan bahwa kesehatan usus memiliki hubungan erat dengan efektivitas penyerapan mikronutrien, termasuk zat besi.

Pendekatan berbasis pangan juga mendukung pencegahan anemia melalui peningkatan kepatuhan konsumsi zat gizi. Dibandingkan dengan pendekatan berbasis suplemen, pangan alami cenderung lebih mudah diterima dan dikonsumsi secara berkelanjutan karena menjadi bagian dari kebiasaan makan sehari-hari. *Brassica oleracea* yang mudah diperoleh, terjangkau, dan fleksibel dalam pengolahan memberikan keuntungan dalam upaya pencegahan anemia jangka panjang. Bailey et al. (2021) menyebutkan bahwa pemenuhan zat gizi melalui pangan alami berkontribusi pada keberlanjutan status gizi ibu hamil.

Dengan demikian, mekanisme pencegahan anemia berbasis pangan bekerja melalui pemenuhan asupan zat besi, optimalisasi penyerapan dengan bantuan vitamin C, dukungan asam folat dalam pembentukan sel darah merah, perlindungan antioksidan terhadap sel darah, pengurangan faktor penghambat penyerapan, serta pemeliharaan kesehatan saluran pencernaan. *Brassica oleracea*, dengan komposisi gizi dan senyawa bioaktifnya, berperan sebagai pangan fungsional yang mendukung seluruh mekanisme tersebut secara terpadu. Pendekatan ini menegaskan bahwa pencegahan anemia pada ibu hamil dapat dilakukan secara alami, aman, dan berkelanjutan melalui pemanfaatan pangan nabati yang tepat (Hurrell & Egli, 2020; Gibson et al., 2020; Carr & Maggini,

2021; Abbaspour et al., 2021; Bailey et al., 2021; Padayatty & Levine, 2022).

E. Integrasi *Brassica oleracea* dalam Pola Konsumsi

Integrasi *Brassica oleracea* dalam pola konsumsi harian ibu hamil merupakan strategi penting untuk mencegah anemia dan mendukung pemenuhan gizi. Sayuran ini fleksibel untuk dikonsumsi, baik sebagai lauk, bahan utama, maupun olahan ringan, sehingga memudahkan ibu hamil memperoleh zat gizi makro, mikro, dan senyawa bioaktif secara konsisten. Berikut lima aspek utama dalam integrasi *Brassica oleracea*:

1. Fleksibilitas Menu

Brassica oleracea dapat diolah menjadi sup, tumisan, sayur bening, camilan sehat, atau biskuit fortifikasi. Fleksibilitas ini memungkinkan variasi konsumsi sehingga ibu hamil tidak merasa bosan. Olahan ringan juga berguna bagi ibu yang mengalami mual atau penurunan nafsu makan, sehingga kebutuhan gizi tetap terpenuhi sepanjang hari (Manley, 2011).

2. Penyesuaian Porsi dan Frekuensi

Konsumsi dalam porsi sedang tetapi rutin lebih efektif daripada porsi besar yang jarang. Distribusi asupan sepanjang hari menjaga kestabilan kadar zat besi, folat, dan vitamin C, serta mengurangi risiko gangguan pencernaan seperti kembung (Abbaspour et al., 2021).

3. Metode Pengolahan Optimal

Pengolahan minimal seperti pengukusan singkat, perebusan cepat, atau penumisan dengan sedikit air mempertahankan vitamin dan senyawa bioaktif. Cara ini meningkatkan kualitas nutrisi, memperkuat aktivitas antioksidan, dan menjaga kandungan zat besi yang berperan dalam pembentukan sel darah merah (Favell, 2020).

4. Kombinasi dengan Bahan Pangan Lain

Menggabungkan *Brassica oleracea* dengan protein nabati atau hewani, serta bahan kaya vitamin C seperti tomat atau jeruk nipis, meningkatkan penyerapan zat besi non-heme dan asam amino esensial. Sinergi antar zat gizi dalam hidangan membantu memenuhi kebutuhan gizi ibu hamil secara lebih optimal (Hurrell & Egli, 2020).

5. Konteks Budaya, Waktu Konsumsi, dan Keberlanjutan

Adaptasi menu dengan cita rasa lokal meningkatkan keberterimaan konsumsi. Konsumsi sayuran saat sarapan atau makan siang mendukung penyerapan zat besi yang lebih baik, sementara menghindari teh dan kopi meningkatkan efektivitas gizi (Gibson et al., 2020). *Brassica oleracea* yang mudah dibudidayakan dan tersedia sepanjang tahun mendukung konsep pangan lokal dan ramah lingkungan (Willett et al., 2021).

Tabel 4.1

Strategi Integrasi *Brassica oleracea* dalam Pola Konsumsi Ibu Hamil

Aspek	Strategi Integrasi	Manfaat bagi Ibu Hamil
Fleksibilitas Menu	Olahan sup, tumisan, camilan sehat	Mencegah kejenuhan dan mendukung konsumsi rutin
Porsi & Frekuensi	Konsumsi porsi sedang tapi rutin	Menjaga kestabilan kadar zat gizi
Metode Pengolahan	Pengukusan singkat, perebusan cepat	Mempertahankan vitamin dan senyawa bioaktif
Kombinasi Zat Gizi	Bersama protein dan vitamin C	Meningkatkan penyerapan zat besi dan nutrien lain
Budaya & Waktu	Menu lokal, konsumsi saat	Mendukung efektivitas gizi dan

Aspek	Strategi Integrasi	Manfaat bagi Ibu Hamil
Konsumsi	makan utama	keberlanjutan

Sumber: Hurrell & Egli, 2020; Gibson et al., 2020

Tabel di atas menekankan bahwa integrasi *Brassica oleracea* dalam pola konsumsi tidak hanya berkaitan dengan jumlah, tetapi juga metode pengolahan, kombinasi bahan, waktu konsumsi, dan konteks budaya. Strategi yang tepat memungkinkan ibu hamil memperoleh gizi secara optimal, meningkatkan penerimaan sayuran, dan mendukung kesehatan jangka panjang bagi ibu dan bayi. Pendekatan ini juga mendukung keberlanjutan pangan lokal dan edukasi keluarga mengenai pola makan sehat.

BAB 5

INOVASI PRODUK BERBASIS *BRASSICA OLERACEA*

Inovasi produk pangan menjadi pendekatan strategis dalam menjawab tantangan pemenuhan gizi ibu hamil di tengah perubahan gaya hidup, keterbatasan akses pangan bergizi, serta meningkatnya kesadaran akan pentingnya kesehatan sejak masa kehamilan. Ibu hamil memerlukan asupan zat gizi yang tidak hanya mencukupi secara kuantitatif, tetapi juga memiliki kualitas biologis tinggi, aman dikonsumsi, mudah diterima, serta sesuai dengan kondisi fisiologis yang sensitif. Dalam konteks ini, pengembangan produk pangan berbasis bahan nabati kaya gizi menjadi pilihan yang relevan dan berkelanjutan.

Brassica oleracea merupakan kelompok sayuran yang telah lama dikenal luas dalam konsumsi masyarakat, mencakup berbagai jenis seperti brokoli, kubis, kembang kol, dan kale. Keunggulan kelompok sayuran ini terletak pada kepadatan zat gizi, kandungan senyawa bioaktif, serta fleksibilitas dalam pengolahan menjadi berbagai bentuk produk pangan. Melalui pendekatan inovasi produk, *Brassica oleracea* dapat ditransformasikan dari bahan pangan segar konvensional menjadi produk bernilai tambah yang lebih praktis, stabil, dan menarik bagi ibu hamil.

Bab ini membahas konsep, prinsip, dan arah pengembangan inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* yang berorientasi pada kesehatan ibu hamil. Pembahasan mencakup landasan konseptual inovasi pangan, prinsip pengolahan bernilai gizi, bentuk produk inovatif, aspek daya terima,

keunggulan dibanding konsumsi konvensional, serta tantangan dan peluang pengembangannya dalam sistem pangan modern.

A. Konsep Inovasi Produk Pangan

Inovasi produk pangan merujuk pada upaya sistematis untuk menciptakan, memperbaiki, atau memodifikasi produk pangan agar memiliki nilai tambah yang lebih tinggi dari sisi gizi, fungsionalitas, keamanan, daya simpan, serta penerimaan konsumen. Dalam konteks kesehatan ibu hamil, inovasi produk pangan tidak hanya berorientasi pada aspek komersial, tetapi juga pada peran pangan sebagai sarana pemeliharaan kesehatan ibu dan janin secara berkelanjutan. Konsep ini menempatkan pangan sebagai bagian integral dari strategi pencegahan gangguan gizi dan peningkatan kualitas hidup selama kehamilan.

Inovasi pangan dapat dipahami melalui beberapa dimensi utama, yaitu inovasi bahan baku, inovasi proses pengolahan, inovasi bentuk produk, dan inovasi sistem penyajian. Pada dimensi bahan baku, pemanfaatan *Brassica oleracea* sebagai komponen utama produk pangan mencerminkan pendekatan berbasis sumber daya hayati yang kaya zat gizi dan mudah diakses. Sayuran ini mengandung vitamin, mineral, serat pangan, serta senyawa bioaktif yang berkontribusi terhadap kesehatan metabolik dan imunitas ibu hamil (Blekkenhorst et al., 2021).

Dimensi inovasi proses pengolahan menekankan penerapan teknik yang mampu mempertahankan atau meningkatkan kualitas gizi bahan pangan. Pengolahan yang tepat memungkinkan zat gizi sensitif, seperti folat dan vitamin C, tetap tersedia secara optimal bagi tubuh. Konsep inovasi dalam hal ini bukan sekadar menciptakan produk baru, tetapi mengoptimalkan proses agar pangan lebih fungsional tanpa mengorbankan keamanan konsumsi (Fardet & Rock, 2020).

Bagi ibu hamil, aspek ini menjadi krusial karena perubahan fisiologis dapat memengaruhi toleransi terhadap makanan tertentu.

Selanjutnya, inovasi bentuk produk mencakup transformasi bahan pangan segar menjadi bentuk yang lebih praktis dan sesuai dengan preferensi konsumsi modern. Produk seperti puree sayuran, tepung sayur, snack sehat, atau minuman fungsional berbasis *Brassica oleracea* merupakan contoh adaptasi bentuk yang memudahkan konsumsi harian. Ibu hamil sering mengalami mual, penurunan nafsu makan, atau kelelahan, sehingga produk pangan yang mudah dikonsumsi dan tidak memerlukan pengolahan rumit menjadi lebih relevan (Gernand et al., 2022).

Konsep inovasi produk pangan juga erat kaitannya dengan pendekatan pangan fungsional. Pangan tidak hanya dipandang sebagai sumber energi dan zat gizi dasar, tetapi juga sebagai pembawa komponen bioaktif yang memberikan manfaat fisiologis spesifik. Dalam hal ini, *Brassica oleracea* mengandung glukosinolat, flavonoid, dan senyawa fenolik yang berperan dalam mekanisme perlindungan sel dan pengaturan metabolisme (Podsędek et al., 2020). Integrasi konsep pangan fungsional ke dalam inovasi produk memungkinkan terciptanya pangan yang mendukung kebutuhan khusus ibu hamil, seperti pencegahan anemia, penguatan sistem imun, dan dukungan pertumbuhan janin.

Aspek lain yang tidak kalah penting adalah orientasi konsumen. Inovasi produk pangan harus mempertimbangkan preferensi rasa, aroma, tekstur, dan budaya makan masyarakat sasaran. Ibu hamil merupakan kelompok dengan karakteristik konsumsi yang unik, sehingga pendekatan inovasi harus bersifat empatik dan adaptif. Produk berbasis *Brassica oleracea* yang sebelumnya kurang diminati karena aroma khas atau rasa pahit dapat ditingkatkan penerimaannya melalui

formulasi yang tepat dan kombinasi dengan bahan pangan lain yang aman (Liu et al., 2023).

Dari perspektif keberlanjutan, inovasi produk pangan berbasis sayuran lokal seperti *Brassica oleracea* juga mendukung sistem pangan yang lebih ramah lingkungan. Pemanfaatan bahan nabati dengan jejak karbon lebih rendah dibandingkan sumber pangan hewani sejalan dengan agenda pembangunan berkelanjutan dan kesehatan global. Hal ini memberikan nilai tambah etis dan ekologis pada produk inovatif yang dikembangkan (Willett et al., 2020).

Inovasi produk pangan untuk ibu hamil harus memenuhi empat prinsip utama: bergizi, aman, dapat diterima, dan berkelanjutan. Keempat prinsip ini saling terkait dan membentuk kerangka pengembangan produk yang holistik. *Brassica oleracea* sebagai bahan dasar memiliki potensi besar untuk memenuhi prinsip-prinsip tersebut apabila diolah dan disajikan melalui pendekatan inovatif yang tepat.

Dengan demikian, konsep inovasi produk pangan dalam bab ini tidak dipahami sebagai proses teknis semata, melainkan sebagai strategi terpadu yang menghubungkan ilmu gizi, teknologi pangan, perilaku konsumsi, dan kesehatan ibu hamil. Pendekatan ini membuka ruang bagi pengembangan produk berbasis *Brassica oleracea* yang tidak hanya layak konsumsi, tetapi juga berkontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas gizi dan kesejahteraan ibu hamil.

B. Prinsip Pengolahan Pangan Bernilai Gizi

Pengolahan pangan bernilai gizi merupakan fondasi penting dalam pengembangan produk berbasis *Brassica oleracea* untuk kesehatan ibu hamil. Prinsip ini tidak hanya berorientasi pada perubahan bentuk bahan pangan agar lebih praktis dikonsumsi, tetapi juga menekankan upaya mempertahankan, meningkatkan, dan mengoptimalkan

kandungan zat gizi yang terkandung di dalamnya. Pada masa kehamilan, kebutuhan zat gizi meningkat secara signifikan, sehingga setiap tahapan pengolahan pangan harus dirancang secara cermat agar tidak menurunkan kualitas nutrisi esensial yang dibutuhkan tubuh ibu dan janin. *Brassica oleracea*, seperti brokoli, kubis, dan kembang kol, dikenal sebagai sumber vitamin, mineral, serat, serta senyawa bioaktif yang sensitif terhadap panas dan perlakuan mekanis, sehingga prinsip pengolahan yang tepat menjadi kunci utama.

Berikut ini merupakan prinsip-prinsip utama dalam pengolahan pangan bernilai gizi yang relevan dalam inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*.

1. Prinsip Meminimalkan Kehilangan Zat Gizi

Pengolahan pangan idealnya dilakukan dengan tujuan utama meminimalkan kehilangan zat gizi, khususnya zat gizi mikro seperti vitamin C, asam folat, dan zat besi non-heme yang banyak terdapat dalam *Brassica oleracea*. Proses pemanasan berlebihan, perendaman terlalu lama, serta pengupasan yang tidak tepat dapat menyebabkan degradasi vitamin yang larut dalam air. Menurut Santoso dan Rahayu (2021), metode pengolahan suhu rendah dan waktu singkat mampu mempertahankan kandungan vitamin hingga lebih dari 70% dibandingkan metode konvensional yang menggunakan panas tinggi dalam waktu lama. Oleh karena itu, teknik seperti blansir singkat, pengukusan, dan pengolahan semi-basah menjadi pilihan yang lebih disarankan dalam menjaga kualitas gizi bahan pangan.

2. Prinsip Keamanan dan Higienitas Pangan

Keamanan pangan merupakan prinsip yang tidak dapat dipisahkan dari pengolahan pangan bernilai gizi, terutama untuk kelompok rentan seperti ibu hamil. Proses pengolahan harus menjamin bahan pangan bebas dari kontaminan biologis, kimia, dan fisik. Penerapan sanitasi

yang baik, penggunaan air bersih, serta peralatan pengolahan yang higienis sangat menentukan mutu akhir produk. Menurut World Health Organization (2020), pangan yang aman dan higienis berkontribusi langsung terhadap optimalisasi penyerapan zat gizi dan mencegah gangguan kesehatan selama kehamilan. Dengan demikian, pengolahan *Brassica oleracea* harus mengintegrasikan standar keamanan pangan tanpa mengorbankan kandungan nutrisinya.

3. Prinsip Retensi Bioavailabilitas Zat Gizi

Tidak semua zat gizi yang terkandung dalam bahan pangan dapat langsung diserap oleh tubuh. Oleh karena itu, prinsip pengolahan bernilai gizi juga harus memperhatikan aspek bioavailabilitas. Senyawa antinutrisi seperti oksalat dan fitat yang terdapat dalam sayuran tertentu dapat menghambat penyerapan mineral. Pengolahan yang tepat, seperti fermentasi ringan atau pemanasan terkontrol, dapat menurunkan kadar antinutrisi tersebut. Menurut Gibson (2020), teknik pengolahan yang tepat dapat meningkatkan ketersediaan biologis zat besi dan asam folat tanpa perlu penambahan zat kimia sintetis. Prinsip ini sangat relevan dalam pengembangan produk *Brassica oleracea* sebagai pangan fungsional bagi ibu hamil.

4. Prinsip Keseimbangan Nilai Gizi

Pengolahan pangan bernilai gizi tidak hanya berfokus pada satu jenis zat gizi, melainkan menjaga keseimbangan antara makro dan mikronutrien. Produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* perlu dirancang agar tetap mengandung karbohidrat, protein, lemak sehat, vitamin, dan mineral dalam proporsi yang seimbang. Menurut Almatsier (2020), keseimbangan zat gizi dalam pangan sangat berperan dalam mendukung metabolisme tubuh dan mencegah defisiensi gizi ganda pada ibu hamil. Oleh karena itu, pengolahan

dapat dikombinasikan dengan bahan pangan lain yang bersifat saling melengkapi, tanpa mengurangi karakteristik utama *Brassica oleracea*.

5. Prinsip Keberlanjutan dan Ketersediaan Bahan

Pengolahan pangan bernilai gizi juga harus mempertimbangkan aspek keberlanjutan. Pemanfaatan bahan lokal, seperti *Brassica oleracea* yang mudah dibudidayakan, mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan sistem pangan. Menurut FAO (2021), pengolahan pangan berbasis bahan lokal berkontribusi pada peningkatan akses gizi masyarakat serta pengurangan kehilangan pascapanen. Prinsip ini mendorong inovasi produk yang tidak hanya bergizi, tetapi juga ramah lingkungan dan berkelanjutan.

6. Prinsip Daya Terima Sensorik

Nilai gizi yang tinggi tidak akan optimal jika produk pangan tidak dapat diterima secara sensorik. Oleh karena itu, pengolahan pangan bernilai gizi harus memperhatikan warna, aroma, tekstur, dan rasa. *Brassica oleracea* memiliki aroma khas yang terkadang kurang disukai, sehingga teknik pengolahan seperti pencampuran dengan bahan alami lain atau pengolahan menjadi bentuk semi-olahan dapat meningkatkan daya terima. Menurut Winarno (2022), modifikasi sensorik melalui pengolahan yang tepat mampu meningkatkan konsumsi pangan bergizi pada kelompok sensitif, termasuk ibu hamil.

7. Prinsip Adaptasi terhadap Kebutuhan Ibu Hamil

Prinsip terakhir yang tidak kalah penting adalah penyesuaian produk hasil pengolahan dengan kebutuhan spesifik ibu hamil. Perubahan fisiologis selama kehamilan memengaruhi nafsu makan, sensitivitas rasa, dan toleransi terhadap jenis pangan tertentu. Pengolahan *Brassica oleracea* harus menghasilkan produk yang mudah dicerna,

tidak menimbulkan rasa mual, serta praktis dikonsumsi. Menurut King (2020), pangan yang disesuaikan dengan kondisi fisiologis ibu hamil lebih efektif dalam mendukung kecukupan gizi harian.



Gambar 5.1 Prinsip Pengolahan Pangan Bernilai Gizi

Gambar di atas menggambarkan prinsip pengolahan pangan bernilai gizi secara sistematis. Proses dimulai dari bahan baku yang berkualitas, kemudian melalui proses pengolahan yang melibatkan beberapa langkah penting, seperti pemilihan bahan yang baik, pengolahan higienis, pengawetan yang tepat, dan upaya mempertahankan kandungan gizi. Semua langkah ini saling terhubung melalui alur panah, sehingga menghasilkan produk akhir yang bernilai gizi tinggi, aman, dan layak dikonsumsi.

Dengan demikian, prinsip pengolahan pangan bernilai gizi menjadi landasan strategis dalam inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*. Dengan mengintegrasikan aspek retensi zat gizi, keamanan pangan, bioavailabilitas, keseimbangan nutrisi, keberlanjutan, daya terima, dan kebutuhan khusus ibu hamil, produk yang dihasilkan tidak hanya unggul secara nutrisi, tetapi juga relevan dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari.

C. Bentuk Produk Inovatif Berbasis *Brassica oleracea*

Pengembangan bentuk produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* merupakan langkah strategis untuk menjembatani kebutuhan gizi ibu hamil dengan preferensi

konsumsi yang praktis, aman, dan menarik. Sayuran dari kelompok *Brassica oleracea* seperti brokoli, kubis, dan kembang kol memiliki kandungan zat gizi penting, namun sering kali dikonsumsi dalam bentuk segar yang terbatas variasinya. Kondisi ini dapat menimbulkan kejenuhan konsumsi, terutama pada ibu hamil yang mengalami perubahan selera makan dan sensitivitas terhadap aroma tertentu. Oleh karena itu, inovasi bentuk produk pangan menjadi pendekatan penting untuk meningkatkan keberagaman konsumsi tanpa mengurangi nilai gizi utama yang terkandung di dalamnya.

Bentuk produk inovatif tidak hanya menekankan pada perubahan fisik bahan, tetapi juga pada kemudahan penyimpanan, kepraktisan penyajian, serta kesesuaian dengan pola hidup modern. Menurut Nugraheni (2021), transformasi bahan pangan menjadi berbagai bentuk olahan yang fungsional mampu meningkatkan nilai tambah dan memperluas peluang pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks ibu hamil, inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* perlu dirancang dengan mempertimbangkan aspek gizi, sensorik, dan kenyamanan konsumsi.

Berikut ini berbagai bentuk produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* yang relevan untuk mendukung kesehatan ibu hamil.

1. Produk Semi Padat (Puree dan Bubur Fortifikasi Alami)

Bentuk semi padat seperti puree dan bubur berbasis *Brassica oleracea* menjadi salah satu inovasi yang sangat adaptif untuk ibu hamil, terutama pada trimester awal yang sering mengalami mual dan muntah. Tekstur yang lembut memudahkan proses pencernaan dan mengurangi ketidaknyamanan saat makan. Puree brokoli atau kubis dapat dikombinasikan dengan bahan pangan alami lain seperti kentang, labu, atau beras untuk menghasilkan produk yang seimbang secara nutrisi. Menurut Almatsier (2020),

pangan bertekstur lunak lebih mudah ditoleransi oleh sistem pencernaan yang sensitif, sehingga cocok untuk kondisi fisiologis tertentu, termasuk kehamilan.

2. Produk Kering (Serbuk Sayuran dan Tepung Fungsional)

Inovasi produk dalam bentuk kering, seperti serbuk atau tepung berbasis *Brassica oleracea*, menawarkan keunggulan dari sisi daya simpan dan fleksibilitas penggunaan. Serbuk brokoli atau kubis dapat diaplikasikan sebagai campuran makanan, minuman, atau bahan tambahan pada produk pangan lain. Bentuk ini memungkinkan ibu hamil memperoleh asupan zat gizi tanpa harus mengonsumsi sayuran dalam bentuk utuh. Menurut Winarno (2022), pengeringan dengan teknik yang tepat mampu mempertahankan sebagian besar kandungan mineral dan serat, sehingga produk tetap bernilai gizi tinggi meskipun dalam bentuk kering.

3. Produk Cair (Minuman Fungsional dan Sup Siap Konsumsi)

Produk cair berbasis *Brassica oleracea* seperti sup instan atau minuman fungsional menjadi alternatif inovatif yang praktis dan mudah dikonsumsi. Bentuk cair sangat sesuai bagi ibu hamil yang mengalami penurunan nafsu makan, karena lebih mudah ditelan dan diserap tubuh. Sup brokoli dengan komposisi alami tanpa bahan tambahan sintesis dapat menjadi sumber zat besi, vitamin, dan cairan yang mendukung hidrasi. Menurut King (2020), pangan cair dengan komposisi gizi seimbang berperan penting dalam menjaga kecukupan nutrisi harian pada kelompok rentan.

4. Produk Camilan Sehat (Snack Fungsional)

Camilan sehat berbasis *Brassica oleracea* merupakan bentuk inovasi yang menjawab kebutuhan konsumsi sela ibu hamil. Produk seperti keripik panggang brokoli, biskuit sayur, atau bola-bola sayuran menawarkan alternatif camilan yang lebih bergizi dibandingkan camilan

konvensional. Proses pengolahan dengan pemanggangan atau pengeringan ringan membantu menjaga kandungan serat dan mineral. Menurut Santoso (2021), inovasi camilan sehat berbasis sayuran mampu meningkatkan frekuensi konsumsi sayur secara tidak langsung melalui pendekatan yang lebih disukai konsumen.

5. Produk Olahan Siap Masak

Bentuk produk inovatif lainnya adalah produk siap masak, seperti potongan *Brassica oleracea* yang telah dibersihkan, diblansir, dan dikemas secara higienis. Produk ini mempersingkat waktu persiapan memasak tanpa mengurangi kualitas gizi secara signifikan. Bagi ibu hamil dengan keterbatasan waktu atau kelelahan fisik, produk siap masak menjadi solusi praktis untuk tetap memperoleh asupan sayuran bergizi. Menurut FAO (2021), produk pangan siap masak berbasis sayuran berkontribusi pada peningkatan konsumsi pangan sehat di tingkat rumah tangga.

6. Produk Kombinasi dengan Bahan Pangan Lokal

Inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* juga dapat dikembangkan melalui kombinasi dengan bahan pangan lokal lain, seperti umbi-umbian, kacang-kacangan, atau biji-bijian. Kombinasi ini tidak hanya memperkaya cita rasa, tetapi juga meningkatkan kelengkapan zat gizi. Misalnya, pengolahan brokoli dengan kacang hijau dapat menghasilkan produk tinggi zat besi dan protein nabati. Menurut Gibson (2020), diversifikasi pangan melalui kombinasi bahan lokal merupakan strategi efektif untuk meningkatkan kualitas gizi tanpa ketergantungan pada bahan impor.

7. Produk Fungsional Berbasis Kearifan Lokal

Pendekatan kearifan lokal juga dapat diintegrasikan dalam inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*.

Pengolahan dengan teknik tradisional yang dimodifikasi secara higienis, seperti fermentasi ringan atau pengukusan tradisional, mampu menghasilkan produk yang memiliki nilai budaya sekaligus manfaat kesehatan. Menurut Rahmawati (2022), pangan berbasis kearifan lokal cenderung lebih mudah diterima karena sesuai dengan kebiasaan konsumsi masyarakat.

Dengan demikian, bentuk produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* menawarkan peluang besar dalam mendukung kesehatan ibu hamil melalui pendekatan yang praktis, variatif, dan bernilai gizi. Keberagaman bentuk produk, mulai dari semi padat, cair, kering, camilan, hingga siap masak, memungkinkan pemanfaatan *Brassica oleracea* secara lebih luas dan berkelanjutan. Inovasi bentuk produk ini tidak hanya meningkatkan daya tarik konsumsi, tetapi juga memperkuat peran *Brassica oleracea* sebagai komponen penting dalam pemenuhan gizi ibu hamil.

D. Daya Terima dan Preferensi Ibu Hamil

Daya terima dan preferensi ibu hamil terhadap suatu produk pangan merupakan faktor kunci yang menentukan keberhasilan inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*. Kandungan gizi yang tinggi tidak akan memberikan manfaat optimal apabila produk tersebut tidak dikonsumsi secara berkelanjutan. Selama masa kehamilan, ibu mengalami perubahan fisiologis dan psikologis yang berpengaruh langsung terhadap selera makan, sensitivitas indera perasa dan penciuman, serta kebiasaan konsumsi sehari-hari. Kondisi ini menuntut pengembangan produk pangan yang tidak hanya bernilai gizi tinggi, tetapi juga sesuai dengan preferensi sensorik dan kenyamanan konsumsi ibu hamil.

Menurut Brown (2020), preferensi pangan pada ibu hamil sangat dipengaruhi oleh perubahan hormon yang

memengaruhi persepsi rasa dan aroma. Sayuran dari kelompok *Brassica oleracea* memiliki karakter aroma khas yang kuat, sehingga pengolahan dan bentuk produk inovatif menjadi faktor penting untuk meningkatkan penerimaan. Oleh karena itu, pemahaman terhadap daya terima ibu hamil menjadi landasan utama dalam pengembangan produk inovatif berbasis *Brassica oleracea*.

1. Pengaruh Perubahan Fisiologis terhadap Preferensi Pangan

Selama kehamilan, tubuh ibu mengalami perubahan metabolisme dan hormonal yang signifikan. Perubahan ini berdampak pada sensitivitas indera pengecap dan penciuman, sehingga rasa pahit atau aroma menyengat dapat menjadi kurang disukai. *Brassica oleracea* secara alami mengandung senyawa sulfur yang memberikan aroma khas. Menurut King (2021), pengolahan yang tepat dapat mengurangi intensitas aroma tersebut sehingga lebih mudah diterima oleh ibu hamil. Oleh karena itu, bentuk produk inovatif perlu mempertimbangkan kondisi fisiologis ini agar konsumsi tetap nyaman.

2. Peran Tekstur dalam Meningkatkan Daya Terima

Tekstur merupakan salah satu aspek sensorik yang sangat memengaruhi daya terima ibu hamil. Tekstur yang terlalu keras atau berserat kasar sering kali kurang disukai, terutama pada trimester awal. Produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* yang memiliki tekstur lembut, seperti puree, sup, atau produk semi padat, cenderung lebih mudah diterima. Menurut Almatsier (2020), tekstur lunak membantu proses mengunyah dan pencernaan, sehingga memberikan kenyamanan lebih bagi ibu hamil.

3. Warna dan Tampilan Produk

Tampilan visual memiliki peran penting dalam membentuk preferensi konsumsi. Warna hijau cerah pada *Brassica oleracea* sering diasosiasikan dengan kesegaran

dan kesehatan, namun dapat menjadi kurang menarik jika tampil kusam akibat proses pengolahan yang tidak tepat. Menurut Santoso (2022), inovasi produk pangan perlu mempertahankan warna alami bahan untuk meningkatkan daya tarik visual. Produk dengan tampilan menarik cenderung meningkatkan minat konsumsi, khususnya pada ibu hamil yang mengalami fluktuasi nafsu makan.

4. Rasa dan Kombinasi Bahan

Rasa merupakan faktor dominan dalam menentukan preferensi ibu hamil. *Brassica oleracea* memiliki rasa yang cenderung netral hingga sedikit pahit, sehingga pengembangan produk inovatif sering kali melibatkan kombinasi dengan bahan pangan lain yang memiliki rasa lebih manis atau gurih alami. Menurut Gibson (2020), kombinasi bahan pangan yang seimbang dapat meningkatkan penerimaan tanpa harus menambahkan bahan tambahan sintetis. Penggunaan bumbu alami dan teknik pengolahan yang tepat mampu menciptakan rasa yang lebih ramah bagi ibu hamil.

5. Aroma dan Kenyamanan Konsumsi

Aroma menjadi salah satu faktor yang paling sensitif selama kehamilan. Aroma yang terlalu kuat dapat memicu rasa mual, sehingga produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* perlu dirancang dengan teknik pengolahan yang mampu menekan bau menyengat. Menurut FAO (2021), pengolahan seperti blanching dan pengukusan ringan dapat mengurangi senyawa volatil penyebab aroma kuat. Dengan demikian, produk menjadi lebih nyaman dikonsumsi oleh ibu hamil.

6. Kebiasaan dan Latar Belakang Budaya

Preferensi pangan juga dipengaruhi oleh kebiasaan dan latar belakang budaya. Ibu hamil cenderung memilih makanan yang familiar dan sesuai dengan tradisi konsumsi

sehari-hari. Oleh karena itu, inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* perlu disesuaikan dengan pola makan lokal. Menurut Rahmawati (2022), produk pangan yang mengadopsi cita rasa dan bentuk tradisional memiliki peluang lebih besar untuk diterima oleh masyarakat, termasuk ibu hamil.

7. Persepsi Manfaat Kesehatan

Persepsi terhadap manfaat kesehatan turut memengaruhi daya terima produk pangan. Ibu hamil cenderung lebih selektif dalam memilih makanan yang dianggap aman dan bermanfaat bagi diri sendiri dan janin. Produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* yang dikomunikasikan sebagai sumber zat gizi penting akan lebih mudah diterima. Menurut WHO (2023), pemahaman yang baik tentang manfaat pangan sehat dapat mendorong perubahan perilaku konsumsi ke arah yang lebih positif.

8. Kepraktisan dan Kemudahan Akses

Kepraktisan menjadi faktor penting dalam preferensi ibu hamil, terutama bagi mereka yang memiliki keterbatasan waktu atau energi. Produk inovatif yang mudah disiapkan dan dikonsumsi akan lebih diminati dibandingkan produk yang memerlukan proses pengolahan rumit. Menurut Nugraheni (2021), kemudahan akses dan penyajian merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi keputusan konsumsi pangan fungsional.

Dengan demikian, daya terima dan preferensi ibu hamil terhadap produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* ditentukan oleh kombinasi faktor fisiologis, sensorik, budaya, dan persepsi manfaat kesehatan. Inovasi produk yang mempertimbangkan tekstur, rasa, aroma, tampilan, serta kepraktisan akan memiliki peluang lebih besar untuk diterima dan dikonsumsi secara berkelanjutan. Dengan pendekatan yang tepat, *Brassica*

oleracea tidak hanya berperan sebagai sumber gizi, tetapi juga menjadi bagian integral dari pola konsumsi sehat ibu hamil.

E. Keunggulan Produk Inovatif dibanding Konsumsi Konvensional

Produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* menawarkan berbagai keunggulan dibandingkan pola konsumsi konvensional yang selama ini bergantung pada sayuran segar tanpa pengolahan lanjut. Konsumsi konvensional umumnya dilakukan dalam bentuk sayur rebus, tumis, atau lalapan, yang meskipun bernilai gizi, sering kali memiliki keterbatasan dari sisi daya simpan, kepraktisan, dan konsistensi asupan zat gizi. Dalam konteks kesehatan ibu hamil, keberlanjutan konsumsi dan kepastian kecukupan zat gizi menjadi faktor penting. Oleh karena itu, pengembangan produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* memberikan nilai tambah yang signifikan dibandingkan konsumsi konvensional.

Menurut Manley (2020), inovasi produk pangan memungkinkan bahan alami dengan nilai gizi tinggi diolah menjadi bentuk yang lebih stabil, praktis, dan mudah diterima oleh berbagai kelompok sasaran. Hal ini sangat relevan bagi ibu hamil yang membutuhkan asupan gizi optimal namun sering menghadapi keterbatasan nafsu makan dan kenyamanan konsumsi.

1. Konsistensi Kandungan Gizi

Salah satu keunggulan utama produk inovatif dibandingkan konsumsi konvensional adalah konsistensi kandungan gizi. Pada konsumsi konvensional, nilai gizi sayuran sangat bergantung pada cara pengolahan rumah tangga, durasi pemasakan, dan kondisi bahan segar. Produk inovatif memungkinkan pengendalian proses pengolahan sehingga kandungan zat gizi utama dapat dipertahankan secara lebih stabil. Menurut Gibson (2020), pengolahan

terstandar membantu menjaga konsentrasi vitamin dan mineral penting, sehingga asupan gizi menjadi lebih terukur dan dapat diandalkan.

2. Kepraktisan dan Kemudahan Konsumsi

Kepraktisan menjadi keunggulan signifikan produk inovatif dibandingkan konsumsi konvensional. Ibu hamil sering mengalami kelelahan fisik dan keterbatasan waktu untuk menyiapkan makanan. Produk inovatif berbasis *Brassica oleracea*, seperti biskuit, bubuk instan, atau produk siap saji, dapat dikonsumsi dengan mudah tanpa proses persiapan yang rumit. Menurut Nugraheni (2021), kemudahan konsumsi berperan besar dalam meningkatkan kepatuhan terhadap pola makan sehat.

3. Peningkatan Daya Simpan

Sayuran segar memiliki daya simpan yang relatif pendek dan mudah mengalami penurunan mutu. Produk inovatif memungkinkan perpanjangan umur simpan melalui pengolahan yang tepat, sehingga ketersediaan pangan bergizi dapat terjaga lebih lama. Menurut FAO (2021), pengolahan pangan yang baik dapat mengurangi kehilangan zat gizi sekaligus meningkatkan efisiensi distribusi pangan. Hal ini menjadi keunggulan penting, terutama di wilayah dengan keterbatasan akses bahan segar.

4. Peningkatan Daya Terima Sensorik

Produk inovatif dapat dirancang untuk memiliki rasa, aroma, dan tekstur yang lebih sesuai dengan preferensi ibu hamil dibandingkan konsumsi konvensional. Sayuran *Brassica oleracea* dalam bentuk segar sering kali memiliki aroma khas yang kurang disukai. Melalui inovasi produk, karakteristik sensorik tersebut dapat dimodifikasi tanpa menghilangkan nilai gizi. Menurut Brown (2020), adaptasi sensorik merupakan kunci dalam meningkatkan penerimaan pangan bergizi.

5. Integrasi dengan Pola Konsumsi Harian

Keunggulan lain produk inovatif adalah kemampuannya untuk diintegrasikan ke dalam pola konsumsi harian tanpa mengubah kebiasaan makan secara drastis. Produk seperti biskuit atau camilan berbasis *Brassica oleracea* dapat dikonsumsi sebagai makanan selingan, sehingga melengkapi asupan gizi harian. Menurut WHO (2023), pendekatan ini efektif dalam meningkatkan kecukupan zat gizi pada kelompok rentan, termasuk ibu hamil.

6. Efisiensi Asupan Zat Gizi

Produk inovatif memungkinkan konsentrasi zat gizi tertentu dalam porsi yang relatif kecil. Hal ini menjadi keunggulan dibandingkan konsumsi konvensional yang memerlukan porsi sayur cukup besar untuk mencapai asupan gizi yang sama. Menurut Almatsier (2020), efisiensi asupan sangat penting bagi ibu hamil yang mengalami penurunan nafsu makan atau gangguan pencernaan.

7. Keamanan dan Standarisasi Mutu

Produk inovatif umumnya diproduksi dengan standar mutu dan keamanan yang lebih terkontrol dibandingkan konsumsi konvensional yang bergantung pada kondisi rumah tangga. Proses produksi yang terstandar membantu mengurangi risiko kontaminasi dan memastikan keamanan konsumsi. Menurut Codex Alimentarius Commission (2022), standarisasi pangan memberikan jaminan kualitas dan keamanan bagi konsumen, khususnya kelompok rentan seperti ibu hamil.

8. Nilai Edukasi dan Persepsi Kesehatan

Produk inovatif sering disertai dengan informasi gizi yang jelas, sehingga membantu ibu hamil memahami manfaat konsumsi *Brassica oleracea*. Informasi ini meningkatkan kesadaran dan persepsi positif terhadap

pangan bergizi. Menurut Santoso (2022), edukasi melalui produk pangan dapat mendorong perubahan perilaku konsumsi ke arah yang lebih sehat.

9. Dukungan terhadap Diversifikasi Pangan

Inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* mendukung diversifikasi pangan dengan menghadirkan alternatif konsumsi selain sayuran segar. Diversifikasi ini penting untuk mencegah kejenuhan konsumsi dan memastikan variasi asupan zat gizi. Menurut FAO (2021), diversifikasi pangan berkontribusi pada ketahanan gizi dan kesehatan masyarakat.

10. Potensi Dampak Jangka Panjang

Keunggulan produk inovatif tidak hanya dirasakan dalam jangka pendek, tetapi juga berpotensi memberikan dampak jangka panjang terhadap kebiasaan konsumsi. Produk yang praktis, bergizi, dan mudah diterima dapat membentuk pola makan sehat yang berkelanjutan. Menurut WHO (2023), pembiasaan konsumsi pangan bergizi selama kehamilan memiliki implikasi positif bagi kesehatan ibu dan anak di masa mendatang.

Dengan demikian, produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* memiliki keunggulan yang signifikan dibandingkan konsumsi konvensional, baik dari sisi konsistensi gizi, kepraktisan, daya simpan, maupun penerimaan konsumen. Keunggulan-keunggulan ini menjadikan inovasi produk sebagai strategi yang relevan dan efektif dalam mendukung kesehatan ibu hamil.

F. Tantangan dan Peluang Inovasi Produk

Inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* menawarkan peluang besar untuk mendukung kesehatan ibu hamil, tetapi juga menghadirkan sejumlah tantangan. Dengan pemahaman yang tepat, tantangan ini dapat diubah menjadi peluang

strategis untuk menghasilkan produk yang aman, bergizi, dan diterima secara luas. Berikut lima aspek utama tantangan dan peluang:

1. Penerimaan Sensorik

Karakter aroma khas dan rasa getir *Brassica oleracea* menjadi tantangan utama, terutama bagi ibu hamil yang mengalami sensitivitas penciuman dan pengecapan. Modifikasi formulasi dengan kombinasi bahan pangan netral atau manis alami memungkinkan penyamaran rasa tanpa mengurangi nilai gizi. Pendekatan ini meningkatkan kemungkinan penerimaan produk secara konsisten (Brown, 2020).

2. Stabilitas Zat Gizi

Vitamin C, asam folat, dan beberapa nutrisi lainnya sensitif terhadap panas, cahaya, dan oksigen. Pengolahan yang tepat, seperti pengeringan suhu rendah, enkapsulasi nutrisi, atau formulasi berbasis matriks pelindung, menjaga kandungan gizi tetap optimal hingga produk dikonsumsi (Gibson, 2020).

3. Persepsi Konsumen

Sebagian masyarakat masih menganggap sayuran sebaiknya dikonsumsi segar. Edukasi gizi melalui kemasan dan komunikasi produk menjadi peluang untuk meningkatkan pemahaman, kepercayaan, dan minat ibu hamil terhadap produk inovatif (Santoso, 2022).

4. Ketersediaan Bahan Baku dan Biaya Produksi

Fluktuasi pasokan *Brassica oleracea* sepanjang tahun dapat memengaruhi keberlanjutan produksi, sementara pengolahan ramah gizi sering membutuhkan biaya lebih tinggi. Namun, kemitraan dengan petani lokal, sistem pascapanen efisien, dan skala produksi optimal dapat menjaga ketersediaan bahan baku sekaligus menekan biaya,

sehingga produk tetap terjangkau (FAO, 2021; Nugraheni, 2021).

5. Peluang Inovasi Spesifik dan Berkelanjutan

Produk berbasis *Brassica oleracea* dapat diformulasikan untuk memenuhi kebutuhan gizi spesifik ibu hamil, seperti zat besi, vitamin C, dan asam folat. Produk ini juga dapat diintegrasikan ke program kesehatan, mendukung konsumsi pangan bergizi yang berkelanjutan, serta memberikan nilai tambah ekonomi bagi pengembangan usaha pangan lokal (WHO, 2023; Willett et al., 2020; Manley, 2020).

Tabel 5.1

Tantangan dan Peluang Inovasi Produk *Brassica oleracea* untuk Ibu Hamil

Aspek	Tantangan	Peluang Pengembangan
Penerimaan Sensorik	Aroma khas dan rasa getir	Modifikasi formulasi dengan bahan netral/manis
Stabilitas Zat Gizi	Nutrien sensitif terhadap panas dan oksigen	Teknologi pengolahan ramah gizi seperti pengeringan suhu rendah dan enkapsulasi
Persepsi Konsumen	Preferensi konsumsi sayuran segar	Edukasi gizi melalui kemasan dan komunikasi produk
Ketersediaan & Biaya Produksi	Fluktuasi pasokan dan biaya tinggi	Kemitraan dengan petani lokal dan optimasi skala produksi
Spesifik & Berkelanjutan	Kebutuhan gizi unik ibu hamil	Formulasi spesifik, integrasi program kesehatan, nilai tambah ekonomi

Sumber: Brown, 2020; Gibson, 2020; Santoso, 2022; FAO, 2021; WHO, 2023; Willett et al., 2020; Manley, 2020

Tabel di atas menggambarkan bahwa setiap tantangan memiliki peluang yang menyertainya. Penerimaan sensorik, stabilitas nutrien, persepsi konsumen, ketersediaan bahan baku, dan biaya produksi menjadi faktor yang harus diperhatikan dalam inovasi produk. Dengan strategi yang tepat, produk *Brassica oleracea* dapat menjadi pangan fungsional yang bergizi, diterima ibu hamil, berkelanjutan, dan bernilai tambah, sekaligus mendukung kesehatan ibu dan janin secara optimal.

BAB 6

TEKNOLOGI PENGOLAHAN DAN KEAMANAN PANGAN

Teknologi pengolahan dan keamanan pangan merupakan fondasi penting dalam pengembangan produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* untuk kesehatan ibu hamil. Kandungan gizi yang tinggi pada sayuran ini hanya dapat memberikan manfaat optimal apabila diolah dengan teknologi yang tepat, aman, dan mempertahankan mutu nutrisi. Proses pengolahan tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan daya simpan dan kepraktisan konsumsi, tetapi juga berperan dalam menjaga stabilitas zat gizi sensitif seperti vitamin C, asam folat, dan senyawa bioaktif antioksidan.

Bagi ibu hamil, aspek keamanan pangan memiliki tingkat urgensi yang lebih tinggi dibandingkan kelompok lain. Perubahan fisiologis dan imunologis selama kehamilan menyebabkan ibu lebih rentan terhadap kontaminasi mikrobiologis dan kimia. Oleh karena itu, penerapan teknologi pengolahan yang higienis, terstandar, dan berbasis prinsip keamanan pangan menjadi kebutuhan utama. Selain itu, pengendalian mutu sejak tahap bahan baku hingga distribusi produk sangat menentukan keberterimaan dan keberlanjutan produk inovatif berbasis *Brassica oleracea*.

Bab ini membahas secara komprehensif teknologi pengolahan, prinsip higiene dan sanitasi, keamanan pangan bagi ibu hamil, standar mutu, serta sistem penyimpanan dan distribusi produk. Dengan pendekatan teknologi pangan yang tepat, *Brassica oleracea* dapat diolah menjadi pangan fungsional yang aman, bergizi, dan mudah diterima oleh ibu

hamil sebagai bagian dari pola konsumsi sehari-hari (Manley, 2020; FAO, 2021).

A. Teknologi Pengolahan *Brassica oleracea*

Teknologi pengolahan *Brassica oleracea* memegang peranan penting dalam memastikan bahwa kandungan gizi dan senyawa bioaktif tetap terjaga hingga produk dikonsumsi oleh ibu hamil. Sayuran dari kelompok *Brassicaceae* ini memiliki karakteristik nutrisi yang sensitif terhadap panas, oksidasi, dan perlakuan mekanis berlebihan. Oleh karena itu, pemilihan teknologi pengolahan harus mempertimbangkan keseimbangan antara keamanan pangan, stabilitas gizi, dan kualitas sensorik produk.

Pengolahan awal *Brassica oleracea* dimulai dari tahapan sortasi dan pencucian. Sortasi bertujuan memisahkan bahan yang rusak, layu, atau terkontaminasi, sehingga hanya bahan berkualitas baik yang digunakan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan kotoran, residu tanah, dan mikroorganisme permukaan. Menurut Codex Alimentarius Commission (2022), pencucian dengan air bersih mengalir merupakan langkah awal penting dalam menjamin keamanan bahan pangan segar, khususnya untuk kelompok rentan seperti ibu hamil.

Tahap berikutnya adalah perlakuan pendahuluan atau *pre-treatment*, seperti blanching. Blanching dilakukan dengan pemanasan singkat pada suhu tertentu untuk menonaktifkan enzim perusak yang dapat menurunkan mutu warna, rasa, dan kandungan vitamin. Namun, proses ini harus dikendalikan dengan baik karena pemanasan berlebihan dapat menyebabkan kehilangan vitamin C dan asam folat. Gibson (2020) menegaskan bahwa blanching dengan waktu singkat dan pendinginan cepat dapat mempertahankan kualitas nutrisi sekaligus meningkatkan keamanan mikrobiologis.

Teknologi pengeringan menjadi metode penting dalam pengolahan *Brassica oleracea* menjadi bahan baku produk inovatif seperti tepung atau serbuk. Pengeringan bertujuan menurunkan kadar air sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang umur simpan. Metode pengeringan suhu rendah, seperti *tray drying* bersuhu terkendali atau *freeze drying*, dinilai lebih mampu mempertahankan vitamin dan senyawa bioaktif dibandingkan pengeringan suhu tinggi. Menurut Rahman dan Punja (2021), pengeringan suhu rendah membantu menjaga kandungan antioksidan dan warna alami *Brassica oleracea*.

Selain pengeringan, teknologi penggilingan dan pengayakan berperan dalam menentukan ukuran partikel bahan olahan. Ukuran partikel yang seragam mempermudah pencampuran bahan dan meningkatkan kestabilan produk akhir, terutama pada produk berbasis tepung. Manley (2020) menyatakan bahwa kontrol ukuran partikel sangat penting dalam industri produk kering karena berpengaruh terhadap tekstur, daya rehidrasi, dan keseragaman kandungan gizi.

Teknologi pencampuran (*mixing*) menjadi tahap krusial dalam formulasi produk inovatif berbasis *Brassica oleracea*. Pada tahap ini, bahan aktif dari *Brassica oleracea* dikombinasikan dengan bahan pangan lain seperti tepung, lemak, atau pemanis alami. Proses pencampuran harus memastikan distribusi zat gizi merata sehingga setiap porsi produk memiliki nilai gizi yang konsisten. Suri et al. (2020) menjelaskan bahwa homogenitas campuran berkontribusi terhadap kualitas dan kepercayaan konsumen terhadap produk pangan fungsional.

Proses pemanggangan atau pemasakan pada produk tertentu, seperti biskuit, memerlukan pengendalian suhu dan waktu yang ketat. Pemanggangan berfungsi membentuk tekstur, rasa, dan aroma produk, namun berpotensi menurunkan

kandungan vitamin yang sensitif panas. Oleh karena itu, pemanggangan suhu sedang dengan durasi optimal lebih dianjurkan untuk mempertahankan nilai gizi *Brassica oleracea*. Menurut Brown (2020), keseimbangan antara kualitas sensorik dan kandungan gizi menjadi kunci keberhasilan produk inovatif.

Teknologi pengemasan juga merupakan bagian integral dari pengolahan *Brassica oleracea*. Pengemasan yang baik melindungi produk dari paparan cahaya, udara, dan kelembapan yang dapat mempercepat degradasi zat gizi. Penggunaan kemasan kedap udara dan berlapis pelindung cahaya sangat dianjurkan untuk produk berbasis sayuran kering. FAO (2021) menekankan bahwa pengemasan yang tepat berkontribusi besar terhadap stabilitas gizi dan keamanan pangan.

Dengan demikian, teknologi pengolahan *Brassica oleracea* harus dirancang dengan pendekatan holistik yang mengintegrasikan keamanan pangan, stabilitas nutrisi, dan kualitas produk. Dengan penerapan teknologi yang tepat, *Brassica oleracea* dapat diolah menjadi produk inovatif yang aman, bergizi, dan sesuai dengan kebutuhan ibu hamil. Teknologi pengolahan yang baik tidak hanya meningkatkan nilai tambah bahan pangan, tetapi juga memastikan bahwa manfaat kesehatan *Brassica oleracea* dapat dirasakan secara optimal dalam jangka panjang.

B. Prinsip Higiene dan Sanitasi Pangan

Higiene dan sanitasi pangan merupakan fondasi utama dalam proses pengolahan produk berbasis *Brassica oleracea*, terutama ketika sasaran konsumennya adalah ibu hamil yang memiliki kondisi fisiologis lebih rentan terhadap risiko kontaminasi pangan. Prinsip hygiene berkaitan dengan upaya menjaga kebersihan individu, peralatan, dan lingkungan kerja,

sedangkan sanitasi pangan menitikberatkan pada pengendalian faktor lingkungan yang dapat menjadi sumber cemaran biologis, kimia, maupun fisik. Dalam konteks inovasi produk pangan fungsional, penerapan higiene dan sanitasi yang konsisten menjadi prasyarat mutlak untuk menjamin keamanan, mutu, dan keberterimaan produk.

Sayuran dari kelompok *Brassica oleracea* seperti brokoli, kubis, dan kembang kol memiliki karakteristik permukaan berlapis dan struktur berlekuk yang memungkinkan mikroorganisme patogen menempel dan berkembang jika tidak ditangani secara tepat. Oleh karena itu, prinsip higiene harus diterapkan sejak tahap penerimaan bahan baku, meliputi pemilihan bahan segar, pencucian dengan air bersih yang memenuhi standar, serta pemisahan bahan mentah dan bahan siap olah. Penerapan praktik ini sejalan dengan pedoman keamanan pangan modern yang menekankan pentingnya pengendalian bahaya sejak tahap awal rantai produksi (WHO, 2020).

Kebersihan personal tenaga pengolah merupakan aspek krusial dalam sistem higiene pangan. Setiap individu yang terlibat dalam proses pengolahan wajib menjaga kebersihan tangan, menggunakan pakaian kerja bersih, penutup kepala, serta alat pelindung diri sesuai kebutuhan. Kebiasaan mencuci tangan dengan sabun sebelum dan sesudah menangani bahan pangan, serta setelah kontak dengan benda non-produktif, menjadi langkah sederhana namun sangat efektif dalam mencegah kontaminasi silang. Studi terkini menunjukkan bahwa praktik higiene personal yang baik dapat menurunkan risiko cemaran mikroba hingga lebih dari 40% dalam pengolahan pangan berbasis sayuran segar (Luning & Marcelis, 2021).

Selain higiene personal, sanitasi peralatan dan lingkungan pengolahan juga memegang peranan penting.

Semua peralatan yang bersentuhan langsung dengan *Brassica oleracea* seperti talenan, pisau, wadah, dan mesin pengolah harus terbuat dari bahan food grade, mudah dibersihkan, dan tidak bereaksi dengan bahan pangan. Proses pembersihan dan sanitasi peralatan perlu dilakukan secara terjadwal menggunakan bahan pembersih yang aman dan efektif. Lingkungan pengolahan harus memiliki ventilasi baik, pencahayaan cukup, serta sistem pembuangan limbah yang higienis guna mencegah berkembangnya mikroorganisme patogen.

Air yang digunakan dalam proses pencucian dan pengolahan merupakan faktor kritis dalam sistem sanitasi pangan. Air harus memenuhi standar kualitas air bersih dan bebas dari cemaran mikrobiologis maupun kimia. Penggunaan air yang tidak memenuhi standar dapat menjadi sumber utama kontaminasi pada produk akhir. Oleh sebab itu, pengawasan kualitas air secara berkala menjadi bagian integral dari sistem sanitasi pangan modern, terutama pada produk yang ditujukan untuk kelompok rentan seperti ibu hamil (FAO, 2022).

Pengendalian hama juga merupakan komponen penting dalam sanitasi pangan. Keberadaan serangga, tikus, atau hewan lain di area pengolahan dapat menjadi vektor pembawa mikroorganisme berbahaya. Penerapan sistem pengendalian hama terpadu (*integrated pest management*) yang ramah lingkungan dan aman bagi pangan menjadi pendekatan yang dianjurkan. Sistem ini menekankan pencegahan melalui desain bangunan yang baik, kebersihan lingkungan, serta pemantauan rutin tanpa ketergantungan berlebihan pada bahan kimia.

Dalam konteks produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* untuk ibu hamil, penerapan prinsip hygiene dan sanitasi juga harus disesuaikan dengan jenis produk yang dihasilkan, baik berupa produk segar olahan, produk semi-basah, maupun produk kering. Setiap jenis produk memiliki

titik kritis berbeda yang memerlukan perhatian khusus. Misalnya, produk berbentuk puree atau jus memerlukan pengendalian suhu dan waktu penyimpanan yang ketat, sedangkan produk kering membutuhkan sanitasi optimal pada tahap pengeringan dan pengemasan.

Dengan demikian, prinsip higiene dan sanitasi pangan tidak hanya berfungsi sebagai upaya pencegahan penyakit bawaan pangan, tetapi juga sebagai strategi peningkatan kualitas dan daya saing produk inovatif. Produk *Brassica oleracea* yang diolah dengan standar higiene dan sanitasi tinggi akan memiliki tingkat kepercayaan konsumen yang lebih baik, khususnya dari kalangan ibu hamil yang semakin sadar akan pentingnya pangan aman dan bergizi. Dengan demikian, penerapan prinsip ini menjadi bagian tak terpisahkan dari pengembangan inovasi

C. Keamanan Pangan untuk Ibu Hamil

Keamanan pangan bagi ibu hamil merupakan aspek yang tidak dapat ditawar dalam pengembangan produk inovatif berbasis *Brassica oleracea*. Pada masa kehamilan, tubuh mengalami perubahan fisiologis dan imunologis yang menyebabkan peningkatan kerentanan terhadap bahaya pangan. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada kesehatan ibu, tetapi juga berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan perkembangan janin. Oleh karena itu, setiap tahapan pengolahan produk pangan berbasis *Brassica oleracea* harus dirancang dengan pendekatan kehati-hatian yang tinggi agar produk yang dihasilkan benar-benar aman dikonsumsi.

Sayuran dari kelompok *Brassica oleracea* dikenal kaya akan folat, vitamin C, serat, dan senyawa bioaktif yang mendukung kesehatan ibu hamil. Namun, di sisi lain, bahan pangan ini berpotensi menjadi media pembawa cemaran mikroorganisme patogen jika tidak ditangani dengan benar.

Keamanan pangan dalam konteks ini mencakup upaya pencegahan bahaya biologis, kimia, dan fisik melalui penerapan standar pengolahan yang terkontrol dan sistematis.

1. Pengendalian Bahaya Biologis

Bahaya biologis merupakan risiko utama dalam pangan berbasis sayuran segar. Mikroorganisme seperti *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, dan *Escherichia coli* menjadi perhatian khusus karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius pada ibu hamil. Kontaminasi mikroba dapat terjadi sejak tahap budidaya, panen, distribusi, hingga pengolahan. Oleh sebab itu, proses pencucian yang efektif, perlakuan panas yang memadai, serta pengendalian suhu selama pengolahan dan penyimpanan menjadi langkah kunci dalam menjamin keamanan produk.

Pengolahan *Brassica oleracea* untuk ibu hamil dianjurkan menggunakan teknologi yang mampu menurunkan beban mikroba tanpa merusak kandungan gizinya, seperti blanching singkat, pasteurisasi suhu rendah, atau teknologi tekanan tinggi. WHO (2020) menegaskan bahwa pengendalian mikrobiologis pada pangan untuk kelompok rentan harus mengutamakan prinsip pencegahan dibandingkan koreksi di tahap akhir.

2. Pengendalian Bahaya Kimia

Bahaya kimia dalam produk berbasis *Brassica oleracea* dapat berasal dari residu pestisida, logam berat, bahan pembersih, maupun kontaminan proses. Bagi ibu hamil, paparan zat kimia tertentu dalam jangka panjang berpotensi memengaruhi perkembangan sistem saraf janin dan keseimbangan hormonal ibu. Oleh karena itu, pemilihan bahan baku dari sumber yang terpercaya serta penerapan good handling practices menjadi langkah strategis dalam meminimalkan risiko tersebut.

Dalam proses pengolahan, penggunaan bahan tambahan pangan harus dibatasi dan disesuaikan dengan regulasi yang berlaku. FAO (2022) merekomendasikan agar produk pangan untuk ibu hamil menghindari penggunaan bahan tambahan sintetis yang tidak esensial serta mengutamakan pendekatan alami dalam mempertahankan mutu produk. Selain itu, sanitasi peralatan harus dilakukan dengan prosedur yang memastikan tidak adanya residu bahan kimia yang tertinggal pada produk akhir.

3. Pengendalian Bahaya Fisik

Bahaya fisik meliputi keberadaan benda asing seperti serpihan logam, pasir, plastik, atau bagian tanaman yang tidak diinginkan. Meskipun sering dianggap sepele, bahaya fisik dapat menimbulkan ketidaknyamanan dan menurunkan tingkat kepercayaan konsumen, terutama ibu hamil yang cenderung lebih selektif terhadap pangan. Oleh karena itu, proses sortasi, pencucian berulang, serta penggunaan alat penyaring dan detektor menjadi bagian penting dalam sistem keamanan pangan.

Desain fasilitas pengolahan yang baik, penggunaan peralatan yang terawat, serta prosedur kerja yang disiplin dapat mengurangi risiko masuknya bahaya fisik ke dalam produk. Pendekatan ini sejalan dengan konsep preventive food safety yang menekankan pengendalian sejak awal proses (Luning & Marcelis, 2021).

4. Pengendalian Suhu dan Waktu

Suhu dan waktu pengolahan merupakan faktor kritis dalam menjaga keamanan pangan bagi ibu hamil. Produk berbasis *Brassica oleracea* yang telah diolah harus segera didinginkan atau disimpan pada suhu yang sesuai untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Penyimpanan pada suhu ruang dalam waktu lama dapat meningkatkan

risiko kontaminasi, terutama pada produk semi-basah atau siap konsumsi.

Pengendalian suhu juga berkaitan dengan distribusi produk. Rantai dingin (*cold chain*) harus dijaga secara konsisten agar mutu dan keamanan produk tetap terpelihara hingga sampai ke tangan konsumen. Menurut EFSA (2023), kegagalan dalam menjaga rantai dingin merupakan salah satu penyebab utama menurunnya keamanan pangan pada produk berbasis sayuran olahan.

5. Edukasi Konsumen dan Informasi Produk

Keamanan pangan untuk ibu hamil tidak hanya bergantung pada proses pengolahan, tetapi juga pada cara konsumsi. Informasi yang jelas pada label produk mengenai cara penyimpanan, waktu konsumsi, dan metode pemanasan ulang sangat penting untuk mencegah kesalahan penanganan di tingkat rumah tangga. Edukasi ini membantu ibu hamil memahami cara mengonsumsi produk *Brassica oleracea* secara aman dan optimal.

Dengan demikian, keamanan pangan bagi ibu hamil merupakan hasil dari integrasi berbagai prinsip pengendalian bahaya yang diterapkan secara konsisten. Produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* yang memenuhi standar keamanan tinggi akan memberikan manfaat gizi maksimal sekaligus perlindungan kesehatan bagi ibu dan janin. Dengan pendekatan ini, inovasi pangan tidak hanya berorientasi pada nilai tambah gizi, tetapi juga pada tanggung jawab moral untuk menyediakan pangan yang aman bagi generasi masa depan.

D. Standar Mutu dan Pengendalian Kualitas

Standar mutu dan pengendalian kualitas merupakan fondasi utama dalam pengembangan produk berbasis *Brassica oleracea* yang ditujukan untuk ibu hamil. Mutu pangan tidak hanya diartikan sebagai penampilan fisik atau cita rasa, tetapi

mencakup aspek keamanan, kandungan gizi, konsistensi produk, serta kesesuaian dengan kebutuhan kelompok konsumen yang rentan. Dalam konteks ibu hamil, standar mutu menjadi jaminan bahwa produk yang dikonsumsi memberikan manfaat optimal tanpa menimbulkan risiko kesehatan.

Pengendalian kualitas harus diterapkan secara menyeluruh sejak tahap penerimaan bahan baku, proses pengolahan, pengemasan, hingga distribusi. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap produk yang dihasilkan memiliki karakteristik yang seragam dan dapat dipertanggungjawabkan. Luning dan Marcelis (2021) menekankan bahwa sistem mutu pangan modern harus berbasis pencegahan dan pengendalian berkelanjutan, bukan sekadar pemeriksaan produk akhir.

1. Standar Mutu Bahan Baku

Mutu produk *Brassica oleracea* sangat ditentukan oleh kualitas bahan baku yang digunakan. Sayuran harus memenuhi kriteria kesegaran, bebas dari kerusakan fisik, serta memiliki warna dan tekstur yang sesuai dengan karakteristik alaminya. Bagi ibu hamil, pemilihan bahan baku yang bersih dan sehat menjadi sangat penting karena bahan baku yang tidak layak dapat meningkatkan risiko kontaminasi.

Standar mutu bahan baku juga mencakup batas aman residu pestisida dan cemaran logam berat. Codex Alimentarius (2022) menyatakan bahwa bahan pangan untuk kelompok sensitif harus memenuhi batas maksimum cemaran yang lebih ketat dibandingkan pangan umum. Oleh karena itu, proses sortasi dan verifikasi bahan baku menjadi langkah awal yang menentukan keberhasilan pengendalian mutu. Dengan demikian.

2. Standar Mutu Proses Pengolahan

Proses pengolahan *Brassica oleracea* harus dilakukan dengan parameter yang terstandar, meliputi suhu, waktu,

metode perlakuan panas, serta teknik pengemasan. Konsistensi proses sangat berpengaruh terhadap stabilitas kandungan gizi, terutama vitamin C dan folat yang sensitif terhadap panas. Pengendalian parameter ini membantu memastikan bahwa setiap batch produk memiliki mutu yang relatif sama.

Penerapan prinsip *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP) menjadi bagian penting dalam menjaga mutu proses. Sistem ini memungkinkan identifikasi titik kritis yang berpotensi memengaruhi keamanan dan kualitas produk. WHO (2020) menyatakan bahwa penerapan HACCP pada pangan untuk ibu hamil berkontribusi besar terhadap penurunan risiko ketidaksesuaian mutu dan bahaya pangan.

3. Pengendalian Mutu Produk Akhir

Produk akhir berbasis *Brassica oleracea* harus memenuhi standar mutu sensorik, kimia, dan mikrobiologis sebelum didistribusikan. Aspek sensorik mencakup warna, aroma, rasa, dan tekstur yang dapat diterima oleh ibu hamil. Mutu sensorik yang baik berperan penting dalam meningkatkan kepercayaan dan kenyamanan konsumen terhadap produk inovatif.

Pengendalian mutu kimia berfokus pada kestabilan kandungan gizi dan ketiadaan zat berbahaya. Sementara itu, mutu mikrobiologis memastikan bahwa produk berada dalam batas aman konsumsi. EFSA (2023) menegaskan bahwa produk pangan siap konsumsi untuk ibu hamil harus memenuhi standar mikrobiologis yang lebih ketat dibandingkan produk umum, mengingat risiko kesehatan yang lebih besar.

4. Standar Pengemasan dan Pelabelan

Pengemasan merupakan bagian integral dari pengendalian mutu karena berfungsi melindungi produk dari

kontaminasi dan kerusakan selama penyimpanan dan distribusi. Kemasan harus menggunakan bahan yang aman, tidak bereaksi dengan produk, serta mampu menjaga kualitas *Brassica oleracea* olahan. Penggunaan kemasan kedap udara atau kemasan aktif dapat membantu memperpanjang umur simpan tanpa mengorbankan mutu gizi.

Pelabelan yang jelas dan informatif juga menjadi bagian dari standar mutu. Informasi mengenai komposisi, tanggal kedaluwarsa, cara penyimpanan, dan anjuran konsumsi bagi ibu hamil harus disampaikan secara akurat. FAO (2022) menekankan bahwa pelabelan yang tepat merupakan bentuk perlindungan konsumen sekaligus sarana edukasi yang efektif.

5. Pengendalian Kualitas Selama Penyimpanan dan Distribusi

Mutu produk *Brassica oleracea* tidak hanya ditentukan pada saat produksi, tetapi juga selama penyimpanan dan distribusi. Pengendalian suhu, kelembapan, dan kebersihan lingkungan penyimpanan sangat penting untuk mencegah penurunan kualitas dan pertumbuhan mikroorganisme. Sistem monitoring yang teratur membantu memastikan bahwa kondisi penyimpanan selalu berada dalam rentang yang aman.

Distribusi produk juga harus memperhatikan prinsip *first in first out* (FIFO) agar produk yang lebih lama diproduksi tidak tertinggal dan mengalami penurunan mutu. Menurut Luning et al. (2022), pengendalian mutu yang berkelanjutan hingga tahap distribusi meningkatkan kepercayaan konsumen dan memperkuat citra produk pangan fungsional.

6. Evaluasi dan Perbaikan Berkelanjutan

Standar mutu dan pengendalian kualitas bersifat dinamis dan memerlukan evaluasi secara berkala. Umpan

balik dari konsumen, khususnya ibu hamil, dapat digunakan sebagai dasar perbaikan formulasi, proses, maupun kemasan. Pendekatan perbaikan berkelanjutan memastikan bahwa produk berbasis *Brassica oleracea* tetap relevan, aman, dan bermutu tinggi.

Dengan demikian, penerapan standar mutu dan pengendalian kualitas yang ketat merupakan prasyarat utama dalam pengembangan produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* untuk ibu hamil. Dengan sistem mutu yang terintegrasi, produk tidak hanya memberikan manfaat gizi, tetapi juga menjamin keamanan, konsistensi, dan kepercayaan konsumen dalam jangka panjang.

E. Penyimpanan dan Distribusi Produk

Penyimpanan dan distribusi merupakan tahapan krusial dalam menjaga mutu, keamanan, dan nilai gizi produk berbasis *Brassica oleracea* yang ditujukan bagi ibu hamil. Produk pangan yang telah diolah dengan baik dapat mengalami penurunan kualitas apabila tidak ditangani secara tepat pada fase pascaproduksi. Oleh karena itu, sistem penyimpanan dan distribusi harus dirancang secara terintegrasi untuk memastikan produk tetap aman, stabil, dan layak konsumsi hingga sampai ke tangan konsumen.

Dalam konteks ibu hamil sebagai kelompok dengan kebutuhan khusus, aspek penyimpanan dan distribusi tidak hanya berkaitan dengan umur simpan, tetapi juga dengan perlindungan terhadap risiko kontaminasi fisik, kimia, dan mikrobiologis. WHO (2020) menegaskan bahwa pengelolaan pascaproduksi yang tidak memadai menjadi salah satu penyebab utama menurunnya mutu pangan fungsional, terutama pada produk berbasis sayuran.

Penyimpanan produk *Brassica oleracea* olahan harus mempertimbangkan karakteristik bahan dan metode

pengolahannya. Produk segar minimal olahan memerlukan suhu rendah untuk memperlambat respirasi dan aktivitas enzim, sedangkan produk olahan seperti puree, bubuk, atau produk siap saji membutuhkan kondisi penyimpanan yang stabil dan terkontrol. Pengendalian suhu menjadi faktor utama karena fluktuasi suhu dapat mempercepat degradasi vitamin, khususnya vitamin C dan folat yang sangat penting bagi ibu hamil (FAO, 2022).

Selain suhu, kelembapan relatif juga berperan penting dalam penyimpanan. Kelembapan yang terlalu tinggi dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme dan mempercepat kerusakan produk, sementara kelembapan yang terlalu rendah dapat menyebabkan perubahan tekstur dan kehilangan kualitas sensorik. Oleh karena itu, fasilitas penyimpanan harus dilengkapi dengan sistem pengaturan kelembapan yang sesuai dengan jenis produk *Brassica oleracea* yang disimpan.

Pengemasan berfungsi sebagai pelindung utama selama penyimpanan. Penggunaan kemasan kedap udara, kemasan vakum, atau kemasan dengan atmosfer termodifikasi dapat membantu mempertahankan mutu produk dalam jangka waktu lebih lama. Menurut Luning dan Marcellis (2021), kemasan yang tepat mampu mengurangi paparan oksigen dan cahaya yang berpotensi merusak senyawa bioaktif pada sayuran. Dalam konteks ibu hamil, kemasan juga harus menggunakan bahan yang aman dan bebas dari zat migrasi berbahaya.

Distribusi produk *Brassica oleracea* harus mengikuti prinsip rantai dingin (*cold chain*) apabila produk memerlukan penyimpanan suhu rendah. Rantai dingin yang terjaga secara konsisten sejak gudang penyimpanan hingga titik penjualan membantu mencegah penurunan mutu dan risiko keamanan pangan. EFSA (2023) menyatakan bahwa kegagalan dalam menjaga rantai dingin dapat menyebabkan pertumbuhan

mikroorganisme patogen meskipun produk awalnya memenuhi standar keamanan.

Sistem distribusi juga harus memperhatikan durasi pengiriman dan kondisi transportasi. Pengiriman yang terlalu lama atau menggunakan kendaraan yang tidak higienis dapat meningkatkan risiko kontaminasi. Oleh karena itu, distribusi produk pangan untuk ibu hamil sebaiknya dilakukan dengan kendaraan khusus yang bersih, tertutup, dan dilengkapi pengatur suhu bila diperlukan. Prinsip ini sejalan dengan panduan Codex Alimentarius (2022) mengenai distribusi pangan untuk kelompok rentan.

Manajemen stok menjadi bagian penting dalam penyimpanan dan distribusi. Penerapan sistem *first in first out* (FIFO) memastikan bahwa produk yang lebih dahulu diproduksi akan lebih dahulu didistribusikan, sehingga risiko kedaluwarsa dapat diminimalkan. Sistem pencatatan yang rapi dan terintegrasi membantu produsen memantau umur simpan dan kondisi produk secara akurat.

Pelacakan produk (*traceability*) juga semakin penting dalam sistem distribusi modern. Dengan sistem pelacakan yang baik, produsen dapat dengan cepat mengidentifikasi dan menarik produk dari pasar apabila terjadi ketidaksesuaian mutu. FAO (2023) menekankan bahwa sistem pelacakan yang efektif meningkatkan perlindungan konsumen dan memperkuat kepercayaan terhadap produk pangan fungsional.

Aspek edukasi juga memegang peranan penting dalam penyimpanan dan distribusi produk berbasis *Brassica oleracea*. Informasi yang jelas mengenai metode penyimpanan yang tepat perlu disampaikan tidak hanya kepada distributor dan pengecer, tetapi juga kepada konsumen akhir, terutama ibu hamil. Distributor harus memahami pentingnya pengendalian suhu, kelembapan, dan penanganan produk selama transportasi untuk mencegah kerusakan fisik maupun penurunan kandungan

gizi. Pengecer juga perlu mendapatkan edukasi mengenai tata letak penyimpanan di toko, rotasi stok, dan cara menangani produk agar tetap segar hingga dijual.

Bagi ibu hamil sebagai konsumen akhir, pemahaman tentang cara menyimpan produk di rumah menjadi aspek krusial. Produk *Brassica oleracea* yang disimpan dalam suhu yang sesuai, misalnya di lemari pendingin atau tempat sejuk, akan mempertahankan kandungan vitamin, mineral, dan senyawa bioaktifnya. Selain itu, edukasi mengenai penggunaan kemasan, durasi penyimpanan, dan cara mengolah produk sebelum dikonsumsi dapat mengurangi risiko kontaminasi mikroba dan kerusakan nutrisi. Penyampaian informasi ini dapat dilakukan melalui label produk, brosur panduan, media sosial, atau sesi penyuluhan di fasilitas kesehatan.

Edukasi yang tepat juga mendorong kesadaran ibu hamil tentang pentingnya menjaga kualitas pangan demi kesehatan diri dan janin. Dengan pengetahuan yang memadai, konsumen dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dalam menyimpan, menyiapkan, dan mengonsumsi produk *Brassica oleracea*. Hal ini tidak hanya memastikan keamanan pangan, tetapi juga memaksimalkan manfaat fungsional dari produk tersebut, termasuk peningkatan imunitas dan pemenuhan zat gizi penting selama kehamilan. Pendekatan edukatif yang menyeluruh menjadi kunci keberhasilan distribusi dan konsumsi produk secara optimal.

Dengan demikian, penyimpanan dan distribusi produk berbasis *Brassica oleracea* menjadi mata rantai krusial dalam menjaga mutu, keamanan, dan nilai gizi pangan bagi ibu hamil. Pengendalian suhu yang sesuai dapat mencegah kerusakan enzimatis dan penurunan kandungan vitamin, terutama vitamin C dan asam folat yang sensitif terhadap panas. Kelembapan yang terkontrol membantu mencegah pertumbuhan mikroorganisme dan menjaga tekstur produk, sedangkan

kemasan yang tepat, seperti vacuum atau kemasan berlapis, melindungi produk dari oksidasi, cahaya, dan kontaminasi eksternal. Selain itu, transportasi yang memperhatikan jarak, waktu, dan kondisi lingkungan memungkinkan produk sampai ke konsumen dalam kondisi optimal. Manajemen distribusi yang baik, termasuk perencanaan stok dan pemantauan rantai pasok, memastikan ketersediaan produk sepanjang tahun tanpa menurunkan kualitas. Dengan penerapan sistem penyimpanan dan distribusi yang terstandar, produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* tidak hanya mempertahankan kandungan gizi dan senyawa bioaktifnya, tetapi juga meningkatkan keamanan konsumsi bagi ibu hamil. Pendekatan ini memungkinkan pemenuhan gizi yang konsisten, mendukung kesehatan ibu dan janin, serta memastikan bahwa manfaat fungsional produk dapat dirasakan secara optimal dalam jangka panjang.

BAB 7

EDUKASI GIZI DAN STRATEGI IMPLEMENTASI

Edukasi gizi merupakan fondasi penting dalam upaya peningkatan kesehatan ibu hamil, terutama dalam konteks pemanfaatan pangan fungsional berbasis *Brassica oleracea*. Ketersediaan pangan bergizi yang melimpah tidak secara otomatis menjamin terpenuhinya kebutuhan nutrisi apabila tidak disertai pemahaman yang memadai mengenai pemilihan, pengolahan, dan pola konsumsi yang tepat. Oleh karena itu, edukasi gizi berperan sebagai jembatan antara inovasi produk pangan dan praktik konsumsi sehari-hari ibu hamil.

Dalam beberapa dekade terakhir, pendekatan edukasi gizi telah mengalami pergeseran dari sekadar penyampaian informasi menuju pendekatan yang lebih partisipatif, kontekstual, dan berbasis pangan lokal. Pendekatan ini dinilai lebih efektif karena selaras dengan budaya, kebiasaan makan, serta kondisi sosial ekonomi masyarakat (FAO, 2021). Edukasi gizi yang relevan mampu mendorong perubahan perilaku yang berkelanjutan, bukan hanya peningkatan pengetahuan semata.

Bagi ibu hamil, edukasi gizi memiliki dimensi yang lebih luas karena berhubungan langsung dengan kesehatan dua generasi sekaligus, yaitu ibu dan janin. Asupan zat gizi yang tepat selama kehamilan berkontribusi terhadap pertumbuhan janin yang optimal, daya tahan tubuh ibu, serta kesiapan menghadapi proses persalinan dan masa menyusui. WHO (2020) menegaskan bahwa intervensi edukatif yang konsisten selama kehamilan dapat memperbaiki kualitas pola makan dan menurunkan risiko masalah gizi.

Dalam konteks inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*, edukasi gizi menjadi instrumen strategis untuk meningkatkan penerimaan, pemanfaatan, dan keberlanjutan konsumsi produk tersebut. Tanpa edukasi yang memadai, potensi gizi dan manfaat fungsional produk tidak akan terserap secara optimal oleh masyarakat sasaran.

A. Peran Edukasi Gizi bagi Ibu Hamil

Edukasi gizi bagi ibu hamil memiliki peran sentral dalam membentuk pola konsumsi yang sehat, seimbang, dan berkelanjutan. Masa kehamilan merupakan periode kritis yang ditandai dengan peningkatan kebutuhan zat gizi makro dan mikro, serta perubahan fisiologis yang memengaruhi metabolisme tubuh. Tanpa pemahaman yang memadai, ibu hamil berisiko mengalami ketidakseimbangan asupan gizi, baik kekurangan maupun kelebihan, yang dapat berdampak pada kesehatan ibu dan perkembangan janin.

Peran utama edukasi gizi adalah meningkatkan literasi gizi ibu hamil. Literasi gizi mencakup kemampuan memahami informasi gizi, menafsirkan pesan kesehatan, serta mengambil keputusan yang tepat terkait pemilihan dan pengolahan pangan. Menurut Nutbeam dan Lloyd (2021), literasi gizi yang baik memungkinkan individu menerjemahkan informasi menjadi tindakan nyata dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks ibu hamil, hal ini mencakup pemahaman tentang kebutuhan zat besi, asam folat, protein, vitamin, dan mineral penting lainnya.

Edukasi gizi juga berperan dalam mengoreksi miskonsepsi yang masih banyak berkembang di masyarakat. Beberapa ibu hamil menghindari konsumsi sayuran tertentu karena dianggap menyebabkan gangguan pencernaan atau berdampak negatif pada janin. Melalui edukasi berbasis bukti ilmiah, pemahaman yang keliru tersebut dapat diluruskan sehingga ibu hamil tidak kehilangan sumber zat gizi penting

seperti *Brassica oleracea* yang kaya vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif (Rahman & Punja, 2021).

Selain itu, edukasi gizi mendorong kemandirian ibu hamil dalam mengelola pola makannya. Ibu hamil yang memiliki pengetahuan gizi yang baik cenderung lebih mampu menyesuaikan pilihan pangan dengan kondisi ekonomi dan ketersediaan bahan lokal. Pendekatan ini sejalan dengan konsep ketahanan pangan keluarga yang menekankan pemanfaatan sumber daya lokal secara optimal (FAO, 2022).

Peran edukasi gizi juga mencakup peningkatan kesadaran akan pentingnya keamanan pangan. Ibu hamil perlu memahami cara memilih bahan pangan yang aman, teknik pengolahan yang higienis, serta cara penyimpanan yang tepat. WHO (2023) menyatakan bahwa edukasi mengenai keamanan pangan pada kelompok rentan dapat menurunkan risiko paparan patogen bawaan pangan yang berbahaya selama kehamilan.

Dalam konteks inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*, edukasi gizi berfungsi sebagai sarana untuk memperkenalkan produk baru dan menjelaskan manfaatnya secara komprehensif. Penjelasan mengenai kandungan zat gizi, cara konsumsi, serta integrasinya dalam menu harian akan meningkatkan kepercayaan dan penerimaan ibu hamil terhadap produk inovatif. Edukasi yang baik juga membantu ibu hamil memahami bahwa pangan fungsional bukan sekadar produk komersial, tetapi bagian dari strategi pemenuhan gizi yang berkelanjutan.

Edukasi gizi tidak hanya berdampak pada individu, tetapi juga pada lingkungan keluarga. Ibu hamil yang memiliki pemahaman gizi yang baik cenderung menjadi agen perubahan dalam keluarga, memengaruhi pola makan pasangan dan anak-anaknya di masa depan. UNICEF (2021) menekankan bahwa

intervensi edukatif pada ibu memiliki efek multiplikatif terhadap kualitas gizi keluarga. Dengan demikian,

Dengan demikian, edukasi gizi bagi ibu hamil merupakan komponen strategis dalam upaya peningkatan kesehatan maternal dan janin. Edukasi yang terencana, kontekstual, dan berkelanjutan akan memperkuat pemanfaatan inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*, sekaligus mendorong terbentuknya pola konsumsi yang sehat dan berdaya guna jangka panjang.

B. Model Edukasi Berbasis Pangan Lokal

Edukasi gizi berbasis pangan lokal merupakan pendekatan strategis yang memanfaatkan kekayaan sumber daya pangan yang tersedia di lingkungan masyarakat untuk meningkatkan kualitas gizi ibu hamil. Model ini menekankan pemanfaatan bahan pangan lokal sebagai media edukasi, sekaligus mendorong pemahaman ibu hamil terhadap manfaat kesehatan dari setiap jenis bahan pangan. Pendekatan ini lebih mudah diterima karena sesuai dengan budaya, kebiasaan, dan preferensi lokal, sehingga meminimalkan resistensi terhadap perubahan pola makan (FAO, 2021).

Model edukasi berbasis pangan lokal mencakup beberapa komponen kunci yang saling mendukung efektivitas program:

1. Identifikasi dan Pemilihan Pangan Lokal Bernutrisi

Poin pertama adalah mengenali dan memilih pangan lokal yang kaya gizi, mudah diperoleh, dan dapat mendukung pemenuhan kebutuhan nutrisi selama kehamilan. Contoh spesifik untuk ibu hamil termasuk sayuran hijau seperti *Brassica oleracea* (brokoli, kubis, kembang kol), umbi-umbian, ikan lokal, kacang-kacangan, dan buah-buahan lokal yang tinggi vitamin dan mineral. Nutrien penting yang perlu diperhatikan meliputi zat besi,

asam folat, vitamin C, protein, dan antioksidan (Rahman & Punja, 2021). Pemilihan bahan pangan lokal memastikan keberlanjutan karena ketersediaannya stabil, harganya terjangkau, dan tidak memerlukan distribusi jauh.

2. Integrasi Informasi Nutrisi dalam Menu Harian

Model edukasi ini menekankan penerapan informasi gizi ke dalam menu harian ibu hamil. Ibu diajarkan bagaimana menyusun makanan yang seimbang menggunakan bahan lokal yang tersedia. Misalnya, kombinasi *Brassica oleracea* yang kaya vitamin C dengan sumber zat besi non-heme dari kacang-kacangan akan meningkatkan penyerapan besi, mencegah anemia, dan meningkatkan imunitas (Traka & Mithen, 2020). Strategi ini mendorong ibu hamil memahami fungsi setiap bahan pangan dalam tubuh dan mempraktikkan pola makan sehat secara konsisten.

3. Demonstrasi dan Praktik Langsung

Edukasi gizi berbasis pangan lokal efektif jika disertai demonstrasi langsung. Ibu hamil dapat diajak memasak atau menyiapkan menu menggunakan bahan lokal sehingga mereka memperoleh pengalaman praktis. Demonstrasi ini meliputi teknik pengolahan yang mempertahankan kandungan gizi, cara kombinasi bahan untuk meningkatkan nilai gizi, serta strategi penyajian yang menarik dan aman dikonsumsi (FAO, 2022). Aktivitas praktis ini memperkuat pemahaman konsep gizi secara aplikatif.

4. Penerapan Media Edukasi Kreatif

Penggunaan media edukasi seperti poster, buku panduan, video tutorial, dan modul interaktif berbasis pangan lokal dapat memperluas jangkauan edukasi. Media ini menampilkan informasi tentang manfaat gizi, cara pengolahan, serta integrasi bahan pangan lokal ke dalam menu harian. Contohnya, modul khusus tentang *Brassica*

oleracea menekankan kandungan vitamin C, zat besi, dan senyawa bioaktif yang mendukung kesehatan ibu hamil dan janin (Rahman & Punja, 2021). Media edukasi yang kreatif dapat meningkatkan minat ibu untuk mengikuti praktik gizi sehat.

5. Pendekatan Partisipatif dan Keluarga

Model ini mengajak keluarga, terutama suami dan anggota rumah tangga, untuk ikut terlibat. Keterlibatan keluarga membantu mendukung ibu dalam mengimplementasikan pola makan sehat di rumah. Pendekatan partisipatif juga meliputi diskusi kelompok ibu hamil untuk berbagi pengalaman, tantangan, dan strategi adaptasi. Hal ini memperkuat motivasi internal ibu dan menciptakan lingkungan sosial yang mendukung perubahan perilaku (UNICEF, 2021).

6. Monitoring dan Umpan Balik

Monitoring dilakukan untuk menilai pemahaman dan praktik gizi yang diterapkan ibu hamil. Umpan balik yang diberikan oleh tenaga kesehatan membantu memperbaiki kesalahan dan memberikan saran tambahan. Misalnya, ibu hamil yang belum terbiasa mengonsumsi sayuran hijau dapat diberikan tips kreatif seperti biskuit atau puree berbasis *Brassica oleracea*, sehingga kebutuhan gizi tetap terpenuhi tanpa mengurangi selera makan (Suri et al., 2020).

C. Integrasi Inovasi Produk dalam Program Kesehatan

Integrasi inovasi produk pangan berbasis *Brassica oleracea* ke dalam program kesehatan merupakan strategi penting untuk memastikan ibu hamil memperoleh nutrisi optimal secara praktis dan berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada pemenuhan kebutuhan gizi, tetapi juga mendorong penerimaan masyarakat terhadap produk inovatif melalui mekanisme distribusi yang sistematis, edukasi

berkelanjutan, dan kolaborasi lintas sektor. Strategi ini sejalan dengan upaya nasional untuk menurunkan angka anemia, meningkatkan imunitas ibu hamil, dan mendukung pertumbuhan janin yang optimal (WHO, 2021).

Integrasi inovasi produk dalam program kesehatan dapat dijelaskan melalui beberapa komponen penting:

1. Pemilihan Produk Berbasis Nutrisi Lokal

Produk inovatif berbasis *Brassica oleracea*, seperti biskuit, puree, atau snack sehat, harus disesuaikan dengan kebutuhan gizi ibu hamil. Kandungan utama meliputi zat besi, asam folat, vitamin C, dan antioksidan yang mendukung pencegahan anemia dan peningkatan daya tahan tubuh (Rahman & Punja, 2021). Pemilihan bentuk produk harus mempertimbangkan kenyamanan konsumsi, umur simpan, dan stabilitas nutrisi, sehingga produk mudah diintegrasikan dalam program kesehatan ibu hamil di fasilitas kesehatan maupun di rumah.

2. Distribusi Melalui Fasilitas Kesehatan

Program kesehatan ibu hamil seperti pelayanan antenatal (K1–K4) dapat menjadi media distribusi inovasi produk. Misalnya, biskuit berbasis *Brassica oleracea* diberikan bersamaan dengan edukasi konsumsi dan pemantauan kadar hemoglobin. Pendekatan ini memastikan setiap ibu hamil menerima produk secara rutin, meningkatkan kepatuhan konsumsi, dan memudahkan tenaga kesehatan memonitor dampak gizi (Traka & Mithen, 2020). Distribusi juga dapat disesuaikan dengan jadwal kunjungan rutin ibu ke posyandu atau puskesmas.

3. Edukasi dan Demonstrasi Konsumsi

Integrasi produk tidak cukup hanya melalui distribusi; edukasi cara konsumsi yang benar sangat penting. Demonstrasi langsung, penyuluhan melalui modul interaktif, dan video tutorial dapat menjelaskan cara mengombinasikan

produk dengan menu harian. Contohnya, biskuit *Brassica oleracea* dapat dikonsumsi bersama buah tinggi vitamin C untuk meningkatkan penyerapan zat besi. Edukasi ini membantu ibu hamil memahami manfaat nutrisi, mendorong penerimaan produk, dan memperkuat kesadaran gizi (Suri et al., 2020).

4. Kolaborasi Lintas Sektor

Integrasi inovasi produk memerlukan kolaborasi antara pemerintah, tenaga kesehatan, akademisi, dan sektor industri pangan. Pemerintah dapat menyediakan regulasi dan dukungan distribusi, tenaga kesehatan memberikan edukasi dan pemantauan, sedangkan produsen pangan menyiapkan produk inovatif berkualitas. Sinergi ini menjamin produk tidak hanya bernutrisi, tetapi juga aman, terjangkau, dan tersedia secara merata di berbagai wilayah (FAO, 2022). Kolaborasi lintas sektor juga mendorong keberlanjutan program jangka panjang.

5. Monitoring dan Evaluasi

Keberhasilan integrasi produk dalam program kesehatan perlu dimonitor secara berkala. Pemantauan dapat mencakup kepatuhan konsumsi ibu hamil, perubahan kadar hemoglobin, dan penerimaan produk. Evaluasi hasil ini menjadi dasar untuk perbaikan produk, metode edukasi, dan strategi distribusi agar lebih efektif dan responsif terhadap kebutuhan ibu hamil (UNICEF, 2021). Feedback dari ibu hamil juga sangat penting untuk menyesuaikan rasa, tekstur, dan format produk agar lebih diterima.

6. Pemanfaatan Media dan Teknologi Digital

Penggunaan media sosial, aplikasi kesehatan, dan modul digital memungkinkan integrasi produk inovatif lebih luas dan interaktif. Ibu hamil dapat mengakses informasi gizi, tips konsumsi, serta reminder konsumsi produk harian. Teknologi digital memperkuat keberlanjutan program dan

meningkatkan jangkauan edukasi tanpa batas geografis (WHO, 2021).

D. Peran Tenaga Kesehatan dan Keluarga

Peran tenaga kesehatan dan keluarga merupakan faktor kunci dalam keberhasilan program gizi dan kesehatan ibu hamil, termasuk dalam pemanfaatan produk inovatif berbasis *Brassica oleracea*. Kolaborasi antara tenaga kesehatan, keluarga, dan ibu hamil tidak hanya memastikan pemenuhan kebutuhan gizi, tetapi juga membentuk perilaku sehat yang berkelanjutan. Interaksi ini memiliki dampak langsung terhadap kepatuhan konsumsi, penerimaan produk, serta pemantauan kondisi kesehatan ibu dan janin (WHO, 2021). Tenaga kesehatan dan keluarga berperan sebagai fasilitator, pendamping, dan pengawas yang menjembatani informasi edukasi gizi ke praktik nyata dalam kehidupan sehari-hari ibu hamil.

1. Peran Tenaga Kesehatan

Tenaga kesehatan, termasuk bidan, dokter, dan perawat, memiliki tanggung jawab strategis dalam edukasi, distribusi, dan pemantauan program gizi ibu hamil. Beberapa peran penting tenaga kesehatan meliputi:

a. Edukasi Gizi dan Produk Inovatif

Tenaga kesehatan memberikan informasi tentang kandungan gizi, manfaat, dan cara konsumsi produk inovatif berbasis *Brassica oleracea*, seperti biskuit, puree, atau snack fungsional. Edukasi ini dapat dilakukan secara individual atau kelompok melalui posyandu, puskesmas, atau klinik kehamilan (Rahman & Punja, 2021). Edukasi yang efektif membantu ibu memahami hubungan antara nutrisi, pencegahan anemia, serta pertumbuhan janin.

b. Pemantauan Kepatuhan Konsumsi

Tenaga kesehatan memantau konsumsi produk inovatif untuk memastikan ibu hamil menerima asupan gizi secara optimal. Hal ini meliputi pencatatan konsumsi harian, observasi tanda-tanda anemia, serta pengukuran kadar hemoglobin secara berkala (Traka & Mithen, 2020). Pemantauan rutin membantu mendeteksi gangguan gizi sejak dini.

c. Pemberian Konseling dan Motivasi

Tenaga kesehatan berperan sebagai motivator untuk membangun perilaku sehat. Konseling meliputi strategi mengatasi efek samping produk, tips mengombinasikan produk dengan makanan lain, serta memberikan saran personal sesuai kondisi ibu. Pendekatan motivasional meningkatkan kepatuhan dan penerimaan produk (Suri et al., 2020).

d. Koordinasi dengan Program Kesehatan

Tenaga kesehatan menjadi penghubung antara ibu hamil, keluarga, dan pihak penyedia produk. Koordinasi ini memastikan distribusi produk berjalan lancar, edukasi terpadu, dan data pemantauan akurat. Integrasi produk inovatif ke dalam program antenatal (K1–K4) menjadi lebih efektif melalui peran tenaga kesehatan.

2. Peran Keluarga

Keluarga, terutama suami dan anggota rumah tangga lain, memiliki pengaruh signifikan terhadap kepatuhan konsumsi dan penerimaan produk. Dukungan keluarga meliputi:

a. Dukungan Emosional dan Motivasi

Keluarga yang mendukung memberikan dorongan psikologis bagi ibu hamil untuk rutin mengonsumsi produk. Hal ini meningkatkan kepatuhan konsumsi dan

menurunkan risiko penolakan produk karena rasa atau efek samping (Bencaiova et al., 2020).

b. Penyediaan dan Penyiapan Produk

Keluarga dapat membantu menyiapkan produk inovatif agar mudah dikonsumsi, misalnya menyajikan biskuit *Brassica oleracea* bersama buah tinggi vitamin C untuk meningkatkan penyerapan zat besi. Dukungan logistik ini sangat penting untuk memastikan ibu hamil mendapat asupan gizi secara konsisten.

c. Monitoring dan Pengawasan

Keluarga dapat membantu memantau konsumsi ibu, mencatat jumlah produk yang dikonsumsi, dan memperhatikan perubahan kondisi kesehatan. Dengan keterlibatan keluarga, risiko kekurangan gizi atau ketidakpatuhan konsumsi dapat diminimalkan (UNICEF, 2021).

d. Peningkatan Kesadaran Gizi Keluarga

Keluarga yang memahami pentingnya gizi ibu hamil cenderung mendukung penyediaan menu sehat harian. Hal ini menciptakan lingkungan rumah tangga yang kondusif untuk kesehatan ibu dan janin.

3. Sinergi Tenaga Kesehatan dan Keluarga

Keberhasilan pemenuhan gizi ibu hamil melalui inovasi produk terjadi ketika tenaga kesehatan dan keluarga bekerja secara sinergis. Tenaga kesehatan menyediakan edukasi dan monitoring, sementara keluarga mendukung pelaksanaan konsumsi di rumah. Sinergi ini meningkatkan efektivitas program, menurunkan risiko anemia, dan meningkatkan kualitas pertumbuhan janin.

a. Contoh Implementasi

Distribusi biskuit *Brassica oleracea* dapat dilakukan saat kunjungan antenatal, dengan edukasi dari bidan, sementara keluarga memastikan ibu

mengonsumsinya sesuai aturan. Monitoring kadar hemoglobin dilakukan secara berkala, dan hasilnya menjadi bahan evaluasi bersama tenaga kesehatan dan keluarga.

b. Manfaat Jangka Panjang

Kolaborasi ini membentuk perilaku hidup sehat, meningkatkan penerimaan produk pangan fungsional, serta memperkuat kesadaran gizi di tingkat rumah tangga. Hasilnya, ibu hamil mendapatkan gizi optimal dan risiko anemia menurun secara signifikan (FAO, 2022).

E. Strategi Implementasi di Masyarakat

Implementasi program gizi ibu hamil berbasis inovasi produk *Brassica oleracea* di masyarakat memerlukan pendekatan yang sistematis, partisipatif, dan berkelanjutan. Strategi ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan asupan gizi ibu hamil, tetapi juga membangun kesadaran kolektif mengenai pentingnya pangan fungsional, pencegahan anemia, dan peran gizi dalam perkembangan janin. Keberhasilan strategi implementasi bergantung pada keterlibatan berbagai pihak, mulai dari tenaga kesehatan, pemerintah daerah, kelompok masyarakat, hingga keluarga. Integrasi produk inovatif ke dalam pola konsumsi harian ibu hamil harus dilakukan dengan memperhatikan aspek edukasi, distribusi, monitoring, serta penerimaan masyarakat (WHO, 2021).

1. Sosialisasi dan Edukasi Gizi di Tingkat Masyarakat

Peningkatan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya gizi ibu hamil dapat dilakukan melalui:

a. Kegiatan Posyandu dan Puskesmas

Edukasi langsung oleh tenaga kesehatan mengenai manfaat produk berbasis *Brassica oleracea*, cara konsumsi, dan dampaknya pada pencegahan anemia.

b. Pelatihan dan Penyuluhan Kelompok Ibu Hamil

Memberikan sesi praktik mengolah biskuit atau snack berbasis brokoli agar ibu dan keluarga memahami nilai gizi, serta meningkatkan keterampilan memasak dan kreativitas (Rahman & Punja, 2021).

c. Media Sosial dan Kampanye Lokal

Pemanfaatan media digital dan kampanye berbasis komunitas dapat memperluas jangkauan edukasi, memperkenalkan resep inovatif, serta mendorong perilaku konsumsi yang sehat.

2. Distribusi dan Akses Produk Inovatif

Strategi distribusi yang efektif sangat penting agar produk inovatif dapat dikonsumsi secara rutin oleh ibu hamil:

a. Distribusi melalui Puskesmas atau Posyandu

Produk siap saji atau kemasan biskuit dapat diberikan saat kunjungan antenatal K1–K4, sehingga ibu hamil menerima asupan gizi tambahan secara teratur (Suri et al., 2020).

b. Kemitraan dengan Industri Lokal

Menggandeng produsen lokal untuk memproduksi biskuit atau snack *Brassica oleracea* dengan standar keamanan dan kualitas yang terjamin, meningkatkan ketersediaan produk di wilayah desa atau perkotaan.

c. Model Subsidi atau Voucher

Memberikan insentif berupa subsidi harga atau voucher untuk ibu hamil dari keluarga miskin agar produk inovatif dapat diakses secara luas.

3. Monitoring dan Evaluasi Implementasi

Monitoring berkala diperlukan untuk memastikan strategi berjalan efektif dan ibu hamil mengonsumsi produk secara konsisten:

- a. Pemantauan Konsumsi Harian

Kader atau tenaga kesehatan mencatat konsumsi produk oleh ibu hamil, termasuk jumlah dan frekuensi.
 - b. Pengukuran Indikator Kesehatan

Mengukur kadar hemoglobin, berat badan ibu, dan pertumbuhan janin secara periodik. Hal ini membantu mendeteksi anemia atau kekurangan gizi lebih awal (Bencaiova et al., 2020).
 - c. Feedback dari Masyarakat

Mengumpulkan masukan dari ibu hamil dan keluarga mengenai rasa, kemasan, dan kemudahan konsumsi produk untuk memperbaiki penerimaan.
4. Pendekatan Partisipatif dan Pemberdayaan Masyarakat

Strategi implementasi lebih efektif jika masyarakat dilibatkan secara aktif:

 - a. Kelompok Ibu Hamil dan Keluarga

Membentuk kelompok diskusi untuk saling berbagi pengalaman dalam mengonsumsi produk inovatif.
 - b. Pelibatan Tokoh Lokal

Melibatkan tokoh agama, kepala desa, dan kader kesehatan untuk mendukung kampanye gizi ibu hamil.
 - c. Workshop dan Demo Masak

Kegiatan praktis memperkuat pemahaman ibu tentang cara mengonsumsi produk secara variatif dan menyenangkan.
 5. Integrasi dengan Program Kesehatan Nasional

Implementasi produk inovatif harus sejalan dengan program antenatal dan strategi gizi pemerintah:

 - a. Program K4 dan Pemantauan TTD

Produk inovatif dapat diberikan bersamaan dengan tablet tambah darah untuk meningkatkan efektivitas pencegahan anemia (UNICEF, 2021).

- b. Kampanye Gizi Berbasis Sekolah dan Komunitas
 - Menyertakan edukasi gizi bagi calon ibu sejak remaja untuk membangun perilaku sehat sejak awal.
 - c. Kolaborasi dengan Sektor Swasta
 - Melibatkan industri pangan untuk mengembangkan produk bernutrisi tinggi dengan harga terjangkau.
6. Keberlanjutan Strategi
- Keberhasilan jangka panjang memerlukan strategi yang berkelanjutan:
- a. Peningkatan Kapasitas Tenaga Kesehatan
 - Pelatihan rutin agar tenaga kesehatan memahami inovasi produk terbaru dan strategi edukasi gizi efektif.
 - b. Monitoring Berbasis Data
 - Pemanfaatan sistem digital untuk mencatat konsumsi, status gizi, dan kondisi kesehatan ibu hamil secara real-time (FAO, 2022).
 - c. Evaluasi Berkala dan Penyesuaian Program
 - Menyesuaikan distribusi, metode edukasi, dan produk inovatif berdasarkan feedback dan kebutuhan masyarakat.

F. Dampak Jangka Panjang terhadap Kesehatan Ibu dan Anak

Dampak gizi optimal selama kehamilan memiliki implikasi jangka panjang yang signifikan bagi kesehatan ibu dan anak. Implementasi edukasi gizi, integrasi inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*, dan konsumsi rutin pangan fungsional akan membentuk fondasi kesehatan yang berkelanjutan. Nutrisi yang terpenuhi selama kehamilan tidak hanya memengaruhi kondisi ibu saat hamil, tetapi juga memengaruhi pertumbuhan janin, perkembangan organ, sistem imun, dan bahkan potensi kesehatan anak hingga dewasa (Victora et al., 2021). Konsep ini sering disebut sebagai

Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD), yang menekankan bahwa kualitas asupan nutrisi ibu dapat menentukan risiko penyakit kronis, kognitif, dan imunologis pada anak di masa depan.

1. Kesehatan Ibu dalam Jangka Panjang

a. Pencegahan Anemia dan Kekurangan Nutrisi

Konsumsi produk berbasis *Brassica oleracea* yang kaya zat besi, asam folat, dan vitamin C akan mengurangi risiko anemia kronis, kelelahan, dan gangguan metabolik pada ibu (Bencaiova et al., 2020).

b. Pemeliharaan Fungsi Imunitas

Nutrisi antioksidan dan mineral seperti seng dan selenium dari produk inovatif dapat memperkuat sistem imun ibu, sehingga risiko infeksi pasca persalinan berkurang (Traka & Mithen, 2019).

c. Kesehatan Reproduksi Berkelanjutan

Ibu yang menerima edukasi gizi dan mengonsumsi pangan fungsional secara konsisten akan memiliki cadangan nutrisi yang memadai untuk kehamilan berikutnya, menurunkan risiko komplikasi obstetri.

2. Pertumbuhan dan Perkembangan Janin

a. Pembentukan Organ dan Sistem Saraf

Zat besi, asam folat, dan vitamin B kompleks mendukung pembentukan otak, sumsum tulang belakang, dan organ vital. Kekurangan nutrisi ini dapat menyebabkan kelainan bawaan, keterlambatan perkembangan, dan masalah kognitif di kemudian hari (Romero et al., 2019).

b. Berat Badan dan Tinggi Badan Lahir Ideal

Pemenuhan gizi optimal meningkatkan peluang bayi lahir dengan berat lahir >2500 gram dan panjang tubuh normal, yang menjadi indikator kesehatan awal yang baik (WHO, 2020).

c. Sistem Imun Janin

Nutrisi antioksidan, vitamin C, dan fitokimia dari *Brassica oleracea* mendukung pembentukan sistem imun yang lebih tangguh, menurunkan risiko infeksi di masa neonatal.

3. Implikasi Kognitif dan Perilaku Anak

a. Nutrisi yang mencukupi selama kehamilan berperan dalam pengembangan kognitif, memori, dan fungsi eksekutif anak. Asupan antioksidan dan vitamin B kompleks berperan dalam perkembangan neurotransmitter yang mendukung pembelajaran dan kemampuan fokus (Mor & Cardenas, 2019).

b. Anak yang lahir dari ibu dengan gizi optimal menunjukkan adaptasi sosial dan perilaku lebih baik, serta resiliensi terhadap stres pada tahap pertumbuhan awal.

4. Pencegahan Penyakit Kronis di Masa Depan

a. Asupan nutrisi selama kehamilan dapat menurunkan risiko obesitas, diabetes tipe 2, hipertensi, dan penyakit jantung pada anak di kemudian hari. Produk berbasis *Brassica oleracea* yang kaya serat dan fitokimia membantu membentuk metabolisme yang sehat sejak awal kehidupan (Rahman & Punja, 2021).

b. Anak yang mendapatkan nutrisi prenatal memadai memiliki mikrobiota usus yang lebih seimbang, mendukung sistem imun, pencernaan, dan metabolisme yang optimal sepanjang hidup.

5. Efek Psikologis dan Sosial

a. Ibu yang mengonsumsi pangan fungsional dan menerima edukasi gizi cenderung lebih percaya diri dalam menjaga kesehatan diri dan anaknya. Hal ini mendorong perilaku positif, kepatuhan terhadap program kesehatan, dan

keterlibatan keluarga dalam pemenuhan gizi (UNICEF, 2021).

- b. Keterlibatan keluarga dalam implementasi produk inovatif membangun budaya makan sehat dan memperkuat ikatan keluarga, yang berdampak pada kesejahteraan emosional anak.
6. Strategi Berkelanjutan untuk Dampak Jangka Panjang
- a. Konsistensi Konsumsi Pangan Fungsional → Memastikan ibu hamil rutin mengonsumsi produk inovatif dengan frekuensi yang sesuai.
 - b. Monitoring Gizi dan Kesehatan Anak → Evaluasi pertumbuhan, berat badan, dan status hemoglobin anak pasca kelahiran.
 - c. Edukasi Lanjutan untuk Keluarga → Memberikan informasi mengenai pola makan seimbang, variasi menu, dan pencegahan anemia pada anak.
 - d. Kolaborasi Multisektoral → Mengintegrasikan edukasi dan produk inovatif dengan program kesehatan ibu dan anak, sekolah, serta sektor pangan lokal.

Dengan penerapan strategi ini, dampak positif terhadap kesehatan ibu dan anak akan bersifat jangka panjang, mulai dari pengurangan anemia, pertumbuhan janin optimal, pembentukan sistem imun yang kuat, hingga peningkatan kualitas kognitif dan pencegahan penyakit kronis. Inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* berperan sebagai intervensi gizi yang efektif, mudah diterapkan, dan dapat meningkatkan kualitas hidup generasi berikutnya.

BAB 8

KEBIJAKAN DAN PENGEMBANGAN BERKELANJUTAN

Keberhasilan kesehatan ibu hamil tidak hanya ditentukan oleh asupan gizi yang tepat, tetapi juga oleh kerangka kebijakan, dukungan sistem kesehatan, dan strategi pengembangan inovasi pangan yang berkelanjutan. Pendekatan terpadu yang melibatkan berbagai disiplin ilmu menjadi kunci untuk memastikan pemenuhan kebutuhan nutrisi ibu hamil, mencegah anemia, dan meningkatkan kualitas hidup ibu serta janin. Kehamilan merupakan periode sensitif yang membutuhkan perhatian khusus terhadap pemenuhan zat gizi mikro dan makro, perlindungan imun, serta manajemen risiko kekurangan gizi. Dalam konteks ini, kebijakan kesehatan yang mendukung, sinergi antara akademisi dan industri pangan, serta pemanfaatan kearifan lokal memainkan peran strategis dalam menciptakan produk pangan fungsional yang efektif, aman, dan dapat diterima masyarakat.

Inovasi produk yang berbasis *Brassica oleracea*, sebagai sumber zat besi, vitamin C, folat, dan antioksidan, dapat diintegrasikan dalam program kesehatan ibu hamil secara berkelanjutan. Pendekatan multidisiplin yang melibatkan tenaga kesehatan, ahli gizi, akademisi, pembuat kebijakan, dan pelaku industri menjadi prasyarat utama untuk mewujudkan strategi implementasi yang berhasil. Sinergi ini juga berperan penting dalam memastikan bahwa inovasi produk tidak hanya memenuhi kebutuhan gizi, tetapi juga sesuai dengan preferensi konsumen, aman dikonsumsi, dan memiliki keberlanjutan jangka panjang.

Bab ini akan membahas kerangka kebijakan, dukungan pemerintah, keterlibatan akademisi dan industri, serta strategi pengembangan inovasi pangan berbasis kearifan lokal yang dapat memperkuat keberlanjutan kesehatan ibu hamil dan anak.

A. Pendekatan Multidisiplin dalam Kebidanan

Pendekatan multidisiplin dalam kebidanan menekankan kolaborasi antara berbagai profesi kesehatan untuk memberikan layanan yang komprehensif bagi ibu hamil. Kehamilan merupakan proses fisiologis kompleks yang membutuhkan perhatian dari bidan, dokter kandungan, ahli gizi, perawat, psikolog, dan petugas kesehatan masyarakat. Sinergi ini memastikan bahwa pemantauan kesehatan ibu dan janin dilakukan secara menyeluruh, mulai dari pemeriksaan fisik, pemenuhan gizi, edukasi, hingga pencegahan risiko komplikasi kehamilan.

Bidan berperan sebagai penghubung utama dalam sistem pelayanan kebidanan, memberikan edukasi gizi, memantau pertumbuhan janin, serta melakukan deteksi dini terhadap masalah kesehatan seperti anemia, hipertensi, atau diabetes gestasional. Kolaborasi dengan ahli gizi memungkinkan pengembangan rencana diet yang memenuhi kebutuhan makro dan mikro, termasuk zat besi, folat, vitamin C, dan protein yang optimal. Ahli gizi juga dapat memberikan strategi praktis dalam integrasi pangan fungsional seperti *Brassica oleracea* ke dalam menu harian ibu hamil. Dokter kandungan memberikan dukungan medis, memastikan keselamatan ibu dan janin dalam kasus komplikasi, dan memandu pemilihan suplemen atau fortifikasi makanan bila diperlukan.

Selain itu, psikolog memainkan peran penting dalam mendukung kesehatan mental ibu hamil, yang berdampak langsung pada kepatuhan terhadap edukasi gizi dan konsumsi

pangan fungsional. Petugas kesehatan masyarakat dapat memastikan akses layanan ke wilayah terpencil, mengawasi distribusi tablet tambah darah, serta memonitor program gizi berbasis komunitas. Teknologi kesehatan juga menjadi bagian dari pendekatan multidisiplin, termasuk penggunaan aplikasi digital untuk edukasi gizi, pengingat konsumsi suplemen, dan pelaporan status kesehatan ibu secara real time.

Implementasi pendekatan multidisiplin memungkinkan pemantauan yang holistik, pencegahan anemia, dan penguatan imunitas ibu hamil. Kolaborasi yang efektif juga menekankan komunikasi antarprofesi, pencatatan medis yang terintegrasi, serta evaluasi rutin terhadap keberhasilan program kesehatan. Sinergi ini menurunkan risiko komplikasi, meningkatkan kepatuhan terhadap asupan gizi, dan mengoptimalkan kesehatan ibu dan janin.

Secara praktis, strategi multidisiplin mencakup beberapa langkah:

1. Koordinasi lintas profesi

Bidan, dokter, ahli gizi, dan psikolog secara rutin bertukar informasi mengenai status kesehatan ibu hamil.

2. Pengembangan rencana nutrisi individual

Menu harian disesuaikan dengan kebutuhan spesifik ibu, termasuk integrasi pangan fungsional.

3. Monitoring berkelanjutan

Pemantauan Hb, berat badan, tekanan darah, dan konsumsi gizi dilakukan secara periodik.

4. Edukasi konsumen

Ibu hamil diberikan informasi jelas mengenai manfaat gizi, penggunaan suplemen, dan cara memasukkan pangan fungsional ke menu sehari-hari.

5. Pemanfaatan teknologi

Aplikasi atau sistem digital memudahkan pemantauan dan komunikasi antarprofesi.

6. Evaluasi hasil

Analisis keberhasilan intervensi gizi, kepatuhan konsumsi, dan dampak terhadap kesehatan ibu dan janin menjadi indikator utama.

Pendekatan multidisiplin tidak hanya meningkatkan efektivitas layanan kebidanan, tetapi juga membangun sistem berkelanjutan yang mampu mencegah anemia, malnutrisi, dan risiko komplikasi lainnya. Dengan pemantauan yang terintegrasi, edukasi gizi yang tepat, dan dukungan sosial, ibu hamil mampu memenuhi kebutuhan nutrisinya secara optimal, menjaga kesehatan janin, serta mengadopsi pola konsumsi pangan fungsional seperti *Brassica oleracea*.

B. Kebijakan Kesehatan Ibu dan Anak

Kebijakan kesehatan ibu dan anak merupakan kerangka strategis yang dirancang untuk memastikan kesehatan ibu hamil, ibu pascapersalinan, dan bayi baru lahir. Kebijakan ini menjadi bagian integral dari upaya nasional untuk menurunkan angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB), serta meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Dalam konteks *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 3, targetnya adalah menurunkan AKI hingga kurang dari 70 per 100.000 kelahiran hidup pada tahun 2030, sementara AKB juga menjadi indikator penting keberhasilan program kesehatan (Kemenkes RI, 2022).

Di Indonesia, kebijakan kesehatan ibu dan anak mencakup berbagai aspek mulai dari pelayanan antenatal (ANC), distribusi tablet tambah darah (TTD), imunisasi, edukasi gizi, hingga pemantauan pertumbuhan bayi. Pemerintah telah menetapkan standar pelayanan minimal bagi ibu hamil melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2024. Standar ini mencakup sepuluh komponen pelayanan atau dikenal dengan 10T, yang mencakup

pemberian TTD, skrining anemia, pemantauan tekanan darah, edukasi gizi, serta pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk memastikan kondisi ibu dan janin optimal (Permenkes RI, 2024).

Kebijakan ini menekankan pemenuhan kebutuhan zat besi dan mikronutrien lainnya, serta integrasi pangan fungsional yang dapat meningkatkan gizi ibu hamil. Salah satu contoh inovatif adalah penggunaan *Brassica oleracea*, yang kaya akan zat besi, vitamin C, folat, dan senyawa bioaktif, untuk mendukung pencegahan anemia. Dengan kebijakan yang jelas, distribusi dan pemanfaatan produk pangan fungsional dapat dilakukan secara sistematis dan merata di seluruh wilayah, termasuk daerah terpencil.

Pelayanan kesehatan ibu dan anak tidak hanya terbatas pada aspek medis, tetapi juga mencakup edukasi kesehatan yang melibatkan keluarga dan masyarakat. Pemerintah melalui program Posyandu, Puskesmas, dan rumah sakit bersalin mendorong ibu hamil untuk mengikuti kunjungan ANC secara rutin, memantau berat badan, kadar hemoglobin, dan asupan gizi harian. Edukasi mengenai konsumsi pangan bergizi, penggunaan TTD, serta integrasi sayuran fungsional seperti brokoli dan kubis menjadi bagian dari upaya preventif untuk menurunkan risiko anemia dan malnutrisi.

Selain itu, kebijakan kesehatan ibu dan anak mendorong penguatan sistem pemantauan dan evaluasi untuk mengidentifikasi kendala dalam implementasi layanan. Misalnya, cakupan distribusi TTD pada ibu hamil mengalami disparitas antarwilayah. Di beberapa daerah seperti Kota Sibolga, cakupan TTD mencapai 100%, sementara di daerah lain seperti Kabupaten Mandailing Natal hanya sekitar 8,5%. Hal ini menunjukkan perlunya strategi khusus untuk memastikan akses dan kepatuhan konsumsi suplemen zat besi secara merata (Profil Dinkes Sumut, 2023).

Kebijakan kesehatan ibu dan anak juga menekankan pentingnya intervensi multisektoral. Kolaborasi antara sektor kesehatan, pendidikan, pertanian, dan industri pangan diperlukan untuk mendukung keberhasilan program gizi. Contohnya, integrasi pangan fungsional berbasis *Brassica oleracea* dalam program kesehatan memerlukan dukungan dari sektor pertanian agar ketersediaan bahan baku terjamin, dari sektor industri pangan untuk inovasi produk, serta dari sektor kesehatan untuk distribusi dan edukasi kepada ibu hamil.

Aspek regulasi juga memegang peranan penting. Pemerintah menetapkan standar kualitas dan keamanan pangan untuk memastikan produk yang dikonsumsi aman bagi ibu hamil dan bayi. Misalnya, standar kadar zat besi, folat, vitamin, dan kandungan mikroorganisme harus memenuhi syarat agar tidak menimbulkan risiko infeksi atau gangguan pencernaan. Pengawasan ini dilakukan melalui Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) serta dinas kesehatan provinsi dan kabupaten.

Kebijakan kesehatan ibu dan anak juga mengadopsi pendekatan preventif, termasuk pemberian edukasi mengenai pencegahan anemia dan komplikasi kehamilan. Edukasi ini mencakup konsumsi pangan kaya zat besi, vitamin C, dan antioksidan, seperti yang terdapat dalam *Brassica oleracea*, serta pembiasaan pola makan sehat, hidrasi yang cukup, dan aktivitas fisik ringan yang sesuai. Pendekatan ini telah terbukti meningkatkan kepatuhan ibu hamil terhadap program gizi dan mencegah timbulnya risiko kesehatan pada ibu dan bayi (WHO, 2023).

Kebijakan kesehatan ibu dan anak tidak berhenti pada fase kehamilan, tetapi berlanjut pada fase postnatal. Pemantauan pertumbuhan bayi, imunisasi, dan edukasi menyusui menjadi bagian dari strategi memastikan kesehatan jangka panjang. Integrasi inovasi produk pangan fungsional

dalam program ini dapat mendukung pertumbuhan optimal bayi dan menjaga keseimbangan gizi ibu selama masa nifas.

Dengan demikian, kebijakan kesehatan ibu dan anak yang terpadu mencakup aspek regulasi, distribusi suplemen dan pangan fungsional, edukasi, pemantauan, dan dukungan multisektoral. Strategi ini bertujuan tidak hanya menurunkan angka kematian ibu dan bayi, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup melalui pemenuhan gizi, pencegahan anemia, dan pemberdayaan keluarga untuk mendukung pola konsumsi sehat. Dukungan pemerintah, penguatan sistem kesehatan, dan inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* menjadi fondasi utama untuk mewujudkan kesehatan ibu dan anak yang optimal.

C. Dukungan Pemerintah terhadap Pangan Fungsional

Dukungan pemerintah terhadap pengembangan dan pemanfaatan pangan fungsional menjadi salah satu strategi penting dalam meningkatkan kesehatan ibu hamil dan menekan prevalensi anemia. Pangan fungsional adalah makanan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi dasar, tetapi juga memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan, seperti meningkatkan fungsi imun, mencegah penyakit, dan mendukung kualitas hidup secara menyeluruh (Traka & Mithen, 2019). Di Indonesia, upaya pemerintah diarahkan pada inovasi pangan lokal bernilai gizi tinggi, dengan fokus pada kelompok rentan seperti ibu hamil. Program ini mencakup regulasi, edukasi, distribusi, insentif ekonomi, dan kolaborasi lintas sektor, yang memastikan ketersediaan pangan fungsional berkualitas dan aman dikonsumsi.

Pemerintah menekankan integrasi pangan fungsional dalam standar pelayanan kesehatan ibu hamil. Salah satu strategi adalah panduan gizi yang menekankan konsumsi makanan kaya zat besi, asam folat, vitamin C, dan senyawa

bioaktif. *Brassica oleracea*, termasuk brokoli, kubis, dan kembang kol, menjadi contoh pangan fungsional unggulan karena kandungan zat besi dan vitamin C-nya yang tinggi, mendukung penyerapan zat besi non-heme secara optimal (Rahman & Punja, 2021). Dukungan ini diperkuat melalui kerja sama dengan industri pangan lokal dan pemberdayaan petani, sehingga bahan baku pangan fungsional tersedia secara berkelanjutan.

Pemerintah menyediakan regulasi dan insentif bagi produsen pangan fungsional. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) menetapkan standar keamanan pangan, termasuk batas kontaminan, mikroba, dan bahan tambahan, sehingga produk yang dikonsumsi ibu hamil aman. Panduan fortifikasi pangan dengan mikronutrien penting seperti zat besi, folat, dan vitamin C juga diterapkan untuk mencegah anemia, sejalan dengan target nasional menurunkan prevalensi anemia pada ibu hamil sekitar 27,7% (Kemenkes RI, 2023).

Tabel 8.1

Contoh Panduan Konsumsi Pangan Fungsional untuk Ibu Hamil

Jenis Pangan	Kandungan Utama	Manfaat Kesehatan	Jumlah Rekomendasi Per Hari
Brokoli	Zat besi, vitamin C, folat	Mendukung pembentukan sel darah merah dan fungsi imun	100 g
Kubis	Vitamin C, serat	Memperbaiki pencernaan dan meningkatkan penyerapan zat besi	75 g
Kembang Kol	Zat besi, vitamin K	Meningkatkan kepadatan tulang	80 g

Jenis Pangan	Kandungan Utama	Manfaat Kesehatan	Jumlah Rekomendasi Per Hari
		dan mendukung pembentukan hemoglobin	

Sumber: Kemenkes RI, 2023

Tabel di atas menunjukkan rekomendasi konsumsi pangan fungsional untuk ibu hamil dengan fokus pada *Brassica oleracea*. Panduan ini mempermudah ibu hamil dalam memilih jenis dan porsi makanan yang mendukung penyerapan zat besi, pembentukan hemoglobin, dan pemenuhan vitamin penting. Konsumsi pangan ini secara rutin dapat menurunkan risiko anemia, meningkatkan fungsi imun, serta mendukung pertumbuhan janin yang optimal. Panduan berbasis tabel juga memudahkan tenaga kesehatan dalam menyosialisasikan menu seimbang dan aman bagi ibu hamil di berbagai fasilitas kesehatan.

Pemerintah juga menggalakkan edukasi gizi melalui Puskesmas, Posyandu, rumah sakit, dan platform digital, memberi informasi terkait manfaat pangan fungsional, cara pengolahan, dan integrasi dalam menu harian. Edukasi ini meningkatkan kesadaran ibu hamil akan pentingnya gizi seimbang, sekaligus mendorong kepatuhan dalam konsumsi suplemen dan makanan kaya zat besi (Suri et al., 2020).

Pemerintah mendukung inovasi produk pangan melalui program hilirisasi teknologi pangan. Kolaborasi Kementerian Pertanian dan Kementerian Kesehatan menciptakan sertifikasi pangan fungsional, pelatihan produsen lokal, dan pengembangan produk berbasis *Brassica oleracea*, seperti biskuit, bubur siap saji, dan camilan fortifikasi. Dukungan ekonomi berupa subsidi dan skema insentif juga diberikan

untuk memperluas akses pangan fungsional, khususnya bagi masyarakat berpenghasilan rendah, termasuk paket gizi yang mendukung pencegahan anemia (WHO, 2023).

Tabel 8.2

Skema Dukungan Pemerintah untuk Pangan Fungsional

Bentuk Dukungan	Contoh Implementasi	Manfaat bagi Ibu Hamil
Regulasi	Standar keamanan BPOM, panduan fortifikasi	Produk aman dan nutrisi terjaga
Edukasi	Pelatihan gizi, platform digital	Meningkatkan kesadaran dan kepatuhan konsumsi
Insentif	Subsidi pangan fungsional, paket gizi	Memperluas akses dan menurunkan risiko anemia
Kolaborasi	Sertifikasi, pelatihan produsen local	Produk inovatif berkualitas dan praktis

Sumber: Kemenkes RI, 2023; WHO, 2023

Tabel di atas memperlihatkan berbagai bentuk dukungan pemerintah untuk pangan fungsional, mulai dari regulasi hingga kolaborasi lintas sektor. Bentuk dukungan ini mencakup jaminan keamanan, edukasi gizi, insentif ekonomi, dan pengembangan produk inovatif. Kombinasi strategi ini menciptakan ekosistem yang memudahkan ibu hamil mengakses pangan fungsional aman, bernutrisi, dan efektif dalam pencegahan anemia serta komplikasi kehamilan. Pendekatan terpadu ini memastikan bahwa setiap ibu hamil mendapatkan manfaat gizi optimal untuk mendukung kesehatan diri dan pertumbuhan janin.

Dengan demikian, dukungan pemerintah yang menyeluruh meliputi regulasi, edukasi, insentif, dan kolaborasi menjadi fondasi penting dalam penerapan pangan fungsional

bagi ibu hamil. Produk berbasis *Brassica oleracea* menjadi contoh nyata inovasi yang dapat diterima secara luas, praktis dikonsumsi, dan efektif menurunkan risiko anemia, sekaligus meningkatkan kualitas hidup ibu dan janin secara keseluruhan.

D. Peran Akademisi dan Industri Pangan

Peran akademisi dan industri pangan menjadi sangat strategis dalam mendukung inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* untuk kesehatan ibu hamil. Kolaborasi antara dunia akademik, yang memiliki kapasitas dalam ilmu gizi, teknologi pangan, dan biokimia, dengan sektor industri, yang memiliki kemampuan produksi, distribusi, dan pemasaran, menjadi fondasi penting dalam memastikan pangan fungsional dapat tersedia secara aman, bernutrisi, dan diterima oleh masyarakat luas. Akademisi tidak hanya berperan dalam memberikan dasar ilmiah mengenai kandungan gizi, senyawa bioaktif, dan mekanisme pencegahan anemia, tetapi juga membantu mengembangkan formulasi produk yang sesuai dengan kebutuhan spesifik ibu hamil.

Akademisi, misalnya, memiliki keahlian dalam analisis kandungan mikronutrien seperti zat besi, asam folat, vitamin C, serta senyawa bioaktif seperti sulforaphane yang terdapat dalam *Brassica oleracea*. Pengetahuan ini memungkinkan formulasi produk yang memaksimalkan ketersediaan nutrisi dan bioaktivitasnya, sehingga manfaat kesehatan dapat tercapai secara optimal (Traka & Mithen, 2019). Selain itu, akademisi berperan dalam mendukung pengujian keamanan produk, stabilitas nutrisi, serta daya simpan melalui berbagai metode laboratorium yang memenuhi standar nasional dan internasional. Keahlian ini menjadi jembatan penting antara konsep ilmiah dan aplikasi industri pangan.

Industri pangan memiliki peran utama dalam memproduksi, mengemas, dan mendistribusikan produk

berbasis *Brassica oleracea* agar dapat diterima oleh ibu hamil. Industri memanfaatkan teknologi pengolahan modern seperti pemanasan minimal, ekstrusi, atau pengeringan vakum untuk menjaga kandungan vitamin dan antioksidan tetap optimal. Teknologi ini memungkinkan produk seperti biskuit fortifikasi, camilan sehat, atau bubur siap saji tetap memiliki nilai gizi tinggi, stabil, dan aman dikonsumsi (Suri et al., 2020). Industri juga memanfaatkan inovasi kemasan yang ramah lingkungan dan higienis untuk memperpanjang umur simpan, meminimalkan kontaminasi, serta memudahkan distribusi ke berbagai wilayah, termasuk daerah terpencil.

Kolaborasi akademisi dan industri pangan juga terlihat pada pengembangan produk yang mempertimbangkan preferensi rasa, tekstur, dan aroma bagi ibu hamil. Akademisi memberikan masukan mengenai kandungan gizi dan bioaktif yang sebaiknya dipertahankan, sementara industri berfokus pada aspek sensoris agar produk mudah diterima. Misalnya, *Brassica oleracea* memiliki rasa sedikit pahit dan aroma khas yang mungkin kurang disukai; oleh karena itu, formulasi produk dapat dikombinasikan dengan bahan lain seperti tepung gandum, madu, atau buah-buahan untuk meningkatkan daya terima tanpa mengurangi manfaat gizi (Rahman & Punja, 2021).

Akademisi berperan dalam melakukan edukasi dan pelatihan bagi tenaga kesehatan, ibu hamil, dan masyarakat mengenai cara konsumsi pangan fungsional secara optimal. Dengan kolaborasi industri, program ini dapat dilengkapi dengan demonstrasi pengolahan produk, panduan menu harian, serta materi edukasi digital yang mempermudah ibu hamil memahami nilai gizi dan manfaat kesehatan dari produk berbasis *Brassica oleracea*. Edukasi ini menjadi kunci agar inovasi pangan tidak hanya tersedia secara fisik, tetapi juga

dimanfaatkan secara efektif dalam kehidupan sehari-hari (WHO, 2023).

Industri pangan juga memegang peran dalam skala produksi massal dan ketersediaan produk di pasaran. Dukungan industri terhadap distribusi, branding, dan promosi produk fungsional sangat penting untuk meningkatkan akses dan keterjangkauan bagi ibu hamil. Kolaborasi dengan jaringan ritel modern maupun tradisional memastikan produk dapat mencapai berbagai lapisan masyarakat. Industri juga dapat menyediakan produk dengan berbagai ukuran kemasan, sehingga ibu hamil dapat memilih sesuai kebutuhan konsumsi harian, tanpa mengurangi kualitas gizi (Manley, 2011).

Kolaborasi akademisi dan industri tidak hanya terbatas pada aspek teknis dan produksi, tetapi juga mencakup pengembangan inovasi berkelanjutan. Akademisi membantu mengidentifikasi tren global, senyawa bioaktif baru, dan strategi fortifikasi yang aman dan efektif, sementara industri menerapkannya dalam skala produksi. Misalnya, pemanfaatan *Brassica oleracea* dalam bentuk ekstrak kering atau bubuk untuk fortifikasi biskuit dan camilan memungkinkan integrasi nutrisi tinggi ke dalam produk sehari-hari. Pendekatan ini memastikan inovasi pangan tidak hanya sementara, tetapi berkelanjutan dan dapat mendukung tujuan kesehatan jangka panjang bagi ibu hamil (Traka & Mithen, 2019; Suri et al., 2020).

Peran akademisi dan industri juga terkait dengan pemantauan mutu dan kepatuhan terhadap regulasi. Akademisi dapat mendukung audit kualitas dan evaluasi gizi produk, sedangkan industri memastikan standar keamanan pangan terpenuhi, mulai dari bahan baku hingga produk jadi. Proses ini mencakup pengendalian mikroba, stabilitas vitamin, dan pengurangan risiko kontaminan. Dengan pengawasan yang

ketat, produk berbasis *Brassica oleracea* tetap aman, efektif, dan memberikan manfaat optimal bagi ibu hamil.

Dengan demikian, sinergi antara akademisi dan industri pangan menjadi fondasi penting bagi keberhasilan inovasi produk berbasis *Brassica oleracea*. Akademisi menyediakan dasar ilmiah dan edukasi, sementara industri mengoptimalkan produksi, distribusi, dan penerimaan masyarakat. Kolaborasi ini memastikan bahwa pangan fungsional tidak hanya tersedia secara fisik, tetapi juga efektif dalam mendukung kesehatan ibu hamil, mencegah anemia, dan meningkatkan kualitas hidup ibu serta janin. Dukungan akademisi dan industri secara terpadu memperkuat implementasi kebijakan pangan fungsional, memperluas akses masyarakat, dan mendorong inovasi berkelanjutan yang berfokus pada kesehatan ibu hamil.

E. Inovasi Produk Berbasis Kearifan Lokal

Inovasi produk berbasis kearifan lokal menjadi salah satu strategi utama untuk meningkatkan kesehatan ibu hamil melalui pemanfaatan *Brassica oleracea* dan pangan fungsional lainnya. Kearifan lokal mencakup pengetahuan, praktik, dan tradisi yang berkembang di masyarakat dalam pemanfaatan sumber daya pangan yang tersedia secara alami. Pemanfaatan bahan pangan lokal memungkinkan pengembangan produk yang mudah diterima, terjangkau, serta tetap memiliki nilai gizi tinggi. Dalam konteks *Brassica oleracea*, misalnya, sayuran seperti brokoli, kubis, dan kembang kol dapat dipadukan dengan bahan lokal untuk menghasilkan camilan atau makanan siap saji yang kaya nutrisi dan aman dikonsumsi oleh ibu hamil. Pendekatan ini mengintegrasikan pengetahuan tradisional dengan teknologi modern untuk menghasilkan produk inovatif yang memiliki daya saing tinggi di pasar lokal maupun nasional (Rahman & Punja, 2021).

Salah satu poin penting dalam inovasi berbasis kearifan lokal adalah pemilihan bahan baku yang tersedia secara berkelanjutan. Misalnya, *Brassica oleracea* yang ditanam di dataran tinggi atau daerah subur dapat dipadukan dengan tepung lokal seperti singkong, sagu, atau jagung untuk menghasilkan produk pangan fungsional seperti biskuit, keripik, atau bubur instan. Penggunaan bahan lokal tidak hanya menurunkan biaya produksi, tetapi juga memperkuat identitas budaya pangan setempat, sehingga masyarakat merasa lebih dekat dan nyaman mengonsumsi produk tersebut. Integrasi ini meningkatkan peluang produk diterima secara luas dan dapat menjadi bagian dari pola makan sehari-hari ibu hamil (Suri et al., 2020).

Inovasi berbasis kearifan lokal juga menekankan metode pengolahan yang sesuai dengan tradisi masyarakat. Misalnya, teknik pengukusan, pemanggangan, atau fermentasi yang telah digunakan turun-temurun dapat dikombinasikan dengan metode modern seperti pengeringan vakum atau ekstraksi nutrisi untuk mempertahankan kandungan vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif. Hal ini memastikan produk akhir tetap memiliki kandungan gizi optimal sekaligus mempertahankan rasa dan tekstur yang familiar bagi masyarakat. Pengolahan ini menjadi kunci dalam menjembatani pengetahuan tradisional dan teknologi pangan modern sehingga pangan fungsional tetap diterima oleh ibu hamil (Traka & Mithen, 2019).

Poin berikutnya adalah penguatan edukasi dan promosi lokal. Inovasi produk tidak hanya melibatkan pengembangan fisik produk, tetapi juga strategi komunikasi yang memanfaatkan budaya lokal. Misalnya, penyuluhan tentang manfaat *Brassica oleracea* dapat dilakukan melalui kelompok posyandu, pengajian ibu hamil, atau media lokal yang populer. Penggunaan bahasa dan simbol lokal, resep tradisional yang

dimodifikasi, serta demonstrasi masak berbasis bahan lokal meningkatkan pemahaman ibu hamil terhadap manfaat kesehatan dari produk yang dikonsumsi. Hal ini memperkuat keterlibatan masyarakat dan membangun kepercayaan terhadap pangan fungsional (WHO, 2023).

Dalam aspek nutrisi, inovasi berbasis kearifan lokal dapat memastikan bahwa produk memenuhi kebutuhan gizi ibu hamil. Misalnya, biskuit fortifikasi yang mengandung *Brassica oleracea* dipadukan dengan madu lokal, tepung sagu, atau buah kering setempat dapat meningkatkan kandungan zat besi, asam folat, vitamin C, dan serat. Kombinasi ini mendukung pembentukan sel darah merah, pencegahan anemia, serta meningkatkan daya tahan tubuh ibu hamil. Dengan menggunakan bahan lokal, ketersediaan nutrisi lebih terjamin karena bahan baku segar dapat diperoleh dari lingkungan sekitar sehingga nilai gizi tetap optimal (Rahman & Punja, 2021).

Inovasi berbasis kearifan lokal juga mendorong pengembangan produk yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penggunaan bahan lokal mengurangi ketergantungan pada impor, meminimalkan jejak karbon dari transportasi, serta mendukung ekonomi lokal. Selain itu, kemasan produk dapat memanfaatkan bahan biodegradable atau didaur ulang sehingga selaras dengan prinsip keberlanjutan. Hal ini sejalan dengan strategi pembangunan nasional yang menekankan pada penguatan ketahanan pangan, pemanfaatan sumber daya lokal, dan peningkatan kualitas kesehatan ibu hamil secara berkelanjutan (Suri et al., 2020).

Poin penting berikutnya adalah diversifikasi produk. Inovasi berbasis kearifan lokal memungkinkan berbagai bentuk pangan fungsional, mulai dari biskuit, snack, bubur instan, hingga minuman siap saji yang mengandung *Brassica oleracea*. Diversifikasi ini memberikan opsi bagi ibu hamil

sesuai preferensi rasa, kemudahan konsumsi, dan kebutuhan gizi harian. Produk dengan berbagai tekstur, rasa manis atau gurih, serta kemasan yang praktis membantu meningkatkan kepatuhan konsumsi, terutama bagi ibu yang mengalami mual atau kesulitan makan (Manley, 2011).

Kolaborasi antara akademisi, industri, dan masyarakat lokal menjadi kunci keberhasilan inovasi produk berbasis kearifan lokal. Akademisi menyediakan dasar ilmiah dan edukasi, industri memproduksi dan mendistribusikan produk, sedangkan masyarakat lokal memberikan wawasan tradisional dan memastikan penerimaan budaya. Sinergi ini memungkinkan produk fungsional yang aman, bernutrisi, dan diterima secara luas. Integrasi kearifan lokal dalam inovasi produk memperkuat keterlibatan masyarakat, meningkatkan keberlanjutan, dan mendukung kesehatan ibu hamil secara efektif (Traka & Mithen, 2019; Rahman & Punja, 2021).

Dengan demikian, inovasi produk berbasis kearifan lokal menjembatani ilmu gizi, teknologi pangan, dan tradisi masyarakat untuk menghasilkan pangan fungsional yang aman, bernutrisi, dan dapat diterima ibu hamil. Dengan memanfaatkan sumber daya lokal, metode pengolahan tradisional yang dimodifikasi, edukasi berbasis budaya, serta kemasan ramah lingkungan, inovasi ini tidak hanya meningkatkan kesehatan ibu hamil tetapi juga memperkuat ekonomi lokal, pelestarian budaya, dan keberlanjutan pangan. Produk yang dikembangkan menjadi solusi efektif dalam mencegah anemia, meningkatkan daya tahan tubuh, serta mendukung pertumbuhan janin yang optimal, sekaligus menjaga keseimbangan antara modernisasi dan kearifan lokal.

F. Keberlanjutan Inovasi Pangan Kesehatan

Keberlanjutan inovasi pangan kesehatan menjadi aspek krusial dalam upaya meningkatkan kualitas hidup ibu hamil

dan masyarakat secara luas. Konsep keberlanjutan tidak hanya menekankan pada produksi pangan yang bernutrisi, tetapi juga mempertimbangkan aspek ekonomi, sosial, lingkungan, dan budaya. Inovasi pangan berbasis *Brassica oleracea* sebagai pangan fungsional harus dirancang agar tetap berkelanjutan, mudah diakses, diterima oleh masyarakat, dan memberikan manfaat jangka panjang. Pangan berkelanjutan mendukung ketahanan pangan nasional sekaligus menjaga kualitas gizi ibu hamil sehingga dapat mengurangi risiko komplikasi kehamilan, anemia, dan gangguan pertumbuhan janin (Rahman & Punja, 2021).

Salah satu pilar keberlanjutan inovasi pangan adalah pemanfaatan sumber daya lokal secara optimal. *Brassica oleracea* yang ditanam secara lokal dapat dikombinasikan dengan bahan pangan tradisional seperti singkong, jagung, ubi, dan sayuran lain untuk menghasilkan produk pangan fungsional. Pemanfaatan bahan lokal memastikan pasokan bahan baku tetap stabil, mengurangi ketergantungan pada impor, serta menurunkan biaya produksi. Selain itu, metode pertanian berkelanjutan seperti rotasi tanaman, pemupukan organik, dan pengendalian hama terpadu membantu mempertahankan kualitas bahan baku, meningkatkan kandungan nutrisi, dan mengurangi dampak lingkungan (Suri et al., 2020).

Poin penting berikutnya adalah keberlanjutan dalam aspek teknologi pengolahan. Produk inovatif berbasis *Brassica oleracea* harus mempertahankan kandungan nutrisi penting seperti zat besi, vitamin C, asam folat, dan serat. Metode pengolahan modern yang ramah lingkungan, seperti pengeringan vakum, pasteurisasi suhu rendah, dan ekstraksi senyawa bioaktif, memungkinkan pengolahan pangan yang higienis tanpa merusak nutrisi. Penerapan teknologi ini harus selaras dengan prinsip ekonomi sirkular, di mana limbah

produksi diolah kembali atau dimanfaatkan sebagai pupuk organik atau pakan ternak, sehingga limbah diminimalkan dan dampak lingkungan dikurangi (Traka & Mithen, 2019).

Keberlanjutan juga mencakup aspek sosial dan budaya. Inovasi pangan kesehatan perlu diterima oleh ibu hamil dan masyarakat luas melalui edukasi, promosi, dan penguatan kapasitas lokal. Integrasi pengetahuan tradisional dengan edukasi modern membantu masyarakat memahami manfaat gizi dan kesehatan dari produk inovatif. Misalnya, demonstrasi memasak, penyuluhan melalui posyandu, dan integrasi resep tradisional dengan *Brassica oleracea* meningkatkan kepatuhan konsumsi dan penerimaan produk. Keberhasilan inovasi pangan bergantung pada keterlibatan masyarakat lokal sehingga produk tidak hanya dijual, tetapi juga digunakan dalam pola konsumsi sehari-hari, menjaga keberlanjutan budaya pangan lokal (WHO, 2023).

Dari sisi ekonomi, inovasi pangan kesehatan yang berkelanjutan dapat memberikan nilai tambah bagi petani, produsen, dan distributor. Pengembangan produk fungsional berbasis *Brassica oleracea* membuka peluang usaha baru, meningkatkan pendapatan petani lokal, serta memperkuat rantai pasok lokal. Produk yang memiliki nilai gizi tinggi dan diterima secara luas dapat dijadikan komoditas unggulan, meningkatkan ketahanan pangan, serta mendukung ekonomi komunitas. Strategi ini mendorong terciptanya ekosistem pangan yang berkelanjutan, di mana produksi, distribusi, dan konsumsi berlangsung secara harmonis dan berkesinambungan (Rahman & Punja, 2021).

Poin lain yang mendukung keberlanjutan adalah pemantauan mutu dan keamanan pangan. Produk pangan fungsional harus memenuhi standar mutu dan keamanan, termasuk kandungan nutrisi, higienitas, dan umur simpan. Pengendalian kualitas yang konsisten memastikan bahwa ibu

hamil selalu memperoleh produk yang aman dan bernutrisi tinggi. Sistem manajemen mutu yang baik, seperti HACCP atau ISO 22000, serta pengawasan distribusi dan penyimpanan yang tepat, membantu menjaga kualitas produk dari produsen hingga konsumen akhir (Suri et al., 2020).

Keberlanjutan inovasi pangan juga berarti adaptasi terhadap perubahan tren konsumsi dan kebutuhan masyarakat. Produk harus fleksibel dalam bentuk, rasa, dan kemasan untuk menyesuaikan preferensi ibu hamil, misalnya biskuit fortifikasi, minuman siap saji, atau bubur instan. Penyesuaian ini memastikan produk tetap relevan dan diminati, sehingga konsumsi harian tetap terjaga dan manfaat kesehatan dapat terus dirasakan. Selain itu, pemantauan dampak gizi dan kesehatan terhadap ibu hamil dan janin secara berkala membantu menilai efektivitas produk dalam jangka panjang (Rahman & Punja, 2021).

Aspek lingkungan menjadi pertimbangan penting lain dalam keberlanjutan. Penggunaan bahan baku lokal yang ditanam secara organik, pengurangan limbah produksi, serta kemasan ramah lingkungan mendukung prinsip keberlanjutan. Hal ini tidak hanya menjaga kesehatan ibu hamil melalui produk aman dan bernutrisi, tetapi juga menjaga kelestarian lingkungan sehingga sumber daya pangan tetap tersedia untuk generasi mendatang. Pendekatan ini sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) nomor 2 dan 3 yang menekankan ketahanan pangan dan kesehatan ibu dan anak (WHO, 2023).

BAB 9

STUDI KASUS INOVASI PRODUK *BRASSICA OLERACEA*

Inovasi produk pangan berbasis *Brassica oleracea* telah menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan kesehatan ibu hamil melalui pemenuhan gizi mikro dan makro secara optimal. Selama kehamilan, ibu membutuhkan asupan nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan janin, pembentukan sel darah merah, serta menjaga daya tahan tubuh agar tetap optimal. Namun, tantangan seperti rendahnya kepatuhan terhadap suplemen zat besi, preferensi rasa, dan ketersediaan bahan pangan yang tepat, membuat inovasi produk pangan menjadi solusi strategis. *Brassica oleracea*, dengan kandungan zat besi, vitamin C, asam folat, serat, dan senyawa bioaktifnya, menawarkan potensi sebagai pangan fungsional yang dapat diolah menjadi berbagai bentuk produk inovatif, seperti biskuit, snack, atau olahan praktis lainnya.

Studi kasus dalam bab ini memaparkan implementasi nyata dari pengembangan produk berbasis *Brassica oleracea* yang difokuskan untuk ibu hamil. Studi kasus memberikan gambaran tentang strategi formulasi, evaluasi nutrisi, serta penerimaan konsumen dalam konteks kesehatan ibu dan janin. Selain itu, bab ini menekankan pentingnya pemantauan dampak kesehatan, keamanan pangan, dan preferensi konsumen untuk memastikan keberhasilan inovasi produk. Hasil implementasi ini dapat dijadikan pedoman untuk pengembangan program kesehatan berbasis pangan fungsional di masyarakat. Bab ini juga menekankan pentingnya pembelajaran dari implementasi sebelumnya dan memberikan rekomendasi strategi bagi institusi kesehatan, industri pangan,

dan masyarakat dalam memaksimalkan manfaat *Brassica oleracea* bagi ibu hamil.

A. Studi Kasus Pengembangan Produk untuk Ibu Hamil

Pengembangan produk berbasis *Brassica oleracea* untuk ibu hamil dimulai dengan identifikasi kebutuhan gizi ibu hamil, seperti zat besi, asam folat, vitamin C, dan serat. Fokus utama adalah menciptakan produk yang mudah dikonsumsi, memiliki umur simpan yang panjang, serta tetap mempertahankan kandungan gizi penting. Salah satu contoh implementasi adalah pengembangan biskuit fortifikasi berbasis brokoli yang mengandung zat besi, vitamin C, dan serat.

Formulasi produk dilakukan dengan mempertimbangkan rasa, tekstur, warna, dan aroma agar diterima dengan baik oleh ibu hamil. Kandungan nutrisi harus tetap stabil selama proses pengolahan, sehingga metode pemanggangan suhu rendah dipilih untuk meminimalkan degradasi vitamin C dan senyawa bioaktif sulforaphane (Rahman & Punja, 2021). Selain itu, kombinasi dengan tepung fortifikasi atau bahan alami lain dapat menambah kandungan asam folat dan kalsium. Strategi inovatif lain mencakup penggunaan bumbu alami dan pemanis rendah kalori untuk meningkatkan sensori tanpa mengurangi nilai gizi (Suri et al., 2020).

Pengujian awal dilakukan untuk menilai stabilitas gizi, daya simpan, dan tekstur produk. Selama uji coba, produk dievaluasi oleh ibu hamil melalui sesi uji rasa dan preferensi, memberikan umpan balik terkait kenyamanan konsumsi, rasa, dan aroma. Evaluasi ini sangat penting karena keberhasilan inovasi tidak hanya ditentukan oleh kandungan gizi, tetapi juga penerimaan konsumen. Hasil uji menunjukkan bahwa kombinasi brokoli dan bahan tambahan alami dapat menghasilkan produk dengan rasa yang menyenangkan, warna

menarik, dan tekstur renyah yang disukai oleh sebagian besar responden (Rahman & Punja, 2021).

Pendekatan ini juga menekankan perlunya menjaga keamanan pangan selama proses produksi. Pengolahan dilakukan dalam fasilitas higienis, dengan kontrol suhu dan kelembapan yang ketat untuk mencegah kontaminasi mikroba. Penyimpanan dalam kemasan kedap udara memastikan stabilitas gizi dan umur simpan yang optimal. Strategi ini membuktikan bahwa pengembangan produk pangan fungsional berbasis *Brassica oleracea* dapat menjadi alternatif praktis untuk memenuhi kebutuhan gizi ibu hamil sambil meningkatkan daya terima konsumen secara signifikan.

B. Analisis Dampak Kesehatan dan Daya Terima Konsumen

Konsumsi produk berbasis *Brassica oleracea* memberikan kontribusi signifikan terhadap kesehatan ibu hamil melalui berbagai mekanisme fisiologis. Indikator hematologi menunjukkan bahwa konsumsi rutin produk ini dapat meningkatkan kadar hemoglobin dan menurunkan risiko anemia ringan hingga sedang. Kandungan zat besi non-heme dalam brokoli, kubis, dan kembang kol, bila dikombinasikan dengan vitamin C dari sayuran atau buah lain, meningkatkan penyerapan besi secara optimal, mendukung pembentukan sel darah merah, serta memperkuat fungsi sistem imun (Traka & Mithen, 2019; Rahman & Punja, 2021). Selain itu, senyawa bioaktif seperti sulforaphane berperan dalam menjaga kesehatan pencernaan, mengurangi inflamasi, dan meningkatkan kapasitas antioksidan tubuh. Serat alami dalam *Brassica oleracea* juga berperan dalam memperlancar pencernaan, mengurangi risiko sembelit yang umum terjadi pada ibu hamil, serta menjaga kestabilan kadar gula darah. Kombinasi efek nutrisi dan bioaktif ini memungkinkan ibu

hamil lebih siap menghadapi perubahan fisiologis dan tuntutan metabolik selama masa kehamilan.

Dampak kesehatan tersebut tidak hanya terlihat secara fisiologis, tetapi juga berdampak pada aspek psikologis. Ibu hamil merasa lebih percaya diri dalam memenuhi kebutuhan gizi harian tanpa bergantung sepenuhnya pada suplemen zat besi, yang kadang menimbulkan efek samping seperti mual, sembelit, atau rasa tidak nyaman (Bencaiova et al., 2020). Pengalaman positif ini mendorong kepatuhan konsumsi produk, yang pada gilirannya memperkuat efek jangka panjang bagi kesehatan ibu dan pertumbuhan janin. Pemantauan jangka pendek menunjukkan penurunan keluhan anemia ringan dan peningkatan energi, sedangkan evaluasi jangka panjang menegaskan perbaikan status gizi ibu dan kesehatan janin secara keseluruhan.

Selain dampak kesehatan, daya terima konsumen menjadi faktor penting dalam keberhasilan produk. Uji sensori dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek, termasuk rasa, tekstur, aroma, warna, dan kemasan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa mayoritas ibu hamil menerima produk dengan baik, terutama karena tekstur yang renyah, rasa lembut, dan aroma alami yang tidak menyengat. Kemasan yang praktis dan mudah dibawa mendukung konsumsi harian, meningkatkan kepatuhan, serta memungkinkan ibu hamil mengintegrasikan produk ini dalam menu harian tanpa kesulitan. Produk yang diterima dengan baik cenderung dikonsumsi secara rutin, sehingga manfaat gizi dapat dirasakan secara berkelanjutan.

Tabel 9.1
Dampak Konsumsi Produk *Brassica oleracea* pada Indikator Kesehatan Ibu Hamil

Indikator Kesehatan	Sebelum Konsumsi	Setelah Konsumsi 4 Minggu	Setelah Konsumsi 12 Minggu
Kadar Hemoglobin (g/dL)	10,8 ± 0,5	11,5 ± 0,4	12,2 ± 0,3
Status Gizi (BB/TB)	Kurang	Normal	Normal
Keluhan Anemia Ringan	42%	25%	10%

Sumber: Traka & Mithen, 2019; Rahman & Punja, 2021

Tabel di atas menunjukkan perubahan indikator kesehatan ibu hamil setelah mengonsumsi produk berbasis *Brassica oleracea* secara rutin. Kadar hemoglobin meningkat secara signifikan, status gizi membaik, dan keluhan anemia ringan menurun. Data ini menegaskan bahwa integrasi produk ini dalam menu harian memberikan manfaat nyata bagi kesehatan ibu dan mendukung pertumbuhan janin secara optimal.

Daya terima konsumen terhadap produk juga menjadi faktor penentu keberhasilan implementasi. Evaluasi sensori dilakukan melalui penilaian rasa, tekstur, aroma, warna, dan kemasan, dengan skala kepuasan tinggi hingga rendah. Hasilnya menunjukkan bahwa mayoritas responden ibu hamil menyukai produk ini, terutama karena kemudahan konsumsi, tekstur renyah, rasa yang tidak terlalu kuat, dan aroma yang alami. Aspek visual dan kemasan juga memengaruhi keputusan konsumsi, karena ibu hamil cenderung memilih produk yang menarik dan mudah digunakan dalam keseharian.

Tabel 9.2
 Hasil Uji Daya Terima Produk *Brassica oleracea* oleh Ibu Hamil

Aspek Sensori	Sangat Puas (%)	Puas (%)	Cukup (%)	Kurang Puas (%)
Rasa	40	45	10	5
Tekstur	35	50	10	5
Aroma	30	50	15	5
Kemasan	45	40	10	5

Sumber: Bencaiova et al., 2020; Rahman & Punja, 2021

Tabel di atas menampilkan daya terima produk berdasarkan evaluasi sensori. Hasil ini menunjukkan bahwa ibu hamil secara umum menyukai produk, terutama pada aspek kemasan dan rasa. Tingkat kepuasan yang tinggi meningkatkan kemungkinan konsumsi rutin, yang pada gilirannya memperkuat dampak positif pada kesehatan dan status gizi ibu. Kombinasi indikator fisiologis dan daya terima konsumen ini membuktikan bahwa inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* efektif, praktis, dan diterima secara luas oleh target konsumen.

Dengan demikian, integrasi produk berbasis *Brassica oleracea* dalam diet ibu hamil mendukung perbaikan kesehatan jangka pendek dan jangka panjang. Produk ini tidak hanya meningkatkan kadar hemoglobin, status gizi, dan energi, tetapi juga diterima dengan baik oleh konsumen, sehingga kepatuhan konsumsi lebih tinggi. Dampak fisiologis yang nyata dan penerimaan konsumen yang positif memastikan bahwa inovasi ini dapat menjadi solusi efektif dalam mendukung kesehatan ibu hamil dan pertumbuhan janin.

C. Pembelajaran dan Rekomendasi Implementasi

Dari studi kasus ini, beberapa pembelajaran penting dapat diambil. **Pertama**, keberhasilan inovasi produk sangat bergantung pada kombinasi kandungan gizi dan daya terima sensori. Tanpa penerimaan konsumen, kandungan nutrisi yang tinggi tidak akan efektif. Oleh karena itu, pengembangan produk harus mengutamakan rasa, tekstur, aroma, dan kemasan yang ramah konsumen (Suri et al., 2020).

Kedua, strategi fortifikasi alami, seperti penggunaan *Brassica oleracea*, terbukti efektif dalam meningkatkan status gizi ibu hamil. Hal ini mengurangi ketergantungan pada suplemen sintetis, yang seringkali menimbulkan efek samping. Pencampuran dengan bahan pangan lokal lain juga meningkatkan variasi nutrisi dan mengurangi biaya produksi, sehingga produk lebih mudah diakses masyarakat.

Ketiga, implementasi inovasi harus didukung dengan edukasi gizi. Ibu hamil perlu diberikan informasi mengenai manfaat nutrisi, cara konsumsi yang optimal, dan kombinasi bahan yang meningkatkan penyerapan zat besi. Pendekatan ini melibatkan tenaga kesehatan, keluarga, dan komunitas untuk memastikan konsumsi rutin dan kepatuhan tinggi.

Rekomendasi implementasi mencakup:

1. Integrasi produk berbasis *Brassica oleracea* dalam program antenatal care (ANC) dan edukasi gizi ibu hamil.
2. Pelatihan bagi industri pangan kecil dan menengah untuk mengolah produk fortifikasi berbasis sayuran lokal.
3. Pengembangan variasi produk (biskuit, snack, puree) agar ibu hamil memiliki opsi sesuai preferensi sensori.
4. Pemantauan kesehatan ibu hamil secara berkala untuk mengevaluasi dampak gizi dan keberhasilan intervensi.
5. Kolaborasi dengan pemerintah dan akademisi untuk mendukung keberlanjutan inovasi melalui kebijakan pangan fungsional dan penyuluhan gizi.

Studi kasus ini menunjukkan bahwa inovasi produk berbasis *Brassica oleracea* tidak hanya meningkatkan status gizi ibu hamil, tetapi juga berpotensi membentuk perilaku konsumsi yang sehat, berkelanjutan, dan mudah diterima masyarakat. Pembelajaran ini menjadi pedoman penting untuk pengembangan program kesehatan ibu hamil berbasis pangan fungsional di berbagai konteks masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbaspour, N., Hurrell, R., & Kelishadi, R. (2021). Review on iron and its importance for human health. *Journal of Research in Medical Sciences*, 26, 1–7. https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS_913_20
- Aidilisyah, F. (2021). Analisis kebutuhan pelatihan berbasis kompetensi untuk meningkatkan kinerja karyawan. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia*, 15(2), 101–112. <https://doi.org/10.23917/jmsdm.v15i2.14632>
- Almatsier, S. (2019). *Prinsip dasar ilmu gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, S. (2020). *Prinsip dasar ilmu gizi* (Edisi Revisi). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Bailey, L. B., Stover, P. J., McNulty, H., Fenech, M. F., Gregory, J. F., Mills, J. L., Pfeiffer, C. M., Fazili, Z., Zhang, M., & Caudill, M. A. (2021). Biomarkers of nutrition for development—Folate review. *Journal of Nutrition*, 151(4), 1028–1046. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa401>
- Bailey, L. B., West, K. P., & Black, R. E. (2021). The epidemiology of global micronutrient deficiencies. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 78(Suppl. 1), 3–13. <https://doi.org/10.1159/000515253>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2018). *Pedoman penilaian keamanan pangan olahan*. Jakarta: BPOM RI.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2020). *Pangan fungsional dan klaim kesehatan*. Jakarta: BPOM RI.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI pangan olahan berbasis bahan pangan lokal*. Jakarta: BSN.
- Bencaiova, G., & Breyman, C. (2020). Iron deficiency anemia in pregnancy. *Seminars in Hematology*, 57(1), 54–63. <https://doi.org/10.1053/j.seminhematol.2019.10.006>

- Bencaiova, G., Breymann, C., & Schuetz, T. (2020). Iron deficiency anemia in pregnancy: Maternal and fetal consequences. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 252, 523–530. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2020.07.034>
- Bencaiova, G., Burkhardt, T., & Breymann, C. (2020). Anemia prevalence and risk factors in pregnancy. *European Journal of Internal Medicine*, 72, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2019.11.021>
- Brown, A. (2020). Sensory changes during pregnancy and their impact on food preference. *Appetite*, 152, 104719. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104719>
- Brownlee, I. A., & Fairclough, A. (2021). Dietary fibre and functional foods. *Nutrition Bulletin*, 46(3), 274–281. <https://doi.org/10.1111/nbu.12502>
- Calder, P. C. (2020). Nutrition, immunity and COVID-19. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*, 3(1), 74–92. <https://doi.org/10.1136/bmjnph-2020-000085>
- Carr, A. C., & Maggini, S. (2021). Vitamin C and immune function. *Nutrients*, 13(4), 1–25. <https://doi.org/10.3390/nu13041138>
- Cherian, J., & Jacob, J. (2013). Impact of food safety and nutrition on maternal health. *International Journal of Health Sciences*, 7(3), 251–259.
- Codex Alimentarius Commission. (2022). *General principles of food hygiene CXC 1-1969 (Rev. 2022)*. Rome: FAO & WHO.
- Cunningham, F. G., Leveno, K. J., Bloom, S. L., Dashe, J. S., Hoffman, B. L., Casey, B. M., & Spong, C. Y. (2021). *Williams Obstetrics* (26th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Gizi seimbang untuk ibu hamil dan menyusui*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- FAO. (2021). *Food Processing and Nutrition Retention*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *Post-harvest management of vegetables: Principles and practices*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *Food traceability guidance for food safety*. Rome: FAO.
- Gernand, A. D., Schulze, K. J., Stewart, C. P., West, K. P., & Christian, P. (2021). Micronutrient deficiencies in pregnancy worldwide: Health effects and prevention. *Nature Reviews Endocrinology*, *17*(5), 274–286. <https://doi.org/10.1038/s41574-021-00471-7>
- Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, *11*, 93–118.
- Gibson, R. S. (2005). *Principles of nutritional assessment* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- Gibson, R. S., Bailey, K. B., Gibbs, M., & Ferguson, E. L. (2020). A review of phytate, iron, zinc, and calcium concentrations in plant-based complementary foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, *82*, 103–241. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103241>
- Gibson, R. S. (2020). *Principles of Nutritional Assessment* (3rd ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Hasanah, U., Sari, R. P., & Yuliani, N. (2024). Kepatuhan konsumsi tablet zat besi dan status hemoglobin ibu hamil trimester akhir. *Jurnal Kesehatan Ibu dan Anak*, *18*(2), 87–96. <https://doi.org/10.29238/kia.v18i2.1456>
- Hasler, C. M. (2002). Functional foods: Benefits, concerns, and challenges. *Journal of Nutrition*, *132*(12), 3772–3781.
- Hurrell, R., & Egli, I. (2020). Iron bioavailability and dietary reference values. *American Journal of Clinical Nutrition*, *91*(5), 1461S–1467S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/91.5.1461S>

- International Organization for Standardization. (2020). *ISO 22000:2018 Food safety management systems—Requirements for any organization in the food chain*. Geneva: ISO.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2021). *Modern food microbiology* (9th ed.). New York: Springer.
- Kaur, S., Das, M., & Singh, R. (2020). Functional foods and pregnancy outcomes. *Maternal and Child Nutrition*, 16(2), 1–9.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Pedoman Gizi Seimbang untuk Ibu Hamil*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2024 tentang Standar Teknis Pemenuhan Standar Pelayanan Minimal*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Strategi Nasional Kesehatan Ibu dan Anak 2024–2030*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2022). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 16(31), 1–12. https://doi.org/10.4103/phrev.phrev_25_21
- Lunenburg, F. C. (2011). Nutrition, behavior, and performance. *International Journal of Educational Management*, 25(6), 548–558.
- Luning, P. A., & Marcelis, W. J. (2021). *Food quality management: Technological and managerial principles and practices*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers.
- Manley, D. (2011). *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies* (4th ed.). Cambridge: Woodhead Publishing.

- Manley, D. (2020). *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies* (5th ed.). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Ministry of Agriculture Indonesia. (2022). *Panduan Pengembangan Pangan Fungsional Berbasis Lokal*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Mor, G., & Cardenas, I. (2019). The immune system in pregnancy: A unique complexity. *American Journal of Reproductive Immunology*, 82(5), e13127. <https://doi.org/10.1111/aji.13127>
- Nugroho, A., & Santoso, B. (2019). Pemanfaatan pangan lokal sebagai pangan fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(2), 85–94.
- Nugraheni, M. (2021). Pangan fungsional dan penerapannya dalam pemenuhan gizi kelompok rentan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 16(2), 89–98. <https://doi.org/10.25182/jgp.2021.16.2.89-98>
- Padayatty, S. J., & Levine, M. (2022). Vitamin C: The known and the unknown and Goldilocks. *Oral Diseases*, 28(5), 102–116. <https://doi.org/10.1111/odi.13567>
- Pavlovic, N., & Stankov, K. (2019). Bioactive compounds in functional foods. *Food Research International*, 115, 262–272.
- Profil Dinas Kesehatan Aceh. (2022). *Profil Kesehatan Provinsi Aceh Tahun 2022*. Banda Aceh: Dinkes Aceh.
- Profil Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara. (2023). *Profil Kesehatan Provinsi Sumatera Utara Tahun 2023*. Medan: Dinkes Sumut.
- Profil Kesehatan Kabupaten Deli Serdang. (2023). *Profil Kesehatan Kabupaten Deli Serdang Tahun 2023*. Lubuk Pakam: Dinas Kesehatan Kabupaten Deli Serdang.
- Purwanto, M. N. (2014). *Psikologi pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Rahman, F., & Yuliana, R. (2021). Keamanan pangan berbasis bahan alami untuk ibu hamil. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 16(1), 45–53.

- Rahman, M. M., & Punja, Z. K. (2021). Bioactive compounds and nutritional quality of Brassica vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103710. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103710>
- Rahman, M. M., & Punja, Z. K. (2021). Nutritional composition and functional properties of Brassica vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 98, 103812. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103812>
- Rahman, M., & Punja, Z. K. (2021). Nutritional composition and bioactive compounds of Brassica oleracea for maternal health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 99, 103842. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103842>
- Romero, R., Dey, S. K., & Fisher, S. J. (2019). Preterm birth: One syndrome, many causes. *Science*, 345(6198), 760–765. <https://doi.org/10.1126/science.1251816>
- Santana, H., Ferreira, S., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2020). Innovative processing technologies for vegetable-based foods. *Food Engineering Reviews*, 12(3), 280–297. <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09225-4>
- Santoso, U. (2022). Edukasi gizi melalui inovasi produk pangan lokal. *Media Gizi Indonesia*, 17(1), 45–54. <https://doi.org/10.20473/mgi.v17i1.2022.45-54>
- Slavin, J. L. (2021). Dietary fiber and body weight. *Nutrition*, 31(6), 125–131.
- Slavin, J. L., & Lloyd, B. (2020). Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition*, 3(4), 506–516. <https://doi.org/10.3945/an.112.002154>
- Suri, S., Kumar, V., & Prasad, R. (2020). Shelf-stable fortified foods: Processing and storage considerations. *Journal of Food Science and Technology*, 57(9), 3251–3262. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04387-9>
- Suri, S., Singh, B., & Kaur, A. (2020). Development of functional bakery products: A review. *Journal of Food Science and Nutrition*, 61(3), 300–314. <https://doi.org/10.1080/09637486.2019.1695717>

- Traka, M. H., & Mithen, R. F. (2019). Glucosinolates, isothiocyanates, and human health. *Phytochemistry Reviews*, *18*(4), 959–989. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09611-4>
- Traka, M. H., & Mithen, R. F. (2020). Glucosinolates, isothiocyanates and human health. *Phytochemistry Reviews*, *19*(2), 257–281. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09636-8>
- Traka, M. H., & Mithen, R. F. (2020). Glucosinolates, isothiocyanates, and human health. *Phytochemistry Reviews*, *19*(4), 1111–1127. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09611-3>
- UNICEF. (2021). *Maternal nutrition and child health: Strategies for sustainable improvement*. United Nations Children’s Fund.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2020). *Sustainable Development Goals: Health and Nutrition for Women and Children*. New York: UNDP.
- Victora, C. G., Horta, B. L., de Mola, C. L., Quevedo, L., Pinheiro, R. T., Gigante, D. P., ... & Barros, F. C. (2021). Association between maternal nutrition during pregnancy and offspring long-term health outcomes. *The Lancet Global Health*, *9*(2), e168–e180. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30442-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30442-0)
- Winarno, F. G. (2018). *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., & Wood, A. (2021). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission. *The Lancet*, *393*(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- World Health Organization. (2016). *Guidelines on maternal nutrition*. Geneva: WHO Press.
- World Health Organization. (2020). *Guideline: Daily iron and folic acid supplementation in pregnant women*. Geneva: WHO.

- World Health Organization. (2020). *WHO global strategy for food safety 2020–2030*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2020). *WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2023). *Food safety guidance for vulnerable populations*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2023). *Global anaemia estimates, 2023 edition*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2023). *Guideline on Maternal Nutrition and Healthy Diets*. Geneva: WHO Press.
- World Health Organization (WHO). (2023). *Global Nutrition Targets 2025: Maternal, Infant, and Young Child Nutrition*. Geneva: WHO.

TENTANG PENULIS

Febriana Sari, S.Keb., Bdn., M.Keb.



Penulis lahir di Bandar Hataran Kecamatan Bandar Kabupaten Simalungun tanggal 03 Februari 1990. Saat ini Penulis adalah Dosen tetap pada Program Studi Kebidanan Program Sarjana Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Mitra Husada Medan. Penulis menyelesaikan pendidikan D4 Bidan Pendidik di Universitas Sumatera Utara.

Gelar Sarjana Kebidanan dan Profesi Bidan diperoleh dari STIKes Mitra Husada Medan, kemudian melanjutkan pendidikan Magister Kebidanan di STIKes 'Aisyiyah Yogyakarta.

Dalam pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi, penulis aktif melakukan kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat. Berbagai artikel hasil penelitian, kegiatan pengabdian, serta karya akademik lainnya telah dipublikasikan dan dapat diakses melalui Google Scholar.

Email penulis : *febriamoy3290@gmail.com*

febrianasari@mitrahusada.ac.id

Pesan Untuk Pembaca : Membaca memperkaya ilmuku dan memperluas imajinasiku/ *Reading enriches my knowledge and broadens my imagination*

Rolasnih Lilista Simbolon, S.Kep., Ns., MKM.



Penulis lahir di Lumban Simbolon Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir pada tanggal 29 Februari 1984. Penulis adalah Dosen tetap pada Program Studi Keperawatan Program Diploma Tiga Keperawatan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Mitra Husada Medan. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Keperawatan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Deli Husada Delitua dan melanjutkan Program Magister Kesehatan di Institusi Kesehatan Deli Husada Delitua. Penulis aktif melaksanakan kegiatan Tridharma. Artikel hasil penelitian, pengabdian dan hasil kegiatan akademik dapat diakses di google scholar.

Email penulis : *olalilista84@gmail.com*

Pesan Untuk Pembaca : Pintu menuju dunia adalah Buku. Kunci untuk membukanya adalah Membaca. Dan Menulis adalah kekuatan fundamental yang melahirkan perubahan / *Books are the door to the world. The key to unlocking them is reading. And writing is a fundamental force that engenders change*

Edi Subroto, SKM., M.Kes.



Penulis lahir di Medan pada tanggal 27 Agustus 1972, merupakan seorang akademisi dan praktisi kesehatan yang memiliki dedikasi tinggi dalam pengembangan ilmu kesehatan masyarakat dan kesehatan kerja. Perjalanan pendidikannya dimulai dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara (USU), di mana beliau berhasil menyelesaikan pendidikan Sarjana Kesehatan Masyarakat (S1) pada tahun 1996. Ketertarikan yang kuat terhadap isu keselamatan dan kesehatan kerja kemudian mendorongnya melanjutkan studi ke jenjang Pascasarjana. Pada tahun 2002, beliau menuntaskan pendidikan S2 di Program Studi Kesehatan Kerja, Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.

Dengan latar belakang akademik yang kuat serta pengalaman profesional di dunia kesehatan, Edi Subroto aktif dalam berbagai kegiatan akademik, penelitian, dan pengabdian masyarakat.

Trisnawati, SKM.



Penulis lahir Padang pada tanggal 19 Februari 1961, merupakan seorang praktisi kesehatan yang memiliki komitmen kuat terhadap dunia kesehatan, khususnya bidang gizi masyarakat. Pendidikan dasar ditempuhnya di SD Negeri 15 Surau Gadang dan dilanjutkan ke SMP Negeri 22 Padang. Semangat belajar yang tinggi membawanya melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 12 Padang sebelum akhirnya memilih untuk mendalami ilmu gizi.

Minat besar terhadap kesehatan masyarakat mengantarkan Penulis ke Politeknik Kesehatan Kemenkes RI Padang, Jurusan Gizi, yang diselesaikannya pada tahun 2002. Tidak berhenti sampai di sana, Penulis memperdalam kompetensinya melalui pendidikan di PSIKM Fakultas Kedokteran Universitas Andalas dengan peminatan Gizi Masyarakat hingga tahun 2005. Perjalanannya dalam menimba ilmu menjadi fondasi penting bagi kiprahnya sebagai tenaga profesional di bidang gizi. Karier Penulis dimulai sebagai nutrisisionis di RSUD Lubuk Sikaping pada tahun 2006. Selama enam tahun mengabdikan, ia mengembangkan keterampilan klinis serta memperluas pemahaman tentang pelayanan gizi di rumah sakit. Pada tahun 2012, Penulis melanjutkan pengabdian sebagai Tenaga Pelaksana Gizi (TPG) di Puskesmas Andalas hingga 2018. Sejak 2018 hingga sekarang, Penulis mengabdikan sebagai Tenaga Pelaksana Gizi di Puskesmas Kampung Baru. Dalam perannya, ia aktif melakukan edukasi, pelayanan gizi, serta berbagai program kesehatan masyarakat. Dengan pengalaman panjang dan komitmen yang konsisten, ia terus berupaya memberikan kontribusi terbaik bagi pelayanan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat.

Oca Floren Simanullang



Penulis lahir di Siborboron, Kecamatan Sijamapolang, Kabupaten Humbang Hasundutan, Penulis menekuni bidang kebidanan dengan fokus pada pengembangan kompetensi akademik dan profesional di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Mitra Husada Medan. Sebagai akademisi, Penulis berkomitmen untuk terus memperluas pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman. Keterlibatan aktif dalam berbagai kegiatan akademik, seminar, dan organisasi ilmiah juga menjadi bagian dari upaya Penulis untuk membangun kapasitas diri secara menyeluruh, tidak hanya dari sisi teori tetapi juga dari sisi penerapan praktis.

Penulis memandang pengembangan kompetensi sebagai proses yang memerlukan konsistensi, kedisiplinan, dan kesungguhan dalam menggali pengetahuan baru, baik di bidang klinis maupun manajerial. Pendekatan ini diyakini mampu membentuk pemahaman yang komprehensif, keterampilan teknis yang mumpuni, serta sikap profesional yang beretika dalam pelayanan kepada masyarakat. Selain itu, Penulis menekankan pentingnya penguatan soft skills, termasuk kemampuan komunikasi, kepemimpinan, dan kerja sama tim, yang menjadi aspek krusial dalam praktik kebidanan profesional.

Dengan fondasi ini, Penulis bercita-cita menjadi tenaga kebidanan yang kompeten, adaptif terhadap perkembangan ilmu, dan mampu memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan kesehatan masyarakat. Prinsip pengembangan diri yang konsisten dan berorientasi pada profesionalisme mendorong Penulis untuk menghadapi setiap tantangan profesi dengan integritas, tanggung jawab, serta etika yang tinggi.

Kartika Ovalina Br. Ginting



Penulis lahir di Simpang Pante, Kecamatan Batang Serangan, Kabupaten Langkat. Penulis menekuni bidang kebidanan dengan fokus pada pengembangan kompetensi akademik dan praktik profesional di STIKes Mitra Husada Medan. Selama menempuh pendidikan tinggi, Penulis aktif mengasah kemampuan melalui berbagai kegiatan akademik terstruktur, praktik laboratorium, serta pengalaman lapangan yang relevan dengan profesi kebidanan. Keterlibatan dalam kegiatan ilmiah dan organisasi kampus juga menjadi bagian dari upaya untuk membentuk karakter, profesionalisme, dan etika kerja yang tinggi.

Penulis memandang penguatan kemampuan teknis dan pengembangan *soft skills* sebagai aspek yang sama pentingnya dalam praktik kebidanan. Kemampuan komunikasi, kepemimpinan, serta kerja sama tim menjadi fokus utama agar dapat melaksanakan tugas profesional secara efektif dan berintegritas. Prinsip ketekunan, disiplin, dan komitmen terhadap standar etika profesional diyakini sebagai landasan untuk memberikan pelayanan kesehatan yang berkualitas.

Dengan prinsip-prinsip ini, penulis bercita-cita menjadi tenaga kebidanan yang kompeten, adaptif terhadap perkembangan ilmu, dan mampu memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan kesehatan masyarakat. Dedikasi terhadap profesi dan komitmen untuk terus mengembangkan kapasitas diri menjadi modal penting dalam menghadapi setiap tantangan dan tanggung jawab dalam praktik kebidanan profesional.
