



BAB 3

Gizi Berkualitas dari Aneka Pangan Fungsional untuk Kesehatan

Sri Supadmi, Titik Kuntari

A. Kerawanan Pangan sebagai Ancaman Kekurangan Gizi

Produksi pangan secara global mengalami stabilitas pada tahun 2019, tetapi organisasi pangan dan pertanian dunia (Food and Agriculture Organization, FAO) mengestimasi terdapat 687,8 juta orang (8,9%) atau 1 dari setiap 10 orang di dunia kekurangan gizi dan 750 juta orang (9,7%) di seluruh dunia mengalami kerawanan pangan yang fatal (Sulaiman et al., 2021). FAO memperkirakan terjadi peningkatan permintaan pemenuhan makanan yang cukup dari populasi yang menjadi 10 miliar pada tahun 2050 (Abelti et al., 2023). Prevalensi kerawanan pangan rumah tangga di Malaysia tergolong tinggi akibat dampak rendahnya penghasilan rumah tangga, risiko demografi, karakteristik sosial ekonomi, kemiskinan, dan rendahnya pendidikan

S. Supadmi* & T. Kuntari

*Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), e-mail: sris018@brin.go.id

© 2024 Editor & Penulis

Supadmi, S., & Kuntari, T. (2024). Gizi berkualitas dari aneka pangan fungsional untuk kesehatan. Dalam S. Widowati, & R. A. Nurfitriani (Ed.), *Diversifikasi Pangan Lokal untuk Ketahanan Pangan: Perspektif Teknologi dan Peningkatan Nilai Tambah* (43–72). Penerbit BRIN. DOI:

10.55981/brin.1587.c1215 E-ISBN: 978-602-6303-39-4

sehingga dibutuhkan strategi coping untuk meningkatkan aksesibilitas pangan di tingkat rumah tangga. Kerawanan pangan di tingkat rumah tangga menimbulkan kerugian psikologis, asupan gizi makro dan mikro, status gizi, dan efek terhadap kesehatan (Sulaiman et al., 2021).

FAO telah memberikan peringatan terkait ancaman krisis pangan pada tahun-tahun mendatang untuk negara-negara di dunia, termasuk Indonesia. Pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi di Indonesia kemungkinan tidak terlepas dari ancaman krisis pangan global, yang dapat menyebabkan kelaparan dan masalah gizi, seperti *stunting* dan kekurangan gizi (Wijaya et al., 2022). Kekurangan energi dan protein (KEP) merupakan masalah serius yang sedang dihadapi di negara miskin serta berkembang dan terus meningkat. Prevalensi tertinggi terjadi di wilayah Afrika (Ijabadeniyi et al., 2023).

Pada usia senja, ancaman krisis pangan menjadi lebih buruk. Pangan yang baik penting untuk mengatasi penyakit yang muncul akibat penambahan usia bagi lansia, dalam upaya mencapai derajat kesehatan dan kualitas hidup yang lebih baik serta penekanan biaya perawatan medis. Menurut World Health Organization (WHO), orang lanjut usia (lansia) dikategorikan menjadi lansia dini, yakni pada usia 60–74 tahun; lansia, yakni pada usia 75–89 tahun; dan lansia sangat tua, yakni di atas dan sama dengan 90 tahun (Grochowicz et al., 2021). Di beberapa negara, khususnya yang berpenghasilan tinggi, kerawanan pangan dipantau secara teratur dengan mengikuti survei ke dalam sistem pengawasan gizi nasional (Sulaiman et al., 2021).

B. Ketahanan Pangan Melalui Pangan Fungsional

Dampak globalisasi pertanian dan industrialisasi masih dirasakan dengan konsekuensi negatif berupa hilangnya keanekaragaman hayati karena manusia hanya menggunakan sedikit jenis tumbuhan dan pengembangan teknologi, yang berimbang memberikan efek pada risiko kesehatan (Jan et al., 2023). Kerawanan pangan dan gizi masih menjadi masalah serius di negara berkembang. Saat ini, banyak orang yang menderita kelaparan dan kekurangan gizi meskipun alam

sebenarnya kaya dengan tanaman yang tumbuh di permukaan air yang berpotensi dapat dikonsumsi sebagai makanan untuk penguan ketahanan pangan (Abelti et al., 2023; Abioye et al., 2022).

Ketahanan pangan sesuai dengan Deklarasi Roma dan rencana aksi pangan dunia (1996) dianggap sebagai ketahanan pangan pada tingkat individu, rumah tangga, nasional, regional, dan global (Dutta & Saikia, 2018). Pengertian lainnya ialah bahwa ketahanan pangan ditandai dengan apabila asupan pangan yang dikonsumsi telah mencukupi untuk individu (Wijaya et al., 2022). Upaya ketahanan pangan tertuang dalam amanat Undang-Undang (UU) Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan untuk mencapai ketahanan pangan dan gizi secara berkelanjutan dengan prinsip kemandirian pangan dan kedaulatan pangan. Selain itu, upaya ketahanan pangan juga tertuang dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 17 Tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024. Dalam hal ketahanan pangan secara global, ranking Indonesia berada pada urutan ke-69 dari jumlah 113 negara, sedangkan di Asia Tenggara, Indonesia masuk ranking ke-6.

Menurut Economist Intelligence Units (EIU) tahun 2021, indeks ketahanan pangan global (Global Food Security Index, GFSI) untuk Indonesia memiliki skor total 59,2. Sementara itu, nilai skor ketersediaan pangan 63,7; keterjangkauan pangan 74,9; serta kualitas dan keamanan pangan 48,5 (Tono et al., 2023). Berdasarkan Food Security Vulnerability Atlas (FSVA) 2021, pada tingkatan nasional, ketahanan pangan Indonesia dinilai cukup baik, tetapi masih terdapat 74 dari 514 kabupaten/kota termasuk wilayah rentan rawan pangan (Tono et al., 2023). Kabupaten/kota yang termasuk rentan pangan berada di, terutama, Provinsi Papua serta Papua Barat dan daerah kepulauan, seperti Maluku, Maluku Utara, dan Riau, yang utamanya disebabkan oleh kemiskinan dan *stunting* yang masih tinggi. Jumlah kabupaten/kota yang masuk prioritas 1–3 atau wilayah rentan rawan pangan sebesar 14%. Badan Pangan Nasional menargetkan pada tahun

2024, kabupaten/kota yang masuk prioritas 1–3 sebesar 12% atau maksimum 62 kabupaten/kota (Tono et al., 2023).

Ketahanan pangan mencakup akses keterjangkauan, ketersediaan pangan, akses ekonomi, terhadap pangan, pemanfaatan pangan, dan stabilitas sepanjang waktu. Perhatian ketahanan pangan dimulai di tingkat global, nasional, komunitas, rumah tangga, dan individu (Sulaiman et al., 2021; Wijaya et al., 2022). Ketahanan pangan keluarga dapat meningkatkan ketersediaan pangan melalui sistem *urban farming* yang mampu memberikan kekuatan pada rumah tangga untuk secara mandiri memenuhi kebutuhan pangannya (kemandirian pangan), yaitu dengan menanam sayur-sayuran dan buah-buahan. Keuntungan lainnya adalah bahwa cara ini dapat mendukung pendapatan ekonomi dan lingkungan yang hijau. Khusus di area perkotaan, warga bisa menggunakan metode hidroponik untuk menanam selada dan sayuran lainnya (Wijaya et al., 2022).

Ketahanan pangan memiliki komponen utama, yaitu mencapai ketersediaan pangan yang bergizi dan mencukupi. Oleh karena itu, usaha tersebut harus dibarengi dengan meningkatkan akses untuk mendapatkan makanan berkualitas tinggi. Hal ini bisa dilakukan melalui biofortifikasi, suplemen gizi, dan pengayaan. Pemilihan diet makanan melibatkan interaksi komprehensif, seperti dalam aspek perilaku sesuai sosial budaya setempat yang tidak bisa mengabaikan sosiokultural sebagai jaminan kecerdasan gizi yang memberikan keuntungan bagi kesehatan (Brunstrom et al., 2023).

Diversifikasi pangan menjadi pokok yang dibutuhkan untuk memenuhi *intake* gizi manusia, seperti dengan budi daya jenis umbi-umbian, rimpang, dan bunga (Abelti et al., 2023). Diversifikasi pangan lokal mengarahkan komunitas untuk mengatur pola makan sehingga tidak bergantung pada jenis makanan tertentu. Diversifikasi pangan lokal sebaiknya dapat menyediakan pangan yang merupakan makanan pengganti menjadi menu utama yang dapat meningkatkan ketahanan pangan di tingkat rumah tangga menuju pada peningkatan ketahanan pangan nasional. Diversifikasi pangan juga memberikan keuntungan di kalangan petani untuk membuka lahan dengan tanaman pangan

dan umbi-umbian dalam mengantisipasi terjadinya gagal panen dan permasalahan distribusi pangan (Imelda et al., 2017).

Makanan fungsional berasal dari bahan makanan atau suplemen yang mempunyai kandungan gizi bioaktif yang mampu meningkatkan status kesehatan. Dalam prosesnya, pangan fungsional telah menghilangkan bahan yang tidak diinginkan atau dianggap berbahaya, seperti kandungan gula dalam jumlah yang berlebihan, garam, dan lemak. Sementara itu, makanan kesehatan diartikan sebagai makanan yang dapat dipercaya oleh konsumen karena tidak mengandung bahan kimia buatan, gula, dan lemak yang tinggi (Grochowicz et al., 2021).

Menurut United Nations, pada tahun 2022, konsumsi alternatif protein yang cukup dan zat gizi lainnya perlu diterapkan secara berkelanjutan, apalagi saat ini sedang terjadi peningkatan pertumbuhan populasi manusia yang diperkirakan akan mencapai 10 miliar pada tahun 2050 (United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2022). Sifat gizi dari makanan alternatif sebaiknya mirip atau lebih unggul dari produk hewani yang digantikan sehingga memberikan potensi yang lebih baik untuk kesehatan individu maupun komunitas luas (Lappi et al., 2022). Tanaman jenis biji-bijian mengandung zat gizi penting dalam mengatasi kekurangan gizi mikro dan penyakit kekurangan gizi, yang bisa dieksplor secara efektif untuk komersial di berbagai industri farmasi dan makanan kemasan (Jan et al., 2023). Salah satunya ialah tanaman teratai yang dibudidayakan di Benua Asia, terutama di Tiongkok. Tanaman ini merupakan tanaman yang secara aspek ekonomi menjadi penting, terutama pada bagian biji dan rimpangnya (Bangar et al., 2022).

Saat ini, banyak orang-orang di dunia lebih cenderung memilih makanan yang sehat dan bergizi dari berbagai tanaman alami sebagai obat-obatan herbal guna meningkatkan fisiologis kesehatan serta pencegahan penyakit (Do et al., 2023). Selain itu, *nutraceutical* juga sebagai makanan atau bagian makanan yang bisa dalam bentuk ramuan atau suplemen yang dibutuhkan untuk keperluan medis maupun kesehatan dalam mencegah dan pengobatan penyakit (Grochowicz et al., 2021). Namun, sifat *nutraceutical* dari jawawut yang kaya gizi

saat ini belum mendapatkan perhatian untuk eksplorasi (Abioye et al., 2022). Prospek lainnya adalah probiotik yang merupakan produk makanan yang mengandung bakteri atau ragi yang hidup, yang dibutuhkan dalam jumlah yang cukup sehingga bisa menguntungkan fungsi tubuh dan kesehatan (Grochowicz et al., 2021).

C. Gizi Bioaktif untuk Meningkatkan Kesehatan

Beberapa sumber pangan beserta komponen bioaktif yang berfungsi untuk kesehatan, antara lain, teratai, jagung, pengecamahan kedelai, wortel, beras merah, sorgum, wijen, mikroalga, labu, dan *bee pollen*.

1. Teratai (*Nelumbonaceae*) sebagai Suplementasi Kekurangan Gizi Mikro Balita

Sumber makanan dari bunga teratai (*Nelumbonaceae*) diungkapkan mengandung zat gizi yang baik untuk pengobatan tradisional, biaya yang murah, dan ramah lingkungan (Gambar 3.1). Komposisi teratai mayoritas 50% merupakan pati yang berkontribusi sebagai pangan. Semua bagian tanaman teratai sangat baik untuk kesehatan karena mengandung sumber protein, serat makanan, karbohidrat, asam amino, asam lemak, vitamin, mineral, dan lebih dari 150 senyawa yang terkandung dari bagian rimpang, biji, daun, batang, dan bunga teratai (Abelti et al., 2023).

Kandungan gizi (%) dalam bahan kering) dari bagian rimpang, biji, dan batang dari jenis yang berbeda mengandung karbohidrat sekitar 41,92–77,6; protein sekitar 7,9–21,66; dan lemak sekitar 1,05–8,08 (Abelti et al., 2023). Kandungan vitamin di bagian rimpang (mg/100 g) adalah karotenoid (vitamin A) sebanyak 51,3 dan asam askorbat (vitamin C) sebanyak 24,65. Sementara itu, olahan dengan perebusan memiliki kandungan vitamin C sebanyak 3,12; riboflavin (B2) 1,11; tiamin (B1) 0,05; dan niasin (B3) 1,45. Pada biji hijau dan merah, terdapat kandungan vitamin B2 dan B1 yang lebih tinggi daripada jagung dan gandum (Abelti et al., 2023). Nilai kandungan vitamin B6 sebesar 3,03 mg/kg dan vitamin E sebesar 4,6 mg/kg (Bangar et al., 2022).

Kandungan mineral (mg/100 g) dari beberapa macam spesies meliputi kalsium (Ca) sebanyak 3–366; kalium (K) sebanyak 215–968; fosfor (P) sebanyak 0,15–98; natrium (Na) sebanyak 10,2–441; seng (Zn) sebanyak 1,33–7,56; tembaga (Cu) sebanyak 0,42–25,3; zat besi (Fe) sebanyak 1,36–36,1; dan magnesium (Mg) sebanyak 13–317 (Abelti et al., 2023). Kandungan mangan (Mn) sebesar 57 µg/g dan aluminium (Al) sebesar 470 µg/g (Bangar et al., 2022).

Kandungan gizi bioaktif lainnya, yakni antioksidan sebanyak 36,67–28,48 µg/ml; serat pangan berkisar 4,68–8,54%; total fenolik 10,5–11,8 g/100 g; total flavonoid 1,8–2,2 g/100 g; dan alkaloid 0,86 mg/g (Tabel 3.1). Kandungan flavonoid dapat menurunkan kadar glukosa darah dan efek hipoglikemik, sedangkan kandungan alkaloid dapat meningkatkan kadar insulin pada penderita diabetes melitus (DM; Abelti et al., 2023).

Tabel 3.1 Gizi Bioaktif dari Tanaman Teratai Beberapa Spesies yang Berbeda

Pangan	Gizi Bioaktif	Model Konsumsi	Manfaat Kesehatan
Teratai (<i>Nelumbonaceae</i>)	Karbohidrat, protein, lemak, vitamin C, B2, B1, B3, B6, E, mineral Ca, K, P, Na, Zn, Cu, Fe, Mg, Mn, Al, antioksidan, serat pangan, fenolik, flavonoid, alkaloid, pangan <i>nutraceutical</i>	Stik roti, roti, kue, bisuit, <i>muffin</i> , sup, sosis, salad, mayones, ayam nuget, minuman teh, formula makanan, produk makanan inovatif	Anti inflamasi, perlindungan kardiovaskuler, hepatoprotektif, nefroprotektif, antihiperglikemik, antihiperlipidemia, antikanker, antidiare, antioksidan stres, antidiabetes melitus, antubesitas, suplemen pangan fungsional dan kesehatan, meningkatkan asupan gizi mikro pada balita, tindakan imunomodulator, potensi pembuangan radikal bebas, mengobati penyakit alzheimer, peningkatan kognitif dan neuroprotektif

Sumber: Abelti et al. (2023), Bangar et al. (2022)



(a)



(b)

Keterangan: (a) Tanaman teratai, (b) Biji teratai

Sumber: Bangar et al. (2022)

Gambar 3.1 Tanaman Teratai (*Nelumbonaceae*)

2. Modifikasi dari Jagung, Pengecambahan Kedelai, dan Wortel untuk Meningkatkan Gizi pada Anak Kurang Energi Protein (KEP)

Jagung (*Zea mays*) sebagai sumber pati yang banyak dikonsumsi dan sebagai bahan produk industri untuk pemenuhan gizi yang berkualitas perlu disuplementasi atau ditambahkan dengan sumber protein dari bahan pangan lain (Ijabadeniyi et al., 2023). Pati dikaitkan dengan kandungannya sebagai pati resisten (RS) yang merupakan produk yang memiliki rantai pendek asam lemak dalam usus besar melalui fermentasi mikroba yang mampu meningkatkan kesehatan tubuh. Pati dalam sereal memiliki kandungan pati resisten yang rendah yang disebabkan oleh terjadinya gelatinisasi selama pemrosesan. Pati resisten berasal dari jenis serat makanan yang dinilai sebagai sisa pati yang tidak dicerna oleh enzim di usus halus. Pada diet tinggi serat makanan, pati resisten dapat menurunkan respons glikemik dan meningkatkan kesehatan usus (Li et al., 2023).

Kedelai (*Glycine max*) mengandung protein yang tinggi, 33%–50%, yang berbeda menurut jenis varietas dan cara pengolahannya. Kedelai yang dimodifikasi menjadi kecambah meningkatkan fungsional nilai

kualitas gizi makanan untuk kesehatan yang mampu meningkatkan kandungan protein sehingga berpeluang sebagai strategi dalam mengatasi masalah KEP (Ijabadeniyi et al., 2023).

Wortel (*Daucus carota* L.) mengandung karotenoid, flavonoid, poliasetilen, vitamin, dan mineral yang berkontribusi meningkatkan gizi bioaktif dalam makanan berbahan dasar sereal. Kandungan karotenoid dalam wortel memberikan keuntungan pada kesehatan mata dan kandungan polifenol serta vitamin bersifat antikarsinogenik, antioksidan, antidiabetik, ant kolesterolemia, dan antihipertensi (Ijabadeniyi et al., 2023).

Ketersediaan bahan jagung, kedelai, dan wortel melimpah sepanjang tahun, harganya tidak mahal, serta bernilai komersial. Hal tersebut sangat mendukung untuk dikembangkan menjadi makanan modifikasi yang bernilai gizi tinggi. Bahan-bahan tersebut di Afrika Selatan pada umumnya diolah menjadi bubur dan berfungsi sebagai makanan pokok (Ijabadeniyi et al., 2023). Kandungan dari modifikasi bahan tepung jagung, kedelai, dan wortel dalam g/100 g, yaitu karbohidrat sebanyak 44,8–79,7; protein 6,3–38,1; dan lemak 3,5–9,9 (Tabel 3.2). Sementara itu, kandungan mineralnya dalam mg/100 g, yaitu Ca sebesar 1,00–89,50; K sebesar 37,5–814; Mg 3,5–130; Na 1,5–21; Al 0,15–0,62; Cu 0,02–0,42; Fe 2,04–3,56; Mn 0,06–1,48; P 0,00–0,03; dan Zn 0,00–1,66 (Ijabadeniyi et al., 2023).

Modifikasi bahan ini memiliki sifat sensorik penyajian yang meningkat 20%–30% dibandingkan hanya dari bahan tepung jagung saja. Secara berturut-turut, sifat sensorik tersebut terlihat dari atribut warna, yakni 5,94–6,34 (modifikasi) dibanding 5,70 (jagung); aroma 4,72–4,96 dibanding 4,92; rasa di mulut 4,34–5,16 dibanding 4,10; dan penerimaan keseluruhan 4,38–5,28 dibanding 4,62 (Ijabadeniyi et al., 2023).

Bahan pangan lokal lainnya yang sejenis berasal dari jagung, kedelai, dan garut yang dimodifikasi menjadi beras analog. Bahan tersebut dibuat menyerupai dan mirip dengan butiran beras dan mengandung gizi yang kaya akan sumber energi, protein, vitamin,

mineral, dan antioksidan yang berpotensi memenuhi kebutuhan gizi dan untuk kesehatan. Bahan baku jagung lebih tinggi kandungan sumber energi, lemak, total fenol, dan antioksidan dibanding dengan beras giling. Bahan kedelai lebih tinggi kandungan energi, protein, total fenol, antioksidan, dan serat makanan dibanding dengan beras giling. Bahan garut lebih unggul kandungan karbohidrat dan amilosa dibandingkan beras giling (Supadmi et al., 2023). Kandungan gizi dari modifikasi jagung, kedelai, dan garut, yaitu energi 432,8 Kal; lemak 3,19 g; protein 9,54 g; karbohidrat 76,54 g; total gula 61,17 g; amilosa 20,54 g; serat pangan 5,53 g; Na 27,52 mg; total fenol 27,29 mgGAE; antioksidan 16,07%; P 225,34 mg; Ca 851,57 ppm; K 2068,48 ppm; Zn 3,89 ppm; Fe 3,71 ppm; B1 13,5 ppm; B2 0,01 ppm; B6 2,49 ppm; B9 55,7 ppm; dan E 0,04 ppm (Supadmi et al., 2023).

Tabel 3.2 Gizi Bioaktif Modifikasi Jagung, Pengecamahan Kedelai, dan Wortel

Pangan	Gizi Bioaktif	Manfaat Kesehatan
Modifikasi dari jagung (<i>Zea mays</i>), pengecamahan kedelai (<i>Glycine max</i>), dan wortel (<i>Daucus carota L.</i>)	Karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral Ca, K, Mg, Na, Al, Cu, Fe, Mn, P, Zn, karotenoid, flavonoid, poliasetilen, polifenol, antioksidan	Suplai gizi untuk kasus kelaparan dan asupan zat gizi untuk anak kurang energi protein (KEP) serta meningkatkan kesehatan jantung

Sumber: Ijabadeniyi et al. (2023)

3. Biofortifikasi Beras untuk Mencukupi Defisiensi Gizi Mikro pada Stunting

Peningkatan populasi di negara berkembang, termasuk Indonesia, menyebabkan tuntutan ketersediaan pangan yang juga meningkat. Kondisi ini menyebabkan munculnya permasalahan yang harus dihadapi, seperti masalah gizi buruk, karena adanya ketergantungan pada satu jenis sumber utama makanan pokok, yaitu beras. Strategi penting perlu dilakukan, yakni biofortifikasi dengan meningkatkan

kualitas gizi melalui perbaikan tanaman, fortifikasi, dan diversifikasi pangan dalam mengatasi kelaparan (Sitaresmi et al., 2023).

Padi pada umumnya dikonsumsi sebagai makanan pokok sumber energi di negara Asia Tenggara. Pengembangan varietas beras yang lebih bergizi diperlukan untuk meningkatkan gizi mikro, seperti Zn dan Fe, sebagai dampak penurunan kualitas gizi dari butir beras akibat perubahan iklim. Pengembangan varietas padi kaya Zn juga telah dilakukan di negara berkembang lainnya untuk mengatasi masalah defisiensi gizi mikro. Biofortifikasi Zn di India dilakukan dengan menambahkan mineral Zn sebesar 24 ppm, di Bangladesh dengan Zn sebesar 19 ppm dan 25 ppm, dan di Filipina dengan Zn sebesar 18,3 ppm (Sitaresmi et al., 2023).

Di Indonesia, beras yang dipakai untuk biofortifikasi, antara lain, ialah beras merah (*Oryza sativa* L.) dari beberapa varietas dengan menambahkan Zn yang berbeda sebagai biofortifikasi yang kaya gizi mikro. Pada varietas Inpari IR Nutrizinc dengan Zn sebesar 34,51 ppm; In pago 13 Fortiz dengan Zn 34,00 ppm; Inpara 11 Siam Hizine dengan Zn 33,90 ppm; Inpara 12 Mayas dengan Zn 29,80 ppm. (Sitaresmi et al., 2023).

Selain beras, fortifikasi gizi mikro bisa dilakukan pada bahan lainnya, seperti fortifikasi pada *modified cassava flour* (mocaf), yaitu tepung dari ubi kayu yang diproses fermentasi dengan memakai fortifikator iodium. Kandungan gizi fortifikasi iodium pada mocaf adalah lemak (%db) sekitar 0,35; protein 1,13–1,16; pati 88,6–91,50; amilosa 31,91–33,76; dan iodium 8,90–33,67. Kandungan asam sianida (HCN) sangat rendah dan aman untuk dikonsumsi, yaitu sebesar 3,89 ppm. Konsumsi mocaf terfortifikasi ini kaya gizi mikro iodium untuk kesehatan (Supadmi et al., 2017).

Nasi dari beras mempunyai indeks glikemik bersifat rendah dan pada umumnya memiliki kadar amilosa yang tinggi, yakni berkisar 25,04%–28,62%. Indeks glikemik bersifat rendah terdapat dalam nasi dari beras IR36, Logawa, Batang, Rembang, dan Cisokan yang

tumbuh dari dataran rendah. Sementara itu, Masgasari, Martapura, Air Tenggulang, dan Inpara 4 adalah varietas padi yang akan dikembangkan di daerah rawa. Di Indonesia, khususnya di daerah dataran tinggi dan rawa, perlu ketersediaan beras yang mengandung tinggi Zn, seperti di Kalimantan, Sumatra, Sulawesi, Papua, dan Nusa Tenggara yang identik dengan prevalensi *stunting* yang masih tinggi (Sitaresmi et al., 2023).

Beras mengandung pati 80%, protein dan lemak dalam proporsi kecil (sekitar 7%–8% protein), dan kurang dari 1% lemak. Kandungan gizi dalam % bahan kering pada beras merah, yakni protein sebesar 6,5–10; lemak 1,9–3,9; karbohidrat 85,2–88,9; pati 77,2; dan serat pangan 3,9. Kandungan gizi mikro dalam µg/g bahan kering, yaitu Cu sebesar 1–7; Fe 2–60; Mn 2,0–42,24; Na 20–395; dan Zn 7–33. Kandungan vitamin dalam µg/g bahan kering, yaitu vitamin A sebanyak 0–0,13; vitamin B1 3,4–8,1; vitamin B2 0,20–1,6; vitamin B3 41–134,7; vitamin B5 11–17; dan vitamin B6 1,8–11 (Sitaresmi et al., 2023).

Kandungan gizi dalam % bahan kering pada beras giling adalah protein sebesar 7,3–8,3; lemak 0,3–0,65; karbohidrat 91,07; pati 90,2; dan serat pangan 0,5–2,8 (Tabel 3.3). Kandungan gizi mikro dalam µg/g bahan kering adalah Cu sebanyak 2–3, Fe 2–33, Mn 7–20, Na 6–100, dan Zn 7–27. Kandungan vitamin dalam µg/g bahan kering, yaitu vitamin B1 0,2–1,3; vitamin B2 0,2–0,7; vitamin B3 15–28; vitamin B5 sebesar 4,8; serta vitamin B6 0,5–1,4 (Sitaresmi et al., 2023).

Tabel 3.3 Gizi Bioaktif dari Biofortifikasi Zn pada Beras Merah untuk *Stunting*

Pangan	Gizi Bioaktif	Manfaat Kesehatan
Biofortifikasi beras merah (<i>Oryza sativa L.</i>)	Karbohidrat, protein, lemak, pati, serat pangan, vitamin A, B1, B2, B3, B5, B6, mineral Cu, Fe, Mn, Na, Zn	Mampu mencukupi gizi mikro untuk kasus <i>stunting</i>

Sumber: Sitaresmi et al. (2023)

4. Kombinasi Jagung, Sorgum, dan Wijen untuk Makanan Pendamping Air Susu Ibu (MPASI)

Kombinasi sereal dari jagung (*Zea mays*), sorgum (*Sorghum bicolor*), dan wijen (*Sesamum indicum*) yang difermentasi merupakan bahan dasar yang banyak dikonsumsi sebagai makanan sarapan orang dewasa maupun makanan pendamping ASI untuk bayi di Nigeria dan Afrika sub-Sahara. Kombinasi dari makanan ini merupakan makanan tradisional yang memiliki kandungan gizi yang unik, terjangkau, dan mampu memenuhi kebutuhan gizi dasar di kalangan masyarakat seluruh dunia (Banwo et al., 2022).

Pengolahan kombinasi dari biji-bijian telah populer dikonsumsi menjadi bubur, tetapi berisiko kehilangan kualitas gizi sehingga diperlukan adanya sinergi makanan dengan sumber nabati lokal yang kaya kandungan gizi bioaktif untuk meningkatkan kesehatan. Bahan pangan jagung dan sorgum yang dikombinasikan dengan biji wijen yang difermentasi berpotensi meningkatkan kandungan protein, lemak, vitamin C, aktivitas antioksidan, dan kandungan fenolik larut yang lebih tinggi (Banwo et al., 2022).

Kandungan gizi dari bahan dasar jagung dan wijen (80:20) dalam g/100 g, antara lain, kandungan karbohidrat 82,12; serat kasar 0,82; protein 6,01; dan lemak 0,95; sedangkan dari bahan sorgum dan wijen (80:20) adalah karbohidrat 81; serat kasar 0,91; protein 6,00; dan lemak 1,96 (Tabel 3.4). Kandungan vitamin dan mineral dari bahan jagung dan wijen (80:20) dalam mg/g, yaitu vitamin C sebesar 10,8; vitamin B3 sebesar 4,2; P sebesar 12,4; K sebesar 5,0; dan Fe sebesar 6,3. Bahan dasar sorgum dan wijen (80:20) meliputi vitamin C sebanyak 88 mg/g; vitamin B3 sebanyak 2,3 mg/g; P sebanyak 6,0 mg/g; K sebanyak 4,5 mg/g; dan Fe sebanyak 4,8 mg/g (Banwo et al., 2022). Kombinasi bahan dasar jagung, sorgum, dan wijen terlihat memiliki kandungan antioksidan dan fenolik yang tinggi. Sifat antihiperglikemik ini terkait dengan adanya relevansi dari α glucosidase (Banwo et al., 2022).

Tabel 3.4 Gizi Bioaktif (Kombinasi dari Jagung, Sorgum, dan Wijen)

Pangan	Gizi Bioaktif	Model Konsumsi	Manfaat Kesehatan
Kombinasi: jagung (<i>Zea mays</i>), sorgum (<i>Sorghum bicolor</i>), wijen (<i>Sesamum indicum</i>)	Karbohidrat, α glucosidase, protein, lemak, vitamin C, B3, mineral P, K, Fe, antioksidan, indeks glikemik rendah	Bubur, makanan sarapan orang dewasa, makanan pendamping ASI, cereal makanan	Antihiperglikemik, menangkal stres oksidatif, mencegah DM tipe 2, pemenuhan kebutuhan gizi pada anak dan dewasa, pemenuhan gizi untuk penderita penyakit tidak menular, mendukung kebutuhan dasar gizi bioaktif

Sumber: Banwo et al. (2022)

5. **Finger Millet (Jawawut, *Eleusine coracana* L.) sebagai Minuman padat Gizi Mikro**

Di Indonesia, *finger millet* atau millet jari (*Eleusine coracana* L.) dikenal dengan nama jawawut. Ini merupakan biji-bijian sereal berukuran kecil yang banyak dibudidayakan di berbagai daerah di India dan Afrika dan sebagai makanan pokok yang kaya gizi dan antioksidan, yang banyak membantu untuk peningkatan kesehatan (Abioye et al., 2022). Kualitas gizi yang terkandung di dalamnya ialah protein, vitamin, mineral, serat, dan energi relatif tinggi. Sementara itu, mineral kalsium dan potassium lebih besar daripada biji-bijian yang utama, yaitu gandum dan beras. Jawawut mengandung lebih sedikit vitamin yang larut dalam air, tetapi mengandung lebih tinggi kalsium, kalium, dan magnesium. Kandungan gizi dari Jawawut adalah protein sebanyak 6,10–10,99 g; lemak 1,5 g; serat kasar 3,6 g; serat pangan 13,01%–15,4%; karbohidrat 72,6 g; dan energi 336 kkal. Kandungan mineralnya (mg/100 g), yaitu Ca 350; Fe 3,9; P 341; dan K 402–411 (Tabel 3.5). Kandungan vitaminnya (mg/100 g), yakni B1 0,42–48; B2 0,19; dan B3 1,1. Sementara itu, kandungan total polifenol adalah sebesar 3,88 g/kg dan total flavonoid 14,71 g/kg. Polifenol

merupakan senyawa antioksidan yang memiliki kontribusi dalam pencegahan penyakit dan bersama-sama dengan serat pangan dan flavonoid dalam membantu peningkatan kesehatan tubuh (Abioye et al., 2022).

Kualitas kandungan gizi bahan pangan jawawut dipengaruhi oleh faktor-faktor adanya perbedaan macam varietas dan model pengolahannya. Varietas yang paling unggul mengandung gizi bioaktif dapat digunakan sebagai makanan diet untuk pemenuhan gizi mikro. Varietas yang paling tinggi mengandung zat gizi, antara lain, varietas Ravi, KM1, Oshada, Ravana, dan HR911.

Proses pengolahan dapat menurunkan sifat antigizi yang memengaruhi penyerapan dan bioavailabilitas gizi dalam tubuh sehingga dengan pengolahan dapat mempertahankan kualitas dan bioavailabilitas gizi. Contoh pengolahan, misalnya, ialah dengan pemanggangan atau penggorengan kering yang dapat mengurangi komponen antigizi atau beracun, seperti senyawa goitrogenik, sianida,

Tabel 3.5 Gizi Bioaktif pada Jawawut Minuman Padat Gizi Mikro

Pangan	Gizi Bioaktif	Model Konsumsi	Manfaat Kesehatan
Jawawut <i>(Eleusine coracana L.)</i>	Energi, karbohidrat, protein, lemak, vitamin B1, B2, mineral Ca, Fe, P, K, antioksidan, serat pangan, polifenol, flavonoid	Minuman padat gizi mikro, sereal sarapan, roti, jajanan anak sekolah, makanan pokok, bahan makanan fungsional untuk promosi kesehatan	Mencegah kanker, mencegah kardiovaskular, menurunkan risiko DM tipe 2, pengendapan kolesterol tinggi, menurunkan tekanan darah tinggi, mencegah penurunan kesehatan, antiinflamasi, membantu penyembuhan sakit, mengurangi tumor, mencegah penyakit aterosklerosis, menurunkan masalah penyakit kronis termasuk obesitas, metabolisme energi dan jaringan tubuh

Sumber: Abioye et al. (2022)

alkaloid, dan saponin. Pemanggangan dapat memperpanjang umur simpan makanan, meningkatkan daya cerna, serta meminimalkan kehilangan zat gizi (Abioye et al., 2022).

6. Mikroalga (*Nannochloropsis ovulate*) Meningkatkan Imunitas Tubuh

Mikroalga (*Nannochloropsis ovulate*) dikenal dengan nama ganggang laut yang memiliki dinding sel yang kokoh. Mikroalga telah dipasarkan secara komersial yang berkelanjutan untuk kepentingan kandungan lemak dan protein dalam makanan manusia. Kandungan protein berkualitas tinggi untuk diet bahkan kandungan protein lebih baik dibandingkan protein konvensional meskipun lebih rendah dibandingkan protein dari telur dan kedelai (Hamzelou et al., 2023). Mikroalga mengandung gizi bioaktif potensial dari protein atau asam amino sebesar 23,6% dari berat kering dan sebanyak 41,5% dari total kandungan asam aminonya berupa asam amino esensial (EAA; Hamzelou et al., 2023).

Metionin, sebagai satu-satunya EAA, kandungannya jauh lebih tinggi dalam mikroalga (0,6 g/ 100 g bahan kering) dibandingkan dalam kedelai (0,3 g/100 g bahan kering). Kandungan mineralnya, yakni Na sebesar 1.862,70 mg/100 g dan K sebesar 798 mg/100 g (Tabel 3.6). Untuk mencapai keamanan konsumsi ganggang laut, penting untuk dipastikan nilai kandungan logam berat berada di bawah maksimum harian: tingkat paparan yang aman untuk As adalah 0,3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hari}$, Pb sebesar 0,26 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hari}$ untuk anak kecil, dan Pb 0,16 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hari}$ untuk anak yang lebih besar (Hamzelou et al., 2023).

Tabel 3.6 Gizi Bioaktif Mikroalga sebagai Imunoglobulin E (IgE)

Pangan	Gizi Bioaktif	Manfaat Kesehatan
Mikroalga (<i>Nannochloropsis ovulate</i>)	Protein (asam amino esensial, EAA), metionin, isoleusin, mineral Na, K	Berfungsi sebagai test pengikatan immunoglobulin E (IgE)

Sumber: Hamzelou et al. (2023)

7. Labu (*Cucurbitaceae*) untuk Meningkatkan Kesehatan Penderita Covid-19

Labu (*Cucurbitaceae*) berasal dari daerah tropis dan subtropis yang terkenal dengan kandungan gizinya yang sangat baik dan produsen utama di dunia, termasuk Amerika, Tiongkok, Rusia, dan India. Labu juga banyak dibudidayakan di negara Bangladesh dan di seluruh dunia (Hussain et al., 2022; Jahan et al., 2023). Labu pada umumnya dikonsumsi sebagai sayuran. Kandungan gizi di bagian daging, kulit, biji, daun, dan bunga memiliki potensi yang kuat sebagai pangan fungsional atau pengobatan herbal (Jahan et al., 2023).

Imunitas tubuh sangat penting untuk pemeliharaan dan perlindungan tubuh manusia dalam melawan mikroorganisme menular dan patogen. Saat ini populasi global sedang rentan dalam melawan mikroorganisme menular dan patogen. World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa Covid-19 merupakan epidemi di seluruh dunia pada bulan Maret 2020. Ketika *strain* virus menyerang kekebalan individu, akan menyebabkan keparahan infeksi Covid-19 terhadap penyakit menular (Pandey et al., 2023).

Daya tahan tubuh yang rendah lebih rentan berisiko terhadap virus corona baru. Daya tahan tubuh diperlukan untuk melawan mikroorganisme, baik pada orang yang sedang terinfeksi maupun tidak terinfeksi. Oleh karena itu, dibutuhkan makanan sumber nabati yang kaya akan vitamin, mineral, dan protein. Sifat fungsional dan *nutraceutical* dari labu kuning sangat baik untuk dikonsumsi selain sebagai diet harian dan juga khususnya untuk kalangan penderita Covid-19 karena adanya kandungan bioaktif vitamin C, vitamin A, vitamin E, Zn, β-karotena (Jahan et al., 2023).

Gizi makanan merupakan komponen utama dalam pertahanan sistem kekebalan tubuh yang populer, dukungan asupan gizi yang teratur, dan cukup dibutuhkan untuk pertahanan imunitas. Faktor yang berpengaruh negatif terhadap imun, antara lain, ialah adanya gaya hidup yang tidak sehat dan makanan konsumsi siap saji, pola

makan yang salah, dan gizi yang tidak berkualitas (lemak trans, gula sederhana, karbohidrat olahan, daging olahan; Pandey et al., 2023).

Beberapa kandungan vitamin dan mineral yang berkontribusi pada imunitas dan untuk mengurangi infeksi adalah vitamin B6, B12, C, dan E, serta mineral Zn, Cu, Mg, Se, dan Fe. Selain itu, juga kandungan antioksidan, *quercetin*, dan β glukan. Sementara itu, pemenuhan asupan dari kalori dan mineral mengalami kesulitan (Pandey et al., 2023). Kandungan gizi lainnya, meliputi karbohidrat (polisakarida, pektin, serat pangan), protein (peptida, asam amino, enzim), dan lipid (lemak, minyak, asam lemak, sterol; Tabel 3.7). Kandungan vitamin meliputi vitamin C, E, D dan karotenoid (β -karotena, lutein, likopen). Kandungan minyak berupa asam lemak, sterol, dan tokoferol. Kandungan mineral, yaitu Zn, Fe, Se (Hussain et al., 2022).

Kandungan gizi dalam g/100 g bahan labu varietas *Cucurbita maxina* adalah karbohidrat sekitar 2,36–6,42, yang lebih tinggi di bagian daging buah; protein sekitar 0,50–4,57, yang lebih tinggi di bagian biji; lemak sekitar 0,41–6,51, yang paling tinggi di bagian biji; dan serat sekitar 0,38–2,20, yang lebih tinggi di bagian biji. Kandungan mineral dalam mg/100 g bahan adalah Na sekitar 3,71–34,01, paling tinggi terdapat dalam bagian daun; K sekitar 138,36–1108, paling tinggi di bagian bunga; Ca sekitar 7,09–19,42, paling tinggi di bagian daun; dan Fe sekitar 0,14–0,64, paling tinggi di bagian bunga. Kandungan asam amino dalam mg/g bahan adalah asam aspartik sekitar 4,79–21,81; treonin 1,86–7,11; serina 2,58–11,69; glutamat 8,54–44,79; glisina 2,70–19,64; alanina 4,74–14,49; sistina 1,16–1,77; valina 5,44–11,71; metionina 0,55–4,52; isoleusina 1,81–7,66; leusina 3,66–15,26; tirosin 1,87–16,5; fenilalanina 2,32–12,04; histidina 2,53–7,93; lisina 3,77–15,74; arginina 2,94–30,87; dan prolina 2,29–8,80. Kandungan asam amino yang paling rendah berada di bagian daging buah dan yang paling tinggi di bagian biji dan daun (Jahan et al., 2023).

Kandungan gizi dalam jumlah besar yang lainnya adalah total fenolik, dengan yang paling tinggi berada di bagian bunga sekitar 46,81 mg GAE/g; yang paling rendah di bagian biji sekitar 8,27 mg GAE/g; sedangkan di bagian daun mengandung 26,31 mg GAE/g; di bagian daging buah 18,83 mg GAE/g; dan kulit 9,13 mg GAE/g. Kandungan gizi total flavonoid yang tertinggi terletak di bagian bunga, yakni 20,91 mg QE/g; kandungan terendah terdapat dalam biji, yakni 6,14 mg QE/g; sedangkan bagian kulit mengandung 6,25 mg QE/g; di bagian daun sekitar 9,47 mg QE/g; dan bagian daging buah sekitar 8,98 mg QE/g. Total aktivitas antioksidan lebih tinggi di bagian daun, yaitu sekitar 121,69 mg AAE/g; yang terendah di bagian biji 50,19 mg AAE/g; sedangkan di bagian bunga sekitar 98,08 mg AAE/g; pada daging buah 67,17 mg AAE/g; dan di bagian kulit 64,72 mg AAE/g. Kandungan total karotena dalam mg/100 g bahan, kandungan tertinggi pada bagian bunga 39,95 mg/100 g) dan terendah pada bagian daging 3,02 mg/100 g, sedangkan pada bagian daun sekitar 32,33 mg/100 g, bagian biji 5,82 mg/100 g, dan bagian kulit 4,54 mg/100 g (Jahan et al., 2023).

Untuk mencegah penurunan kekebalan dapat dilakukan dengan mengonsumsi buah secara teratur, seperti pepaya, anggur, nanas, jambu biji, apel, pisang, melon, dan jeruk. Diet untuk mencegah penurunan kekebalan dapat memanfaatkan bahan pangan, seperti, ketumbar, brokoli, paprika hijau, bawang putih, jahe, limau hijau, jawawut, beras merah, dan biji-bijian. Pilihlah makanan yang mengandung lemak tak jenuh, seperti minyak jagung, alpukat, ikan, kacang-kacangan, minyak zaitun, serta minyak bunga matahari (Pandey et al., 2023).

Pemrosesan dengan teknologi inovatif memberikan kontribusi yang dapat meningkatkan umur simpan maupun bioaksesibilitas gizi. Produk makanan dari labu kuning bisa dinikmati dan dikembangkan dengan berupa jus, sup, bubur, keripik, biskuit, roti, kue, yogurt, bubur, dan mie (Hussain et al., 2022).

Tabel 3.7 Gizi Bioaktif Labu untuk Imunitas Covid-19

Pangan	Gizi Bioaktif	Manfaat Kesehatan
Labu (<i>Cucurbitaceae</i>)	Polisakarida, pektin, serat pangan, peptida, asam amino, enzim, minyak, asam lemak, sterol, tokoperol, vitamin C, E, D, B6, B12, mineral Zn, Fe, Se, Mg, total fenolik, total flavonoid, karotenoid (β karotena, lutein, likopen), antioksidan, quercetin, β glukan, probiotik	Penanganan imunitas Covid-19, antihiperlipid, antivirus, antiinflamasi, antihiperglikemik, imunomodulator, antihipertensi, antimikroba, mencegah oksidasi stres

Sumber: Hussain et al. (2022), Jahan et al. (2023), Pandey et al. (2023).

8. Pangan Bioaktif untuk Kesehatan Lanjut Usia (Lansia)

Pengembangan pangan fungsional perlu ditingkatkan supaya menarik dan diminati oleh orang tua atau lanjut usia (lansia) dengan memperkaya gizi bioaktif untuk mencegah penyakit penyerta. Diet makanan untuk orang tua sebenarnya sama dengan orang sehat, tetapi orang tua atau lansia membutuhkan perawatan kesehatan dan gizi yang berbeda karena adanya banyak penyakit (Grochowicz et al., 2021). Pada lansia, jumlah dan frekuensi asupan makanan sebaiknya berupa margarin yang difortifikasi (1,3 g/hari untuk sterol dan 1,7 g/hari untuk stanols), produk gandum (3 g/hari), kedelai (25 g/hari), jus cranberry (300 ml/hari), asam lemak ikan (2 kali/minggu), bawang putih (600–900 mg/hari), bayam/kangkung/sawi hijau (6 mg/hari), tomat dan produk olahan (setiap hari), sayuran (3 kali atau lebih/minggu), dan susu (setiap hari; Grochowicz et al., 2021).

Diet Mediteranea sesuai untuk makanan orang tua yang menua usianya atau lanjut usia (lansia). Diet Mediteranea mengandung antioksidan, polipenol, vitamin β karotena, vitamin C, vitamin E, Se, dan Mg (Tabel 3.8). Makanan yang mengandung antioksidan, vitamin, dan mineral: polipenol, β karoten, vitamin C, serta E, dan Se dapat memberikan perlindungan dari efek buruk stres oksidatif, menurunkan hambatan pada sel osteoblastik, meningkatkan

perlindungan pada *miocytes* dari *reactive oxygen species*, menurunkan TNF α , IL-6, dan IL-1 β dalam jaringan adipose. Kandungan β -karotena untuk meningkatkan formasi tulang, meningkatkan sintesis osteocalcin, meningkatkan mineral osteoblas, menurunkan penekanan formasi osteoblas. Sementara itu, Mg bermanfaat untuk meningkatkan metabolisme energi, transportasi trans membran, dan fungsi otot rangka (Silva et al., 2021).

Pada diet Mediteranea, makanan dikategorikan menjadi makanan konsumsi yang harus ditingkatkan, makanan dikonsumsi dalam jumlah sedang, dan makanan yang dikonsumsi dalam jumlah rendah. Makanan yang harus ditingkatkan, ialah sereal gandum, kacang-kacangan, buah, dan minyak zaitun. Makanan yang dikonsumsi dalam jumlah sedang, yaitu ikan. Makanan yang dikonsumsi dalam jumlah rendah, ialah minuman manis dan daging merah (Silva et al., 2021). Diet Mediterania mampu menurunkan tekanan darah, mengurangi risiko *cardiovascular disease* (CVD), mengurangi kehilangan kepadatan mineral tulang pada penderita osteoporosis, dan—karena konsumsi rendah energi—dapat mencegah gangguan metabolisme (Silva et al., 2021).

Tabel 3.8 Gizi Bioaktif Pangan untuk Kesehatan Lansia

Pangan	Gizi Bioaktif	Manfaat Kesehatan
Margarine yang difortifikasi	Tanaman: Sterol dan stanol ester	Menurunkan kolesterol total dan LDL
Produk sorgum	β -glukan	Menurunkan kolesterol total dan LDL
Kedelai	Protein	Menurunkan kolesterol total dan LDL
Jus cranberry	Proanthocyanidin	Mengurangi infeksi saluran kemih
Asam lemak ikan	Asam lemak (omega-3)	Mengurangi trigliserida, penyakit jantung, <i>infark miokard</i> parah dan nonparah
Bawang putih	Organosulfur	Menurunkan kolesterol total dan LDL
Teh hijau	Katekin	Mengurangi risiko kanker

Pangan	Gizi Bioaktif	Manfaat Kesehatan
Bayam, kangkung, sawi hijau	Lutein/zeaxantin	Mengurangi risiko terkait usia degenerasi
Tomat dan produk olahan tomat	Likopen	Menurunkan risiko kanker prostat
Daging sapi, produk susu	<i>Conjugated linoleic acid (CLA)</i>	Mengurangi kanker payudara
Sayuran	Glukosinolat, indoles	Mengurangi risiko kanker
Produk susu fermentasi	Probiotik	Mendukung indeks glikemik kesehatan, meningkatkan kekebalan tubuh

Sumber: Grochowicz et al. (2021)

9. *Bee Pollen (Serbuk Sari Lebah) sebagai Biofungsional Kesehatan*

Alasan pemilihan bahan makanan cenderung berdasarkan keinginan individu, seperti variasi menu makanan, sifat karakteristik makanan, dan kaya kandungan gizi bioaktif. *Bee pollen* menarik perhatian kalangan masyarakat sebagai produk sarang lebah yang populer untuk pengobatan tradisional dalam pencegahan dan pengobatan mandiri dari berbagai patologi (Laaroussi et al., 2023).

Bee pollen merupakan metabolit alami aktif dan sebagai sumber utama zat gizi dari lebah. Kandungan gizinya, meliputi karbohidrat, protein, vitamin A, vitamin C, dan vitamin E, serta lipid, termasuk asam lemak, omega-3, dan omega-6. Serbuk sari lebah mengungkap kapasitas antioksidan yang tinggi dan menghambat aktivitas enzim pencernaan karena terkait dengan keberadaan senyawa fenolik, flavon, flavanol, asam hidroksibenzoat, hidroksisinamat, serta resveratrol, querctein, kaempferol, cinnamik, dan asam caffeik. Ekstrak *bee pollen* berpotensi meningkatkan kesehatan, seperti kardioprotektif, antiinflamasi, antikanker, hepatoprotektif, penyakit parkison, depresi, dan polikistik sindrom ovarium (Laaroussi et al., 2023).

Bee pollen dalam berat kering memiliki rata-rata energi 239,73 kkal/100g; lemak 4,14 g/100 g; karbohidrat terlarut 23,26 g GlcE/100 g;

dan total protein 27,87 g/100 g (Tabel 3.9). Kandungan mineral dalam mg/kg berat kering, yakni kandungan K sebanyak 1049,9–2972,6; Ca sebanyak 980,3–2343,6; Mg sebanyak 130,3–807,6; Fe sebanyak 62,58–157,58; Na sebanyak 09,5–25,2; Zn sebanyak 14,9–33,6; Cu sebanyak 1,12–8,15; Ni sebanyak 0,05–1,06; serta Pb sebanyak 0,08–0,10. Kandungan *bee pollen* dalam bahan berat kering, yaitu total fenolik sebanyak 12,40–16,85 mg GAE/g; total flavonoid 1,51–4,57 mg QE/g; asam ferulik 17,8–22,2 mg/kg; asam elagik 22,1–138,6 mg/kg; quercetin 10,3–275,3 mg/kg, dan resverator 37,3–257,9 mg/kg (Laaroussi et al., 2023). Produk *bee pollen* telah digunakan dalam berbagai pengayaan berbagai makanan, seperti yogurt, keju, roti, minuman fermentasi kombucha, anggur putih, malt, dan minuman susu (Laaroussi et al., 2023).

Tabel 3.9 Gizi Bioaktif *Bee Pollen* untuk Meningkatkan Kesehatan

Pangan	Gizi Bioaktif	Manfaat Kesehatan
Bee pollen	Karbohidrat, protein, lemak, mineral, total fenolik, total flavonoid, asam hidroxinamik, asam hidroxibenzoik, quercetin, resveratrol	Kardioprotektif, antiinflamasi, antikanker, hepatoprotektif, pengobatan penyakit parkison, depresi, polikistik sindrom ovarium

Sumber: Laaroussi et al. (2023)

D. Penutup

Kebijakan utama dalam pembangunan nasional adalah tercukupinya kebutuhan pangan dan gizi untuk semua komunitas. Kebijakan pangan diarahkan untuk berintegrasi dan bersinergi dengan kebijakan ekonomi dan kesehatan nasional serta diharapkan Badan Pangan Nasional melakukan penghimpunan dan analisis data ketahanan pangan dan gizi secara sistem pangan (Tono et al., 2023). Diversifikasi pangan diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan komoditas pangan melalui sumber daya alam dan pengembangan aneka pangan olahan dalam mendorong secara keseluruhan. Diversifikasi pangan dianggap berhasil apabila memiliki strategi dan komitmen yang kuat dari pemerintah, petani, pengusaha, sektor swasta, akademisi,

pemangku kepentingan, dan masyarakat dalam mendukung pembangunan berbasis pertanian pada sumber daya pangan lokal (Imelda et al., 2017).

Meningkatkan ketahanan pangan dapat dilakukan dengan memanfaatkan potensi tanaman pangan, seperti biji-bijian sereal kecil, yang telah terbukti mengandung gizi dan antioksidan dan dikonsumsi sebagai makanan pokok seperti dalam pengolahan minuman atau sarapan di Afrika maupun Asia (Abioye et al., 2022). Teratai merupakan tanaman obat yang menjanjikan dalam industri makanan, farmasi, *nutraceutical*, serta dapat dibudidayakan secara komersial dan diolah sebagai makanan yang kaya gizi untuk membantu meningkatkan kesehatan manusia, terutama untuk pemenuhan gizi pada populasi dan balita yang menderita kekurangan gizi (Abelti et al., 2023; Bangar et al., 2022). Optimalisasi aspek keamanan, efikasi, dan bioavailabilitas dari teratai perlu diperhatikan untuk meningkatkan penerapan teratai di industri farmasi dan makanan (Bangar et al., 2022).

Modifikasi makanan dan bioproses yang efektif dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas fungsional gizi bioaktif sebagai makanan diet untuk kesehatan di kalangan masyarakat luas (Banwo et al., 2022). Konsumsi dari berbagai varitas jawawut yang dikembangkan sebagai pangan fungsional dan *nutraceutical* dapat membantu mengurangi kerawanan pangan di wilayah Afrika dan Asia (Abioye et al., 2022).

Untuk menjawab kekawatiran terkait sistem kekebalan tubuh yang adaptif, seperti pada wabah virus Covid-19, perlu perhatian sebagai diet sehat seimbang yang mendukung potensi makanan farmakologi atau makanan obat dan *nutraceutical* dalam mengembangkan komunitas yang sehat di seluruh dunia (Hussain et al., 2022).

Kandungan gizi dan sifat antioksidan dari bagian labu, yaitu daging buah, kulit, biji, daun, dan bunga, memiliki gizi bioaktif yang cukup banyak sehingga berpeluang sebagai produk bahan pangan untuk kesehatan (Jahan et al., 2023). Potensi besar dari labu adalah sebagai makanan fungsional atau *nutraceutical* sebagai suplemen makanan yang kaya protein dan lemak. Bunga dan daunnya dapat sebagai sumber mineral dan kaya kandungan antioksidan yang cocok untuk produk diet dalam melawan stres oksidatif (Jahan et al., 2023).

Selain itu, *bee pollen monofloral* dan *multifloral* memiliki manfaat yang sangat besar. Bahan pangan tersebut secara menyeluruh diaplikasikan sebagai kombinasi dari potensi gizi, karakteristik bioaktifnya, sifat teknofungsional untuk bahan biofungsional multiguna dalam industri makanan, *nutraceutical*, atau farmakologi (Laaroussi et al., 2023).

Referensi

- Abelti, A. L., Teka, T. A., & Bultosa, G. (2023). Review on edible water lilies and lotus: Future food, nutrition and their health benefits. *Applied Food Research*, 3(1), Artikel 100264. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100264>
- Abioye, V. F., Babarinde, G. O., Ogunlakin, G. O., Adejuyitan, J. A., Olatunde, S. J., & Abioye, A. O. (2022). Varietal and processing influence on nutritional and phytochemical properties of finger millet: A review. *Heliyon*, 8(12), Artikel e12310. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12310>
- Bangar, S. P., Dunno, K., Kumar, M., Mostafa, H., & Maqsood, S. (2022). A comprehensive review on lotus seeds (*Nelumbo nucifera* Gaertn.): Nutritional composition, health-related bioactive properties, and industrial applications. *Journal of Functional Foods*, 89, Artikel 104937. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.104937>
- Banwo, K., Oyeyipo, A., Mishra, L., Sarkar, D., & Shetty, K. (2022). Improving phenolic bioactive-linked functional qualities of traditional cereal-based fermented food (Ogi) of Nigeria using compatible food synergies with underutilized edible plants. *NFS Journal*, 27, 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nfs.2022.03.001>
- Brunstrom, J. M., Flynn, A. N., Rogers, P. J., Zhai, Y., & Schatzker, M. (2023). Human nutritional intelligence underestimated? Exposing sensitivities to food composition in everyday dietary

- decisions. *Physiology & Behavior*, 263, Artikel 114127. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2023.114127>
- Do, T. V. T., Suhartini, W., Phan, C. U., Zhang, Z., Goksen, G., & Lorenzo, J. M. (2023). Nutritional value, phytochemistry, health benefits, and potential food applications of *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni: A comprehensive review. *Journal of Functional Foods*, 103, Artikel 105481. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105481>
- Dutta, H., & Saikia, A. A. (2018). Food security: A review on its definition, levels and evolution. *Asian Journal of Multidimensional Research*, 7(7), 111–122.
- Grochowicz, J., Fabisiak, A., & Ekielski, A. (2021). Importance of physical and functional properties of foods targeted to seniors. *Journal of Future Foods*, 1(2), 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.01.004>
- Hamzelou, S., Belobrajdic, D., Juhász, A., Brook, H., Bose, U., Colgrave, M. L., & Broadbent, J. A. (2023). Nutrition, allergenicity and physicochemical qualities of food-grade protein extracts from *Nannochloropsis oculata*. *Food Chemistry*, 424, Artikel 136459. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136459>
- Hussain, A., Kausar, T., Sehar, S., Sarwar, A., Ashraf, A. H., Jamil, M. A., Noreen, S., Rafique, A., Iftikhar, K., Aslam, J., Quddoos, M. Y., Majeed, M. A., & Zerlasht, M. (2022). Utilization of pumpkin, pumpkin powders, extracts, isolates, purified bioactives and pumpkin based functional food products: A key strategy to improve health in current post COVID 19 period: An updated review. *Applied Food Research*, 2(2), Artikel 100241. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100241>
- Ijabadeniyi, O. A., Naidoo, K., Oyedeleji, A. B., Oyeyinka, S. A., & Ogundele, O. M. (2023). Nutritional, functional, and pasting properties of maize meal-sprouted soybean flour enriched with carrot powder and sensory properties of the porridge. *Measurement: Food*, 9, Artikel 100074. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2022.100074>

- Imelda, Kusrini, N., & Hidayat, R. (2017). Development strategy of local food diversification. *Jejak: Jurnal Ekonomi dan Kebijakan*, 10(2), 62–79. <https://doi.org/10.15294/jejak.v10i1.9127>
- Jahan, F., Islam, M. B., Moulick, S. P., Al Bashera, M., Hasan, M. S., Tasnim, N., Saha, T., Boby, F., Waliullah, M., Saha, A. K., Hossain, A., Ferdousi, L., Rahman, M. M., Saha, B. K., & Bhuiyan, M. N. H. (2023). Nutritional characterization and antioxidant properties of various edible portions of *Cucurbita maxima*: A potential source of nutraceuticals. *Helijon*, 9(6), Artikel e16628. <https://doi.org/10.1016/j.helijon.2023.e16628>
- Jan, N., Hussain, S. Z., Naseer, B., & Bhat, T. A. (2023). Amaranth and quinoa as potential nutraceuticals: A review of anti-nutritional factors, health benefits and their applications in food, medicinal and cosmetic sectors. *Food Chemistry: X*, 18, Artikel 100687. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100687>
- Laaroussi, H., Ferreira-Santos, P., Genisheva, Z., Bakour, M., Ousaaid, D., El Ghouizi, A., Teixeira, J. A., & Lyoussi, B. (2023). Unveiling the techno-functional and bioactive properties of bee pollen as an added-value food ingredient. *Food Chemistry*, 405, Artikel 134958. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134958>
- Lappi, J., Silventoinen-Veijalainen, P., Vanhatalo, S., Rosa-Sibakov, N., & Sozer, N. (2022). The nutritional quality of animal-alternative processed foods based on plant or microbial proteins and the role of the food matrix. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.09.020>
- Li, C., Dhital, S., & Gidley, M. J. (2023). High amylose wheat foods: A new opportunity to improve human health. *Trends in Food Science & Technology*, 135, 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.03.017>
- Pandey, V. K., Tripathi, A., Srivastava, S., Pandey, S., Dar, A. H., Singh, R., Duraisamy, P., Singh, P., & Mukarram, S. A. (2023). A systematic review on immunity functionalities and nutritional food recommendations to develop immunity against viral

- infection. *Applied Food Research*, 3(1), Artikel 100291. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100291>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi. (2015). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/5581/pp-no-17-tahun-2015>
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020–2024. (2020). <https://jdih.bappenas.go.id/peraturan/detailperaturan/1037/peraturan-presiden-nomor-18-tahun-2020>
- Silva, T. R., Oppermann, K., Reis, F. M., & Spritzer, P. M. (2021). Nutrition in menopausal women: A narrative review. *Nutrients*, 13(7), Artikel 2149. <https://doi.org/10.3390/nu13072149>
- Sitaresmi, T., Hairmansis, A., Widayastuti, Y., Rachmawati, R., Susanto, U., Wibowo, B. P., Widiastuti, M. L., Rumanti, I. A., Suwarno, W. B., & Nugraha, Y. (2023). Advances in the development of rice varieties with better nutritional quality in Indonesia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, Artikel 100602. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100602>
- Sulaiman, N., Yeatman, H., Russell, J., & Law, L. S. (2021). A food insecurity systematic review: Experience from Malaysia. *Nutrients*, 13(3), Artikel 945. <https://doi.org/10.3390/nu13030945>
- Supadmi, S., Kusrini, I., & Riyanto, S. (2023). Nutritional content, food contamination, sensory test, on analog rice based on local food, arrowroot starch (*Marantaceae* Linn), corn flour (*Zea mays*), soybean flour (*Glycine max* (L) Merril). Dalam *Proceedings of the 1st international conference for health research – BRIN (ICHR 2022)* (559-569). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-112-8_51
- Supadmi, S., Murdiati, A., & Rahayu, E. S. (2017). Komposisi gizi, indeks warna putih, dan profil granula pati pada modified cassava flour (mocaf) yang difortifikasi dengan iodium. *Media Gizi Mikro Indonesia*, 8(1), 65–78.
- Tono, Ariani, M., & Suryana, A. (2023). Kinerja ketahanan pangan Indonesia: Pembelajaran dari penilaian dengan kriteria global

- dan nasional. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 21(1), 1–20. <https://doi.org/10.21082/akp.v21n1.2023.1-20>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan. (2012). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/39100/uu-no-18-tahun-2012>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2022). *World population prospects 2022: Summary of results* (UN DESA/POP/2022/NO.3). https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
- Wijaya, S., Baliwati, Y., & Anggraini, D. (2022). Urban farming in food security efforts at household level in Indonesia: Systematic review. *International Journal of Current Science Research and Review*, 5(9), 2581–8341. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V5-i9-13>

Buku ini tidak diperjualbelikan.