

Woro Tri Utami, S.SiT., M.Kes
Wiqodatul Ummah, S.Tr.Keb., M.Kes

TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS KELOR DAN BELUT

**Formulasi, Keamanan, dan Efektivitas
untuk Pencegahan Stunting**



TEKNOLOGI PENGOLAHAN
PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS KELOR & BELUT
Formulasi, Keamanan, dan Efektivitas untuk Pencegahan *Stunting*

Woro Tri Utami, S.SiT., M.Kes
Wiqodatul Ummah, S.Tr.Keb., M.Kes

TEKNOLOGI PENGOLAHAN
PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS KELOR & BELUT
Formulasi, Keamanan, dan Efektivitas untuk Pencegahan *Stunting*



Penerbit Forind

**TEKNOLOGI PENGOLAHAN
PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS KELOR & BELUT**

Formulasi, Keamanan, dan Efektivitas untuk Pencegahan *Stunting*

Copyright©:

Woro Tri Utami, S.SiT., M.Kes
Wiqodatul Ummah, S.Tr.Keb., M.Kes

ISBN:

Cover & Layout: Tim Forind

Diterbitkan oleh Forind
Jl. Raya Tlogomas 05 No. 24 Tlogomas
Malang Jawa Timur

TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS KELOR & BELUT

Malang: Forind, 2025

15,5 x 23 cm

ix + 56 hlm

Cetakan Pertama Desember 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya, dalam bentuk dan dengan cara apa pun juga, baik secara mekanis maupun elektronik, termasuk fotokopi, rekaman, dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penerbit.

PRAKATA PENULIS

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan buku berjudul "TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS KELOR & BELUT; Formulasi, Keamanan, dan Efektivitas untuk Pencegahan *Stunting*" dapat diselesaikan.

Stunting merupakan isu strategis nasional yang merefleksikan permasalahan gizi kronis dengan implikasi multidimensional, mencakup terhambatnya pertumbuhan fisik, perkembangan kognitif, dan penurunan produktivitas sumber daya manusia di masa depan. Penanganannya menuntut pendekatan yang komprehensif, berbasis bukti ilmiah (*evidence-based*), dan berkelanjutan dengan mengoptimalkan potensi sumber daya lokal.

Buku ini hadir sebagai respons intelektual terhadap tantangan tersebut. Fokus utama buku ini terletak pada analisis sinergis antara dua komoditas pangan lokal yang memiliki profil nutrisi superior namun belum dimanfaatkan secara optimal: daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai sumber mikronutrien esensial (vitamin dan mineral) dan belut (*Monopterus albus*) sebagai sumber protein hewani berkualitas tinggi serta zat besi heme yang mudah diserap tubuh. Konsep sinergi ini didasarkan pada prinsip komplementaritas gizi, di mana kombinasi keduanya mampu menyediakan spektrum nutrisi yang lebih lengkap untuk mendukung pertumbuhan linier anak.

Pembahasan dalam buku ini disajikan secara sistematis, diawali dengan tinjauan mendalam mengenai epidemiologi dan patofisiologi *stunting* di Indonesia. Selanjutnya, buku ini mengupas secara terperinci profil fitokimia dan nutrasetikal dari daun kelor serta

profil asam amino dan mikronutrien pada belut. Landasan ilmiah mengenai mekanisme kerja gabungan kedua bahan tersebut dalam pencegahan *stunting* menjadi inti dari analisis yang dipaparkan. Bab-bab berikutnya membahas aspek teknologi pangan, termasuk metode pengolahan yang tepat untuk meminimalkan kehilangan zat gizi, serta formulasi produk pangan fungsional yang aplikatif, seperti Makanan tambahan balita dalam bentuk sosis.

Buku ini ditujukan bagi para akademisi, peneliti, mahasiswa di bidang gizi, kesehatan masyarakat, dan teknologi pangan. Selain itu, buku ini diharapkan dapat menjadi rujukan ilmiah yang valid bagi para praktisi kesehatan (dokter, ahli gizi), pengambil kebijakan di tingkat nasional dan daerah, serta pelaku industri pangan dalam merancang intervensi gizi yang efektif dan berbasis kearifan lokal.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memerlukan penyempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif dari berbagai pihak sangat kami harapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan kontribusi signifikan bagi khazanah ilmu pengetahuan serta menjadi landasan bagi pengembangan program dan inovasi produk pangan fungsional untuk akselerasi penurunan prevalensi *stunting* di Indonesia.

Malang, November 2025
Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA PENULIS.....	v
DAFTAR ISI	vii

Bagian 1. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang: Paradoks Gizi dan Beban Stunting di Era Pembangunan	1
B. Inovasi Pangan Fungsional Berbasis Sumber Daya Lokal: Sebuah Keniscayaan Strategis	3
C. Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i>): Pembangkit Tenaga Mikronutrien.....	6
D. Belut (<i>Monopterus albus</i>): Sumber Protein Hewani dan Zat Besi Heme Berkualitas	4
E. Sinergi Kelor dan Belut dalam Formulasi Sosis sebagai Inovasi Produk	5

Bagian 2. STUNTING: DEFINISI, ETIOLOGI, DAN DAMPAK JANGKA PANJANG	7
A. Skala Dan Signifikansi Stunting	8
B. Definisi, Pengukuran, Dan Perbedaan Stunting	9
C. Etiologi Multidimensional Stunting	10
D. Dampak Jangka Panjang & Konsekuensi Multigenerasi	13
E. Kesimpulan Dan Implikasi Strategis	16

Bagian 3. KONSEP PANGAN FUNGSIONAL DAN PERANNYA DALAM INTERVENSI GIZI	18
--	-----------

Bagian 4. KONSEP DAUN KELOR (<i>MORINGA OLEIFERA</i>)	20
Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penanganan	
A. Pendahuluan.....	20
B. Klasifikasi Botani dan Morfologi.....	21
C. Komposisi Nutrisi Dan Fitokimia	24
D. Manfaat Kesehatan Berbasis Bukti Ilmiah Terbaru	27

E. Aplikasi Dalam Gizi dan Pangan Fungsional	29
F. Aspek Keamanan, Dosis, dan Potensi Interaksi	29
Bagian 5. KONSEP BELUT (MONOPTERUS ALBUS)	31
A. Klasifikasi Belut.....	31
B. Morfologi Belut	32
C. Kandungan Gizi Belut	33
Bagian 6. FORMULASI SEDIAAN SOSIS KOMBINASI DAUN KELOR (MORINGA OLEIFERA) DAN BELUT (MONOPTERUS ALBUS)	35
A. Pendahuluan.....	36
B. Tinjauan Pustaka	38
C. Metodologi Formulasi	39
D. Hasil Laboratorium.....	41
E. Potensi, Tantangan, dan Prospek	42
Bagian 7. PENCEGAHAN STUNTING (SOSIS KOMBINASI DAUN KELOR (MORINGA OLEIFERA) DAN BELUT (MONOPTERUS ALBUS)	43
Daftar Pustaka.....	50
Biografi Penulis	56

TEKNOLOGI PENGOLAHAN
PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS KELOR & BELUT
Formulasi, Keamanan, dan Efektivitas untuk Pencegahan *Stunting*

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang: Paradoks Gizi dan Beban *Stunting* di Era Pembangunan

Pembangunan sumber daya manusia merupakan pilar fundamental bagi kemajuan suatu bangsa, dan kualitasnya berakar pada fondasi kesehatan serta gizi yang dibangun sejak periode paling awal kehidupan. Namun, di tengah progres pembangunan, dunia masih dihadapkan pada sebuah paradoks gizi yang kompleks: koeksistensi antara kelebihan gizi (*overnutrition*) dan kekurangan gizi (*undernutrition*). Salah satu manifestasi kekurangan gizi kronis yang paling merusak dan persisten adalah *stunting*. Didefinisikan secara teknis sebagai panjang atau tinggi badan menurut umur (PB/U atau TB/U) yang berada di bawah minus dua standar deviasi (-2 SD) dari median Standar Pertumbuhan Anak WHO, *stunting* adalah indikator dari kegagalan pertumbuhan kumulatif yang terjadi akibat asupan gizi tidak adekuat dan/atau penyakit infeksi berulang (de Onis & Branca, 2016).

Dampak *stunting* jauh melampaui sekadar perawakan pendek. Ia merupakan sindrom kegagalan tumbuh yang menyebabkan kerusakan permanen dan multidimensional. Secara biologis, *stunting* berasosiasi kuat dengan perkembangan otak yang suboptimal, yang mengarah pada gangguan fungsi kognitif, penurunan kapasitas belajar, dan performa akademik yang buruk. Kondisi ini juga melemahkan sistem imun, membuat anak lebih rentan terhadap penyakit infeksi, yang pada gilirannya menciptakan lingkaran setan

antara penyakit dan malnutrisi (Prendergast & Humphrey, 2014). Dalam jangka panjang, individu yang mengalami *stunting* di masa kanak-kanak memiliki risiko lebih tinggi untuk menderita penyakit tidak menular kronis seperti penyakit kardiovaskular, diabetes tipe 2, dan obesitas saat dewasa. Konsekuensi ini secara kolektif berujung pada penurunan produktivitas ekonomi, tidak hanya bagi individu tetapi juga bagi negara, yang diperkirakan dapat mengurangi Produk Domestik Bruto (PDB) hingga beberapa persen (Galasso & Wagstaff, 2019).

Secara global, meskipun terdapat kemajuan, *stunting* tetap menjadi tantangan kesehatan masyarakat yang signifikan. Laporan gabungan UNICEF, WHO, dan Bank Dunia (2023) mengestimasi bahwa 148,1 juta anak balita di seluruh dunia mengalami *stunting* pada tahun 2022. Indonesia, sebagai negara dengan populasi terbesar keempat di dunia, menanggung beban *stunting* yang besar. Data Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2022 menunjukkan prevalensi *stunting* nasional sebesar 21,6% (Kementerian Kesehatan RI, 2023). Walaupun angka ini menunjukkan tren penurunan dari tahun-tahun sebelumnya, nilainya masih berada di atas ambang batas 20% yang ditetapkan WHO sebagai masalah kesehatan masyarakat yang serius. Menyadari urgensi ini, Pemerintah Indonesia telah meluncurkan strategi nasional percepatan penurunan *stunting* dengan target ambisius sebesar 14% pada tahun 2024, sebuah prasyarat krusial untuk mewujudkan bonus demografi dan Visi Indonesia Emas 2045.

Penyebab *stunting* bersifat multifaktorial, melibatkan interaksi kompleks antara faktor langsung (asupan gizi dan infeksi) dan faktor tidak langsung (kemiskinan, pendidikan, sanitasi, dan pola asuh). Namun, intervensi yang menargetkan periode kritis 1000 Hari Pertama Kehidupan (HPK) sejak konsepsi hingga anak berusia dua tahun, diakui memiliki dampak paling signifikan. Dalam periode

ini, pemberian Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) yang adekuat dari segi kualitas, kuantitas, dan keragaman menjadi faktor determinan. MP-ASI yang miskin energi, protein, dan mikronutrien esensial seperti zat besi, seng, dan vitamin A merupakan pemicu utama terjadinya perlambatan pertumbuhan setelah usia 6 bulan (Lartey et al., 2018).

B. Inovasi Pangan Fungsional Berbasis Sumber Daya Lokal: Sebuah Keniscayaan Strategis

Untuk mengatasi masalah MP-ASI yang tidak adekuat, pendekatan yang mengandalkan fortifikasi pangan massal dan suplementasi seringkali menghadapi tantangan logistik, keberlanjutan, dan biaya. Oleh karena itu, strategi diversifikasi pangan fungsional yang berbasis pada sumber daya lokal muncul sebagai pendekatan alternatif yang sangat menjanjikan. Pangan fungsional didefinisikan sebagai pangan olahan yang mengandung komponen bioaktif, yang telah terbukti secara ilmiah memberikan manfaat kesehatan melebihi fungsi gizi dasarnya (Granato et al., 2020). Dengan memanfaatkan bahan pangan lokal yang kaya nutrisi, pendekatan ini tidak hanya berpotensi lebih berkelanjutan dan berbiaya efektif, tetapi juga lebih mudah diterima secara budaya.

Indonesia, dengan kekayaan biodiversitasnya, menyimpan potensi pangan lokal yang belum terekplorasi sepenuhnya. Dua di antaranya yang memiliki profil gizi sangat unggul dan relevan dengan pencegahan stunting adalah daun kelor (*Moringa oleifera*) dan belut (*Monopterus albus*).

C. Daun Kelor (*Moringa oleifera*): Pembangkit Tenaga Mikronutrien

Moringa oleifera telah mendapatkan pengakuan global sebagai "superfood" karena kepadatan nutrisinya yang luar biasa. Daun kelor merupakan sumber mikronutrien yang terkonsentrasi. Berbagai

studi mutakhir mengonfirmasi bahwa daun kelor kaya akan beta-karoten (provitamin A), vitamin C, kalsium, kalium, dan yang terpenting, zat besi (Leone et al., 2015). Selain itu, daun kelor juga merupakan sumber protein nabati yang baik, dengan kandungan asam amino esensial yang lengkap, serta senyawa bioaktif seperti polifenol dan flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan kuat (Kou et al., 2018).

Ketersediaan zat besi dan vitamin A yang tinggi sangat krusial, mengingat anemia defisiensi besi dan defisiensi vitamin A merupakan kofaktor utama dalam etiologi *stunting*. Kemampuannya untuk tumbuh subur di lahan marginal dengan perawatan minimal menjadikan kelor sebagai sumber gizi yang sangat mudah diakses dan terjangkau bagi komunitas pedesaan.

D. Belut (*Monopterus albus*): Sumber Protein Hewani dan Zat Besi Heme Berkualitas

Kecukupan asupan Makanan Sumber Hewani (MSH) atau *Animal Source Foods* (ASFs) telah terbukti memiliki korelasi kuat dengan penurunan risiko *stunting*. MSH menyediakan protein dengan nilai biologis tinggi dan mikronutrien penting seperti zat besi, seng, dan vitamin B12 dalam bentuk yang lebih mudah diserap tubuh (Ghosh, 2022). Belut sawah (*Monopterus albus*), yang melimpah di ekosistem perairan tawar Indonesia, adalah salah satu MSH yang potensinya kurang dimanfaatkan. Analisis proksimat menunjukkan bahwa daging belut memiliki kandungan protein yang tinggi (sekitar 18%), sebanding dengan ikan dan daging lainnya (Nurjanah et al., 2016). Keunggulan fundamental belut terletak pada kandungan zat besi heme-nya. Zat besi heme memiliki bioavailabilitas yang jauh lebih superior dibandingkan zat besi non-heme dari sumber nabati, menjadikannya sangat efektif untuk mencegah dan mengatasi anemia defisiensi besi (Abbaspour et al., 2014). Belut juga kaya

akan asam lemak tak jenuh, terutama omega-3, serta albumin, protein plasma yang vital untuk transportasi nutrisi dan menjaga tekanan osmotik tubuh.

E. Sinergi Kelor dan Belut dalam Formulasi Sosis sebagai Inovasi Produk

Pendekatan inovatif menggabungkan bahan kelor dan belut ke dalam satu produk pangan. Konsep ini didasarkan pada prinsip sinergi nutrisi. Kombinasi belut dan daun kelor menciptakan sebuah matriks pangan yang saling melengkapi. Belut menyediakan makronutrien (protein) dan mikro-nutrien (zat besi heme) yang sangat bioavailable, sementara daun kelor menyumbangkan spektrum mikronutrien pelengkap (vitamin A, kalsium, vitamin C) dan serat. Sinergi ini menjadi lebih signifikan pada level biokimia: kandungan vitamin C yang tinggi pada daun kelor secara ilmiah terbukti mampu meningkatkan absorpsi zat besi non-heme yang juga terdapat dalam kelor dan bahan lain dalam formulasi (Lane et al., 2022). Dengan demikian, formulasi gabungan ini secara teoritis mampu memberikan dampak gizi yang lebih holistik dan poten.

Namun, kendala terbesar dalam pemanfaatan bahan-bahan ini adalah akseptabilitas sensori, terutama pada target konsumen anak-anak. Daun kelor memiliki aroma langu yang khas dan rasa yang sedikit pahit, sementara belut memiliki bau amis. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan rekayasa produk pangan yang dapat mengubah bahan baku tersebut menjadi format yang menarik dan lezat.

Buku monograf ini berfokus pada pengembangan produk dalam bentuk sosis. Pemilihan sosis sebagai vehikulum atau *nutrient-dense food vehicle* didasarkan pada beberapa pertimbangan strategis. Pertama, sosis adalah produk yang sangat populer dan disukai

oleh anak-anak karena teksturnya yang kenyal, bentuknya yang menarik, dan rasanya yang gurih. Kedua, teknologi emulsi pada pembuatan sosis memungkinkan inkorporasi bahan-bahan non-daging, seperti tepung daun kelor, secara homogen ke dalam adonan, sehingga "tersembunyi" di dalam produk. Ketiga, penggunaan bumbu dan rempah-rempah dalam formulasi sosis dapat secara efektif menutupi (*masking*) rasa dan aroma yang tidak diinginkan dari bahan baku utama, sehingga meningkatkan penerimaan sensori (Al-Dalain & Al-Fraihat, 2022). Dengan demikian, sosis fungsional ini dirancang sebagai medium inovatif untuk menyampaikan nutrisi penting dari belut dan kelor kepada anak-anak dengan cara yang menyenangkan.

***STUNTING*: DEFINISI, ETIOLOGI, DAN DAMPAK JANGKA PANJANG**

Stunting merupakan masalah kesehatan masyarakat global yang merefleksikan kondisi malnutrisi kronis dan kegagalan pertumbuhan linear pada anak di bawah usia lima tahun. Didefinisikan secara operasional sebagai tinggi badan menurut usia dengan Z-score di bawah -2 standar deviasi dari median Standar Pertumbuhan Anak WHO, *stunting* bukan sekadar persoalan perawakan pendek, melainkan indikator dari hambatan perkembangan yang kumulatif selama periode kritis 1000 Hari Pertama Kehidupan (1000 HPK). Etiologinya bersifat sangat kompleks dan multidimensional, dapat dianalisis melalui kerangka konseptual UNICEF yang membaginya menjadi penyebab langsung (asupan gizi tidak adekuat dan penyakit infeksi), penyebab tidak langsung (ketahanan pangan, pola asuh, layanan kesehatan, dan sanitasi), serta penyebab dasar (faktor sosio-ekonomi, politik, dan budaya).

Dampak *stunting* bersifat jangka panjang dan merusak, tidak hanya menghambat perkembangan kognitif dan menurunkan kapasitas belajar, tetapi juga berimplikasi pada penurunan produktivitas ekonomi di masa dewasa. Lebih jauh, *stunting* secara signifikan meningkatkan risiko penyakit tidak menular (PTM) seperti diabetes dan penyakit kardiovaskular melalui mekanisme "pemrograman" fetal dan metabolik. Kondisi ini juga melanggengkan siklus kemiskinan dan malnutrisi antargenerasi. Oleh karena itu, penanganan *stunting* menuntut intervensi multisektoral yang terintegrasi, mencakup intervensi gizi spesifik dan sensitif, dengan fokus utama pada

pencegahan selama 1000 HPK sebagai investasi fundamental bagi pembangunan modal manusia.

A. Skala dan Signifikansi *Stunting*

Stunting tetap menjadi salah satu tantangan paling signifikan dalam kesehatan dan pembangunan global. Data terbaru dari UNICEF, WHO, dan Bank Dunia (2023) menunjukkan bahwa sekitar 148,1 juta anak balita di seluruh dunia mengalami *stunting*. Angka ini, meskipun menunjukkan tren penurunan, menyoroti krisis tersembunyi yang mengancam potensi jutaan anak, terutama di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah di Asia Selatan dan Afrika Sub-Sahara. Di Indonesia, prevalensi *stunting*, menurut Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) 2022, berada pada angka 21,6%, yang masih di atas ambang batas kritis 20% yang direkomendasikan oleh WHO.

Signifikansi *stunting* jauh melampaui ukuran fisik. *Stunting* adalah manifestasi dari proses kekurangan gizi yang berlangsung lama (kronis), yang prosesnya seringkali dimulai sejak dalam kandungan dan memburuk selama dua tahun pertama kehidupan. Periode ini, yang dikenal sebagai 1000 Hari Pertama Kehidupan (1000 HPK) dari konsepsi hingga ulang tahun kedua anak merupakan jendela peluang yang tak tergantikan. Selama periode ini, pertumbuhan fisik, perkembangan organ, dan arsitektur otak terjadi dengan kecepatan luar biasa. Gangguan yang terjadi pada fase ini, yang menyebabkan *stunting*, seringkali bersifat permanen dan sulit diperbaiki (*irreversible*) (Victora et al., 2016). Kerusakan ini tidak hanya membatasi tinggi badan anak tetapi juga merusak fondasi kognitif, kesehatan, dan produktivitas mereka di masa depan. Memahami *stunting* secara mendalam, mulai dari definisi yang tepat, akar penyebabnya yang kompleks, hingga konsekuensinya

yang berantai adalah langkah krusial untuk merancang strategi intervensi yang efektif dan berkelanjutan.

B. Definisi, Pengukuran, Dan Pembedaan Stunting

1. Definisi Operasional Berbasis Standar WHO

Secara teknis, *stunting* didefinisikan sebagai kondisi gagal tumbuh akibat malnutrisi kronis di mana tinggi badan anak tidak sesuai dengan usianya. Definisi operasional yang diterima secara global oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) adalah ketika indikator antropometri panjang badan menurut usia (PB/U) atau tinggi badan menurut usia (TB/U) memiliki nilai Z-score di bawah minus dua standar deviasi (-2 SD) dari median Standar Pertumbuhan Anak WHO (*WHO Child Growth Standards*) (de Onis & Branca, 2016).

Standar Pertumbuhan Anak WHO ini bersifat preskriptif, yang berarti ia menggambarkan bagaimana seharusnya anak tumbuh dalam kondisi lingkungan yang optimal termasuk praktik pemberian makan yang ideal, akses layanan kesehatan yang baik, dan lingkungan hidup yang sehat, bukan sekadar gambaran rata-rata pertumbuhan anak di suatu populasi. Penggunaan standar ini memungkinkan diagnosis dini penyimpangan pertumbuhan secara universal, tanpa memandang etnis atau lokasi geografis.

2. Klasifikasi dan Pembedaan dengan Malnutrisi Lain

Berdasarkan tingkat keparahannya, *stunting* diklasifikasikan menjadi:

- a. Stunting Sedang (*Moderate Stunting*): Z-score TB/U antara -3 SD dan -2 SD.
- b. Stunting Berat (*Severe Stunting*): Z-score TB/U di bawah -3 SD.

Penting untuk membedakan *stunting* dari bentuk malnutrisi lain untuk diagnosis dan intervensi yang tepat:

- a. *Wasting* (Kurus): Ditandai dengan Z-score berat badan menurut tinggi badan (BB/TB) di bawah -2 SD. *Wasting* mencerminkan malnutrisi akut, yaitu penurunan berat badan yang cepat akibat kelaparan atau penyakit berat (misalnya diare parah). Seorang anak bisa mengalami *stunting* dan *wasting* secara bersamaan, sebuah kondisi yang sangat berbahaya.
- b. *Underweight* (Berat Badan Kurang): Ditandai dengan Z-score berat badan menurut usia (BB/U) di bawah -2 SD. Indikator ini bersifat komposit karena anak bisa *underweight* karena *stunting* (terlalu pendek), *wasting* (terlalu kurus), atau keduanya. Oleh karena itu, TB/U adalah indikator yang paling spesifik untuk mengidentifikasi malnutrisi kronis.

C. Etiologi Multidimensional *Stunting*

Penyebab *stunting* sangat kompleks dan saling terkait. Kerangka Konseptual Malnutrisi UNICEF (1990, diperbarui) menyediakan model yang sangat efektif untuk membedah etiologi ini ke dalam tiga tingkatan: penyebab langsung, tidak langsung, dan dasar (Black et al., 2013).

1. Penyebab Langsung: Di Tingkat Individu Anak

Penyebab ini secara langsung memengaruhi status gizi dan pertumbuhan anak.

- a. Asupan Gizi yang Tidak Adekuat: Ini adalah inti dari masalah. Kekurangan asupan energi dan protein (malnutrisi energi-protein) serta defisiensi mikronutrien kritis selama 1000 HPK adalah faktor utama. Mikronutrien seperti seng (zinc), zat besi, kalsium, dan yodium sangat vital untuk pertumbuhan linear. Defisiensi seng, misalnya, secara langsung

mengganggu sintesis protein dan pembelahan sel yang diperlukan untuk pertumbuhan tulang dan jaringan (Stewart, Iannotti, & Lutter, 2017). Anemia defisiensi besi pada ibu dan anak juga secara konsisten terbukti berhubungan dengan peningkatan risiko *stunting*.

- b. Penyakit Infeksi Berulang: Terdapat hubungan siklus yang mematikan antara malnutrisi dan infeksi. Anak dengan gizi buruk memiliki sistem imun yang lemah, membuatnya lebih rentan terhadap penyakit seperti diare, infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), campak, dan infeksi cacing. Sebaliknya, saat sakit, anak kehilangan nafsu makan, mengalami gangguan penyerapan nutrisi (malabsorpsi), dan tubuhnya menggunakan lebih banyak energi untuk melawan infeksi. Siklus ini secara kumulatif "mencuri" nutrisi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan, yang pada akhirnya menyebabkan *stunting* (Prendergast & Humphrey, 2014).

2. Penyebab Tidak Langsung: Di Tingkat Rumah Tangga dan Komunitas

Faktor-faktor ini menciptakan kondisi yang mengarah pada penyebab langsung.

- a. Ketidakcukupan Ketahanan Pangan Rumah Tangga: Ini berarti ketidakmampuan keluarga untuk mengakses makanan yang cukup, aman, dan bergizi secara konsisten. Fokusnya bukan hanya pada kuantitas kalori, tetapi juga pada kualitas dan keragaman pangan. Keluarga miskin sering kali terpaksa mengonsumsi makanan pokok yang murah dan padat karbohidrat, namun miskin protein dan mikronutrien.
- b. Praktik Pengasuhan dan Pemberian Makan yang Tidak Optimal: Pola asuh, terutama praktik Pemberian Makan

Bayi dan Anak (PMBA), sangat krusial. Kegagalan dalam aspek ini meliputi: tidak adanya Inisiasi Menyusu Dini (IMD) dalam satu jam pertama setelah lahir, tidak memberikan ASI eksklusif selama enam bulan, serta pengenalan Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) yang tidak tepat waktu (terlalu cepat atau lambat), tidak adekuat (kurang nutrisi), tidak aman (terkontaminasi), dan tidak diberikan secara responsif (Lutter & Daelmans, 2016).

- c. Akses Terbatas terhadap Layanan Kesehatan dan Sanitasi (WASH):
 - 1) Layanan Kesehatan: Kurangnya akses ibu hamil ke layanan antenatal berkualitas, pertolongan persalinan oleh tenaga kesehatan, serta kurangnya akses anak ke imunisasi lengkap dan penanganan saat sakit, semuanya berkontribusi pada risiko *stunting*.
 - 2) Air, Sanitasi, dan Higiene (WASH): Lingkungan yang tidak higienis adalah sumber utama penyakit infeksi. Konsep *Environmental Enteric Dysfunction* (EED) menjadi kunci dalam memahami hubungan ini. EED adalah kondisi peradangan kronis pada usus halus akibat paparan terus-menerus terhadap patogen dari lingkungan yang terkontaminasi tinja. Peradangan ini meratakan vili usus, mengganggu penyerapan nutrisi, dan memicu respons imun sistemik yang mengalihkan energi dari pertumbuhan. EED dianggap sebagai jalur kausal utama yang menghubungkan sanitasi buruk dengan kegagalan pertumbuhan linear (Humphrey, 2017).
- d. Kesehatan dan Gizi Ibu: Kondisi ibu sebelum dan selama kehamilan menentukan "modal" awal janin. Faktor risiko maternal meliputi: ibu dengan perawakan pendek (*stunting* maternal), usia ibu saat hamil yang terlalu muda (<20 tahun),

jarak kehamilan yang terlalu dekat, serta status gizi ibu yang buruk seperti anemia dan Kekurangan Energi Kronis (KEK) (Danaei et al., 2016).

3. Penyebab Dasar: Di Tingkat Struktural Masyarakat

Ini adalah faktor-faktor fundamental yang membentuk kondisi sosioekonomi dan politik.

- a. Kemiskinan dan Ketidaksetaraan: Kemiskinan adalah akar dari hampir semua penyebab tidak langsung, membatasi akses keluarga terhadap pangan bergizi, pendidikan, layanan kesehatan, dan perumahan yang layak. Tingkat pendidikan orang tua, khususnya ibu, secara konsisten terbukti menjadi prediktor kuat status gizi anak. Pendidikan yang lebih tinggi memberdayakan ibu dengan pengetahuan, sumber daya, dan otonomi untuk membuat keputusan yang lebih baik bagi kesehatan anaknya (Akombi et al., 2017).
- b. Kebijakan dan Komitmen Politik: Tanpa komitmen politik yang kuat, alokasi anggaran yang memadai untuk program gizi dan kesehatan tidak akan terjadi. Kebijakan publik di luar sektor kesehatan, seperti kebijakan pertanian untuk diversifikasi pangan, program perlindungan sosial untuk keluarga miskin, dan kebijakan pemberdayaan perempuan memiliki dampak yang sangat signifikan terhadap pencegahan *stunting* (Gillespie et al., 2019).

D. Dampak Jangka Panjang & Konsekuensi Multigenerasi

Konsekuensi *stunting* jauh melampaui masa kanak-kanak dan menciptakan beban berat bagi individu, masyarakat, dan negara.

1. Dampak pada Perkembangan Otak dan Fungsi Kognitif

Malnutrisi kronis yang menyebabkan *stunting* secara paralel merusak perkembangan otak. Selama 1000 HPK, otak mengalami proses kritis seperti mielinisasi (pembentukan selubung saraf) dan sinaptogenesis (pembentukan koneksi antar neuron). Kekurangan nutrisi esensial seperti zat besi, yodium, seng, asam folat, dan asam lemak esensial secara langsung mengganggu proses-proses ini. Hasilnya adalah kerusakan struktural dan fungsional pada otak yang sebagian besar bersifat permanen (Prado & Dewey, 2014).

Dampak fungsionalnya meliputi:

- a. Penurunan Skor Inteligensi (IQ): Anak yang *stunting* cenderung memiliki skor IQ yang lebih rendah.
- b. Keterlambatan Perkembangan: Termasuk keterlambatan perkembangan motorik, bahasa, dan sosial-emosional.
- c. Penurunan Performa Akademik: Anak *stunting* cenderung kesulitan di sekolah, memiliki tingkat partisipasi dan kelulusan yang lebih rendah, serta pencapaian pendidikan formal yang lebih rendah secara keseluruhan.

2. Dampak pada Produktivitas dan Kapasitas Ekonomi

Kerugian kognitif dan fisik yang dialami di masa kecil terbawa hingga dewasa, yang secara langsung diterjemahkan menjadi kerugian ekonomi.

- a. Penurunan Produktivitas Kerja: Individu yang pernah *stunting* cenderung memiliki kapasitas fisik yang lebih rendah dan produktivitas yang lebih rendah, terutama dalam pekerjaan manual. Keterbatasan kognitif juga menghambat kemampuan mereka untuk mempelajari keterampilan baru dan beradaptasi di pasar kerja modern.
- b. Upah dan Pendapatan yang Lebih Rendah: Studi longitudinal yang kuat oleh Hoddinott et al. (2013) menunjukkan bahwa

orang dewasa yang tidak *stunting* di masa kecilnya mendapatkan upah rata-rata 22% lebih tinggi.

- c. Kerugian Ekonomi Nasional: Dampak agregat dari penurunan produktivitas ini sangat signifikan. Bank Dunia memperkirakan bahwa kerugian Produk Domestik Bruto (PDB) suatu negara akibat *stunting* dan malnutrisi secara umum dapat mencapai 2-3% setiap tahunnya, bahkan lebih tinggi di negara dengan prevalensi yang parah.

3. Dampak pada Kesehatan Jangka Panjang: Risiko Penyakit Tidak Menular (PTM)

Salah satu dampak paling mengkhawatirkan adalah hubungan kuat antara *stunting* di masa kecil dan peningkatan risiko PTM di masa dewasa. Fenomena ini dijelaskan oleh Hipotesis Asal Usul Perkembangan Kesehatan dan Penyakit (DOHaD), yang juga dikenal sebagai Hipotesis Barker.

Hipotesis ini menyatakan bahwa selama dalam kandungan dan masa bayi, janin atau bayi yang terpapar malnutrisi akan melakukan "pemrograman" metabolik sebagai bentuk adaptasi untuk bertahan hidup dalam lingkungan yang miskin sumber daya. Adaptasi ini, yang disebut fenotipe hemat (*thrifty phenotype*), membuat tubuh sangat efisien dalam menyimpan energi (Gluckman, Hanson, & Spencer, 2008). Namun, ketika individu ini tumbuh dewasa dan menghadapi lingkungan dengan akses makanan yang melimpah (transisi gizi), pemrograman "hemat" ini menjadi maladaptif. Hal ini secara dramatis meningkatkan risiko:

- a. Obesitas Sentral (penumpukan lemak di perut)
- b. Diabetes Melitus Tipe 2
- c. Hipertensi
- d. Penyakit Jantung Koroner dan Stroke

Ini menciptakan apa yang dikenal sebagai beban ganda malnutrisi (*double burden of malnutrition*), di mana masalah gizi kurang (*stunting*) dan gizi lebih (obesitas dan PTM) terjadi secara bersamaan dalam satu populasi, atau bahkan dalam satu individu sepanjang siklus hidupnya (Prendergast & Humphrey, 2014).

4. Dampak Lintas Generasi: Melanggengkan Siklus Kemiskinan

Stunting tidak berhenti pada satu individu; ia menciptakan siklus setan yang berlanjut ke generasi berikutnya. Seorang anak perempuan yang *stunting* akan tumbuh menjadi seorang perempuan dewasa dengan perawakan pendek. Ibu yang pendek memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami komplikasi persalinan dan lebih mungkin melahirkan bayi dengan Berat Badan Lahir Rendah (BBLR). Bayi BBLR sendiri merupakan faktor risiko utama untuk *stunting*, morbiditas, dan mortalitas di masa kanak-kanak. Dengan demikian, status gizi buruk diturunkan dari ibu ke anak, melanggengkan siklus kemiskinan, kesehatan yang buruk, dan potensi manusia yang hilang (Adair et al., 2013).

E. Kesimpulan Dan Implikasi Strategis

Stunting adalah masalah pembangunan yang kompleks, bukan sekadar isu kesehatan. Ia merupakan indikator kegagalan sistemik yang berakar pada kemiskinan, ketidaksetaraan, dan kurangnya akses terhadap kebutuhan dasar. Dampaknya yang merusak pada perkembangan otak, produktivitas ekonomi, kesehatan jangka panjang, dan siklus antargenerasi menjadikannya penghalang utama bagi kemajuan suatu bangsa. Implikasi strategis untuk penanggulangan *stunting*:

1. Mengadopsi Pendekatan Multisektoral dan Konvergen: Penanganan *stunting* tidak mungkin berhasil jika hanya diserahkan

kepada sektor kesehatan. Diperlukan aksi terkoordinasi yang melibatkan berbagai sektor. Ini mencakup:

- a. Intervensi Gizi Spesifik: Aksi langsung untuk mengatasi penyebab langsung malnutrisi, seperti promosi ASI eksklusif, perbaikan gizi MP-ASI, suplementasi zat besi untuk ibu hamil, suplementasi vitamin A, dan manajemen gizi buruk.
 - b. Intervensi Gizi Sensitif: Aksi dari sektor lain yang memiliki dampak pada gizi, seperti pertanian (untuk ketahanan pangan dan diversifikasi), penyediaan air bersih dan sanitasi (WASH), pendidikan (terutama untuk perempuan), perlindungan sosial (bantuan tunai bersyarat), dan pemberdayaan ekonomi perempuan.
2. Memfokuskan Intervensi pada 1000 Hari Pertama Kehidupan (1000 HPK): Ini adalah jendela peluang emas yang tidak boleh dilewatkan. Upaya pencegahan jauh lebih efektif dan hemat biaya daripada upaya pengobatan atau rehabilitasi setelah *stunting* terjadi. Intervensi harus dimulai dari calon ibu, ibu hamil, ibu menyusui, hingga anak berusia dua tahun.
 3. Memperkuat Sistem Data dan Pemantauan: Diperlukan data yang akurat, teratur, dan terpilah untuk memantau kemajuan, mengidentifikasi daerah kantong *stunting*, dan memastikan bahwa intervensi menjangkau populasi yang paling rentan. Pemantauan pertumbuhan di tingkat posyandu dan layanan kesehatan primer adalah garda terdepan untuk deteksi dini.

KONSEP PANGAN FUNGSIONAL DAN PERANNYA DALAM INTERVENSI GIZI

Masalah gizi merupakan salah satu tantangan utama dalam pembangunan kesehatan masyarakat, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Permasalahan seperti *stunting*, *wasting*, anemia, dan kekurangan mikronutrien masih mendominasi, terutama pada kelompok rentan seperti balita, ibu hamil, dan lansia.

Era kontemporer ditandai oleh paradoks gizi global yang dikenal sebagai beban ganda malnutrisi (*double burden of malnutrition*). Kondisi ini merujuk pada koeksistensi masalah gizi kurang, seperti *stunting* dan anemia defisiensi besi, dengan masalah gizi lebih yang memicu peningkatan prevalensi penyakit tidak menular (PTM) seperti obesitas, diabetes melitus tipe 2, dan penyakit kardiovaskular. Fenomena ini menuntut adanya evolusi paradigma dalam ilmu gizi, dari yang semula berfokus pada pemenuhan kebutuhan gizi dasar (*basic nutrition*) menuju pencapaian kesehatan optimal (*optimal nutrition*). Dalam konteks ini, konsep pangan fungsional menempati posisi sentral sebagai salah satu pendekatan strategis.

Pangan fungsional didefinisikan sebagai pangan yang secara alami maupun melalui proses pengolahan, mengandung satu atau lebih komponen bioaktif yang terbukti secara ilmiah memberikan manfaat fisiologis spesifik bagi kesehatan, di luar fungsi gizi dasarnya. Konsep ini menekankan bahwa pangan bukan hanya sumber energi dan nutrien, tetapi juga merupakan wahana molekul bioaktif yang dapat memodulasi fungsi tubuh, memelihara kesehatan, dan mengurangi risiko penyakit. Tinjauan ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis konsep pangan fungsional, mekanisme kerjanya,

serta perannya dalam intervensi gizi untuk mengatasi tantangan kesehatan masyarakat modern. Upaya intervensi gizi tidak cukup hanya dengan memenuhi kebutuhan energi dan protein, tetapi juga perlu mempertimbangkan asupan pangan yang mengandung zat bioaktif dengan manfaat kesehatan tambahan. Dalam konteks ini, pangan fungsional menjadi solusi potensial sebagai bagian dari strategi intervensi gizi berbasis pangan lokal.

Pemanfaatan sumber daya pangan lokal untuk menciptakan produk fungsional merupakan strategi yang sangat potensial. Sebagai model, dapat dianalisis pengembangan pangan fungsional berbasis daun kelor (*Moringa oleifera*) dan belut (*Monopterus albus*). Formulasi ini didasarkan pada prinsip sinergi nutrisi:

1. Daun Kelor: Menyediakan sumber mikronutrien densitas tinggi, termasuk kalsium untuk mineralisasi tulang, vitamin A untuk fungsi imun, dan zat besi non-heme. Komponen fungsional utamanya adalah kandungan vitamin C yang tinggi, yang berfungsi sebagai *enhancer* signifikan untuk meningkatkan bioavailabilitas zat besi non-heme.
2. Belut: Menyediakan protein hewani dengan nilai biologis tinggi yang esensial untuk sintesis jaringan dan pertumbuhan linear. Belut juga merupakan sumber zat besi heme yang memiliki tingkat penyerapan jauh lebih tinggi daripada zat besi non-heme, serta asam *dokosaheksaenoat* (DHA) yang krusial untuk *neurodevelopment*.

Kombinasi kedua bahan ini dalam satu produk (misalnya sosis) menghasilkan pangan fungsional yang secara simultan menyediakan substrat untuk pertumbuhan fisik (protein, kalsium), perkembangan kognitif (DHA, zat besi), dan pencegahan anemia melalui mekanisme zat besi ganda yang diperkuat oleh vitamin C.

KONSEP DAUN KELOR (*MORINGA OLEIFERA*)

Moringa oleifera, yang dikenal luas sebagai kelor, diakui sebagai "superfood" karena profil nutrisinya yang sangat padat dan kandungan senyawa bioaktifnya yang melimpah. Buku ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis bukti-bukti ilmiah terbaru mengenai komposisi nutrisi dan fitokimia daun kelor, manfaat kesehatannya yang telah tervalidasi, serta aplikasinya dalam bidang gizi dan pangan fungsional.

Secara nutrisi, daun kelor merupakan sumber protein berkualitas tinggi yang mengandung semua asam amino esensial, serta kaya akan vitamin (A, C, E) dan mineral (kalsium, kalium, zat besi) dengan konsentrasi yang melebihi banyak pangan referensi. Secara fitokimia, daun ini kaya akan polifenol, flavonoid (terutama quercetin dan kaempferol), dan asam fenolat (seperti asam klorogenat), serta senyawa spesifik seperti glukosinolat dan isothiocyanate. Bukti ilmiah terbaru menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor memiliki berbagai aktivitas farmakologis, termasuk antioksidan, anti-inflamasi, antidiabetik, kardioprotektif, hepatoprotektif, dan neuroprotektif.

A. Pendahuluan

Tanaman kelor (*Moringa Oleifera*) merupakan tanaman yang berasal dari negara India, tepatnya berasal dari kaki Pegunungan Himalaya Asia Selatan. Namun, pada saat ini tanaman kelor telah banyak dibudidayakan dan beradaptasi dengan baik di daerah tropis salah satunya di negara Indonesia. Tanaman kelor merupakan jenis tumbuhan yang berupa pohon dengan daun dan buah dengan ketinggian 7-11 meter. *Moringa oleifera* Lam. (kelor) adalah tanaman tropis yang berasal dari sub-benua India dan kini telah dibudidayakan secara luas di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Dikenal

dengan julukan "Pohon Keajaiban" (*The Miracle Tree*), hampir semua bagian tanaman ini memiliki nilai guna, namun daunnya mendapatkan perhatian paling signifikan dari komunitas ilmiah dan kesehatan (Kou et al., 2018). Selama berabad-abad, daun kelor telah digunakan dalam sistem pengobatan tradisional seperti Ayurveda untuk mengobati berbagai penyakit.

Dalam beberapa dekade terakhir, minat ilmiah terhadap daun kelor melonjak drastis. Hal ini didorong oleh pengakuan akan komposisi nutrisinya yang luar biasa dan potensi farmakologisnya yang luas.



Gambar 4.1. Pohon Kelor

B. Klasifikasi Botani dan Morfologi

Bagian ini menguraikan klasifikasi botani serta morfologi tanaman sebagai dasar memahami karakteristik, fungsi, dan potensi pemanfaatannya, yaitu:

1. Kingdom: Plantae
2. Divisi: Magnoliophyta
3. Kelas: Magnoliopsida

4. Ordo: Brassicales
5. Famili: Moringaceae
6. Genus: Moringa
7. Spesies: Moringa oleifera

Tanaman kelor merupakan pohon yang dapat tumbuh cepat, tahan kekeringan, dengan ketinggian mencapai 10-12 meter. Daunnya merupakan daun majemuk menyirip ganjil (*imparipinnate*) dengan anak-anak daun berbentuk bulat telur (*ovoid*) berwarna hijau cerah. Struktur daun yang kecil-kecil ini memaksimalkan paparan sinar matahari untuk fotosintesis, sekaligus menjadi bagian yang paling banyak dipanen untuk konsumsi.

Struktur dari tanaman kelor terdiri atas akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji.

1. Akar

Tanaman kelor memiliki akar tunggang dengan warna putih. Akar ini dapat membesar seperti lobak. Bagian dalamnya terlihat kuning pucat dan bergaris halus, tidak keras, bentuknya tidak beraturan, permukaan luar kulit agak licin, dan permukaan dalam agak berserabut.

2. Batang

Batang tegak, berwarna putih dan terlihat kotor, kulitnya tipis, permukaan kasar, arah cabang tegak atau miring, cenderung tumbuh lurus dan memanjang.

3. Daun

Daun majemuk mempunyai tangkai yang panjang, beranak daun ganjil, helai daun saat masih muda berwarna hijau muda dan berwarna hijau tua setelah tua. Bentuk setiap helai daun bulat telur, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul, tepi rata, pertulangan menyirip, serta permukaan atas dan bawah halus. Panjang setiap helai daunnya sekitar 1-2 cm dan lebarnya sekitar 1-2 cm.



Gambar 4.2 Daun kelor

4. Bunga

Bunga muncul di sudut-sudut daun, bertangkai panjang, kelopak berwarna putih kekuningan, dan beraroma khas. Mahkota bunga kelor memiliki panjang 10-15 cm. Bunga kelor muncul sepanjang tahun.



Gambar 4.3 Bunga kelor

5. Buah dan Biji

Buah kelor panjang berbentuk bersegi tiga dengan panjang 20-60 cm. Buah muda berwarna hijau dan buah yang sudah tua berwarna coklat. Buah kelor akan menghasilkan biji yang dapat dibuat tepung atau minyak sebagai bahan baku pembuatan obat dan kosmetik bernilai tinggi. Biji di dalam polong memiliki bentuk bulat dan berwarna coklat kehitaman. Dalam setiap polong berisi 12-35 biji. Dan setiap tanaman kelor dapat menghasilkan 15.000-25.000 biji per tahun.



Gambar 4.4. Buah kelor

C. Komposisi Nutrisi Dan Fitokimia

Kekuatan utama daun kelor terletak pada kepadatan nutrisi dan kekayaan senyawa bioaktifnya.

1. Komposisi Makro dan Mikronutrien

Daun kelor segar maupun kering merupakan sumber nutrisi yang sangat kaya. Per 100 gram bubuk daun kelor kering, kandungannya secara umum meliputi:

- a. Protein (20-30 g): Kualitas proteinnya setara dengan kedelai, karena mengandung semua asam amino esensial, menjadikannya sumber protein nabati yang lengkap.
- b. Vitamin: Sangat tinggi kandungan beta-karoten (prekursor Vitamin A), Vitamin C (melebihi jeruk), dan Vitamin E (tokoferol).
- c. Mineral: Merupakan sumber kalsium (Ca), kalium (K), zat besi (Fe), dan magnesium (Mg) yang signifikan. Kandungan kalsiumnya dilaporkan lebih tinggi dari susu dan zat besinya lebih tinggi dari bayam.
- d. Serat Pangan (20-40 g): Penting untuk kesehatan pencernaan.

(Sumber: Dhakad et al., 2019; Leone et al., 2015)

2. Komponen Bioaktif Utama (Fitokimia)

Manfaat kesehatan daun kelor sebagian besar diatribusikan pada kandungan fitokimianya yang beragam, meliputi:

- a. Polifenol dan Flavonoid: Senyawa ini adalah antioksidan utama dalam daun kelor. Jenis yang paling dominan dan telah banyak diteliti adalah Quercetin, Kaempferol, dan Myricetin. Senyawa-senyawa ini mampu menetralkan radikal bebas, mengkelat ion logam, dan memodulasi enzim-enzim yang terkait dengan stres oksidatif.
- b. Asam Fenolat: Termasuk asam klorogenat, yang juga ditemukan dalam kopi. Asam klorogenat diketahui dapat membantu memperlambat penyerapan gula di usus dan memodulasi metabolisme glukosa.
- c. Glukosinolat dan Isothiocyanate: Senyawa ini mirip dengan yang ditemukan dalam brokoli dan sayuran cruciferous lainnya. Setelah dikonsumsi, glukosinolat diubah menjadi isothiocyanate (misalnya, moringin), yang memiliki aktivitas anti-inflamasi dan antikanker yang poten (Abdull Razis et al., 2014).
- d. Alkaloid, Saponin, dan Tanin: Senyawa-senyawa ini juga berkontribusi pada aktivitas biologis daun kelor, termasuk efek antimikroba dan anti-inflamasi.

(Sumber: Vongsak et al., 2014; Saini et al., 2022)

Perbandingan unsur gizi dan vitamin-vitamin yang terkandung dalam daun kelor segar dengan daun kelor yang telah dikeringkan dan dilumatkan dalam bentuk serbuk atau tepung dalam satuan yang sama dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1. Kandungan gizi tanaman kelor
(*Moringa Oleifera*)/100 gr

Kandungan Gizi	Biji	Daun	Tepung Daun
Kadar Air (%)	86,9	75,0	7,5
Calori	26	92	205
Protein (g)	2,5	6,7	27,1
Lemak (g)	0,1	1,7	2,3
Carbohydrate (g)	3,7	13,4	36,2
Fiber (g)	4,8	0,9	19,2
Minerals (g)	2,0	2,3	-
Ca (mg)	30	440	2,003
Mg (mg)	24	24	368
P (mg)	110	70	204
K (mg)	259	259	1,324
Cu (mg)	3,1	1,1	0,57
Fe (mg)	5,3	7	28,2
S (mg)	137	137	870
Ovalic Acid (mg)	10	101	1,6%
Vitamin A – β karoten (mg)	0,11	6,8	16,3
Vitamin B – choline (mg)	423	423	-
Vitamin B1- thiamin (mg)	0,05	0,21	2,64
Vitamin B2-riboflavin (mg)	0,07	0,05	20,5
Vitamin B3-nicotinic acid (mg)	0,2	0,8	8,2
Vitamin C- Ascorbic acid (mg)	120	220	17,3
Vitamin E - tocopherol (mg)	-	-	113
Arginine (g/16g N)	3,6	6,0	1,33%
Histidine (g/16g N)	1,1	2,1	0,61%
Lysine (g/16g N)	1,5	4,3	1,32%
Tryptophan (g/16g N)	0,8	1,9	0,43%
Phenylalanine (g/16g N)	4,3	6,4	1,39%
Methionine (g/16g N)	1,4	2,0	0,35%
Threonine (g/16g N)	3,9	4,9	1,19%
Leucine (g/16g N)	6,5	9,3	1,95%
Isoleucine (g/16g N)	4,4	6,3	0,83%
Valine (g/16g N)	5,4	7,1	1,06%

Sumber: (*Moringa Oleifera*: Natural Nutrition for The Tropicsby
Lowell)

D. Manfaat Kesehatan Berbasis Bukti Ilmiah Terbaru

Berikut adalah rangkuman manfaat kesehatan daun kelor yang didukung oleh studi ilmiah modern, terutama dari beberapa tahun terakhir.

1. Aktivitas Antioksidan dan Anti-inflamasi

Ini adalah mekanisme aksi yang paling mendasar dari daun kelor. Kandungan flavonoid dan polifenolnya yang tinggi secara efektif melawan stres oksidatif, yang merupakan akar dari berbagai penyakit kronis. Secara mekanistik, beberapa manfaat ekstrak daun kelor meliputi: 1) Meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen seperti superoksida dismutase (SOD), katalase (CAT), dan glutathione peroksidase (GPx); 2) Menghambat jalur pro-inflamasi utama, seperti jalur Nuclear Factor-kappa B (NF- κ B) dan produksi sitokin pro-inflamasi (TNF- α , IL-6, IL-1 β) (Mahmood et al., 2021).

2. Potensi Antidiabetik

Sejumlah studi klinis pada manusia dan hewan menunjukkan potensi daun kelor dalam manajemen diabetes melitus tipe 2. Mekanisme yang diusulkan meliputi:

- a. Peningkatan Sensitivitas Insulin: Senyawa seperti isothiocyanate dapat membantu sel-sel tubuh merespons insulin dengan lebih baik.
- b. Penghambatan Enzim Pencernaan Karbohidrat: Ekstrak kelor dapat menghambat aktivitas enzim α -amilase dan α -glukosidase, sehingga memperlambat pemecahan karbohidrat kompleks menjadi glukosa dan mengurangi lonjakan gula darah pasca-makan.
- c. Perlindungan Sel Beta Pankreas: Efek antioksidannya melindungi sel-sel beta pankreas (penghasil insulin) dari kerusakan akibat stres oksidatif.
- d. Sebuah meta-analisis terbaru menyimpulkan bahwa suplementasi *M. oleifera* secara signifikan dapat menurunkan

kadar glukosa darah puasa dan HbA1c (García-Solís et al., 2022).

3. Efek Kardioprotektif

Daun kelor berkontribusi pada kesehatan jantung melalui beberapa jalur:

- a. Menurunkan Kolesterol: Mekanisme hipolipidemiknya melibatkan penghambatan penyerapan kolesterol di usus dan peningkatan ekskresinya melalui asam empedu.
- b. Menurunkan Tekanan Darah: Quercetin diketahui memiliki efek vasodilator (melebarkan pembuluh darah), yang dapat membantu menurunkan tekanan darah pada penderita hipertensi.
- c. Mencegah Aterosklerosis: Efek antioksidan dan anti-inflamasinya mencegah oksidasi kolesterol LDL, yang merupakan langkah awal dalam pembentukan plak aterosklerotik (Aju et al., 2019).

4. Potensi Neuroprotektif

Studi praklinis menunjukkan bahwa daun kelor dapat melindungi sistem saraf. Kandungan antioksidannya dapat melewati sawar darah-otak dan melindungi neuron dari kerusakan oksidatif, yang menjadi dasar penyakit neurodegeneratif seperti Alzheimer dan Parkinson. Selain itu, ekstrak kelor juga terbukti dapat memodulasi neurotransmitter seperti serotonin dan dopamin, yang berpotensi memberikan efek antidepresan dan meningkatkan fungsi kognitif (Galuppo et al., 2020).

5. Perlindungan Hepar (Hepatoprotektif)

Daun kelor telah terbukti melindungi hati dari kerusakan yang diinduksi oleh toksin, obat-obatan (seperti parasetamol), dan alkohol. Efek protektif ini terutama disebabkan oleh kemampuannya untuk memulihkan kadar glutathione (antioksidan utama di hati) dan menstabilkan membran sel hati (hepatosit).

E. Aplikasi Dalam Gizi dan Pangan Fungsional

Profil nutrisi dan bioaktif daun kelor menjadikannya kandidat ideal untuk berbagai aplikasi praktis. Bentuk bubuk daun kelor (tepung kelor) sangat mudah untuk diintegrasikan ke dalam makanan sehari-hari. Ini adalah strategi intervensi gizi berbasis pangan (*food-based approach*) yang sangat efektif untuk:

- a. Pencegahan *Stunting*: Kandungan protein, kalsium, dan mikronutrien lainnya mendukung pertumbuhan linear pada anak-anak.
- b. Pencegahan Anemia Defisiensi Besi: Kombinasi zat besi dan vitamin C dalam daun kelor meningkatkan penyerapan zat besi. Penambahan tepung kelor pada bubur MP-ASI, biskuit, atau makanan pokok lainnya merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan asupan gizi pada kelompok rentan (ibu hamil, balita).

Industri pangan mulai melirik daun kelor sebagai bahan fungsional untuk produk-produk kesehatan. Aplikasinya meliputi:

- a. Minuman Fungsional: Teh kelor, smoothies, dan jus yang diperkaya ekstrak kelor.
- b. Makanan Ringan Sehat: Energy bars, keripik, dan biskuit yang difortifikasi dengan tepung kelor.
- c. Produk Roti dan Pasta: Penambahan tepung kelor untuk meningkatkan kandungan protein, serat, dan antioksidan.

F. Aspek Keamanan, Dosis, dan Potensi Interaksi

Keamanan: Daun kelor dianggap sangat aman untuk dikonsumsi dan telah mendapatkan status GRAS (Generally Recognized As Safe) di banyak negara. Namun, bagian lain dari tanaman seperti akar dan kulit batang mengandung alkaloid (seperti spirochin) yang bisa menjadi toksik dalam dosis tinggi dan sebaiknya dihindari, terutama oleh ibu hamil karena berpotensi memicu kontraksi rahim.

Dosis: Belum ada dosis standar universal yang ditetapkan. Namun, sebagian besar studi klinis pada manusia menggunakan

dosis bubuk daun kering antara 4 hingga 8 gram per hari, yang terbukti efektif dan aman.

Potensi Interaksi Obat: Perhatian khusus diperlukan bagi individu yang mengonsumsi obat-obatan tertentu:

- a. Obat Antidiabetik: Kombinasi dengan kelor dapat meningkatkan risiko hipoglikemia (gula darah terlalu rendah).
- b. Obat Antihipertensi: Dapat meningkatkan efek obat dan menyebabkan hipotensi.
- c. Obat Tiroid: Kelor dapat memengaruhi fungsi tiroid, sehingga perlu konsultasi dokter bagi penderita gangguan tiroid.
- d. Obat yang Dimetabolisme oleh Sitokrom P450: Ekstrak kelor dapat memengaruhi aktivitas enzim hati ini, yang berpotensi mengubah metabolisme banyak obat.

KONSEP BELUT (*MONOPTERUS ALBUS*)

Belut (*Monopterus albus*) merupakan salah satu biota perairan yang memiliki kandungan gizi tinggi. Belut memiliki kandungan protein yang tinggi. Daging belut mempunyai manfaat yang besar bagi tubuh manusia antara lain memenuhi kebutuhan protein, mendukung pertumbuhan, perkembangan dan kecerdasan otak, menjaga kesehatan mata, memenuhi kebutuhan mineral, serta meningkatkan konsentrasi dan daya tahan tubuh.

A. Klasifikasi Belut

Belut dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Kingdom : Animalia
- b. Filum : Chordota
- c. Kelas : Pisces
- d. Sub kelas : Actinopterygii
- e. Ordo : Synbranchiformes
- f. Famili : Synbranchoidae
- g. Genus : *Monopterus*/Fluta
- h. Spesies : *Monopterus albus*



Gambar 5.1. Belut (*Monopterus albus*)

B. Morfologi Belut

Bentuk tubuh belut yaitu (*silindris*) memanjang, tidak bersisik dan memiliki lendir yang banyak pada permukaan tubuhnya sehingga kulit terlihat berkilau dan terasa licin jika dipegang. Kulit belut berwarna kecoklatan, mulut dilengkapi dengan gigi-gigi runcing kecil-kecil berbentuk kerucut dengan bibir berupa lipatan kulit yang lebar di sekitar mulut. Belut tidak memiliki sirip dada, sirip punggung dan sirip dubur. Sirip dada dan sirip punggung hanya berbentuk semacam guratan kulit yang halus. Sedangkan kulit dubur telah mengalami perubahan bentuk menyerupai lipatan kulit tanpa penyangga jari-jari keras atau lemah. Panjang tubuh belut sawah dapat mencapai 90 cm (Saparitno dan Junariyata, 2018).

Belut merupakan hewan karnivora, oleh karena itu memiliki lambung yang besar, tebal, dan elastis. Belut bernafas dengan insang dan kulit tipis berlendir didalam rongga mulutnya. Insang belut berukuran kecil dan dilengkapi dengan lubang yang menghubungkan insang dengan media luar tubuh. Insang digunakan untuk menghirup oksigen didalam air. Belut hidup di perairan dangkal dan berlumpur, tepian sungai, kanal, serata danau dengan kedalaman

kurang dari 3 meter. Belut di habitat aslinya hidup pada media berupa 80% lumpur dan 20% air (Roy, 2009).

Belut beraktivitas pada malam hari (nocturnal) dan cenderung bersembunyi di lubang atau di celah-celah tanah liat. Belut memangsa berbagai jenis serangga dan merupakan predator bagi berbagai jenis hewan kelas ikan, cacing-cacingan, siput, dan hewan kecil yang hidup di perairan (Roy, 2009). Belut termasuk hewan hemaprodit protogini, yaitu sebutan bagi ikan yang mengalami masa hidup sebagai betina pada awalnya dan kemudian berubah menjadi jantan. Belut memiliki kelenjar kelamin (gonad) yang mampu melakukan proses diferensiasi, dari fase betina ke fase jantan. Kelamin belut saat muda adalah betina namun ketika berumur 9 bulan (fase dewasa) belut akan mengalami pergantian kelamin menjadi jantan.

C. Kandungan Gizi Belut

Belut memiliki kandungan protein, lemak, mineral, dan vitamin. Komposisi gizi dapat dilihat pada tabel berikut (Warisno dan Dahana, 2010):

Tabel 5.1. Komposisi Zat Gizi Belut

No.	Komponen	Kandungan
1.	Protein	14,0 g
2.	Lemak	27 g
3.	Kalori	303 kkal
4.	Zat Besi	20 mg
5.	Kalsium	20 mg
6.	Fosfor	200 g
7.	Vitamin A	1.600 mg
8.	Vitamin B	0,1 SI
9.	Vitamin C	2 mg
10.	Air	58 g

Menurut Razak dkk., (2001) minyak belut diekstrak secara terpisah antara kepala dan badannya. Kandungan asam lemaknya ditentukan dengan menggunakan kromatografi gas. Kandungan lemak badan antara 0,5 -1,06 g/ 100 g dan bagian kepala antara 0,40-0,78 g/ 100 g.

Dalam analisis lemak didapat adanya kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuh pada daging belut sawah. Asam lemak jenuh meliputi asam miristat, asam palmitat, arakhidat dan stearat. Asam lemak tidak jenuh meliputi palmitoleat, asam oleat, linoleat, linolenat, eikosadinoat, eikosatrinoat, arakhidonat, eikosapentanoat, duko-satrinoat, klupanodonat dan duosaheksanoat. Kandungan asam lemak yang utama adalah asam palmitat, oleat, arakidonat dan dokosaheksaenoat. Kandungan asam arakidonat dan dokoheksaenoat di dalam minyak badan adalah 8,25 dan 6,21 g/ 100 g lemak. Sedangkan dalam minyak kepala kandungan asam-asam lemak ini adalah 0,77 g/ 100 g dan 6,11 g/ 100 g lemak. Di dalam minyak badan terhidrolisis, persentase asam arakidonat adalah 10,17% dan DHA 7,16%.

Sembilan spesies ikan air tawar Malaysia telah dianalisis kandungan lipid dan asam lemaknya. Empat spesies ikan yang biasa dimakan oleh penduduk sekitar didapati mengandung lemak sangat tinggi (11% - 17% berat basah). Dalam semua ikan air tawar yang dikaji kandungan asam lemak tak jenuh melebihi asam lemak jenuh dengan perbandingan 1:2 hingga 2:3. Omega-3 kadarnya rendah dalam semua spesies yang dikaji, kecuali belut sawah yang mengandung DHA sangat tinggi (9,4 g/ 100 g minyak). Jumlah ini setara dengan nilai-nilai yang terdapat pada ikan salmon, cod dan herring. Karena itu peternakan belut sawah dan pengestrakan minyaknya berpotensi dieksploitasi secara komersial (Tan dan Endinseau, 1993).

FORMULASI SEDIAAN SOSIS KOMBINASI DAUN KELOR (*MORINGA OLEIFERA*) DAN BELUT (*MONOPTERUS ALBUS*)

Peningkatan prevalensi masalah gizi ganda, seperti kekurangan mikronutrien dan penyakit degeneratif, mendorong inovasi pangan fungsional. Formulasi sosis sebagai produk pangan yang populer untuk difortifikasi dengan bahan-bahan lokal berpotensi gizi tinggi, yaitu daun kelor (*Moringa oleifera*) dan daging belut (*Monopterus albus*). Daun kelor dikenal sebagai "pohon ajaib" karena kandungan mikronutrien esensial yang melimpah (vitamin A, C, kalsium, zat besi) dan senyawa bioaktif (polifenol, flavonoid). Sementara itu, belut merupakan sumber protein hewani berkualitas tinggi, kaya akan albumin, asam lemak omega-3, dan zat besi heme yang mudah diserap tubuh.

Kombinasi sinergis kedua bahan ini dalam formulasi sosis bertujuan untuk menciptakan produk pangan siap saji yang tidak hanya lezat dan diterima secara sensoris, tetapi juga padat gizi. Buku ini membahas landasan ilmiah, metodologi formulasi, potensi karakterisasi produk (fisikokimia, proksimat, sensoris), serta tantangan dan prospek pengembangan sosis fungsional ini sebagai solusi intervensi gizi, terutama untuk kelompok rentan seperti anak-anak dalam masa pertumbuhan dan individu yang membutuhkan pemulihan pasca-sakit.

A. Pendahuluan

Di era modern, tuntutan konsumen terhadap produk pangan tidak lagi terbatas pada pemenuhan rasa lapar dan kenikmatan sensoris, tetapi juga mencakup aspek kesehatan dan nutrisi. Konsep pangan fungsional, yaitu pangan yang memberikan manfaat kesehatan di luar nutrisi dasar, telah menjadi motor penggerak utama dalam inovasi industri pangan global (Granato et al., 2020). Salah satu produk olahan daging yang sangat populer di berbagai kalangan usia adalah sosis. Popularitas sosis menjadikannya kandidat ideal sebagai medium atau vehicle untuk fortifikasi dan pengayaan gizi. Namun, sosis konvensional sering kali dipersepsikan negatif karena kandungan lemak jenuh, natrium, dan bahan tambahan sintetis yang tinggi.

Indonesia, sebagai negara dengan keanekaragaman hayati yang luar biasa, memiliki sumber daya alam lokal yang belum dimanfaatkan secara optimal untuk pengembangan pangan fungsional. Dua di antaranya yang memiliki potensi besar adalah daun kelor (*Moringa oleifera*) dan belut (*Monopterus albus*). Daun kelor telah diakui secara internasional sebagai *superfood* karena profil nutrisinya yang superior, mengandung vitamin, mineral, dan antioksidan dalam konsentrasi tinggi (Leone et al., 2015). Di sisi lain, belut, yang sering dianggap sebagai pangan tradisional, merupakan sumber protein hewani yang istimewa. Kandungan albuminnya yang tinggi diketahui dapat mempercepat penyembuhan luka dan pemulihan kondisi tubuh, sementara kandungan zat besinya efektif untuk pencegahan anemia defisiensi besi (Astawan, 2019).

Menggabungkan kedua bahan ini ke dalam satu produk pangan olahan seperti sosis menawarkan sebuah sinergi yang unik. Daun kelor akan berperan sebagai sumber mikronutrien dan antioksidan, sementara belut menyediakan protein makronutrien berkualitas tinggi dan lemak esensial. Inovasi ini berpotensi menghasilkan sosis

fungsional yang dapat menjadi solusi praktis untuk mengatasi masalah gizi ganda (*double burden of malnutrition*), terutama dalam pencegahan *stunting* dan anemia pada anak-anak, serta sebagai pangan pemulihan bagi orang sakit.

Kandungan gizi daun kelor yang mengandung vitamin B6, kalsium, vitamin C, vitamin A, potasium, zat besi, protein dan memiliki nilai gizi yang tinggi dibandingkan makanan lain. Menurut Rika Resmana (2020) melaporkan kandungan belut pada keripik belut dapat memicu peningkatan kadar hemoglobin dengan rata-rata peningkatan sebesar 1,429 mg%. Menurut Carla (2023) menjelaskan bahwa industri makanan formulasi berkembang pesat dan daun kelor menjadi pangan alternatif untuk fortifikasi pangan. Dalam kondisi seperti ini, maka inovasi formulasi sosis kombinasi daun kelor dan belut sangat dibutuhkan sebagai pangan fungsional untuk pencegahan *stunting* dan ini sejalan dengan marwah riset nasional sesuai yang tertuang dalam Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) Tahun 2017-2045.

Produk inovasi sosis dalam menciptakan produk sosis yang lebih sehat, bergizi serta sosis ramah lingkungan. Kandungan daun kelor dan belut yang kaya kandungan gizi, namun konsumsi tergolong rendah disebabkan karena tidak mengetahui manfaatnya dan bentuknya menyerupai ular. Oleh karena itu, perlu dilakukan diversifikasi produk atau pangan fungsional untuk meningkatkan konsumsi masyarakat terhadap pangan lokal seperti dengan pembuatan sosis. Formulasi ini perlu diperhatikan kemungkinan kontraindikasi seperti reaksi alergi terhadap protein hewani atau senyawa aktif daun kelor, serta gangguan pencernaan ringan seperti mual atau diare akibat konsumsi berlebih. Selain itu, risiko kontaminasi bahan baku juga dapat menimbulkan efek samping jika tidak diolah secara higienis, sehingga aspek keamanan tetap harus dikaji lebih lanjut sebelum produk ini diaplikasikan secara luas.

B. Tinjauan Pustaka

1. Sosis sebagai Pembawa Pangan Fungsional

Sosis adalah produk emulsi daging, di mana lemak terdispersi dalam matriks protein dan air yang kontinu. Struktur emulsi ini sangat stabil dan mampu mengikat bahan-bahan tambahan, menjadikannya platform yang sangat baik untuk fortifikasi (Pateiro et al., 2021). Pengembangan sosis fungsional dengan menambahkan serat pangan, antioksidan dari ekstrak tumbuhan, asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), serta mengurangi kandungan lemak dan garam. Penambahan bahan non-daging seperti bubuk nabati dapat mempengaruhi sifat fisikokimia dan sensoris sosis, seperti kapasitas menahan air (Water Holding Capacity/WHC), kehilangan saat pemasakan (cooking loss), warna, dan tekstur. Oleh karena itu, optimasi formulasi menjadi kunci keberhasilan produk.

2. Potensi Nutrasetikal Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Daun kelor merupakan sumber nutrisi yang fenomenal. Dalam bentuk kering (bubuk), daun kelor mengandung protein (sekitar 27%), serat pangan (sekitar 19%), serta mikronutrien dalam jumlah signifikan. Kandungan vitamin A-nya beberapa kali lipat lebih tinggi dari wortel, vitamin C-nya melebihi jeruk, kalsiumnya melampaui susu, dan zat besinya mengungguli bayam (Fahey, 2005; Agyepong et al., 2022).

Selain nutrisi dasar, daun kelor kaya akan senyawa bioaktif, terutama polifenol (seperti asam galat, asam klorogenat) dan flavonoid (seperti kuersetin, kaempferol). Senyawa-senyawa ini memberikan aktivitas antioksidan yang kuat, mampu menangkal radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif dalam tubuh (Vongsak et al., 2013). Aktivitas antioksidan ini juga berpotensi

berfungsi sebagai pengawet alami dalam sosis, dengan menghambat oksidasi lipid yang menyebabkan ketengikan. Tantangan utama dalam penggunaan daun kelor adalah rasanya yang sedikit pahit (bitterness) dan warnanya yang hijau pekat, yang dapat mempengaruhi penerimaan sensoris produk akhir.

3. Keunggulan Gizi Belut (*Monopterus albus*)

Belut (*Monopterus albus*) adalah sumber protein hewani yang sangat baik, dengan kandungan protein mencapai 14-18 g per 100 g daging. Keunikan protein belut terletak pada tingginya kadar albumin, salah satu protein plasma utama dalam darah yang berfungsi menjaga tekanan osmotik dan mengangkut berbagai zat. Asupan albumin dari belut dipercaya dapat membantu mempercepat regenerasi sel dan penyembuhan luka (Sary et al., 2020). Selain protein, belut juga mengandung asam lemak esensial, termasuk asam eikosa-pentaenoat (EPA) dan asam dokosa-heksoenoat (DHA), yang termasuk dalam kelompok omega-3. Asam lemak ini krusial untuk perkembangan otak dan fungsi kognitif, terutama pada anak-anak (Hamilton et al., 2020). Kandungan zat besi dalam bentuk heme pada belut juga lebih mudah diserap oleh tubuh dibandingkan zat besi non-heme dari sumber nabati, menjadikannya efektif untuk mencegah dan mengatasi anemia. Dari segi sensoris, daging belut memiliki rasa gurih (umami) yang khas, yang berpotensi dapat menyeimbangkan atau menutupi rasa pahit dari daun kelor.

C. Metodologi Formulasi

Pengembangan sosis fungsional ini memerlukan pendekatan metodologis yang sistematis.

1. Bahan Baku

Bahan	Formula
Daun kelor	10 gram
Belut	100 gram
Tepung terigu	40 gram
Tepung tapioka	65 gram
Susu bubuk	10 gram
Telur	1 butir
Bawang merah	2 gram
Bawang putih	5 gram
Lada	0,5 gram
Pala	1 gram
Jahe	2 gram
Kaldu jamur	2 gram
Baking powder	0,5 gram
Es batu	20 gram
Garam	3 gram
Jeruk Nipis	2 gram



Gambar 6.1 Bahan baku sosis

2. Proses Pembuatan Sosis

Proses pembuatan sosis secara umum mengikuti tahapan sebagai berikut:

- a. Persiapan: Daging belut digiling hingga halus. Daun kelor dihaluskan dan ditimbang sesuai formulasi.
- b. Pencampuran Awal (*Curing*): Daging giling dicampur dengan garam, diaduk hingga lengket. Proses ini melarutkan protein aktomiosin.
- c. Emulsifikasi: Daging yang sudah dicuring dimasukkan ke dalam *food processor* atau *bowl cutter*. Es batu ditambahkan secara bertahap sambil terus diaduk. Tepung tapioka, bumbu, dan daun kelor dimasukkan hingga terbentuk adonan emulsi yang homogen dan stabil.
- d. Pengisian (*Stuffing*): Adonan dimasukkan ke dalam selongsong sosis.
- e. Pemasakan (*Cooking*): Sosis direbus atau dikukus pada suhu terkontrol (sekitar 70-75°C) hingga matang sempurna.
- f. Pendinginan dan Pengemasan: Sosis yang telah matang segera didinginkan dalam air es untuk menghentikan proses pemasakan, kemudian dikeringkan dan dikemas secara vakum untuk memperpanjang masa simpan.



Gambar 6.2 Formulasi sosis kombinasi

D. Hasil Laboratorium

Berikut adalah hasil analisis laboratorium dari sampel sosis yang mencakup kadar nitrogen, protein, zat besi, dan kalsium. Data ini memberikan gambaran tentang kandungan nutrisi dari produk tersebut:

Tabel 6.2. Hasil laboratorium

Sampel	Ulangan	Kadar Nitrogen (%)	Kadar Protein (%)	Zat Besi (mg/100g)	Kalsium (mg/100g)
Sosis	U1	2,446	15,28	3,524	117,3
	U2	2,392	14,95	3,481	125,8

(Sumber : Hasil laboratorium Pangan, 2025)

E. Potensi, Tantangan, dan Prospek

Formulasi sosis fungsional dengan kombinasi daun kelor (*Moringa oleifera*) dan daging belut (*Monopterus albus*) merupakan sebuah inovasi yang menjanjikan untuk menciptakan produk pangan bergizi tinggi. Sinergi antara mikronutrien dan antioksidan dari daun kelor dengan protein berkualitas tinggi, albumin, dan zat besi dari belut dapat menghasilkan produk yang unggul secara nutrasetikal. Meskipun terdapat tantangan dalam hal optimasi formulasi untuk mencapai akseptabilitas sensoris yang tinggi dan menjaga stabilitas nutrisi, potensi produk ini sebagai alat intervensi gizi dan sebagai produk komersial bernilai tambah.

PENCEGAHAN STUNTING (SOSIS KOMBINASI DAUN KELOR (*MORINGA OLEIFERA*) DAN BELUT (*MONOPTERUS ALBUS*))

Stunting merupakan salah satu indikator kegagalan pertumbuhan kronis yang sangat serius di Indonesia. Kondisi ini ditandai dengan tinggi badan anak yang tidak sesuai dengan usianya akibat kekurangan asupan gizi berkepanjangan, terutama selama periode 1000 hari pertama kehidupan. Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, prevalensi *stunting* di Indonesia mencapai 30,8%, dan walaupun terjadi penurunan pada tahun-tahun berikutnya, angkanya masih tergolong tinggi dibandingkan standar Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), yakni di bawah 20% (Kemenkes RI, 2021). Masalah *stunting* tidak hanya berdampak pada dimensi fisik, tetapi juga menurunkan perkembangan kognitif dan produktivitas individu pada masa dewasa, serta berkontribusi pada tingginya angka kemiskinan struktural. Oleh karena itu, diperlukan intervensi gizi yang strategis dan berbasis pada sumber daya lokal yang murah, mudah dijangkau, serta bergizi tinggi. Dalam konteks ini, pengembangan produk pangan fungsional berbasis kombinasi daun kelor (*Moringa oleifera*) dan belut (*Monopterus albus*) dalam bentuk sosis menjadi salah satu alternatif inovatif dan efektif dalam penanganan serta pencegahan *stunting* di masyarakat.

Stunting terjadi karena ketidakseimbangan antara kebutuhan gizi dan asupan makanan dalam jangka panjang. Selain itu, infeksi berulang, sanitasi buruk, dan pola asuh yang tidak optimal turut memperparah situasi. Berdasarkan literatur global, kekurangan

asupan protein hewani, zat besi, vitamin A, dan seng secara signifikan berkontribusi pada terjadinya *stunting* (Black et al., 2013). Oleh karena itu, strategi penanggulangan *stunting* memerlukan pendekatan yang mencakup peningkatan akses dan konsumsi makanan bergizi, terutama yang kaya protein hewani dan mikronutrien esensial. Protein hewani sangat penting karena mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan untuk pembentukan jaringan tubuh dan organ-organ vital. Selain itu, zat besi dan seng berperan dalam meningkatkan fungsi kekebalan tubuh dan mendukung perkembangan otak anak.

Stunting atau kondisi gagal tumbuh pada anak balita akibat kekurangan gizi kronis, masih menjadi isu kesehatan masyarakat yang krusial di Indonesia. Dampak jangka panjangnya tidak hanya terbatas pada gangguan pertumbuhan fisik, tetapi juga mencakup perkembangan kognitif yang terhambat, penurunan produktivitas di usia dewasa, dan peningkatan risiko penyakit tidak menular. Penanganannya memerlukan pendekatan multidimensional, di mana intervensi gizi spesifik, terutama pada periode 1000 Hari Pertama Kehidupan (HPK), memegang peranan sentral. Salah satu strategi yang paling efektif adalah melalui inovasi pangan lokal yang padat gizi, mudah diterima, dan berkelanjutan. Narasi akademis ini mengusulkan pengembangan dan implementasi produk pangan fungsional berupa "Sosis Kombinasi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Belut (*Monopterus albus*)" sebagai salah satu solusi inovatif.

Sosis ini dirancang untuk mensinergikan keunggulan gizi dari dua sumber daya lokal yang melimpah. Daun kelor kaya akan mikronutrien esensial seperti vitamin A, vitamin C, dan zat besi non-heme, sementara belut merupakan sumber protein hewani berkualitas tinggi, zat besi heme yang mudah diserap, zink, dan asam lemak omega-3. Kombinasi ini menciptakan produk pangan yang tidak hanya padat gizi tetapi juga memiliki tingkat akseptabilitas tinggi di kalangan anak-anak. Analisis ini akan menguraikan kerangka konseptual *stunting*, justifikasi ilmiah pemilihan bahan baku, kon-

septualisasi proses produksi, serta strategi implementasi berbasis komunitas yang terintegrasi dengan program Posyandu dan edukasi gizi. Diharapkan, inovasi ini dapat menjadi model intervensi pangan lokal yang efektif, terukur, dan memberdayakan ekonomi masyarakat dalam upaya percepatan penurunan angka *stunting* nasional.

Daun kelor merupakan tanaman lokal tropis yang memiliki kandungan gizi sangat tinggi. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa 100 gram daun kelor segar mengandung sekitar 6,7 gram protein, 440 mg kalsium, 17,5 mg zat besi, dan 220 mg vitamin C (Badan Litbangkes, 2016). Tidak hanya itu, daun kelor juga memiliki kandungan antioksidan tinggi seperti flavonoid, polifenol, dan karotenoid yang berguna untuk memperkuat sistem imun dan mengurangi peradangan dalam tubuh (Gopalakrishnan et al., 2016). Konsumsi daun kelor secara rutin mampu meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah, mempercepat pemulihan gizi buruk, serta berkontribusi dalam peningkatan berat dan tinggi badan anak (Muthiah et al., 2017). Dengan karakteristik mudah tumbuh, cepat panen, serta dapat dibudidayakan di pekarangan rumah, daun kelor memiliki potensi besar sebagai intervensi gizi berbasis komunitas.

Belut merupakan sumber protein hewani yang padat gizi. Dalam 100 gram daging belut terkandung sekitar 18,4 gram protein, 27 gram lemak (termasuk lemak sehat), serta zat besi, seng, dan vitamin A dalam jumlah signifikan (Surono, 2018). Selain itu, belut mengandung asam lemak omega-3 dan omega-6 yang berperan dalam pembentukan sel otak dan fungsi neurologis pada anak-anak. Salah satu keunggulan belut adalah potensi budidayanya yang tinggi dan tidak memerlukan lahan luas. Belut dapat dibudidayakan dalam skala kecil di pedesaan, menggunakan kolam terpal atau media ember, sehingga sangat mendukung pengembangan program intervensi gizi berbasis pangan lokal dan mandiri.

Sosis merupakan salah satu produk olahan daging yang populer di kalangan anak-anak karena teksturnya yang lembut dan rasanya yang gurih. Hal ini menjadikan sosis sebagai media yang strategis

untuk fortifikasi gizi. Dalam hal ini, inovasi produk berupa sosis yang dikombinasikan dari daging belut dan daun kelor dapat menjadi solusi konkret dalam mengatasi masalah *stunting*, dengan tetap mempertahankan unsur organoleptik yang disukai anak-anak. Komposisi umum dari sosis ini adalah daging belut yang telah dihaluskan, daun kelor yang dihaluskan, tepung tapioka sebagai pengikat, putih telur, serta bumbu alami. Proses pembuatannya cukup sederhana dan dapat dilakukan di skala rumah tangga, sehingga cocok untuk implementasi dalam program Pemberdayaan Masyarakat dan UMKM Gizi.

Penanganan dan pencegahan *stunting* membutuhkan pendekatan multisektor yang terintegrasi dan berbasis pada potensi lokal. Pengembangan sosis kombinasi daun kelor dan belut adalah contoh nyata dari inovasi pangan lokal yang menjawab kebutuhan gizi anak Indonesia secara praktis, ekonomis, dan berkelanjutan. Dengan kandungan gizi yang tinggi, penerimaan konsumen yang baik, serta potensi pemberdayaan ekonomi, produk ini layak untuk direplikasi secara nasional sebagai bagian dari gerakan nasional percepatan penurunan *stunting*.

Efektivitas sebuah intervensi gizi tidak hanya dinilai dari kandungan nutrisi bahan bakunya, tetapi juga dari bagaimana nutrisi tersebut dapat diserap (*bioavailabilitas*) dan dimanfaatkan oleh tubuh untuk proses fisiologis spesifik, terutama pertumbuhan. Formulasi sosis yang mengombinasikan belut (*Monopterus albus*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) dirancang secara strategis untuk menargetkan dua pilar utama pertumbuhan anak: peningkatan berat badan dan peningkatan tinggi badan.

Peningkatan berat badan pada balita merupakan indikator dari kecukupan asupan energi dan protein untuk membangun jaringan tubuh, terutama otot dan lemak. Kekurangan berat badan (*underweight*) seringkali menjadi tanda awal dari kekurangan gizi yang jika berlanjut dapat mengarah pada *stunting*. Peningkatan tinggi badan adalah proses yang lebih kompleks dan merupakan indikator

utama dari status gizi jangka panjang. Proses ini secara langsung terkait dengan pertumbuhan tulang panjang, yang sangat sensitif terhadap asupan protein dan mikronutrien spesifik. *Stunting* adalah kegagalan dari proses ini.

Efektivitas sebuah intervensi gizi dalam mengatasi kegagalan tumbuh pada balita tidak dapat dinilai semata dari daftar kandungan nutrisinya, melainkan dari bagaimana nutrisi tersebut bekerja secara harmonis dalam sistem biologis anak yang kompleks. Formulasi sosis yang mengombinasikan kekuatan gizi dari belut (*Monopterus albus*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) bukanlah sekadar pencampuran bahan, melainkan sebuah rancangan nutrasetikal presisi yang menargetkan dua pilar fundamental pertumbuhan: peningkatan berat badan dan percepatan pertumbuhan tinggi badan. Keberhasilannya terletak pada mekanisme sinergis yang secara simultan menyediakan energi, bahan baku struktural, serta fasilitator metabolik yang krusial selama periode emas pertumbuhan anak.

Fokus pertama dari formulasi ini adalah untuk mengatasi masalah kekurangan berat badan, yang seringkali menjadi gerbang awal menuju kondisi *stunting* yang lebih parah. Peningkatan berat badan yang sehat pada dasarnya adalah hasil dari surplus kalori dan protein yang cukup untuk membangun massa jaringan tubuh. Dalam hal ini, belut memainkan peran sebagai lokomotif utama. Sebagai sumber protein hewani, belut menyediakan asam amino esensial dalam profil yang lengkap dan proporsional, berfungsi layaknya "batu bata" yang siap digunakan tubuh untuk membangun dan memperbaiki jaringan otot. Pertambahan massa otot, bukan sekadar lemak, adalah indikator kenaikan berat badan yang berkualitas. Lebih dari itu, belut juga merupakan sumber energi yang padat, memungkinkan balita dengan kapasitas lambung yang terbatas untuk menerima asupan kalori yang cukup tanpa harus merasa terlalu kenyang.

Tantangan terbesar dalam penanganan *stunting* adalah mendorong pertumbuhan linear atau pertambahan tinggi badan, sebuah

proses yang jauh lebih rumit dan sensitif terhadap defisiensi nutrisi spesifik. Pertumbuhan tinggi badan secara fisiologis dimediasi oleh sumbu Hormon Pertumbuhan dan IGF-1 (*Insulin-like Growth Factor 1*). Asupan protein hewani berkualitas tinggi dari belut berfungsi sebagai sinyal biokimia yang kuat bagi organ hati untuk memproduksi IGF-1. Hormon inilah yang kemudian bertindak sebagai "mandor" di lokasi proyek utama, yaitu lempeng pertumbuhan di ujung tulang panjang. Ia memberi perintah kepada sel-sel tulang rawan (*kondrosit*) untuk membelah diri dan berkembang biak, yang merupakan langkah awal dari proses pemanjangan tulang.

Akan tetapi, seorang "mandor" yang hebat pun tidak dapat membangun tanpa material dan pekerja yang memadai. Di sinilah peran daun kelor sebagai sumber mikronutrien pendukung menjadi tidak tergantikan. Kerangka dasar tulang sesungguhnya bukanlah mineral, melainkan matriks protein fleksibel yang disebut kolagen. Untuk mensintesis kolagen yang kuat, tubuh mutlak memerlukan vitamin C, dan daun kelor menyediakannya dalam jumlah melimpah. Tanpa vitamin C, kerangka tulang akan rapuh dan tidak berkualitas. Selanjutnya, zink dari belut berperan sebagai "pekerja spesialis" yang memfasilitasi mineralisasi, yaitu proses pengerasan matriks kolagen dengan kalsium. Vitamin A dari daun kelor turut berperan sebagai regulator yang memastikan sel-sel tulang berdiferensiasi dan berfungsi dengan benar. Kombinasi ini memastikan bahwa perintah pertumbuhan dari IGF-1 dapat dieksekusi dengan sempurna karena semua material dan fasilitator yang dibutuhkan telah tersedia.

Formulasi sosis kombinasi daun kelor dan belut efektif meningkatkan berat dan tinggi badan balita melalui serangkaian mekanisme fisiologis yang saling terkait dan saling menguatkan. Peningkatan berat badan didorong oleh suplai energi dan protein hewani berkualitas tinggi dari belut untuk pembangunan massa otot, yang didukung oleh zink dan zat besi untuk efisiensi metabolisme. Peningkatan tinggi badan secara spesifik ditargetkan melalui aktivasi jalur IGF-1 oleh protein belut, yang kemudian didukung

secara komprehensif oleh mikronutrien kunci untuk sintesis dan mineralisasi tulang: zink, zat besi, vitamin C, dan vitamin A. Dengan demikian, produk ini bukan sekadar makanan tambahan, melainkan sebuah intervensi nutrasetikal yang dirancang secara presisi untuk menargetkan akar fisiologis dari kegagalan tumbuh pada balita.

Daftar Pustaka

- Abdullah, A. R., Wahyuni, F., Nurcahyani, I. D., Musdalifah, & Syafruddin. (2022). The Influence Of Cookies With The Addition Of The Slurry Flour On The Weight Of The Toddler Weight Ages 2-5 Years With Less Nutritional Status Based On BB/TB In The Working Area Of Bontoa Puskesmas Yaer 2021. *Jgk*, 14(1), 128–137.
- Agedew, E., Misker, D., Gelibo, T., Tadelles, A., Eyasu Makonnen, Worku, S., Bekele, A., Mekonnen, Y., Belay, A., Challa, F., Awoke, T., Gemedo, N., Kerebih, H., Shiberu, S., & Debelo, A. (2022). Does Moringa stenopetala based diet consumption decrease burden of under nutrition in under-five children, Southern Ethiopia? *Heliyon*, 8(8), e10285. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10285>
- Akaso, A., Lasindang, M., & Antuli, Z. (2021). Karakteristik Kimia Dan Uji Organoleptik Bolu Gulung Dari Tepung Biji Nangka. *Jambura Journal of Food Technology*, 3(2), 38–49. <https://doi.org/10.37905/jjft.v3i2.7641>
- Amin, K. (2024). Atasi Kasus Stunting, Dinas Kesehatan Kabupaten Malang Andalkan 20 Langkah Ini.
- Arwanto, V., Buschle-Diller, G., Mukti, Y. P., Dewi, A. D. R., Mumpuni, C., Purwanto, M. G. M., & Sukweenadhi, J. (2022). The state of plant-based food development and its prospects in the Indonesia market. *Heliyon*, 8(10), e11062. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11062>
- Ayuningtyas, D., Hapsari, D., Rachmalina, R., Amir, V., Rachmawati, R., & Kusuma, D. (2022). Geographic and Socioeconomic Disparity in Child Undernutrition across 514 Districts in Indonesia. *Nutrients*, 14(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/nu14040843>

- Beluska-Turkan, K., Korczak, R., Hartell, B., Moskal, K., Maukonen, J., Alexander, D. E., Salem, N., Harkness, L., Ayad, W., Szaro, J., Zhang, K., & Siriwardhana, N. (2019). Nutritional gaps and supplementation in the first 1000 days. *Nutrients*, 11(12), 1–50. <https://doi.org/10.3390/nu11122891>
- Candra, Suhandi, J., Purnomo, Adawyah, R., & Indryawa, M. R. (2021). OPTIMALISASI PROSES PENGERINGAN MIE BELUT (*Monopterus albus* Zuiewu) INSTAN. *Jurnal Enviro Scientea*, 17(2), 21–29.
- Dewi, T. K., Amir, A., & Elma, E. S. (2021). Mutu Hedonik Formula Isotonik Penambahan Gula Pasir dan Gum Arab. *Media Gizi Pangan*, 28(1), 54–60.
- Dewi, R., Evrianasari, N., & Yuviska, I. A. (2020). Kadar Hb, Lila Dan Berat Badan Ibu Saat Hamil Berisiko Terhadap. *Jurnal Kebidanan*, 6(1), 57–64.
- Dewi Satiti, I. A., & Amaliaia, W. (2020). Optimalisasi Peran Kader dalam Prgram “Generasi Bebas Stunting” di Desa Bendosari, Kecamatan Pujon. *JAPI (Jurnal Akses Pengabdian Indonesia)*, 5(1), 48–51. <https://doi.org/10.33366/japi.v5i1.1489>
- Diah, H. T., & Taufiq, A. (2023). Pengaruh Expired Date Dan Tekstur Produk Terhadap Keputusan Pembelian Produk Di Pt. Lestari Alam Segar Kawasan Industri Medan (Kim) li Medan. *Journal Economic Management and Business*, 1(2), 176–186. <https://doi.org/10.46576/jfeb.v1i2.2838>
- Essa, W. Y., Nurfindarti, E., & Ruhyana, N. F. (2021). Strategies for Handling Stunting in Bandung City. *Jurnal Bina Praja*, 13, 15–28. <https://doi.org/10.21787/jbp.13.2021.15-28>
- Fetriyuna, F., Purwestri, R. C., Susandy, M., Köhler, R., Jati, I. R. A. P., Wirawan, N. N., & Biesalski, H. (2021). Supplementary Foods for Prevention and Rehabilitation of Moderate Acute Malnutrition in Children. *Foods*, 10(3013), 1–16. <https://doi.org/10.3390/foods10123013>

- Hanif, F., & Berawi, K. N. (2022). Literature Review: Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Makanan Sehat Pelengkap Nutrisi 1000 Hari Pertama Kehidupan. *Jurnal Kesehatan*, 13(2), 398–407. <https://doi.org/10.26630/jk.v13i2.1415>
- Hasliani, A. (2018). Uji Manfaat Kapsul Kelor Untuk Pengobatan Anemia Pada Ibu Hamil di Puskesmas Padang Lampe dan Minasa Te'ne Kabupaten Pangkep. *Jurnal Kebidanan Vokasional*, 1–7.
- Hasyim, M., & Hapzah, H. (2019). Daya Terima Kue Baruas dengan Penambahan Tepung Daun Kelor Tua. *Jurnal Kesehatan Manarang*, 5(2), 132. <https://doi.org/10.33490/jkm.v5i2.167>
- Heluq, D. Z., & Mundiastuti, L. (2018). Acceptability and Nutrient Content of pancake Substituted with Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L) and Moringa Leaves (*Moringa oleifera*) as an Alternative Snack for School Aged Children. *Media Gizi Indonesia*, 13(2), 133. <https://doi.org/10.20473/mgi.v13i2.133>
- Herawati, V. E., Nugroho, R. A., Pinandoyo, Hutabarat, J., Prayitno, B., & Karnaradjasa, O. (2018). Views 15 CrossRef citations to date o Altmetric Articles The Growth Performance and Nutrient Quality of Asian Swamp Eel *Monopterus albus* in Central Java Indonesia in a Freshwater Aquaculture System with Different Feeds. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 27(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10498850.2018.1483990>
- Hikmah, S. N., Herman, H., Indriana, Y., & Rusli, A. (2021). Komposisi kimia kapsul konsentrat protein ikan belut (*Monopterus albus*) sebagai makanan suplemen bagi penderita gizi buruk. *Agrokompleks*, 21(2), 34–40. <https://doi.org/10.51978/japp.v21i2.339>
- Islami, N. W., & Khouruh, U. (2021). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi balita stunting dan tantangan pencegahannya

- pada masa pandemi. Karta Raharja, 3(2), 6–19.
<https://ejurnal.malangkab.go.id/index.php/kr/article/view/49>
- Katmawanti, S., Supriyadi, & Mariroh, F. (2021). Is instant porridge with a high calcium content based on *Moringa oleifera* as an alternative baby food to prevent stunting in Indonesia? *Journal of Public Health Research*, 10(2), 353–357.
<https://doi.org/10.4081/jphr.2021.2233>
- Khalik, A., Wraith, D., Nambiar, S., & Miller, Y. (2022). A review of the prevalence, trends, and determinants of coexisting forms of malnutrition in neonates, infants, and children. *BMC Public Health*, 22(1), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13098-9>
- Laksono, A. D., & Megatsari, H. (2020). Determinan Balita Stunting di Jawa Timur: Analisis Data Pemantauan Status Gizi. *Amerta Nutrition*, 4(2), 109. <https://ejournal.unair.ac.id/AMNT/article/view/16854>
- Mas'ud, H., & Fitri, A. R. (2021). Daya Terima dan Kadar Serat Pada Brownies dengan Penambahan Tepung Oatmeal (*Avena Sativa*). *Media Gizi Pangan*, 28(1), 78–83.
<http://journal.poltekkes-mks.ac.id/ojs2/index.php/mediagizi/article/view/2165>
- Ningrum, N. B., & Ummah, W. (2022). Kandungan daun kelor untuk kesehatan reproduksi wanita. *Forind*.
- Ratnawati Purwitaningtyas, & Intan Azkia Paramitha. (2024). Hubungan Riwayat Anemia Dan Kekurangan Energi Kronis (KEK) Ibu Pada Saat Hamil Dengan Kejadian Stunting Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Buaran Tahun 2023. *CENDEKIA : Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 4(2), 115–123.
- Resmana, R., & Purwaningsih, D. (2020). Eel Chips (*Monopterus albus*) Can Increase Hemoglobin Levels in Teenage Girl. *Sapporo Medical Journal*, 54(08), 1–11.
<https://www.maejournal.com/volume/SMJ/54/10/eel-chips-monopterus-albus-can-increase-hemoglobin-levels-in-teenage-girl-5fcc3b1e23a61.pdf>

- Sari, S. A., Komala, R., Elisia, R., & Toni, M. (2025). KUALITAS PENGARUH PEMBERIAN TEPUNG DAUN KELOR (*moringa oleifera*) TERHADAP ORGANOLEPTIK NUGGET DAGING AYAM LAYER AFKIR. *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 50(1), 46. <https://doi.org/10.31602/zmip.v50i1.17082>
- Sufri, S., Nurhasanah, Jannah, M., Dewi, T. P., Sirasa, F., & Bakri, S. (2023). Child Stunting Reduction in Aceh Province: Challenges and a Way Ahead. *Maternal and Child Health Journal*, 27(5), 888–901. <https://doi.org/10.1007/s10995-023-03601-y>
- Suherman, A., & Eriswanto, E. (2022). the Analysis of Factors That Influence Companies` Values. *Jurnal Akuntansi Muhammadiyah*, 11(1), 200–208. <https://doi.org/10.37598/jam.v11i1.1039>
- Suryono, C., Ningrum, L., & Dewi, T. R. (2018). Uji Kesukaan dan Organoleptik Terhadap 5 Kemasan Dan Produk Kepulauan Seribu Secara Deskriptif [Descriptive liking and organoleptic test of 5 thousand islands packaging and products]. *Jurnal Pariwisata*, 5(2), 95–106.
- Trigo, C., Castelló, M. L., & Ortolá, M. D. (2023). Potentiality of *Moringa oleifera* as a Nutritive Ingredient in Different Food Matrices. *Plant Foods for Human Nutrition*, 78(1), 25–37. <https://doi.org/10.1007/s11130-022-01023-9>
- Ummah, W., & Utami, W. T. (2024). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Kekurangan Energi Kronis (Kek) Pada Ibu Hamil: Literatur Review. *ASSYIFA: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 2(1), 189–196. <https://doi.org/10.62085/ajk.v2i1.59>
- Usman, U., Sulaiman, Z., Suherman, S., & Umar, F. (2024). Giving Moringa Leaf Noodle and Eel Formulations on Body Weight as an Effort to Prevent Stunting in Toddler. *Jurnal Ilmiah Kesehatan (JIKA)*, 6(1), 66–75. <https://doi.org/10.36590/jika.v6i1.729>
- Usman, U., Umar, F., & T, R. (2022). The Effectiveness of Giving Moringa Oleifera Formulation to Increase Hemoglobin Levels

- in Pregnant Women. *Jurnal Ilmiah Kesehatan (JIKA)*, 4(2), 232–238. <https://doi.org/10.36590/jika.v4i2.339>
- Utami, W. T. (2021). HUBUNGAN TINGKAT PENDIDIKAN, PARITAS DAN KPD DENGAN KEJADIAN BAYI BERAT LAHIR RENDAH (BBLR): Studi di Rumah Sakit Ben Mari Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Kesehatan*, 15(1).
- Yusnidar, Dahlan, A. K., & Patmahwati. (2024). Pengaruh Pemberian Tepung Daun Kelor (*Moringa Oliefera*) pada Ibu Hamil terhadap Berat Badan Bayi Baru Lahir. *Ners Akademika*, 2(2), 33–37. <https://doi.org/10.35912/nersakademika.v2i2.3282>.

Biografi Penulis



Woro Tri Utami, S.SiT, M.Kes, Ch, Cht. Pendidikan S2 Kesehatan ditempuh pada tahun 2010 di Universitas Sebelas Maret Surakarta (UNS). Sudah menjadi dosen kebidanan selama dari tahun 2002 sampai dengan sekarang. Selain mengajar, juga aktif menjadi konselor utamanya pada ibu hamil dan mengedukasi masyarakat terkait Kesehatan. Bidan yang juga praktisi hypnotherapy memiliki ketertarikan dalam pengembangan sumber daya manusia. Oleh karenanya selain aktif mengajar sebagai dosen, beliau juga sering kali diundang sebagai pembicara atau motivator di kelas belajar baik untuk SDM, pendidikan dan kesehatan.



Wiqodatul Ummah, S.Tr.Keb., M.Kes., menyelesaikan Pendidikan Dasar hingga Sekolah Menengah Pertama di tempat kelahirannya, Situbondo Jawa Timur. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas di SMA Nurul Jadid Paiton Probolinggo. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan D3 Kebidanan di Politeknik Kesehatan Wira Husada Nusantara Malang, kemudian melanjutkan Pendidikan D4 Bidan Pendidik di Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang. Penulis mendapatkan gelar Magister Kesehatan (M.Kes) setelah menempuh S2 Kesehatan Masyarakat di Universitas Negeri Jember. Selama menjadi pembaca hingga saat ini, Penulis aktif di organisasi profesi Ikatan Bidan Indonesia Cabang Kota Malang. Selain aktif menulis buku, beliau juga aktif menjadi editor dan reviewer jurnal. Saat ini penulis dipercaya sebagai Dosen pada Program Studi Kebidanan di Politeknik Kesehatan Wira Husada Nusantara Malang.

TEKNOLOGI PENGOLAHAN PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS KELOR DAN BELUT

**Formulasi, Keamanan, dan Efektivitas
untuk Pencegahan Stunting**

Stunting merupakan isu strategis nasional yang merefleksikan permasalahan gizi kronis dengan implikasi multidimensional, mencakup terhambatnya pertumbuhan fisik, perkembangan kognitif, dan penurunan produktivitas sumber daya manusia di masa depan. Penanganannya menuntut pendekatan yang komprehensif, berbasis bukti ilmiah (*evidence-based*), dan berkelanjutan dengan mengoptimalkan potensi sumber daya lokal.

Buku ini hadir sebagai respons intelektual terhadap tantangan tersebut. Fokus utama buku ini terletak pada analisis sinergis antara dua komoditas pangan lokal yang memiliki profil nutrisi superior namun belum dimanfaatkan secara optimal: daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai sumber mikronutrien esensial (vitamin dan mineral) dan belut (*Monopterus albus*) sebagai sumber protein hewani berkualitas tinggi serta zat besi heme yang mudah diserap tubuh. Konsep sinergi ini didasarkan pada prinsip komplementaritas gizi, di mana kombinasi keduanya mampu menyediakan spektrum nutrisi yang lebih lengkap untuk mendukung pertumbuhan linier anak.



Penerbit Forind

Jl. Raya Tlogomas V No. 24 Malang 65141

Telp. 081233992973

Email : forind_publishing@yahoo.com

