



PRODUK PANGAN BERBASIS TEMPE DAN APLIKASINYA

Dini Ariani & Mukhammad Angwar



Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRODUK PANGAN
BERBASIS
TEMPE
DAN APLIKASINYA



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRODUK PANGAN
BERBASIS
TEMPE
DAN APLIKASINYA

Dini Ariani & Mukhammad Angwar

LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2018 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam (BPTBA-LIPI)

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Produk Pangan Berbasis Tempe dan Aplikasinya/Dini Ariani & Mukhammad
Angwar-Jakarta: LIPI Press 2018.

xvi hlm. + 65 hlm.; 14,8 × 21 cm

ISBN (cetak) 978-979-799-998-8
(e-book) 978-979-799-999-5

1. Pangan
2. Olahan
3. Tempe

664.024

Copyeditor : Risma Wahyu Hartiningsih & Rahmi Lestari Helmi
Proofreader : Noviasstuti Putri Indrasari & Fadly Suhendra
Penata isi : Rusli Fazi & Dhevi EIR Mahelingga
Desainer sampul : Rusli Fazi
Infografis : Dhevi E.I.R. Mahelingga
Fotografi : Rusli Fazi
Cetakan pertama : Oktober 2018



Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Jln. R.P. Soeroso No. 39, Menteng, Jakarta 10350
Telp: (021) 314 0228, 314 6942. Faks.: (021) 314 4591
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id
 LIPI Press
 @lipi_press
 @lipi.press

Buku ini merupakan karya buku yang terpilih dalam Program Akuisisi Pengetahuan Lokal Tahun 2021 Balai Media dan Reproduksi (LIPI Press), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.



Karya ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

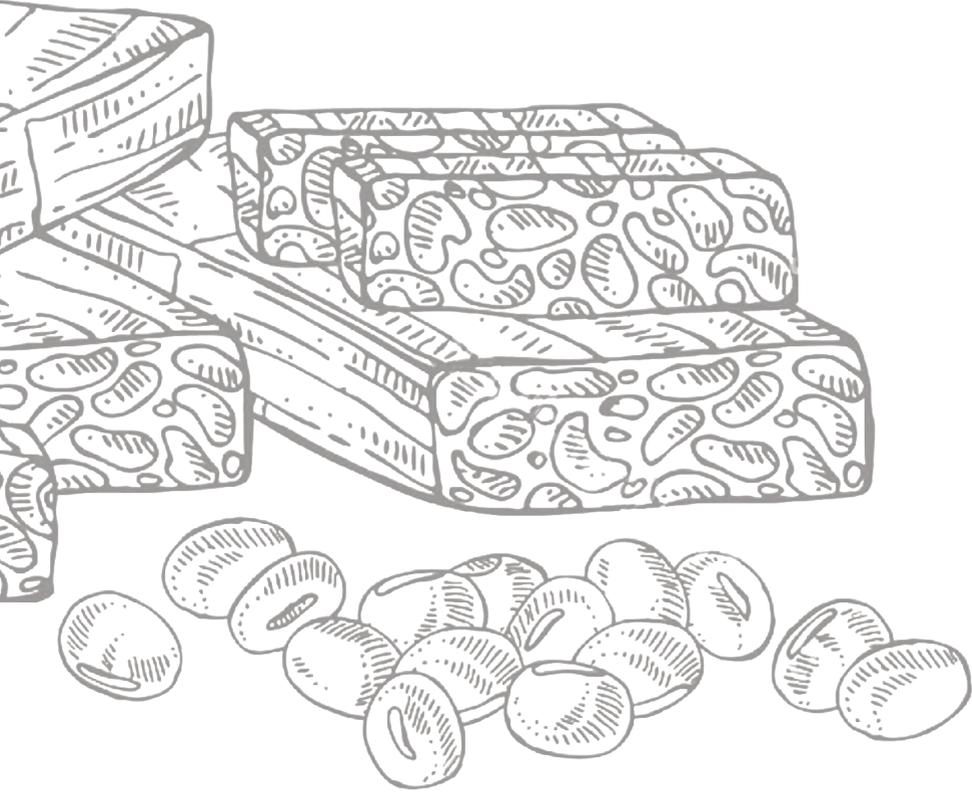
DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
PENGANTAR PENERBIT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
PRAKATA	xv
BAB I CATATAN PENGANTAR: PEMANFAATAN TEPUNG BERBASIS PANGAN LOKAL	1
BAB II BAHAN PANGAN TEMPE KEDELAI DAN PRODUK TURUNANNYA	5
A. Kedelai Bahan Baku Tempe	7
B. Kandungan Zat Gizi Kedelai	9
C. Kandungan dan Keunggulan Tempe	11
1. Unsur penting dalam tempe dan manfaatnya dalam tubuh	12
2. Keunggulan tempe	16
D. Produk Pangan Turunan Tempe	17
1. Tepung tempe	17
2. Tepung tempe telur	17
3. Tepung sari tempe	19
BAB III BAHAN MAKANAN CAMPURAN (BMC) TEMPE DAN KUDAPAN BMC	21
A. Pembuatan Tepung BMC Berbasis Tempe	22
1. Pembuatan tepung tempe	23
2. Pembuatan tepung bahan campuran lainnya	23
3. Formulasi bahan tepung	23
B. Kudapan dari Tepung BMC untuk Anak Balita dan Usia Sekolah	24

BAB IV	PENGEMBANGAN TEMPE UNTUK PANGAN FUNGSIONAL DAN TERAPI MALNUTRISI	33
A.	Sari Tempe sebagai Makanan Pendamping ASI (MPASI) 33	
1.	Uji coba produk MPASI berbasis tempe di Jawa Timur	34
2.	Status Gizi (<i>z-score</i> BB/U)	35
B.	Makanan Enteral Berbasis Tempe	36
1.	Formulasi MLP dengan bahan baku tepung BMC tempe.	37
C.	Biskuit BMC Tempe Fortifikasi Fe untuk Pencegahan Anemia	44
D.	Biskuit Kaya Serat Berbasis Tempe.....	49
BAB V	OLAHAN TEMPE DAN PRODUK TURUNANNYA SEBAGAI SALAH SATU ALTERNATIF NILAI TAMBAH KEDELAI: CATATAN PENUTUP.....	53
	DAFTAR PUSTAKA	55
	INDEKS	63
	BIOGRAFI PENULIS	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Rerata Perkembangan Status Gizi Anak Selama Pemberian PMT BMC Tempe	26
Gambar 2	Rerata Perkembangan Berat Badan (kg) Anak Usia di bawah Lima Tahun (balita) Selama Tiga Bulan.....	29
Gambar 3	Perkembangan Berat Badan Balita Status Gizi Kurang di Puskesmas Wilayah NTB Selama Pemberian Kudapan dari BMC Tempe.	30
Gambar 4	Rata-Rata Perkembangan Berat Badan Balita di Desa Gading Gunungkidul Selama Pemberian Kudapan BMC Tempe	32
Gambar 5	Berat Badan Balita Usia 6–24 Bulan Selama Pemberian MPASI	35
Gambar 6	Rata-Rata Berat Badan Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) pada Hari ke-0, 15, dan 31	40
Gambar 7	Rata-Rata Kadar Albumin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) pada Hari ke-0, 15, dan 31	41
Gambar 8	Rata-Rata Kadar Hemoglobin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) pada Hari ke-0, 15, dan 31	43
Gambar 9	Hasil Analisis Kadar Hb dan Feritirin Hewan Uji Selama Pemberian Biskuit untuk Anemia Berbasis Tempe.....	46
Gambar 10	Rata-Rata Kadar Gula Darah Hewan Uji, Tikus Putih Jantan (<i>Sprague dawley</i>) Selama 60 Hari	50
Gambar 11	Hasil Analisis Kadar Gula Darah pada Uji Indeks Glikemik (IG).....	52



Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Kandungan Zat Gizi Kedelai dan Tempe.....	6
Tabel 2	Produksi dan Konsumsi Kedelai	7
Tabel 3	Kandungan Gizi 100 g Biji Kedelai	9
Tabel 4	Komposisi Kandungan Kimia Tempe.....	12
Tabel 5	Kandungan Nutrisi Tepung BMC Tempe	24
Tabel 6	Kandungan Gizi Biskuit BMC Tempe Per 100 g Biskuit	27
Tabel 7	Analisis Kandungan Asam Amino Biskuit BMC Tempe.....	28
Tabel 8	Perkembangan Status Gizi Balita Selama Pemberian PMT	31
Tabel 9	Kandungan Gizi dan Kriteria Makanan Enteral/MLP	37
Tabel 10	Rata-rata peningkatan berat badan, kadar albumin dan hemoglobin pada hewan uji setelah perlakuan pemberian MLP berbasis BMC tempe selama 30 hari.....	38
Tabel 11	Hasil Analisis Darah (Hb) Remaja Putri Anemia Setelah Perlakuan Pemberian Biskuit BMC.....	48
Tabel 12	Kandungan Biskuit Berbasis Ubi Jalar (BUJ) dan Biskuit Komersial	49
Tabel 13	Formula Biskuit Berbasis Pangan Lokal	49



Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENGANTAR PENERBIT

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk ikut serta dalam mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku *Produk Pangan Berbasis Tempe dan Aplikasinya* ini ditulis untuk memberikan informasi terkait pangan fungsional berbasis tempe. Hasil penelitian terkait tempe dan pemanfaatan tepung BMC tempe disajikan secara menarik dalam buku ini.

Proses pendampingan penulisan dan perbanyak buku ini difasilitasi dari kegiatan Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (Insinas) Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi tahun 2018, khususnya untuk kegiatan ‘Skema Inkubasi Publikasi untuk Peningkatan Produktifitas Buku Ilmiah di Bidang Pangan Fungsional’. Kami berharap buku ini dapat menjadi referensi dalam upaya mengatasi permasalahan gizi di Indonesia. Lebih lanjut, diharapkan buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca yang tertarik dengan isu terkait alternatif kudapan sehat untuk mendukung program pemberian makanan tambahan.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Buku ini tidak diperjualbelikan

KATA PENGANTAR

Pembaca yang berbahagia..

Buku Kudapan Sehat Turunan Tempe ini ditulis untuk dapat memberikan pengetahuan terutama mengenai khasiat dan manfaat tempe dan produk turunannya. Produk turunan tempe yang dihasilkan khususnya oleh Tim Peneliti Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam LIPI, disajikan dalam buku ini dengan harapan produk-produk tersebut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat pengguna, khususnya yang berkaitan dengan Program Pemberian Makanan Tambahan atau Pangan Fungsional.

Akhir kata, semoga melalui buku ini dapat memberikan informasi untuk mengatasi beberapa masalah yang terkait dengan pangan dan gizi, khususnya di Indonesia.

Yogyakarta, Juli 2018
Kepala Balai Penelitian
Teknologi Bahan Alam LIPI

Hardi Julendra, S.Pt., M.Sc.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRAKATA

Tempe adalah makanan tradisional asli Indonesia hasil fermentasi kedelai oleh jamur *Rhizopus* sp. Potensi nilai nutrisi yang tinggi di dalam tempe, menjadikan tempe dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan lokal untuk mencegah beberapa penyakit dan mengatasi permasalahan gizi. Diversifikasi tempe melalui turunan tempe generasi pertama yaitu tepung tempe telah dilakukan, antara lain menjadi tepung Bahan Makanan Campuran (BMC) berbasis tempe. Dengan cara pengolahan yang beragam, tepung BMC tempe menjadi berbagai macam kudapan yang mengandung gizi tinggi dan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan dan perbaikan status gizi.

Buku *Produk Pangan Berbasis Tempe dan Aplikasinya* ini ditulis untuk memberikan informasi tentang khasiat dan manfaat produk pangan berbasis tempe. Buku ini berisi pula tentang penelitian tempe, diversifikasi tempe melalui tepung BMC berbasis tempe, dan hasil penelitian serta pemanfaatan tepung BMC tempe.

Atas terlaksananya kegiatan penelitian hingga penulisan buku ini, penulis menghaturkan terimakasih yang tak terhingga atas kesempatan, dana, kerjasama dan bantuan kepada : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Ir. Soemarsono (alm), Dr. Ir., Putut Irwan P, M.Sc., Dr. Ir. Suharwadi, M.App.Sc., Hardi Julendra S.Pt., M.Sc., tim penelitian BMC Tempe (Yuniar Khasanah M.Sc., Ratnayani M.Si., Prima Dita Hardiyani S.Tp., Wiwin Widiastuti A.Md., Sri Endartini S.P.), serta Rahmi Lestari Helmi S.Si., M.Si. beserta Tim LIPI Press yang telah menyempurnakan buku ini, dan kepada seluruh staf dan karyawan BPTBA LIPI Yogyakarta

Semoga buku ini bermanfaat untuk mengatasi beberapa masalah yang terkait dengan pangan dan gizi di Indonesia.

Penulis

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Bahan Makanan Bergizi

★ ★ ★ ★ ★
TEPUNG
BMC TEMPE



Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB I

CATATAN PENGANTAR: PEMANFAATAN TEPUNG BERBASIS PANGAN LOKAL

Ketersediaan pangan yang bergizi dan terjangkau menjadi unsur penting dalam pemenuhan asupan gizi. Baik kasus gizi buruk maupun kematian pada bayi dan ibu melahirkan tidak hanya karena faktor ekonomi, tetapi dipengaruhi pula oleh pelayanan kesehatan dan pengetahuan tentang gizi, yaitu pola konsumsi dan kandungan gizi makanan yang tidak tepat.

Salah satu upaya untuk dapat memenuhi asupan gizi pada keluarga adalah dengan memanfaatkan sumber-sumber pangan lokal yang tersedia, seperti kacang-kacangan, biji-bijian, dan umbi-umbian. Pada kenyataannya, bahan pangan segar, seperti kacang-kacangan dan umbi-umbian memiliki kelemahan, yaitu keterbatasan daya simpan. Bahan-bahan pangan tersebut tidak dapat tahan lama sehingga memengaruhi kualitas, seperti kandungan gizi, aroma, tekstur, ataupun rasa produk pangan yang dibuat dari bahan-bahan tersebut.

Salah satu upaya untuk meningkatkan daya simpan bahan pangan segar yang berasal dari kacang-kacangan adalah melalui penepungan. Pada prinsipnya pengepungan dilakukan untuk mengawetkan bahan pangan segar dengan cara mengeringkan dan menghaluskannya sampai ukuran partikel tertentu. Melalui proses ini, daya simpan bahan pangan menjadi lebih baik, tanpa mengurangi kualitas bahan pangan secara signifikan.

Selain sebagai upaya diversifikasi pangan lokal, pemanfaatan tepung sekaligus dapat mengurangi ketergantungan pada tepung impor, seperti tepung terigu (BPS 2008; Aptindo 2009; Rahman 2007). Dari aspek warna, tekstur, aroma, dan rasa, tepung berbasis pangan lokal tidak jauh berbeda dari terigu. Bahkan dari aspek zat gizi atau nutrisi, bahan pangan lokal dalam bentuk tepung dapat memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan tepung terigu. Tepung terigu memiliki kandungan gluten, sedangkan tepung berbasis umbi-umbian dan kacang-kacangan tidak mengandung gluten. Menurut Safaria (2005), kandungan gluten dalam terigu sangat diperlukan bagi pembuat makanan karena dapat memberikan efek lembut dan mengembang pada roti. Namun, gluten yang merupakan protein khas yang terdapat dalam biji gandum, memiliki dampak bagi kesehatan berupa reaksi alergi.

Dengan tersedianya bahan pangan lokal dalam bentuk tepung, pemanfaatan dan diversifikasi bahan pangan lokal dapat dioptimalkan. Tepung lokal sebagai alternatif pengganti tepung terigu dapat diolah menjadi makanan tradisional ataupun makanan olahan lain, misalnya kue kering, keik, kue basah, dan mi.

Salah satu bahan pangan kacang-kacangan yang dapat diolah menjadi tepung adalah tempe. Tempe merupakan salah satu produk pangan hasil diversifikasi kedelai yang sangat digemari di

Indonesia. Melalui proses yang tepat, kualitas tepung tempe dapat ditingkatkan sehingga warnanya lebih putih, lebih awet, dan lebih halus teksturnya sekaligus dapat diolah menjadi makanan bergizi. Nilai cerna protein tempe terbukti lebih baik daripada kedelai rebus (Widianarko 2002; Astuti 1999).

Pengolahan tempe segar menjadi tepung tempe merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kemanfaatan zat gizi dalam tempe. Sebagai bahan pangan kaya protein, pengolahan dan penyajian tempe segar memiliki keterbatasan. Pada umumnya tempe segar diolah untuk teman nasi, misalnya dalam bentuk tempe goreng, tumisan, sayur lodeh, atau kering tempe. Keterbatasan inilah yang menyebabkan tempe tidak sepenuhnya dapat diperoleh oleh semua kalangan. Salah satu keterbatasan tempe adalah rasa langu sehingga tidak semua orang gemar mengonsumsi tempe. Dengan demikian, diperlukan alternatif olahan pangan berbasis tempe agar manfaat dan keunggulan tempe sebagai bahan pangan lokal dapat dinikmati oleh seluruh kalangan. Pengolahan lebih lanjut tempe sebagai kudapan yang sesuai dengan kebutuhan sangat diperlukan, untuk dapat meningkatkan nilai gizi sesuai dengan kebutuhan, sekaligus dapat memperbaiki aroma, rasa, tekstur, dan tampilan agar lebih baik.

Buku ini mengulas tempe dari kedelai sebagai bahan fungsional yang kaya protein dan diformulasikan menjadi BMC tempe. Secara khusus, juga disajikan hasil-hasil penelitian dari aspek proses produksi dan pemanfaatannya untuk peningkatan kualitas gizi dan kesehatan. Penelitian pemanfaatan BMC tempe dalam bentuk pemberian kudapan BMC tempe padat gizi telah dilakukan terhadap balita dan anak sekolah. Selain itu, kudapan BMC tempe juga diformulasikan dengan bahan-bahan lokal lainnya

menjadi kudapan fortifikasi Fe dalam rangka menaikkan kadar Hb pada penderita anemia. Aplikasi lain pemanfaatan BMC tempe adalah sebagai makanan lewat pipa (MLP) untuk terapi malnutrisi. Data-data hasil pengujian BMC tempe di lapangan memberikan gambaran bahwa sebagai pangan fungsional, tempe dan olahannya dapat memberikan sumbangsih yang berarti bagi peningkatan kualitas kesehatan masyarakat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB II

BAHAN PANGAN TEMPE KEDELAI DAN PRODUK TURUNANNYA

Sampai saat ini, tempe merupakan salah satu makanan tradisional yang populer di Indonesia. Tempe tergolong makanan yang sederhana dan mengandung protein nabati. Tempe dibuat melalui proses fermentasi dari biji kedelai menggunakan jamur kapang (*Rhizopus oryzae*). Paten tentang tempe dalam US Patent Nomor 3.228.773 (*Methods for Producing Tempeh*) menyebutkan bahwa tempe sebagai makanan tradisional asli Indonesia berbahan dasar biji kedelai diproduksi menggunakan *starter* kapang *Rhizopus* dalam kemasan plastik yang difermentasi selama 22 jam pada suhu 31°C (Hesseltine dkk. 1966). Selama proses fermentasi, kapang akan tumbuh membentuk miselium berwarna putih yang menutupi permukaan kedelai. Miselium tersebut menghubungkan antarbiji kedelai, membentuk massa yang padat, kompak, dan bertekstur lembut (Astawan 2008). Pada proses pertumbuhannya, kapang menghasilkan beberapa enzim yang mampu menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks pada kedelai menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna dan diserap tubuh.

Perbandingan komposisi antara zat gizi kedelai dan tempe dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Zat Gizi Kedelai dan Tempe

Zat Gizi	Komposisi zat gizi per 100 gram BDD	
	Kedelai	Tempe
Energi (Kal)	381	201
Protein (g)	40,4	28,1
Lemak (g)	16,7	8,8
Hidrat Arang (g)	24,9	13,5
Serat (g)	3,2	1,4
Abu (g)	5,5	1,6
Kalsium (mg)	222	155
Fosfor (mg)	682	326
Besi (mg)	10	4
Karotin (mkg)	31	34
Vitamin A (Si)	0	0
Vitamin B1 (mg)	0,52	0,19
Vitamin C (mg)	0	0
Air (g)	12,7	55,3
BDD (%)	100	100

Ket.: BDD: berat yang dapat dimakan

Sumber: Widianarko (2002)

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa protein merupakan kandungan nutrisi yang paling tinggi pada kedelai dan tempe, namun secara kualitatif nilai gizi tempe lebih baik sehingga tempe lebih mudah dicerna dibandingkan kedelai (Widianarko 2002). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Astuti (1999) yang menyatakan bahwa daya cerna tempe mencapai 83%, sedangkan kedelai rebus 75%. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kadar protein yang larut dalam air akibat aktivitas enzim proteolitik.

A. KEDELAI BAHAN BAKU TEMPE

Kedelai merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak dikonsumsi dan diolah menjadi aneka produk makanan bernilai tinggi, seperti tahu, tempe, kecap, dan susu kedelai. Produk olahan kedelai merupakan sumber asupan gizi yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia karena terjangkau secara ekonomi.

Meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pemenuhan gizi bagi kesehatan, mendorong masyarakat untuk mengonsumsi produk-produk olahan kedelai, sekaligus memacu pertumbuhan sektor industri berbasis kedelai (Salim 2012). Jumlah produksi kedelai di Indonesia dan tingkat konsumsi kedelai pada tahun 2009–2014 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Produksi dan Konsumsi Kedelai

Tahun	Produksi Indonesia (juta ton)	Konsumsi Tahun 2009–2014 (juta ton)
2009	0,97	2,29
2010	0,91	2,65
2011	0,85	2,94
2012	0,84	2,76
2013	0,78	1,92
2014	0,95	2,18

Sumber: BKP (2015)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa konsumsi kedelai per tahun tidak seimbang dengan produksi kedelai nasional. Hal ini menyebabkan Indonesia perlu mengimpor kedelai untuk memenuhi konsumsi kedelai dalam negeri.

Dari aspek nutrisi, kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan sebagai sumber utama lemak dan protein nabati.

Protein kedelai terdiri atas asam amino esensial dan asam amino nonesensial. Asam amino esensial meliputi sistin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, dan valin. Asam amino nonesensial meliputi alanin, glisin, arginin, histidin, prolin, tirosin, serine, asam aspartat, dan asam glutamat (Utari dkk. 2011; Witono dkk. 2015; Bujang dan Taib 2014). Protein kedelai sangat peka terhadap perlakuan fisik dan kimia. Pemanasan dan pH dapat menyebabkan perubahan sifat fisik protein, seperti kelarutan, viskositas, dan berat molekul. Perubahan-perubahan sifat protein ini berperan penting pada pengolahan pangan (Cahyadi 2006). Kandungan lemak kedelai sekitar 20% yang terdiri atas lemak jenuh dan tidak jenuh, sedangkan kandungan proteinnya bervariasi antara 30,5–44%, bergantung dari varietasnya. Protein kedelai memiliki kandungan asam amino sulfur yang rendah. Metionin, sistein, dan treonin merupakan asam amino sulfur dalam protein kedelai dengan jumlah terbatas (Winarsi 2010). Selain itu, kedelai juga mengandung mineral kalium, kalsium fosfor, dan magnesium. Kandungan vitamin yang terkandung dalam kedelai adalah vitamin A, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, dan sedikit vitamin C.

Kedelai juga memiliki kandungan serat pangan yang berfungsi untuk menyerap kolesterol dalam usus. Komposisi gizi kedelai bervariasi tergantung varietas warna kulit ataupun kotiledonnya. Kandungan protein dalam kedelai kuning bervariasi antara 31–48%, sedangkan kandungan lemaknya bervariasi antara 11–21%. Antosianin kulit kedelai mampu menghambat oksidasi *low density lipoprotein* (LDL) kolesterol yang merupakan awal terbentuknya plak dalam pembuluh darah yang akan memicu berkembangnya

penyakit tekanan darah tinggi dan berkembangnya penyakit jantung koroner (Astuti 2009). Kandungan gizi biji kedelai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Gizi 100 g Biji Kedelai

Kandungan gizi dan satuan	Jumlah
Karbohidrat kompleks (g)	21
Karbohidrat sederhana (g)	9
Stakiosa (g)	3,3
Rafinosa (g)	1,6
Protein (g)	36
Lemak total (g)	19
Lemak Jenuh (g)	2,9
<i>Monounsaturated</i>	4,4
<i>Polyunsaturated</i>	11,2
Kalsium (mg)	276
Fosfor (mg)	704
Kalium (mg)	1797
Magnesium (mg)	280
Zink (mg)	4,8
Zat besi (mg)	16
Serat tidak larut (g)	10
Serat larut (g)	7

Sumber: Aparicio dkk. (2008) dalam Winarsi (2010)

B. KANDUNGAN ZAT GIZI KEDELAI

Kedelai sebagai bahan makanan fungsional merupakan sumber antioksidan yang unggul. Zat aktif pada kedelai yang memiliki aktivitas fisiologis terkuat sebagai antioksidan adalah flavonoid,

yang berupa isoflavon. Isoflavon merupakan agen pereduksi yang menjadi donor hidrogen untuk molekul radikal dan pengelat metal (*metal chelator*) yang berpotensi sebagai radikal bebas. Kemampuan isoflavon dalam mereduksi senyawa oksigen reaktif atau *reactive oxygen species* (ROS) cukup kuat sehingga mampu memberi perlindungan yang baik bagi tubuh agar dapat bertahan saat terpapar oleh radikal bebas endogen yang dihasilkan sendiri oleh tubuh.

Senyawa isoflavon dalam kedelai (0,2–1,5mg/g) menjadi perhatian karena mampu melindungi dan mencegah tubuh dari penyakit kronis, seperti penyakit kardiovaskular, kanker, dan osteoporosis. Diet isoflavon kedelai terbukti dapat menurunkan risiko kanker payudara dan kanker prostat untuk para wanita di Asia Timur (Xu dkk. 2000). Kedelai, sebagai bahan baku tempe, mengandung tiga jenis isoflavon, yaitu daidzein, glisitein, dan genistein. Kedelai sangat bermanfaat untuk meningkatkan kapasitas antioksidan alami yang tersedia di dalam tubuh. Studi laboratorium membuktikan bahwa asupan isoflavon akan memacu peningkatan kadar superoksida dismutase (SOD) di dalam darah sehingga aktivitasnya sebagai antioksidan enzimatis meningkat. SOD mampu mengubah radikal superoksida yang reaktif menjadi molekul yang lemah. Kinerja ini sangat menguntungkan karena radikal bebas superoksida merupakan radikal bebas ganas yang memiliki dampak luas sebagai penyebab berbagai macam penyakit.

Efek antioksidan kedelai makin kuat apabila bersimbiosis dengan mineral dan vitamin. Zink yang terkandung di dalam kedelai mendukung kinerja SOD dan vitamin E yang dikenal

sebagai antioksidan sekunder yang efektif melindungi sel yang terlindung oleh lemak. Sementara itu, zat besi yang merupakan pengelat berguna untuk mengikat radikal bebas sebelum direduksi oleh SOD. Melalui mekanisme ini, efektivitas seluruh senyawa antioksidan yang terdapat dalam kedelai makin kuat. Efek perlindungan yang diberikannya menyeluruh sampai tingkat DNA yang mengendalikan seluruh sistem tubuh (Lampe 2003).

Isoflavon dari kedelai sebagai suatu fitoestrogen digunakan untuk terapi pengganti hormon estrogen pada wanita dengan *menopausal symptoms*, mencegah terjadinya osteoporosis serta menjaga kesehatan jantung dan pembuluh darah (Patisaul dan Jefferson, 2010; Yang dkk. 2012).

C. KANDUNGAN DAN KEUNGGULAN TEMPE

Menurut Astawan (2008), tempe memiliki beberapa keunggulan dibandingkan kacang kedelai. Tempe mengandung enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kapang selama proses fermentasi sehingga protein, lemak, dan karbohidrat menjadi lebih mudah dicerna. Kapang yang tumbuh pada tempe mampu menghasilkan enzim protease untuk menguraikan protein menjadi peptida dan asam amino bebas. Dengan kata lain, mekanisme biokimia seperti transaminasi selama proses fermentasi menyebabkan terbentuknya berbagai jenis asam amino (Baumann dan Bisping 1995 dalam Bujang dan Taib 2014). Komposisi kandungan kimia tempe dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Kandungan Kimia Tempe

Komposisi	Jumlah (%)
Air	61,2
Protein kasar	41,5
Lemak kasar	22,2
Karbohidrat	29,6
Serat kasar	4,3
Abu	3,4
Nitrogen	7,5

Sumber: Cahyadi (2006)

I. Unsur penting dalam tempe dan manfaatnya dalam tubuh

a. Asam lemak

Tempe mengandung asam lemak oleat, asam palmitat, dan linoleat. Dalam proses fermentasi tempe, asam palmitat dan asam linoleat mengalami penurunan, sedangkan kadar asam oleat dan linolenat meningkat. Asam lemak linolenat tidak terdapat pada kedelai dan terbentuk saat proses fermentasi kedelai menjadi tempe. Asam lemak tidak jenuh mempunyai efek penurunan terhadap kandungan kolesterol serum sehingga dapat menetralkan efek negatif sterol di dalam tubuh (Iqbal dkk. 2006). Asam linoleat dan linolenat merupakan asam lemak tidak jenuh dalam tempe dan merupakan asam esensial untuk tubuh (Pudjiadi 1997 dalam Iskandar 2004). Selama proses pertumbuhan, asam esensial berperan dalam pemeliharaan membran sel, pengaturan metabolisme kolesterol, menurunkan tekanan darah, menghambat lipogenesis hepatic, transpor lipid, prekursor dalam sintesis prostaglandin, dan membentuk arakhidonat dalam proses reproduksi. Kebutuhan

harian asam linoleat adalah 3 g/hari dan yang tersedia dalam tempe adalah 417 g.

b. Vitamin

Tempe mengandung vitamin A, D, E, dan K yang larut di dalam lemak dan vitamin B kompleks yang larut di dalam air. Tempe merupakan sumber vitamin B yang sangat potensial, misalnya vitamin B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), asam pantotenat, asam nikotinat (niasin), vitamin B₆ (piridoksin), dan B₁₂ (sianokobalamin) (Iqbal dkk. 2006). Sementara itu, vitamin B₁₂ umumnya terdapat dalam produk-produk hewani dan tidak dijumpai pada makanan nabati, seperti sayuran, buah-buahan, dan biji-bijian, seperti yang terkandung di dalam tempe sehingga tempe menjadi satu-satunya sumber vitamin yang potensial dari bahan pangan nabati. Vitamin B₁₂ aktivitasnya meningkat sampai 33 kali selama fermentasi dari kedelai, riboflavin naik sekitar 8–47 kali, piridoksin 4–14 kali, niasin 2–5 kali, biotin 2–3 kali, asam folat 4–5 kali, dan asam pantotenat 2 kali lipat. Kadar vitamin B₁₂ dalam tempe berkisar antara 1,5–6,3 µg/100 g tempe kering. Jumlah ini telah mencukupi kebutuhan vitamin B₁₂ satu orang per hari. Dengan adanya vitamin B₁₂ pada tempe, para vegetarian tidak perlu merasa khawatir akan kekurangan vitamin B₁₂, sepanjang mereka melibatkan tempe dalam menu hariannya (Iqbal dkk. 2006).

c. Mineral

Tempe mengandung mineral makro dan mikro dalam jumlah yang cukup. Dalam 100 g tempe terkandung 9,39 mg mineral besi, 2,87 mg tembaga, dan 8,05 mg zink. Tempe berperan sebagai pemasok zat besi yang sangat dibutuhkan dalam pembentukan sel darah merah sehingga dapat mencegah

anemia. Di samping itu, kandungan kalsium yang tinggi dalam tempe dapat mencegah osteoporosis. Adanya enzim fitase dalam kapang tempe menyebabkan beberapa mineral yang terikat dalam asam fitat akan terurai menjadi fosfor dan inositol. Selain itu, mineral besi, kalsium, magnesium, dan zink menjadi lebih tersedia untuk dimanfaatkan oleh tubuh (Bastian dkk. 2013).

d. Antioksidan

Dalam tempe terkandung senyawa bioaktif antioksidan. Kandungan saponin dalam tempe berguna untuk menurunkan kadar kolesterol dalam darah (Iqbal dkk. 2006). Kandungan asam fenolat dalam tempe juga sangat penting bagi kesehatan tubuh karena bersifat antioksidan. Seperti halnya vitamin C, E, dan karotenoid, isoflavon juga merupakan antioksidan yang sangat dibutuhkan tubuh untuk menghentikan reaksi pembentukan radikal bebas sehingga menyehatkan tubuh dan menghambat penuaan dini. Selain itu, juga memelihara kesehatan organ tubuh terutama jantung.

Pada tempe, di samping ketiga jenis isoflavon tersebut juga terdapat antioksidan faktor II (6,7,4-trihidroksi isoflavon) yang mempunyai sifat antioksidan paling kuat dibandingkan isoflavon dalam kedelai. Antioksidan ini disintesis pada saat terjadinya proses fermentasi kedelai menjadi tempe oleh bakteri *Micrococcus luteus* dan *Coreyne bacterium* (Iqbal dkk. 2006).

e. Asam fitat

Asam fitat merupakan senyawa antigizi yang terdapat dalam tempe. Senyawa antigizi merupakan zat alami pada bahan

pangan yang dapat menghambat penyerapan zat gizi, baik makro maupun mikro dalam tubuh serta menurunkan nilai zat gizi bahan makanan tersebut. Asam fitat dapat mengganggu ketersediaan protein dan mineral sehingga tidak dapat dicerna dan diserap oleh tubuh. Umumnya, zat antigizi ini terdapat pada bahan makanan nabati, seperti kacang-kacangan, sereal, sayuran, dan umbi-umbian (Almasyhuri dkk. 1990). Senyawa ini terbentuk selama proses fermentasi kedelai. Kebanyakan ahli gizi sependapat untuk menghilangkan senyawa ini sebelum bahan pangan diolah atau dikonsumsi, tetapi beberapa hasil penelitian justru mengungkapkan fakta sebaliknya. Selama ini asam fitat juga menimbulkan bau langu pada golongan legum, termasuk kedelai. Asam fitat dalam kedelai dan tempe tidak harus dihilangkan seluruhnya karena dalam jumlah yang sesuai sangat bermanfaat bagi kesehatan, terutama bagi penderita diabetes (Anderson dan Garner 2000).

Kandungan asam fitat biji kedelai berkisar 1,1–1,5%. Pada proses pembuatan tempe dalam kondisi normal (tidak over fermentasi), kandungan asam fitat dapat menurun sampai 30% atau kandungan asam fitat dalam tempe kurang dari 1%. Kondisi *over* fermentasi ditandai dengan tumbuhnya jamur tempe, terutama *Rhizopus oligosporus* yang masih membentuk miselia berwarna putih atau belum membentuk spora jamur. Tempe pada tingkat kematangan hasil fermentasi normal ini merupakan bahan pangan yang bermanfaat bagi penderita diabetes. Asam fitat bersifat sebagai inhibitor amilase yang mampu mengatur jumlah karbohidrat yang diserap tubuh sehingga kadar glukosa darah tidak melonjak terlalu tinggi.

Temuan ini dapat membuka peluang bagi pengembangan tempe sebagai bahan fungsional untuk mengatasi diabetes (Anderson dan Garner 2000).

2. Keunggulan tempe

Tempe memiliki keunggulan untuk kesehatan (Azizah 2014) sebagai berikut.

- a. Mengatasi diare karena tempe mengandung protein sangat tinggi yang mudah dicerna;
- b. Menurunkan tekanan darah dan mencegah hipertensi karena tempe mengandung zat besi; flavonoid yang bersifat antioksidan;
- c. Mengendalikan radikal bebas karena mengandung superoksida; baik untuk penderita penyakit jantung;
- d. Menanggulangi anemia karena di dalam tempe terkandung unsur-unsur zat besi (Fe), tembaga (Cu), Zink (Zn), protein, asam folat, dan vitamin B₁₂;
- e. Mencegah infeksi karena tempe mengandung senyawa antibakteri yang diproduksi oleh jamur tempe (*R. oligosporus*);
- f. Menurunkan kadar kolesterol karena mengandung asam lemak jenuh ganda.
- g. Mencegah kanker karena mengandung antioksidan.
- h. Mencegah masalah gizi ganda (akibat kekurangan dan kelebihan gizi) beserta berbagai penyakit yang menyertainya, baik infeksi maupun degeneratif.
- i. Mencegah osteoporosis karena mengandung kalsium tinggi.

Berdasarkan kandungan zat-zat dan khasiat dari tempe tersebut, para ilmuwan yang tergabung dalam Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI), Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (PERMI), dan Perhimpunan Pakar Gizi dan Pangan Indonesia (Pergizi Pangan) merekomendasikan tempe untuk dimanfaatkan sebagai salah satu bahan makanan pendamping air susu ibu (MPASI) (Anonim, 2015).

D. PRODUK PANGAN TURUNAN TEMPE

i. Tepung tempe

Proses fermentasi lanjut pada tempe menyebabkan degradasi protein menghasilkan amoniak, menyebabkan aroma busuk, dan penampilan yang tidak menarik. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan tempe lebih lanjut untuk menghasilkan produk turunan tempe dan untuk memperpanjang masa simpannya.

Salah satu alternatif produk turunan tempe, yaitu tepung tempe. Melalui teknologi penepungan, tepung tempe dapat disimpan dan dimanfaatkan dalam jangka waktu relatif lebih lama daripada tempe segar. Dengan demikian, pemanfaatan tepung tempe oleh industri pangan akan lebih luas (Bastian dkk. 2013). Tepung tempe yang dicampur dengan tepung pangan lokal lain akan menghasilkan tepung formula dengan nilai gizi yang meningkat, mudah disimpan, dan dapat diolah menjadi makanan cepat saji. Tepung tempe juga dapat digunakan untuk bahan pangan fungsional, seperti *nugget*, pelapis roti, pelapis kroket, minuman sari tempe, atau susu tempe yang dapat diakses oleh dunia industri pangan sebagai produk-produk pangan dan minuman fungsional (Steinkraus 2004).

2. Tepung tempe telur

Tepung tempe dapat dimanfaatkan menjadi makanan yang berprotein tinggi dan mudah diolah, tetapi mempunyai rasa khas getir. Untuk mengatasi rasa langu dan getir, sekaligus meningkatkan kandungan protein dan asam amino, dilakukan proses pemanasan pada tempe segar dengan pengukusan dalam waktu singkat (*blanching*). *Blanching* dengan cara pengukusan biasanya digunakan untuk potongan produk atau produk-produk berukuran kecil yang membutuhkan waktu lebih singkat dibandingkan *blanching* dengan perebusan karena koefisien transfer panas dari uap lebih besar daripada air panas (Corcuera dkk. 2004). Proses ini bertujuan untuk mematikan aktivitas enzimatik sehingga tempe tidak mengalami fermentasi lanjut sebelum dilakukan pencampuran dengan tepung telur ayam. Setelah pencampuran, bahan dikeringkan dan dibuat tepung sehingga dihasilkan tepung tempe telur sebagai produk akhirnya. Hal ini dapat meningkatkan zat gizi yang sangat dibutuhkan untuk menjaga kelangsungan metabolisme tubuh. Selain itu, penambahan bahan telur dapat memperbaiki aroma dan rasa.

Selain padat gizi dan memperbaiki aroma, keunggulan tepung tempe telur lainnya adalah dapat disimpan dan diolah lebih lanjut sebagai bahan pembuatan aneka kue kering dan kue basah yang bergizi. Hasil penelitian Angwar dkk. (2007) menyatakan bahwa tepung tempe telur dapat meningkatkan kadar padatan terlarut, nitrogen terlarut, asam amino bebas, asam lemak bebas, nilai cerna, nilai efisiensi protein, dan skor proteinnya serta mempunyai sifat fungsional yang diperlukan dalam pengolahan makanan. Kandungan protein tepung tempe telur dapat mencapai 42,2%.

Selain itu, tepung tempe telur ini dapat pula difortifikasikan pada tepung umbi-umbian dan tepung serealialia sehingga kualitas gizinya semakin meningkat (Angwar dkk. 2007).

3. Tepung sari tempe

Salah satu produk tepung lainnya yang dibuat dari tempe adalah sari tempe. Sari tempe merupakan cairan hasil ekstraksi dari bahan tempe yang telah di-*blanching* (direndam dalam air mendidih) terlebih dahulu dalam waktu yang singkat. Hasil ekstrak tempe tersebut ditambah dengan gula sesuai dengan kebutuhan lalu dikristalkan. Kristal sari tempe selanjutnya digiling sehingga diperoleh tepung sari tempe yang tahan simpan dan dapat diolah lebih lanjut menjadi bahan pangan padat gizi (Angwar dkk. 2008).



BALAI PENELITIAN BAHAN ALAM LIPI
XPUJ

ONDE-ONDE
KETAWA
BMC TEMPE

Kaya Protein & Kalsium Tinggi

BERBASIS PANGAN LOKAL

Diproduksi oleh BPTBA LIPI, Gunungkidul, DI. Yogyakarta

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB III

BAHAN MAKANAN CAMPURAN (BMC) TEMPE DAN KUDAPAN BMC

Program percepatan diversifikasi konsumsi pangan dibuat oleh pemerintah untuk mengatasi ketergantungan masyarakat terhadap terigu, mendukung kebutuhan Program Pemberian Makanan Tambahan bagi Anak Sekolah (PMTAS), mengatasi maraknya kasus gizi kurang dan gizi buruk pada anak usia di bawah lima tahun (balita) serta mendukung kebutuhan anak autis. Bentuk kebijakan yang dilakukan, yaitu dengan memanfaatkan potensi pangan lokal di antaranya kelompok umbi-umbian dan kacang-kacangan (Wahid dan Martina 2009).

Guna mendukung beberapa hal tersebut, telah dikembangkan formulasi tepung bahan makanan campuran (BMC) tempe bagi anak usia sekolah dan anak usia balita. Tepung BMC tempe tersusun atas tepung tempe, tepung beras, dan tepung kacang hijau. Penambahan tepung tapioka, tepung ganyong, tepung garut, tepung pisang, tepung kacang hijau, tepung ikan, dan atau tepung telur dapat dilakukan untuk memenuhi angka kecukupan gizi yang diperlukan.

Tempe yang digunakan berbahan baku kedelai lokal. Pemanfaatan kedelai lokal menguntungkan karena kandungan gizinya lebih tinggi (Ariani dan Sukiman 2014) dan dapat meningkatkan kesejahteraan petani. Lebih jauh, disebutkan juga bahwa tepung BMC tempe bersifat kompetitif, antara lain karena:

- a. Bergizi tinggi dan berkhasiat, dengan rasa dan aroma yang lebih baik daripada tempe segar.
- b. Telah teruji memiliki kualitas gizi sesuai dengan kebutuhan dan dapat diolah lebih lanjut sebagai kudapan atau bubur balita, baik PMTAS maupun PMT Balita. BMC tempe bergizi baik karena mengandung bahan tepung terformulasi lainnya, seperti beras dan kacang hijau.
- c. Telah teruji tahan simpan dalam jangka waktu tertentu karena dibuat dalam bentuk tepung tanpa pengawet dan pewarna buatan.
- d. Dapat diolah lebih lanjut menjadi produk pangan fungsional sesuai dengan kebutuhan;
- e. Dapat dimodifikasi dengan tepung dari bahan pangan lainnya sesuai dengan kebutuhan, seperti tepung sereal, tepung umbi-umbian, dan tepung lele.
- f. Dapat diterima oleh konsumen melalui serangkaian uji pemberian makanan pada balita, anak, dan orang dewasa.

A. PEMBUATAN TEPUNG BMC BERBASIS TEMPE

Pada dasarnya proses pembuatan tepung BMC meliputi tahap pemilihan bahan, pemasakan, pengeringan, penepungan, pengayakan, pencampuran, dan pengemasan. Pembuatan tepung BMC, sebagai berikut.

1. Pembuatan tepung tempe

Tepung tempe terbuat dari tempe segar berbahan kedelai lokal yang dipotong dadu ukuran 1x1 cm². Penting untuk menggunakan alat dan tempat pemotongan yang bersih dan terbuat dari *stainless steel*. Potongan tempe dikukus selama 10–15 menit lalu dikeringkan dengan alat pengering pada suhu 45–50°C. Pengeringan merupakan tahapan penting untuk mengurangi kandungan air pada potongan tempe. Setelah kering, dilakukan penepungan menggunakan mesin *disk mill*. Tepung tempe yang diperoleh kemudian diayak/disaring sehingga diperoleh tepung tempe berukuran 100 mesh.

2. Pembuatan tepung bahan campuran lainnya

Bahan campuran tepung BMC yang lain adalah kacang hijau dan beras. Beras dan kacang hijau disortir untuk mendapatkan bahan berkualitas baik, dicuci, dan ditiriskan. Selanjutnya, beras dan kacang hijau dimasak melalui sistem pengukusan hingga masak sempurna. Setelah keduanya matang, bahan tersebut dikeringkan menggunakan mesin pengering pada suhu 45–50°C. Tahap penepungan secara higienis dilakukan menggunakan mesin *disk mill*. Tepung nasi dan kacang hijau yang diperoleh diayak menggunakan ukuran 100 mesh.

3. Formulasi bahan tepung

Formulasi dan pencampuran tepung nasi, kacang hijau, dan tempe dilakukan dengan mempertimbangkan komposisi bahan makanan dengan standar gizi untuk memenuhi angka kecukupan gizi (AKG) anak. Tepung hasil formulasi berupa tepung BMC selanjutnya dapat disimpan lebih lama dan dapat diolah menjadi kudapan sehat berupa kue basah, kue kering, keik, dan olahan pangan sehat lainnya.

Produk yang dihasilkan dari proses pembuatan tepung ini berupa tepung BMC tempe berwarna putih, ukuran partikel 80 *mesh*, aroma normal, tanpa bahan pengawet, dan tanpa pemutih. Secara makro, kandungan nutrisi tepung BMC tempe dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Nutrisi Tepung BMC Tempe

Zat gizi	Kandungan per 100 gram
Protein	16,4%
Lemak	2,5%
Karbohidrat	71,7%
Vitamin B1, B2, mineral kalsium, zat besi, kalium, dan lainnya	9,4%
Kalori	375 kal

Sumber: Ariani dkk. (2007)

Kandungan protein tepung BMC tempe yang relatif tinggi memungkinkan untuk dijadikan sebagai bahan baku kudapan/makanan yang bergizi tinggi. Namun, harganya lebih mahal dibandingkan tepung terigu karena memerlukan bahan pendukung. Tepung BMC yang dihasilkan memiliki keunggulan daya simpan yang lebih baik, praktis, dan mudah diolah menjadi kudapan.

B. KUDAPAN DARI TEPUNG BMC UNTUK ANAK BALITA DAN USIA SEKOLAH

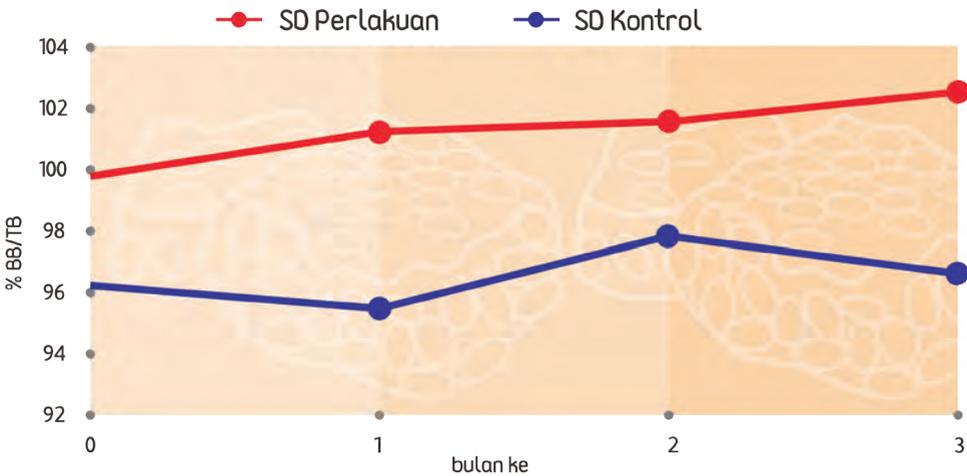
Tepung tempe dapat dibuat menjadi olahan sederhana berupa kudapan sehat berbentuk kue kering dan kue basah, seperti onde-onde, donat, brownies kukus, bolu kukus, bolu gulung, dan roti mandarin. Olahan tepung BMC tempe tersebut dianalisis kandungan gizinya untuk mengetahui takaran yang tepat bagi

makanan tambahan anak. Karakteristik kudapan sehat ini telah memenuhi syarat sebagai makanan tambahan, khususnya dalam Program Makanan Tambahan (PMT) anak usia balita dan usia sekolah dengan ketentuan mengandung minimal protein 5 g dan kalori 300 kal.

Formulasi tepung BMC tempe juga dapat dibuat sebagai tepung bebas gluten. Gluten adalah protein (prolamin) yang terdapat pada beberapa jenis gandum. Pemberian kudapan sehat yang terbuat dari tepung BMC tempe telah dilakukan di Gunungkidul, Kulonprogo, Sleman, Cipete Jakarta Selatan, Pacitan, Kudus, Surakarta, Lombok NTB, dan Waingapu NTT. Uji efektivitas telah dilakukan terhadap siswa. Pemberian kudapan penting dilakukan agar program makanan tambahan untuk anak dapat tepat sasaran dan status gizi anak terpenuhi (Ariani dan Angwar 2007).

Penelitian oleh Ariani dan Angwar (2007) mengulas tentang pemberian makanan tambahan (PMT) dari tepung BMC tempe dan PMT tepung terigu sebagai pembanding. PMT ini diberikan kepada 132 siswa sebagai responden, sebanyak 3 kali dalam seminggu selama 3 bulan, dengan kandungan 300 kkal dan 5 g protein. Selama pemberian PMT BMC tempe, dilakukan penimbangan berat badan (BB) dan pengukuran tinggi badan (TB) setiap bulan terhadap balita peserta. Status gizi diukur dengan indikator BB/TB dan persentase ambang batas (*cut off point*) terhadap media berat badan standar. Untuk melihat status gizi balita, WHO merekomendasikan penggunaan baku rujukan dari National Center for Health and Statistics. Ambang batas (*cut off point*) yang digunakan skor simpang baku (*z-score*) untuk menentukan status gizi baik adalah ± 2 standar deviasi (SD) (WHO 1983 dalam Arisman 2009).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kudapan dari tepung BMC dapat meningkatkan status gizi anak sebesar 2,3%. Grafik rerata perkembangan status gizi anak yang tertuang pada Gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan status gizi anak yang diberi PMT dari tepung BMC tempe lebih optimal dibandingkan status gizi anak yang diberi perlakuan PMT dari tepung terigu (Ariani dan Sumarna 2004). Pemberian kudapan BMC tersebut juga meningkatkan prestasi belajar dan kesegaran jasmani yang nyata pada anak di SD perlakuan dibandingkan terhadap nilai belajar dan aktivitas anak pada SD kontrol (Ariani dan Angwar 2007).



Sumber: Ariani dan Sumarna (2004)

Gambar 1. Rerata Perkembangan Status Gizi Anak Selama Pemberian PMT BMC Tempe

Maraknya kasus kurang gizi di Indonesia pada 2006 telah melatarbelakangi pengembangan formula tepung BMC tempe untuk anak usia balita. Kerja sama dengan UKM setempat telah

berhasil mengembangkan biskuit dari tepung BMC yang dapat langsung diberikan kepada balita sesuai dengan persyaratan kalori dan protein. Berat satu keping biskuit 25 g. Dengan demikian, dapat diketahui seberapa banyak biskuit yang diberikan kepada balita sesuai dengan angka kecukupan gizi (AKG). Hasil analisis laboratorium tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan Gizi Biskuit BMC Tempe Per 100 g Biskuit

Parameter dan satuan	Kadar
Protein (%)	14,6
Lemak (%)	19,0
Fe (ppm)	12,6
Zn (ppm)	23,3

Sumber: Ariani dkk. (2007)

Berdasarkan kandungan gizi pada Tabel 6, ditetapkan bahwa pemberian biskuit bagi balita dengan status gizi kurang sebanyak 2 keping/hari yang setara dengan 7 g protein. Pemberian kudapan tersebut sesuai dengan persyaratan PMT anak, yaitu setiap pemberian minimal mengandung 5 g protein.

Pada saat mengonsumsi makanan sumber protein, perlu memperhatikan jumlah protein dan susunan asam amino di dalamnya. Apabila dua jenis protein memiliki asam amino yang berbeda dan dikonsumsi bersama-sama, kekurangan asam amino dari protein yang satu dapat dilengkapi dari protein lain. Kedua protein tersebut saling mendukung sehingga mutu gizi gabungannya menjadi lebih tinggi daripada salah satu protein (Winarno 1993). Tujuan penggunaan campuran tempe kedelai, kacang hijau, tapioka, dan beras sebagai bahan penyusun tepung

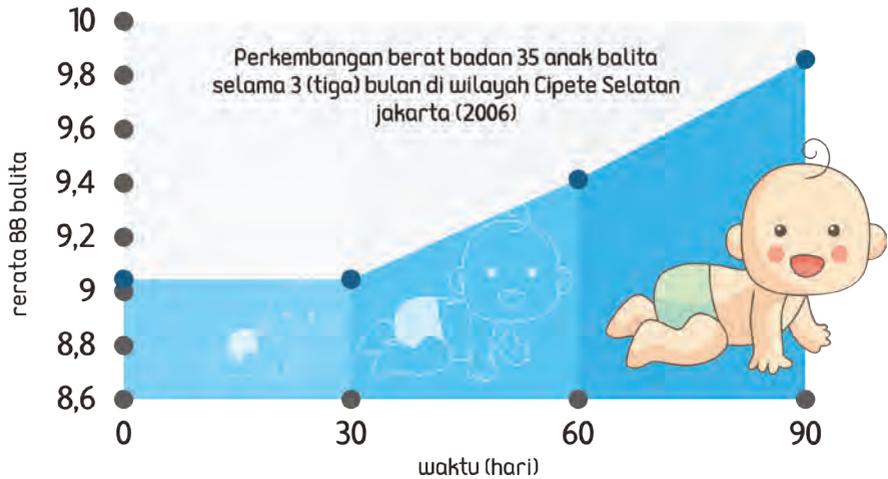
BMC adalah agar kandungan asam amino yang terkandung di dalamnya dapat saling melengkapi. Kandungan asam amino biskuit berbasis tepung BMC tempe untuk balita dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Kandungan Asam Amino Biskuit BMC Tempe

Jenis asam amino	%	Jenis asam amino	%
Aspartat	6	Alanin	7,3
Glutamat	9,2	Tirosin	0,0
Serin	5,6	Triptophan	2,0
Histidin	0	Metionin	11
Arginin	5,5	Valin	3,6
Glisin	5,3	Fenilalanin	1,5
Threonin	3,4	Isoleucin	9,2
Leusin	13,2	Lisin	7,5

Sumber: Ariani & Angwar (2007)

Hasil penelitian Ariani dkk. (2007) menyebutkan bahwa pemberian biskuit dari tepung BMC tempe kepada 35 anak gizi kurang di wilayah Cipete Jakarta Selatan selama 3 bulan, menunjukkan terjadi peningkatan status gizi pada semua anak. Status gizi balita sebelum pemberian BMC, yaitu buruk 25%, kurus 37,5%, dan baik 37,5%. Setelah pemberian BMC status gizi buruk sebanyak 12,5%, kurus 37,5%, dan baik 50%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Program Pemberian Makanan Tambahan dari BMC tempe telah memperbaiki status gizi balita. Perbaikan status gizi tersebut belum optimal karena masih dijumpai adanya balita yang bergizi buruk dan kurus (Gambar 2).



Sumber: Ariani dkk. (2007).

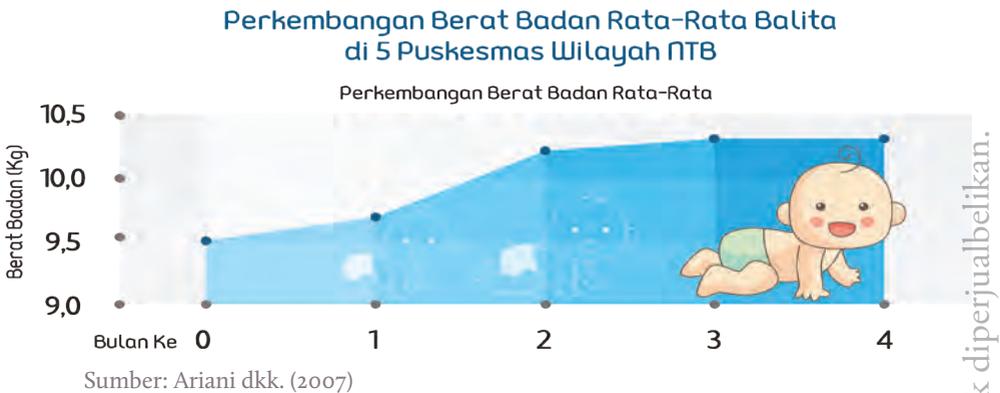
Gambar 2. Rerata Perkembangan Berat Badan (kg) Anak Usia di bawah Lima Tahun (balita) Selama Tiga Bulan

Dari hasil pemberian kudapan kepada anak usia balita menunjukkan peningkatan status gizi, namun hasilnya belum optimal. Hal ini antara lain disebabkan oleh:

- 1) Masih kurangnya asupan energi dan protein dari makanan utama yang dikonsumsi oleh balita.
- 2) Tidak dilakukannya pemeriksaan Hb dan cacing pada balita di awal perlakuan sehingga kemungkinan beberapa balita sebenarnya memerlukan pemulihan Hb dan pengobatan cacing.
- 3) Kesadaran masyarakat, khususnya orang tua mengenai pentingnya gizi pada masa balita, masih rendah. Oleh karena itu, perlu adanya penyuluhan atau pendampingan terhadap ibu-ibu balita.

- 4) Kondisi sanitasi dan kebersihan lingkungan tempat tinggal yang masih kurang baik. Hal tersebut menyebabkan penyakit infeksi, terutama infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) dan cacingan masih dialami balita sehingga asupan gizi yang masuk kurang maksimal dan mengakibatkan perkembangan berat badan yang tidak optimal.
- 5) Waktu yang digunakan untuk pemberian makanan tambahan pada anak dengan kasus gizi buruk dan kurang di Cipete Jakarta Selatan terlalu singkat.

Implementasi pemberian kudapan dari tepung BMC tempe juga telah dilakukan terhadap 131 anak balita dengan status gizi kurang di wilayah Lombok NTB pada tahun 2006. Perkembangan rata-rata berat badan dari masing-masing Puskesmas dan perkembangan rata-rata berat badan dari seluruh Puskesmas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perkembangan Berat Badan Balita Status Gizi Kurang di Puskesmas Wilayah NTB Selama Pemberian Kudapan dari BMC Tempe.

Pemberian kudapan dari BMC tempe telah memberikan perubahan status gizi pada balita peserta. Setelah pemberian

kudapan tersebut selama tiga bulan terjadi perubahan status gizi, yaitu berkurangnya status gizi kurus sekali dan kurus, meningkatnya status gizi normal/baik, dan adanya balita dengan status gizi gemuk. Perubahan status gizi balita peserta selama pemberian BMC dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perkembangan Status Gizi Balita Selama Pemberian PMT

Status Gizi	Sebelum PMT (%)	Setelah PMT (%)
Kurus Sekali	4,5	2,7
Kurus	38,4	16,8
Baik	57,1	77,0
Gemuk	0	3,5

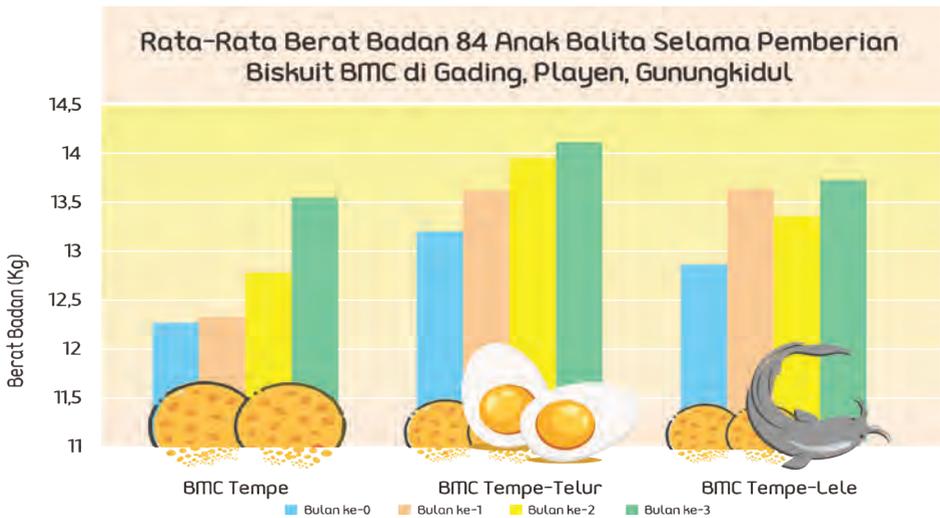
Ket. PMT: Pemberian Makanan Tambahan

Sumber: Ratnayani dkk. (2007)

Berdasarkan uji T-Test ($t = 1,360$; $P = 0,05$), terdapat perbedaan yang signifikan antara status gizi balita sebelum dan sesudah pemberian BMC tempe. Keadaan ini menunjukkan bahwa program pemberian kudapan BMC tempe telah memberikan perbaikan status gizi balita peserta (Ratnayani dkk. 2007).

Implementasi kudapan dari tepung BMC tempe bagi 84 anak balita di wilayah desa Gading, Playen, Gunungkidul juga telah dilakukan pada tahun 2006–2007. Tepung BMC tempe yang digunakan pada penelitian tersebut telah diperkaya dengan tepung ganyong (*Canna edulis*) sebagai sumber karbohidrat nabati. Kudapan dari tepung BMC tempe yang mengandung ganyong diberikan kepada anak balita dengan tiga variasi sumber protein yang berbeda, yaitu (1) tepung tempe; (2) tepung tempe-telur; dan atau (3) tepung tempe-ikan lele (Gambar 4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tepung tempe sebagai sumber protein dalam kudapan menunjukkan peningkatan status gizi anak tertinggi dibandingkan sumber protein yang lain.

Dengan demikian, kudapan dari tepung BMC tempe yang menggunakan sumber protein tempe dianggap lebih efektif dibandingkan sumber protein yang lain. Hasil uji efektivitas pemberian produk BMC pada anak balita di Gunungkidul menunjukkan bahwa secara keseluruhan terjadi peningkatan berat badan pada semua kelompok perlakuan anak balita.



Sumber: Ratnayani dkk. (2008)

Gambar 4. Rata-Rata Perkembangan Berat Badan Balita di Desa Gading Gunungkidul Selama Pemberian Kudapan BMC Tempe

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB IV

PENGEMBANGAN TEMPE UNTUK PANGAN FUNGSIONAL DAN TERAPI MALNUTRISI

Penelitian dan pengembangan produk tepung BMC juga dilakukan untuk anak usia balita 6–24 bulan dalam bentuk makanan pendamping ASI (MPASI). Pengembangan produk BMC berbasis tempe juga untuk terapi kesehatan dalam bentuk makanan lewat pipa (MLP). Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan karena menyangkut aspek kualitas nutrisi, keamanan produk, dan osmolaritas. Dalam bab ini juga diuraikan pengembangan produk tepung BMC untuk penderita Diabetes Mellitus.

A. SARI TEMPE SEBAGAI MAKANAN PENDAMPING ASI (MPASI)

Tepung tempe telah dimanfaatkan dalam pembuatan makanan pendamping ASI (MPASI) yang diberikan kepada bayi usia 6–24 bulan guna memenuhi kebutuhan gizi selain ASI. Pemberian produk MPASI bagi bayi/anak harus dilakukan dengan tepat, mulai diberikan dalam bentuk cair secara bertahap menjadi lebih kental.

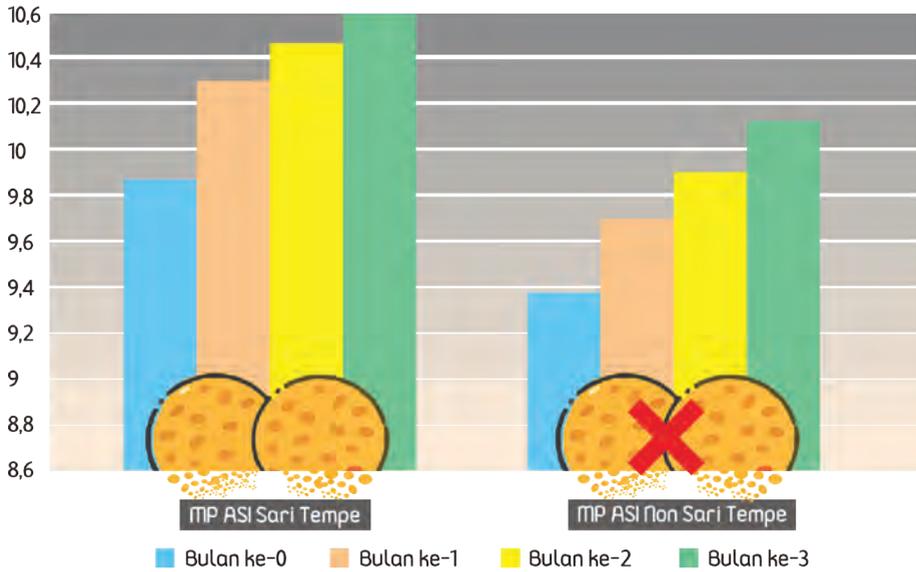
Pemberian makanan tambahan merupakan salah satu proses bayi mulai belajar mengunyah dan menelan makanan padat (Suhardjo dan Clara 1992).

1. Uji coba produk MPASI berbasis tempe di Jawa Timur

Uji coba produk MPASI berbasis tempe diberikan kepada balita usia 6–24 bulan yang mengalami kondisi gizi kurang dan gizi buruk di wilayah Puskesmas Pringkuku, Pacitan, Jawa Timur. Kegiatan uji coba ini dilakukan pada tahun 2007 dengan dua macam perlakuan MPASI sari tempe dan MPASI nonsari tempe setiap hari selama 90 hari. Kandungan gizi yang diberikan, yaitu 220 kal dan 8,4 g protein untuk MPASI sari tempe dan 227 kal, 8,1 g protein untuk MPASI nonsari tempe. Variabel dalam penelitian ini meliputi umur, jenis kelamin, berat badan, dan status gizi (*z-score* BB/U).

Penimbangan berat badan balita dilakukan secara rutin setiap bulan di Puskesmas. Gambar 5 memperlihatkan pertumbuhan balita selama pemberian MPASI. Rata-rata kenaikan berat badan balita selama pemberian MPASI, yaitu 0,7 kg pada kelompok MPASI sari tempe dan 0,74 kg pada kelompok MPASI nonsari tempe. Peningkatan berat badan ini sejalan dengan hasil penelitian Supadmi (2008), yaitu pemberian PMT di BP GAKI Magelang telah meningkatkan berat badan balita sebesar 0,7 kg.

Hasil uji menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) antara berat badan sebelum dan sesudah pemberian pada kelompok MPASI sari tempe dan MPASI nonsari tempe, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata antara kedua kelompok MPASI tersebut (Gambar 5).



Sumber: Angwar dkk. (2008)

Gambar 5. Berat Badan Balita Usia 6–24 Bulan Selama Pemberian MPASI

2. Status Gizi (*z-score* BB/U)

Penilaian status gizi balita berdasarkan *z-score* berat badan menurut umur (BB/U). Sebelum pemberian MPASI, rata-rata *z-score* pada kelompok MPASI sari tempe, yaitu -2,96, sedangkan pada kelompok MPASI nonsari tempe sebesar -2,98. Nilai *z-score* ini menunjukkan bahwa rata-rata balita, baik pada kelompok MPASI sari tempe maupun MPASI nonsari tempe berada pada kategori gizi kurang. Setelah pemberian, rata-rata *z-score*, yaitu -2,68 pada kelompok MPASI sari tempe dan -2,71 pada kelompok MPASI nonsari tempe. Meskipun berdasarkan nilai *z-score*, balita MPASI sari tempe dan MPASI nonsari tempe masih berada pada kategori gizi kurang, pemberian MPASI telah memperbaiki keadaan gizi balita. Pemberian MPASI ini telah meningkatkan nilai *z-score* sebesar 0,28 pada

kelompok MPASI sari tempe dan 0,27 pada MPASI nonsari tempe. Hasil uji beda T menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan nilai *z-score* antara kelompok MPASI sari tempe dan MPASI nonsari tempe tidak berbeda nyata.

B. MAKANAN ENTERAL BERBASIS TEMPE

Tempe memiliki kandungan gizi yang tinggi sehingga layak digunakan sebagai sumber protein utama dalam pembuatan makanan enteral. Makanan enteral merupakan makanan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan gizi secara keseluruhan atau sebagai suplemen pada pasien yang mengalami malnutrisi. Fungsi utama makanan enteral adalah agar makanan tetap dapat diberikan secara oral kepada pasien yang mengalami gangguan menelan selama saluran pencernaan masih berfungsi baik. Makanan enteral berbentuk cair dengan daya osmolaritas dan viskositas tertentu yang diberikan melalui sonde *Nasogastric Tube* (NGT). Oleh karena itu, makanan enteral disebut juga makanan lewat pipa (MLP). Selain tempe sebagai sumber protein, beras, kacang hijau, telur dan ganyong dapat diformulasikan ke dalam makanan enteral tersebut untuk melengkapi kebutuhan gizi.

Dewasa ini sudah ada beberapa produk MLP yang beredar di pasaran, tetapi harganya relatif mahal untuk pasien tidak mampu. Sementara itu, makanan enteral buatan rumah sakit untuk pasien tidak mampu memiliki kandungan gizi, vitamin, dan mineral yang relatif masih rendah, osmolaritasnya tidak terukur, kurang higienis, dan kurang praktis (Kurnia 2005). Untuk mengatasi masalah tersebut, telah dilakukan pengembangan tepung formula MLP melalui diversifikasi tempe sebagai hasil olahan kedelai. Tepung formula MLP berbahan utama BMC tempe mempunyai potensi

sebagai makanan enteral untuk membantu mengatasi malnutrisi pasien. Uji efektivitas produk MLP telah dilakukan di Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM dan telah memenuhi beberapa persyaratan sebagai makanan enteral meliputi kandungan gizi (Sobariah dkk. 2005; Kaur 2009) dan osmolaritas (Olree dkk. 1998). Formula MLP A (tempe, beras, dan kacang hijau) dan MLP B (tempe, beras, kacang hijau, dan umbi ganyong) telah dikembangkan dengan kualitas yang memenuhi standar (Tabel 9).

Tabel 9. Kandungan Gizi dan Kriteria Makanan Enteral/MLP

No.	Kriteria makanan enteral	Standar	MLP A	MLP B
1.	Kalori (kcal/ml)	1–2	1	1
2.	Protein (g/l)	25–50	40,96	41,56
3.	Lemak (g/l)	30–35	23,83	23,71
4.	Osmolaritas (mOsm/L)	300–500	330	329
5.	Keamanan mikrobiologi	Bebas dari mikroflora, patogen	Bebas dari mikroflora, patogen	Bebas dari mikroflora, patogen
6.	Bentuk	Siap saji, siap seduh	Siap seduh	Siap seduh
7.	Cara pemberian	Oral/ <i>tube</i> / <i>tube only</i>	Oral	Oral

Sumber: Sobariah dkk. (2005); Kaur (2009); Olree dkk. (1998)

1. Formulasi MLP dengan bahan baku tepung BMC tempe

Perlakuan yang digunakan untuk uji coba makanan lewat pipa adalah BMC tempe tanpa penambahan tepung ganyong (MLP A) dan BMC tempe dengan penambahan tepung ganyong (MLP B). Penambahan gayong merupakan upaya diversifikasi bahan baku lokal yang diformulasikan ke dalam tepung BMC tempe dengan tetap menjaga standar persyaratan komposisi gizi dan osmolaritas. Tepung ganyong dibuat dengan cara mengiris, mengeringkan, dan

menepung bagian umbi (Ratnaningsih dkk. 2010). Karakteristik atau bentuk fisik tepung ganyong yang diperoleh adalah warna putih kecokelatan, tekstur halus, rasa agak manis dengan aroma harum khas ganyong. Menurut data Direktorat Gizi Depkes RI (1989), dalam 100 g tepung ganyong mengandung 85,2 g karbohidrat, 0,7 g protein, dan 2,2 g serat.

Ariani dkk. (2009) melakukan percobaan MLP ini kepada tiga kelompok tikus, yaitu tikus dengan MLP A, MLP B, dan MLP komersial. Setelah 30 hari pengamatan, data peningkatan berat badan (BB), kadar albumin, dan hemoglobin tikus diukur. Hasil pengukuran berdasarkan formulasi MLP tersebut diteliti untuk mengetahui pengaruhnya terhadap malnutrisi dan dibandingkan MLP komersial (C). Hasil pengukuran BB, kadar albumin dan hemoglobin dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata peningkatan berat badan, kadar albumin dan hemoglobin pada hewan uji setelah perlakuan pemberian MLP berbasis BMC tempe selama 30 hari

Kelompok perlakuan	Nilai peningkatan berat badan \pm SD (gram)	Nilai peningkatan kadar albumin \pm SD (g/dl)	Nilai peningkatan kadar hemoglobin \pm SD (g/dl)
A	93,89 \pm 11,18 ^c	1,35 \pm 0,15 ^a	4,03 \pm 0,32 ^a
B	83,11 \pm 7,86 ^b	2,13 \pm 0,14 ^c	5,40 \pm 0,31 ^c
C	71,00 \pm 9,46 ^a	1,56 \pm 0,09 ^b	4,91 \pm 0,41 ^b

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antar-perlakuan (taraf uji 5%).

SD: Standar Deviasi

A: Tikus dengan diet MLP formula A (tempe, beras, dan kacang hijau)

B: Tikus dengan diet MLP formula B (tempe, beras, kacang hijau, dan ganyong)

C: Tikus dengan diet MLP komersial

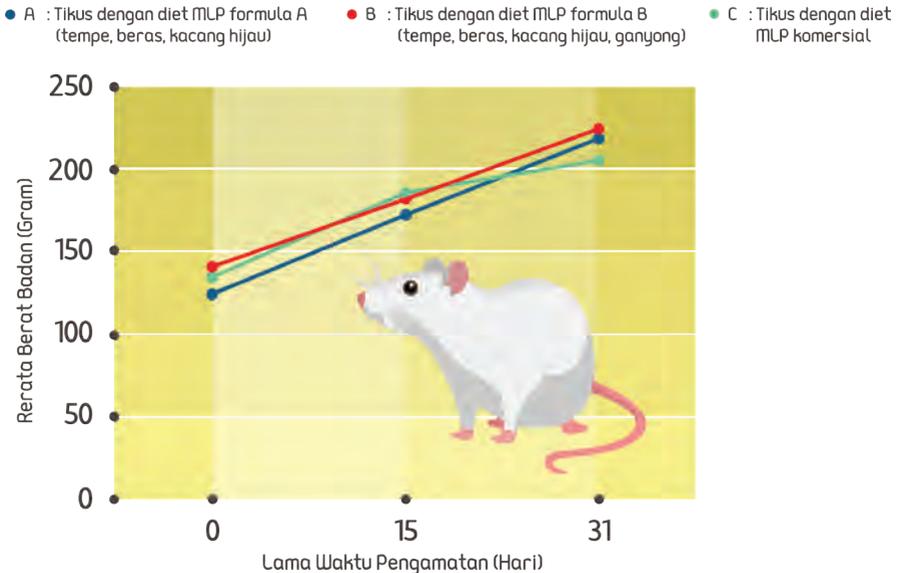
Sumber: Ariani dkk. (2009)

Jika melihat hasil pengukuran pada Tabel 10, peningkatan BB hewan uji menggunakan MLP komersial berbeda secara nyata dibandingkan perlakuan dengan MLP BMC tempe. Selain itu, di antara MLP yang mengandung BMC tempe saja menunjukkan kinerja peningkatan BB yang bermakna dibandingkan MLP yang mengandung BMC tempe dan tepung ganyong. Hal ini menunjukkan walaupun kedua MLP yang mengandung BMC tempe memiliki komposisi sesuai dengan persyaratan MLP, kenaikan berat massa tumbuh hewan uji sangat dipengaruhi oleh asupan protein dalam makanan yang berasal dari protein tempe.

Keunggulan MLP dengan BMC tempe disebabkan kapang yang tumbuh pada tempe mampu menghasilkan enzim protease untuk menguraikan protein menjadi peptida dan asam amino bebas. Kapang tempe *Rhizopus* sp. menghasilkan berbagai jenis karbohidrat lipase, protease, yang dapat menguraikan makronutrien ke dalam bahan kimia yang lebih sederhana dengan kelarutan air yang tinggi, vitamin, senyawa pitokimia, dan eksopeptidase (Witono dan Kang 2010). Asam amino lebih cepat diserap oleh tubuh untuk mendukung pertumbuhan sel dan meningkatkan berat badan hewan uji. Dari hasil dapat dilihat pula bahwa penambahan tepung ganyong ke dalam formulasi MLP BMC tidak sebaik peningkatan berat badan hewan uji dengan formulasi MLP BMC tempe tanpa tepung ganyong.

Selain itu, komposisi gizi ketiga formula MLP sudah mengandung protein untuk bahan baku pertumbuhan sel. Namun, penelitian ini membuktikan bahwa jenis protein yang terkandung dalam BMC tempe saja memiliki proporsi yang lebih baik untuk mendukung pertumbuhan, dibandingkan protein yang ada dalam formula MLP BMC tempe dengan penambahan tepung ganyong

atau formula MLP komersial. Dengan demikian, proporsi protein tepung tempe terformulasi dalam MLP BMC dengan penambahan ganyong tidak sebaik formula MLP BMC tempe. Grafik perkembangan berat badan dengan perlakuan tiga formulasi MLP dapat dilihat pada Gambar 6.



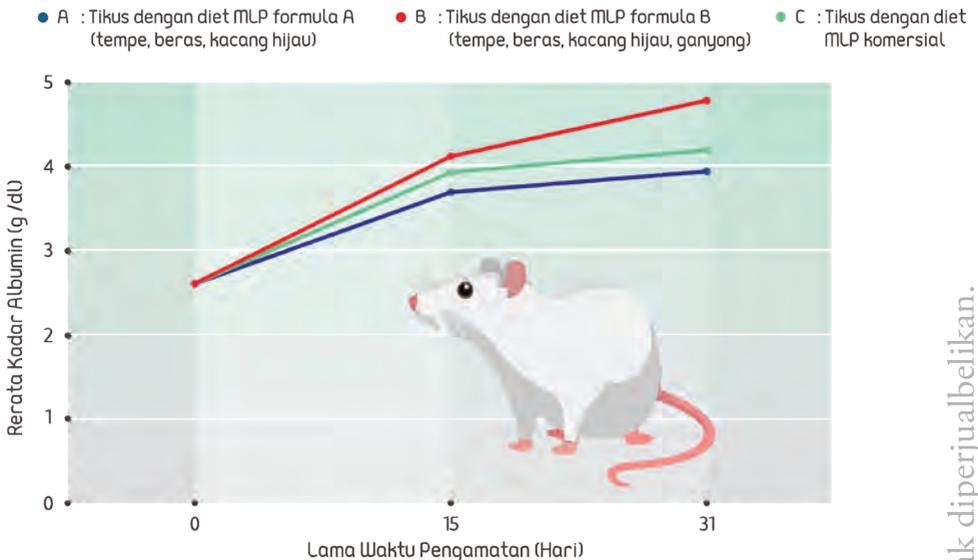
Sumber: Ariani dkk. (2009)

Gambar 6. Rata-Rata Berat Badan Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) pada Hari ke-0, 15, dan 31

Dari Gambar 6, BB hewan uji dengan perlakuan MLP komersial pada hari ke-15 sedikit lebih unggul dibandingkan pengukuran awal untuk hewan uji dengan dua formulasi yang menggunakan BMC. Namun, setelah akhir pengukuran pada hari ke-31 diketahui bahwa BB dengan perlakuan MLP komersial tidak setara dengan kinerja BB hewan uji menggunakan MLP BMC

tempe, baik dengan atau tanpa tepung ganyong. Artinya, BB hewan uji dengan perlakuan MLP BMC tempe mampu melampaui BB hewan uji dengan perlakuan MLP komersial.

Oleh karena itu, terdapat perbedaan dampak hasil pengukuran kadar albumin dengan perlakuan menggunakan ketiga formula MLP. Albumin adalah protein utama yang terdapat dalam darah manusia yang memiliki fungsi mengatur tekanan osmotik dalam darah (Minchiotti dkk. 1995). Melalui pengujian ini, dapat diketahui kenaikan kadar albumin pada keseluruhan perlakuan, baik yang menggunakan formulasi MLP BMC tempe, BMC tempe dengan penambahan ganyong, maupun MLP komersial (Gambar 7).



Sumber: Ariani dkk. (2009)

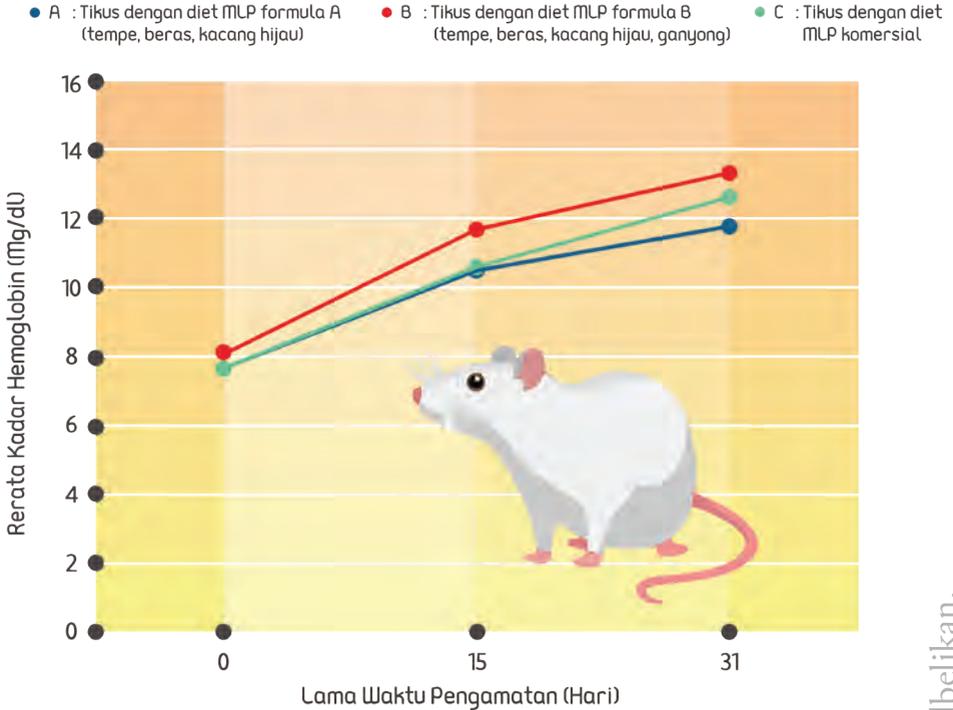
Gambar 7. Rata-Rata Kadar Albumin Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) pada Hari ke-0, 15, dan 31

Hasil tersebut menunjukkan asupan nutrisi dalam MLP mampu menyokong pertumbuhan sel dan peningkatan kadar albumin dalam darah hewan uji selama perlakuan 30 hari. Jika dibandingkan kedua formula MLP yang diujikan, formula MLP BMC tempe dengan penambahan ganyong mampu meningkatkan kadar albumin dalam hewan uji paling baik pada hari ke-15 sampai dengan hari ke-30. Sementara itu, hasil pengukuran kadar albumin dengan perlakuan MLP BMC tempe lebih rendah daripada perlakuan dengan MLP komersial.

Aspek ketiga yang diukur dalam percobaan perlakuan MLP dengan menggunakan dua formulasi BMC adalah kadar hemoglobin dalam darah hewan uji. Kadar hemoglobin dalam darah meningkat setelah diberikan MLP BMC tempe, baik tanpa maupun dengan ganyong. Kecenderungan peningkatan hemoglobin dalam hewan uji juga diperoleh dari MLP komersial. Jika dibandingkan ketiga formula yang berbeda, kinerja peningkatan tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan MLP BMC dengan ganyong (Gambar 8).

Dengan demikian, hasil pengujian menggunakan hewan uji tersebut menunjukkan formulasi MLP dengan sumber protein tempe (BMC tempe) mampu memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan berat badan, kadar albumin, dan hemoglobin darah hewan uji selama 1 bulan. Formula MLP BMC tempe dengan ganyong mampu meningkatkan kadar albumin dan hemoglobin lebih baik dibandingkan MLP BMC tempe tanpa penambahan ganyong. Dampak positif ini menjadi dasar bahwa produk MLP selanjutnya dapat diujikan kepada manusia. Pada masa

mendatang, produk MLP berbasis pangan lokal ini diharapkan dapat mengatasi masalah malnutrisi, khususnya pada pasien yang mengalami gangguan oral dan harganya terjangkau untuk seluruh lapisan masyarakat.



Sumber: Ariani dkk. (2009)

Gambar 8. Rata-Rata Kadar Hemoglobin Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) pada Hari ke-0, 15, dan 31

C. BISKUIT BMC TEMPE FORTIFIKASI Fe UNTUK PENCEGAHAN ANEMIA

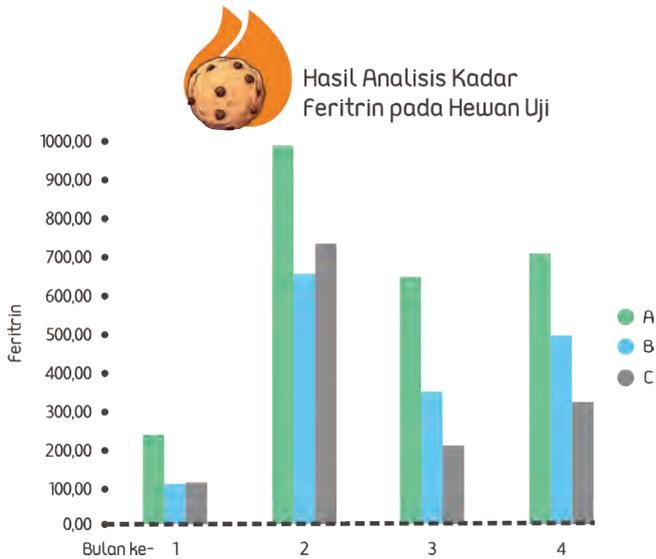
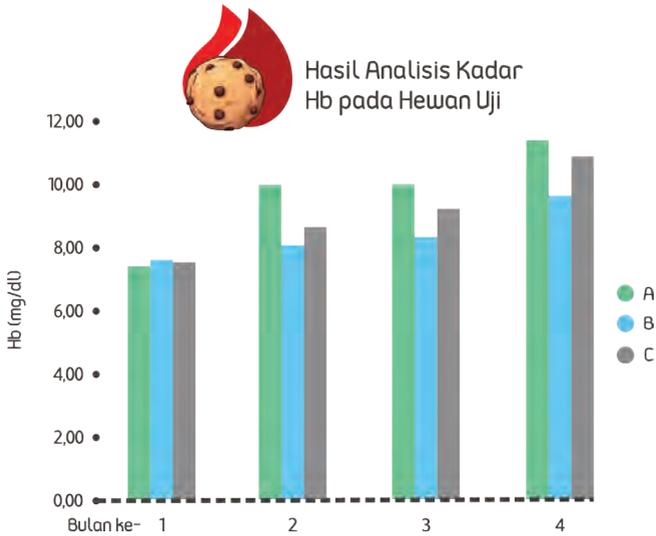
Remaja putri rentan mengalami kurang gizi pada periode puncak tumbuh kembang, kurang asupan zat gizi karena pola makan yang salah dan pengaruh dari lingkungan. Zat besi dalam bahan makanan dapat berbentuk hem yang berikatan dengan protein dan terdapat dalam bahan makanan yang berasal dari hewani. Lebih dari 35% hem ini dapat diabsorpsi langsung. Bentuk lain adalah dalam bentuk nonhem, yaitu senyawa besi anorganik yang kompleks yang terdapat di dalam bahan makanan nabati, yang hanya dapat diabsorpsi sebanyak 5%. Absorpsi zat besi nonhem dapat ditingkatkan apabila terdapat kadar vitamin C (Mulyawati 2003). Adanya vitamin C gugus SH (sulfidril) dan asam amino sulfur dapat meningkatkan absorpsi karena dapat mereduksi besi dalam bentuk ferri menjadi ferro. Vitamin C dapat meningkatkan absorpsi besi dari makanan melalui pembentukan kompleks ferro askorbat. Kombinasi 200 mg asam askorbat dengan garam besi dapat meningkatkan penyerapan zat besi sebesar 25–50% (Wahyuni 2004).

Selama ini upaya penanggulangan anemia gizi masih difokuskan pada ibu hamil, sedangkan pada kelompok lain termasuk remaja putri belum ditangani. Upaya pencegahan dan penanggulangan anemia, antara lain melalui fortifikasi bahan makanan, yaitu dengan menambahkan zat besi, asam folat, dan asam amino esensial pada bahan makanan yang dikonsumsi (Depkes 1995 dalam Purwani dan Hadi 2002). Namun, strategi fortifikasi sampai sekarang masih belum banyak berperan dalam penanggulangan anemia gizi di masyarakat. (Wahyuni 2004). Program fortifikasi akan menghasilkan produk pangan yang murah

dengan kandungan fortifikan yang dapat mencegah terjadinya defisiensi jika dikonsumsi pada jumlah normal (Siagian 2003). Dalam proses fortifikasi pangan ada beberapa alternatif bahan kimia yang ditambahkan. Bahan kimia yang sudah umum digunakan dalam fortifikasi pangan adalah Fe_2SO_4 dalam NaFeEDTA (Hurrell 2004).

Hasil penelitian Fitri (2005) pada mahasiswi tingkat I IPB menunjukkan masih rendahnya konsumsi Fe dan vitamin C pada remaja putri. Rata-rata konsumsi harian Fe dan vitamin C, yaitu 14,3 mg/hari dan 66,4 mg/hari belum memenuhi angka kecukupan zat besi dan vitamin C berturut-turut 26 mg/hari dan 75 mg/hari. Pada kegiatan ini tepung tempe, kacang hijau, beras, dan ganyong dimanfaatkan untuk biskuit BMC tempe dengan fortifikasi Fe, yaitu zat yang diperlukan dalam pembentukan sel darah merah. Komposisi tepung tersebut mengandung zat besi (Fe) tinggi. Metode yang digunakan dalam pembuatan biskuit, yaitu metode adonan keras (Sunaryo 1985). Komposisi bahan penyusun biskuit terdiri atas tepung BMC, kuning telur, margarin, gula halus, susu skim, *baking powder*, dan vanili. Dalam pembuatan biskuit dikembangkan formula baru dengan fortifikasi Fe menggunakan Fe_2SO_4 dengan dosis sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, yaitu 70,4 mg/100 g tepung BMC. Di samping itu, ditambahkan vitamin C pada masing-masing formula biskuit tersebut sebanyak 80 mg/100 g tepung BMC (Govindaraj dkk. 2007) untuk meningkatkan penyerapan zat besi.

Biskuit dengan fortifikasi Fe selanjutnya diuji secara *in vivo* pada hewan uji yang sebelumnya kurang zat besi. Hasil penelitian menunjukkan biskuit Fe mampu menormalkan kembali status Hb hewan uji disertai dengan pembentukan feritrin sebagai cadangan zat besi (Gambar 9).



Keterangan: A: Biskuit dengan fortifikasi Fe; B: Biskuit BMC tanpa fortifikasi; C: Pakan tikus (kontrol)

Sumber: Ariani dkk. (2009)

Gambar 9. Hasil Analisis Kadar Hb dan Feritrin Hewan Uji Selama Pemberian Biskuit untuk Anemia Berbasis Tempe

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa hasil penelitian menggunakan BMC dengan fortifikasi dapat meningkatkan nilai Hb pada hewan uji (tikus) secara bermakna pada bulan kedua sampai dengan bulan keempat. Sementara itu, hasil pengukuran kadar Hb tikus pada bulan pertama masih terlihat sama pada ketiga jenis perlakuan. Hal yang menarik adalah dua perlakuan dengan biskuit BMC tanpa fortifikasi dan perlakuan pemberian pakan tikus biasa (tanpa BMC) juga menyebabkan kenaikan nilai Hb, walaupun normalisasi nilai Hb lebih cepat menggunakan BMC dengan fortifikasi. Hal ini dapat diasumsikan bahwa, baik BMC tanpa fortifikasi Fe maupun pakan tikus kontrol sudah mengandung Fe yang dapat meningkatkan kadar Hb hewan uji selama perlakuan, walaupun tidak sebaik kadar Fe dalam BMC fortifikasi Fe. Keunggulan BMC tempe, dengan atau tanpa fortifikasi Fe adalah kemampuan pembentukan feritritin pada hewan uji sejak awal perlakuan. Konsumsi BMC dengan fortifikasi Fe sangat berguna untuk meningkatkan kandungan feritritin dalam darah dibandingkan pakan kontrol sehingga dapat mengurangi risiko Hb rendah.

Uji efektivitas dilanjutkan pada 35 remaja putri di SMP 2 dan SMP 3 Playen, Gunungkidul penderita kurang darah/anemia ringan. Hasil uji efektivitas biskuit kaya Fe menunjukkan bahwa setelah dua bulan pemberian biscuit, anemia ringan dapat teratasi. Pada uji tersebut telah diberikan biskuit BMC tempe dengan fortifikasi Fe dan sebagai pembanding diberikan biskuit kontrol yang terbuat dari tepung terigu. Pada tahap satu bulan pertama, 18 anak diberi biskuit kontrol (formula A) dan 17 anak diberi biskuit BMC fortifikasi Fe (formula B). Setelah satu bulan pemberian perlakuan ditukar, 18 anak diberi perlakuan formula B dan 17 anak diberi formula A. Hasil uji tertera pada Tabel II.

Tabel 11. Hasil Analisis Darah (Hb) Remaja Putri Anemia Setelah Perlakuan Pemberian Biskuit BMC

Formula	Rerata Hb Awal Bulan Pertama	Rerata Hb Akhir Bulan ke-1	Peningkatan Hb
A (kontrol)	11,11	12,92	1,81
B	11,27	13,31	2,04

Formula	Rerata Hb awal bulan ke-2	Rerata Hb akhir bulan ke-2	Peningkatan Hb
A (kontrol)	12,84	12,87	0,03
B	13,16	13,20	0,04

Keterangan: A: Biskuit terbuat dari terigu (kontrol); B: Biskuit BMC fortifikasi Fe
Sumber: Ariani dkk (2010)

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa pemberian biskuit BMC tempe fortifikasi zat besi (formula B) cenderung meningkatkan kadar Hb remaja putri lebih tinggi dibandingkan biskuit berbahan baku terigu. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian biskuit BMC tempe fortifikasi zat besi (Fe) dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi anemia ringan sehingga dimungkinkan apabila mengonsumsi biskuit ini dapat mencegah penyakit anemia.

D. BISKUIT KAYA SERAT BERBASIS TEMPE

Tepung tempe telah dikembangkan sebagai pangan fungsional berbasis umbian yang kaya serat dan aman dikonsumsi bagi penderita Diabetes Mellitus (DM). Formulasi biskuit terdiri atas tepung ubi jalar putih dan beras merah sebagai sumber karbohidrat, tepung tempe sebagai sumber protein, ditambah dengan tepung agar-agar, inulin, telur, sorbitol, dan margarin. Formulasi biskuit kaya serat disesuaikan dengan SNI 19527-SNI-01-3702-1995. Kandungan gizi dari biskuit tersebut dapat dilihat di Tabel 12.

Tabel 12. Kandungan Biskuit Berbasis Ubi Jalar (BUJ) dan Biskuit Komersial

Parameter	Biskuit Ubi Jalar (BUJ)	Biskuit Komersial	SNI*
Air (%)	4,73	2,94	Maks. 5
Abu (%)	2,04	2,87	Maks. 2
Protein (%)	8,25	6,82	Min. 4
Lemak (%)	21,4	18,04	Sesuai label
Gula reduksi (%)	0,73	2,38	Maks. 1
Serat kasar (%)	2,8	1,01	-
Amilosa (%)	7,35	9,63	-
Pati (%)	47,07	50,01	-
Gula total (%)	2,92	2,49	-
Serat pangan larut (%)	3,56	3,58	-
Serat pangan tidak larut (%)	2,04	2,82	-

Keterangan: SNI*: SNI 19527-SNI-01-3702-1995

Sumber: Ariani dkk. (2011)

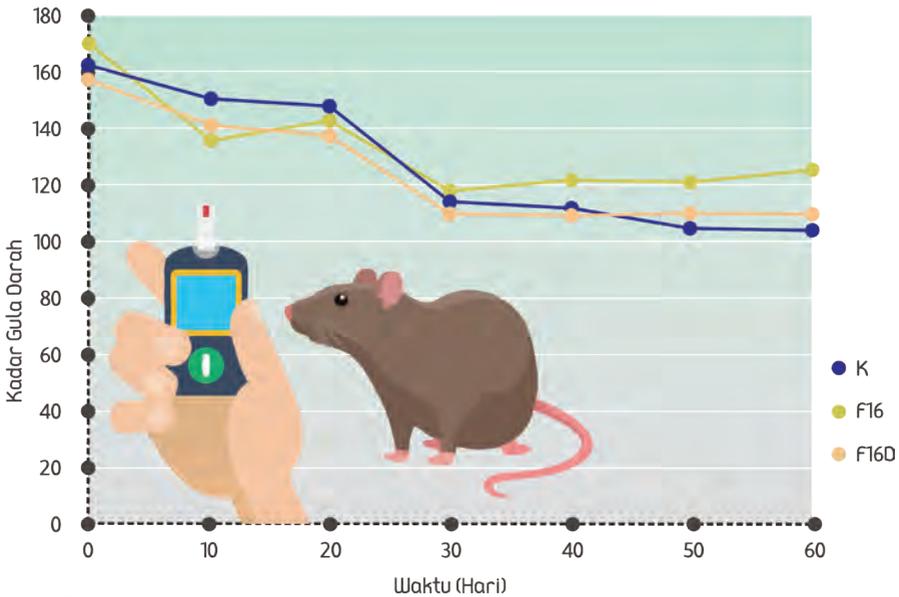
Terdapat dua formulasi biskuit ubi jalar yang diuji dalam penelitian tersebut, yang dibedakan berdasarkan komposisi bahan penyusunnya (Tabel 13). Sebagai pembanding (kontrol) digunakan biskuit kaya serat yang beredar di pasaran. Komposisi bahan kedua formula biskuit dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Formula Biskuit Berbasis Pangan Lokal

Bahan baku biskuit	Kode Formulasi biskuit (g)	
	F16	F16D
Tepung ubi jalar putih	120	60
Tepung beras merah	0	60
Tepung agar-agar, inulin, tepung tempe telur	144	144
Margarin	100	100
Skim milk	7,5	7,5

Sumber: Ariani dkk. (2011)

Pada prinsipnya formulasi biskuit mengandung bahan pangan fungsional kaya serat harus aman dikonsumsi oleh penderita diabetes mellitus (DM). Untuk itu, dilakukan pengujian *in vivo* formula biskuit tersebut menggunakan hewan uji tikus putih yang telah dikondisikan sebelumnya, yaitu memiliki kadar gula darah tinggi. Hasil uji *in vivo* kedua formula biskuit yang berbeda tersebut dapat dilihat pada Gambar 10.



Keterangan:

K : hewan uji dengan perlakuan biskuit kontrol/komersial

F16 : hewan uji dengan perlakuan biskuit formula F16

F16D : hewan uji dengan perlakuan biskuit formula F16 D

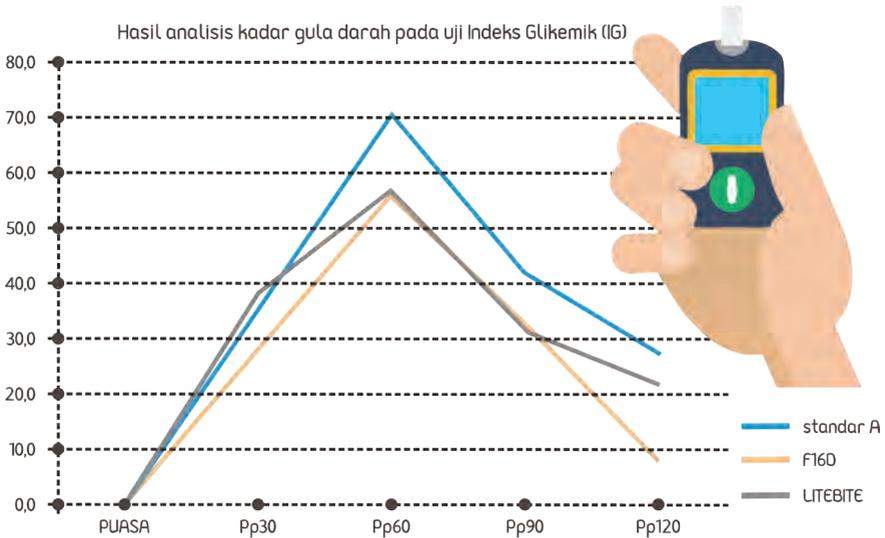
Sumber: Ariani dkk. (2011)

Gambar 10. Rata-Rata Kadar Gula Darah Hewan Uji, Tikus Putih Jantan (*Sprague dawley*) Selama 60 Hari

Hasil uji menunjukkan bahwa pemberian biskuit DM menurunkan kadar gula darah hewan uji menjadi normal. Pemberian biskuit dengan formula F16D menunjukkan pola rata-rata peningkatan kadar gula darah yang relatif lebih baik pada hewan uji dibandingkan dua kelompok yang lain.

Penelitian lain yang dilakukan adalah analisis Indeks Glikemik (IG) produk. Analisis tersebut dilakukan kepada 15 orang relawan sehat. Indeks glikemik (IG) pangan adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap kadar gula darah. Pangan yang menaikkan kadar gula darah dengan cepat memiliki IG tinggi. Sebaliknya, pangan yang menaikkan kadar gula darah dengan lambat memiliki IG rendah (Rimbawan & Siagian, 2004).

Prosedur penentuan IG biskuit dilakukan mengacu pada Miller dkk. (1996). Biskuit yang akan ditentukan IG-nya setara dengan 50 gram karbohidrat, diberikan kepada relawan yang telah menjalani puasa. Selanjutnya dilakukan pengukuran gula darah pada menit ke-30, 60, 90 dan 120 setelah konsumsi biskuit. Sebagai pangan acuan adalah roti tawar yang setara dengan 50 gram karbohidrat dan memiliki nilai IG 100. Penentuan nilai IG dengan cara membandingkan luas daerah di bawah kurva antara biskuit yang diukur IG nya dengan roti tawar sebagai pangan acuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa IG biskuit adalah 61.3 sedangkan biskuit komersial 61.9. Hasil analisis kadar gula darah saat uji IG biskuit dapat dilihat pada Gambar 11.



Keterangan:

Standar A : roti tawar dengan nilai IG 100

F16D : biskuit formula F16D

Litebite : biskuit kaya serat komersial

Sumber: Ariani dkk. (2012)

Gambar II. Hasil Analisis Kadar Gula Darah pada Uji Indeks Glikemik (IG)

Merujuk kepada nilai IG biskuit formula F16D, kategori IG adalah 'sedang', yaitu berkisar antara 55–70 (Siswono 2002). Dari hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa biskuit ubi jalar formula F16D aman dikonsumsi seorang penderita diabetes. Sebagai pangan fungsional, biskuit yang mengandung tempe dan kaya serat (lebih dari 6%) formula F16D dapat dikonsumsi 2 kali per hari dengan takaran 34,46 g per satu kali makan.

BAB V

OLAHAN TEMPE DAN PRODUK TURUNANNYA SEBAGAI SALAH SATU ALTERNATIF NILAI TAMBAH KEDELAI: CATATAN PENUTUP

Penelitian mengenai pemanfaatan bahan pangan berbasis tempe sebagai pangan fungsional sudah banyak dilakukan. Pemanfaatan tepung BMC tempe dapat diformulasikan lebih lanjut untuk tujuan-tujuan kesehatan dan peningkatan kualitas hidup. Penambahan variasi jenis bahan, komposisi, dan teknik pengolahannya pun sangat memengaruhi kualitas dan komposisi produk akhir yang diinginkan. Penambahan variasi bahan untuk memperkaya komposisi zat gizi, seperti tepung ganyong, tepung garut, tepung pisang, tepung kacang hijau, tepung ikan, dan tepung telur dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan anak, baik di usia balita maupun usia sekolah. Diversifikasi olahan pangan berbasis tempe lainnya yang layak dikembangkan sebagai kudapan padat gizi adalah dalam bentuk sari tempe, yang dibuat dari tempe segar. Tepung BMC berbasis tempe juga telah dikembangkan dalam beberapa produk makanan fungsional, seperti makanan enteral berbasis tempe yang juga dapat digunakan sebagai makanan lewat

pipa (MLP), biskuit fortifikasi Fe untuk pencegahan anemia, dan biskuit kaya serat berbasis tempe yang aman dikonsumsi penderita DM.

Aspek yang perlu diperhatikan dalam memformulasikan pembuatan kudapan dari bahan tepung BMC tempe adalah terpenuhinya persyaratan yang ditetapkan oleh Program Pemberian Makanan Tambahan, baik untuk balita (PMT Balita) maupun untuk anak sekolah (PMTAS). Hasil implementasi kudapan dari tepung BMC tempe telah terbukti dapat meningkatkan status gizi anak sekolah dasar dan dapat meningkatkan status gizi anak balita yang mengalami gizi kurang di beberapa wilayah di Indonesia.

Pemanfaatan tepung BMC tempe dalam panganekaragaman pangan diharapkan dapat terus berkembang dan bermanfaat di masa yang akan datang, khususnya sebagai pangan fungsional yang berperan dalam pencegahan dan mengatasi masalah malnutrisi ataupun penyakit degeneratif. Namun, aspek pangan lainnya penting diteliti agar fungsi kudapan sebagai pangan untuk peningkatan gizi dan kualitas kesehatan manusia juga harus mendapat perhatian, yaitu aspek rasa, aroma, dan tekstur serta bentuk sajian.

DAFTAR PUSTAKA

- Almasyhuri, H. Yuniati, dan D. S. Slamet. 1990. "Kandungan Asam Fitat dan Tanin dalam Kacang-kacangan yang Dibuak Tempe." *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*, 13: 65–72.
- Anonim. 2015. "Manfaat Tempe dari Sisi Kesehatan hingga Pemenuhan Gizi." Diakses pada 6 September 2018. <http://nationalgeographic.co.id/berita/2015/01/manfaat-tempe-dari-sisi-kesehatan-hingga-pemenuhan-gizi>.
- Anderson J. J. B. dan S. C. Garner. 2000. "The Soybeans as a Source of Bioactive Molecules." Dalam *Essential of Functional Foods*, diedit oleh the Schmidl, M. K. dan T. P. Labuza. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publisher, Inc.
- Angwar, M., D. Ariani dan Y. Khasanah. 2007. "Optimasi Pembuatan Tepung Tempe Telur sebagai Salah Satu Bahan Penyusun Tepung BMC Tempe." Prosiding Seminar Nasional PATPI. Bandung, 17–18 Juli 2007.
- Angwar, M., D. Ariani, Y. Khasanah, dan P. Ditahardiyani. 2008. "Pemanfaatan Tempe sebagai Penyusun Bahan Makanan Campuran (BMC) untuk Perbaikan Gizi Balita di Desa Gading, Gunungkidul, Yogyakarta." Seminar dan Lokakarya tentang tempe, Teknologi, Standardisasi dan Potensinya dalam Perbaikan Gizi serta Kesehatan. Bogor, 28–29 Agustus 2008.

- Angwar, M., Ratnayani, Y. Khasanah, P. Ditahardiyani, dan D. Ariani. 2008. "Pemanfaatan Tempe dalam Pembuatan Makanan Pendamping ASI." Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi sebagai Penggerak Pembangunan di Daerah Yogyakarta, 27 Januari 2009, hlm. 220-227.
- Aptindo. 2009. "Pangsa Pasar Industri Tepung Terigu Tahun 2009. Diakses pada 6 September 2018." http://www.aptindo.or.id/index.php?option=com_content&view=article&id=77:pangsa-pasar-industri-tepung-terigu-tahun-2009&catid=36:grafik&Itemid=58.
- Ari A., IGA. 2000. "Pengaruh Pengasaman dan Lama Fermentasi dalam Pembuatan Tempe Kedelai terhadap Kadar Senyawa Antinutrisi Tanin dan Tingkat Kesukaan Konsumen." Tesis, Universitas Airlangga Surabaya.
- Ariani, D. dan Sumarna. 2004. "Efektifitas Biskuit BMC Tempe terhadap Peningkatan Status Gizi Anak Sekolah Dasar." Prosiding Seminar Nasional PATPI. Jakarta, 17-18 Desember 2004.
- Ariani, D., M. Angwar. Y. Khasanah, dan P. I. Pudjiono. 2005. Bahan Makanan Campuran Berbasis Tempe untuk Perbaikan Gizi Anak Usia Sekolah dan Balita. Usulan Kegiatan IPTEKDA VIII. Yogyakarta: UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia LIPI.
- Ariani, D., Y. Khasanah, dan M. Angwar. 2007. "Bahan Makanan Campuran (BMC) Berbasis Tempe untuk Perbaikan dan Peningkatan Gizi Anak Balita di Cipete Selatan." Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Kelembagaan Pertanian dalam Upaya Peningkatan Pemberdayaan Masyarakat. Yogyakarta, 24-25 Agustus 2007.
- Ariani, D., Ratnayani, dan M. Angwar. 2007. "Bahan Makanan Campuran (BMC) Berbasis Tempe sebagai Salah Satu Alternatif Mengatasi Kasus Gizi Kurang Anak Balita di Wilayah Nusa Tenggara Barat." Prosiding Seminar Nasional PATPI, Bandung 17-18 Juli 2007. ISBN 978-979-16456-0-7.
- Ariani, D., dan M. Angwar. 2007. "Dampak Pemberian Makanan Tambahan Bahan Makanan Campuran (BMC) Berbasis Tempe terhadap Prestasi Belajar Anak Sekolah Dasar." Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peran Strategis Sains dan Teknologi dalam Upaya Peningkatan Daya Saing Bangsa. Lampung, 27-28 Agustus 2007.

- Ariani, D., M. Angwar, Y. Khasanah, Ratnayani, dan P. Ditahardiyani. 2009. Pengembangan Formula Makanan Lewat Pipa (MLP) Menggunakan Bahan Pangan Lokal. Laporan Teknis Kegiatan Penelitian DIPA UPT. BPPTK LIPI, 2009.
- Ariani, D., Suharwadji, M. Angwar, M. Kurniadi, Y. Khasanah, Ratnayani, dan E. Rahayu. 2010. Pengembangan Makanan Fungsional dengan Fortifikasi Zat Besi untuk Mengatasi Masalah Anemia Gizi Besi. Laporan Teknis Kegiatan Penelitian DIKTI UPT BPPTK LIPI.
- Ariani, D., M. Angwar, dan Suharwadji. 2011. Pengembangan Makanan Fungsional Berbasis Umbi-umbian bagi Penderita Diabetes Mellitus. Laporan Teknis Kegiatan Penelitian Tematik UPT. BPPTK LIPI.
- Ariani, D., M. Angwar, dan Suharwadji. 2012. Pengembangan Makanan Fungsional Berbasis Umbi-umbian bagi Penderita Diabetes Mellitus. Laporan Teknis Kegiatan Penelitian Tematik UPT. BPPTK LIPI.
- Ariani, D., dan H. I. Sukiman. 2014. Kajian Kandungan Gizi Kedelai Plus Hasil Penanaman di Wilayah Kabupaten Gunungkidul, DIY. Prosiding Seminar Nasional Sinergi Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan. Yogyakarta, 21-23 Oktober 2014.
- Arisman. 2009. *Buku Ajar Ilmu Gizi: Gizi dalam Daur Kehidupan*. Jakarta: Penerbit EGC.
- Astawan, M. 2008. *Sehat dengan Tempe Panduan Lengkap Menjaga Kesehatan dengan Tempe*. Jakarta: PT Dian Rakyat. C. Gelardi. Alternative sweeteners. New York. Marcel Dekker.
- Astuti, M. 1999. "Tempe dan Ketersediaan Besi untuk Penanggulangan Anemi Besi". Dalam *Bunga Rampai Tempe Indonesia*, diedit oleh Sapuan dan Noer Soetrisno. Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia.
- Astuti, N. P. 2009. "Sifat Organoleptik Tempe Kedelai yang Dibungkus Plastik, Daun Pisang dan Daun Jati". Karya Tulis Ilmiah Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Diakses pada tanggal 21 Juli 2011. http://etd.eprints.ums.ac.id/5714/1/1_300_060_002.PDF.
- Azizah I. 2014. *Tempe Kedelai*. Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan Matematika dan IPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.

- Babu P. D., R. Bhakayaraj, dan Vidhyalakshmi. 2009. "A Low Cost Nutritious Food "Tempeh"- A Review". *World Journal of Dairy & Food Sciences* 4 (1): 22-27, 2009. ISSN 1817-308X © IDOSI Publications.
- Bastian, E. Ishak, A. B. Tawali, dan M. Bilang. 2013. "Daya Terima dan Kandungan Zat Gizi Formula Tepung Tempe dengan Penambahan Semi Refined Carrageenan (SRC) dan Bubuk Kakao". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* Vol. 2 (1).
- BPS. 2008. *Statistik Indonesia: Tanaman Pangan Sekunder di Indonesia*.
- Bujang, A. & N. A. Taib. 2014. "Changes on Amino Acids Content in Soybean, Garbanzo Bean and Groundnut during Pre-treatments and Tempe Making". *Sains Malaysiana* 43 (4): 551-557.
- Cahyadi, W. 2006. *Kedelai Khasiat dan Teknologi*. Bandung: Bumi Aksara.
- Corcuera, J. I. R., R. P Cavalieri, J. R. Towers. 2004. "Blanching of Foods." Dalam *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*. New York: Marcel Dekker Inc. DOI. 10.1081/E-EAFE-120030417.
- Direktorat Gizi Depkes RI. 1989. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. Jakarta: Bhrataru.
- Faizah, D. N. 2012. "Substitusi Tepung Tempe pada Produk Beragi." Proyek Akhir, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Fitri, Y. P. 2005. "Identifikasi Karakteristik Mahasiswi TPB IPB dengan Status Gizi Kurang." Skripsi, Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Govindaraj, T., I. L. K. Rao, dan D. Prakash. 2007. "In Vitro Bioavailability of Iron and Sensory Qualities of Iron-Fortified Wheat Biscuits". *Food and Nutrition Bulletin* Vol. 28 (3): 299-306. ISSN: 0379-5721 Japan.
- Hesseltine, C. W., G. Haven, dan A. Martinelli. 1966. *Methods for Producing Tempeh*. US Patent nomor 3,228,773.
- Hurrell, R. 2004. "Iron Fortification: Current Knowledge and Promising New Technologies". Dalam Flour Fortification Workshop: Current Knowledge and Practical Applications, Discussion Paper, Mexico, 1-3 December 2004.
- Iqbal, A., I. A. Khalil, M. Atik, dan S. M. Khan. 2006. "Nutritional Quality of Important Legumes." *Food Chemistry* 97 (2): 331-335.
- Iskandar, Y. 2004. *Penentuan Kadar Asam Linoleat pada Tempe Secara Kromatografi Gas*. Bandung: FMIPA Universitas Padjajaran, Jatinangor.

- Kaur, M. 2009. *Medical Foods from Natural Sources*. Kanada: Springer Science+Business. Media, LLC.
- Kurnia, N. 2005. *Nutrisi*. Bahan Diklat ICU RS Husada. Desember 2005.
- Lampe J. W. 2003. Isoflavonoid and Lignan Phytoestrogens as Dietary Biomarkers. *J. Nutr.* Vol. 133. Suppl 3:956S-92004.64S.
- Miller, J.B., Powell, K.F., dan Colagiuri, S. 1996. *The GI Factor: The GI Solution*. London: Hodder and Stoughton, Hodder Headline, Australia Pty., Ltd.,
- Minchiotti L., M. Galliano, U. Kragh-Hansen U, S. Watkins, Madison J., & F. W. Putnam. 1995. "A Genetic Variant of Albumin (Albumin Asola; Tyr140→Cys) with No Free -SH Group but with an Additional Disulfide Bridge." *Eur. J. Biochem.* 228 (1):155-9.
- Mulyawati, Y. 2003. "Perbandingan Efek Suplementasi Tablet Tambah Darah dengan dan Tanpa Vitamin C terhadap Kadar Hemoglobin pada Pekerja Wanita di Perusahaan Plywood, Jakarta 2003." Tesis, Program Pascasarjana Universitas Indonesia. Diakses pada 6 September 2018. <https://skripsistikes.files.wordpress.com/2009/08/40.pdf>.
- Nuraeni, 2006. "Substitusi Tepung Ganyong terhadap Tepung Beras serta Penambahan Beberapa Tepung sebagai Sumber Protein dalam Meningkatkan Nilai Gizi dan Organoleptik Biskuit BMC." Skripsi, Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto.
- Olree K., J. Vitello, J. Sullivan, C. Kohn-Keeth. 1998. *Enteral Formulations*. Dalam The A.S.P.E.N. Nutrition Support Manual, diedit oleh Souba W. W., dkk. Kansas City: ASPEN.
- Patisaul, H. B. & Jefferson, W. 2010. "The Pros and Cons of Phytoestrogens." *Neuroendocrinology* 31(4): 400-19.
- Purwani, R. D., & Hadi, H. 2002. "Pengaruh Pemberian Pil Besi Folat dan Pil Vitamin C terhadap Perubahan Kadar Hemoglobin Anak Sekolah Dasar yang Anemia di Desa Nelayan Kabupaten Rembang." *Jurnal Kedokteran Yarsi* 10: 8-15.
- Purwoko dan Pamudyanti. 2011. "Peranan *Rhizopus Oryzae* pada Industri Tempe dalam Peranan Peningkatan Gizi Pangan". Diakses pada 6 September 2018. <https://aguskrisnoblog.wordpress.com/2011>.
- Peters, T. 1995. *All About Albumin Biochemistry, Genetics, and Medical Applications*. New York: Academic Press.

- Rahman, A. M. 2007. Mempelajari Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung Tapioka dan Mocaf sebagai Penyalut Kacang pada Produk Kacang Salut. Skripsi, Fakultas Pertanian, IPB.
- Ratnaningsih, N., M. Nugraheni, T. Hera, W. Handayani, dan I. Chayati. 2010. Perbaikan Mutu dan Diversifikasi Produk Olahan Umbi Ganyong dalam Rangka Meningkatkan Ketahanan Pangan. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ratnayani, D. Ariani, dan M. Angwar. 2007. Konsumsi Pangan dan Status Gizi Balita Penerima PMT Bahan Makanan Campuran (BMC) Tempe di Nusa Tenggara Barat. Prosiding Seminar nasional PATPI. Bandung 17-18 Juli 2007. ISBN 978-979-16456-0-7.
- Ratnayani, M. Angwar, D. Ariani, Y. Khasanah, dan P. Ditahardiyani. 2008. Pemanfaatan Tempe sebagai Penyusun Bahan Makanan Campuran (BMC) untuk Perbaikan Gizi Balita di Desa Gading, Gunungkidul, Yogyakarta. Prosiding Seminar dan Lokakarya tentang tempe, Teknologi, Standardisasi dan Potensinya dalam Perbaikan Gizi serta Kesehatan. Bogor, 28-29 Agustus 2008.
- Rimbawan dan Siagian, A. 2004. *Indeks Glikemik Pangan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Safaria T. 2005. *Autisme: Pemahaman Baru untuk Hidup Bermakna bagi Orangtua*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Salim, E. 2012. *Kiat Cerdas Wirausaha Aneka Olahan Kedelai*. Jakarta: Penerbit Andi Offset.
- Sapuan dan Soetrisno, N. 1996. *Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia.
- Siagian, A. 2003. "Pendekatan Fortifikasi Pangan untuk Mengatasi Masalah Kekurangan Zat Gizi Mikro. Diakses pada 7 September 2018. www.library.usu.ac.id.
- Siswono. 2002. *Pedoman Umum Pencanangan Daerah Rawan Pangan*. Badan Ketahanan Pangan Departemen Pertanian, Jakarta.
- Sobariah, Enok dkk. 2005. *Panduan Pemberian Makanan Enteral*. Jakarta: CV Jaya Pratama.
- Speicher, Carl E., & Jack W. Smith. 1994. *Pemilihan Uji Laboratorium yang Efektif*. Editor: Siti Boedina Kresno. Jakarta: EGC Penerbit Buku Kedokteran.
- Soetrisno L. 1996. *Beberapa Catatan dalam Upaya Meningkatkan Ketahanan Pangan Rumah Tangga Indonesia*. Laporan Lokakarya

- Ketahanan Pangan. Rumah Tangga. Departemen Pertanian RI – UNICEF.
- Steinkraus, K. H. 2004. *Industrialization of Indigenous Fermented Foods*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Sunaryo, E. 1985. Pengolahan Produk Sereal dan Biji-bijian. Diklat Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Supadmi, S., S. Saidin, dan M. Samsudin. 2008. Pengaruh Pemberian Makanan Tambahan pada Balita Kurang Energi Protein (KEP) Pengunjung Balai Penelitian dan Pengembangan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (BPP Gaki) Magelang. *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*, 31 (2): 59–66.
- Sutomo, B. 2008. “Cegah Anemia dengan Tempe.” Diakses pada tanggal 18 Juli 2013. <http://myhobbyblogs.com/food/files/2008/06/>.
- Shurtleff, W. dan A. Aoyagi. 1979. *The Book of Tempeh*. London: Harper & Row Publisher.
- Suhardjo dan Clara M. K. 1992. *Prinsip-Prinsip Ilmu Gizi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suharto. 1991. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Suiraka, Kusumayanti D., dan Nursanyoto. 2005. “Hubungan antara Konsumsi Casein, Gluten dan Pola Aktivitas yang Khas pada Anak Penyandang Atis di Denpasar”. Prosiding Temu Ilmiah, Kongres XII Persagi, 2005: 196–202.
- Syafitri, I. L. 2008. Pengasuhan (Makan, Hidup Sehat, dan Bermain), Konsumsi dan Status Gizi Penderita Autism Spectrum Disorder (ASD). Skripsi, Institut Pertanian Bogor Bogor.
- Syarief, R., J. Hermanianto, P. Hariyadi, S. Wiriadmadja. 1999. *Wacana Tempe Indonesia*. Surabaya: Penerbit Universitas Katolik Widya Mandala.
- Utari, D. M., Rimbawan, H. Riyadi, Muhilal, Purwastyastuti. 2011. “Potensi Asam Amino pada Tempe untuk Memperbaiki Profil Lipid dan Diabetes Mellitus.” *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* Vol. 5 (4).
- Wahid, R. dan Martina. (2009). Pemanfaatan Komoditas Pangan Lokal sebagai Sumber Pangan Alternatif di Papua. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28 (2): 54–62.
- Wahyuni, A. S. 2004. “Anemia Defisien Besi pada Balita. Skripsi, Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat/Ilmu Kedokteran Pencegahan/Ilmu Kedokteran Komunitas Fakultas Kedokteran USU.” Diakses

pada 6 September 2018. <http://library.usu.ac.id/download/fk/fk-arlinda%20sari2.pdf>.

- Wei, P., Liu, M., Chen, Y., dan Chen, D. C. 2012. "Systematic Review of Soy Isoflavone Supplements on Osteoporosis in Women". *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*: 243–248.
- Widianarko. 2002. *Tips Pangan: Teknologi, Nutrisi, dan Keamanan Pangan*. Jakarta: Grasindo.
- Winarno, F. G. 1993. *Pangan Gizi Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G., 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Winarsi, H. 2010. *Protein Kedelai dan Kecambah Manfaatnya bagi Kesehatan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Witono, Y., dan W. W. Kang. 2010. "Specific Characteristic of Novel Cysteine Protease from Indonesian Biduri Plant (*Calotropsis gigantea*)."
Proceeding of the Korea Food Conference and Symposium, Incheon, Korea, 17–18 Juni 2010.
- Witono, Y., S. B. Widjanarko, Mujianto, D. T. Rachmawati. 2015. "Amino Acids Identification of Over Fermented Tempeh, The Hydrolysate and the Seasoning Product Hydrolysed by Calotropin from Crown Flower (*Calotropsis gigantea*)". *International Journal of Advanced Science Engineering Information Technology* Vol. 5 (2): 2088–5334.
- Xu, X., H. J. Wang, P. A. Murphy, dan S. Hendrich. 2000. Neither Background Diet Nor Type of Soy Food Affect Short-Term Isoflavon Bioavailability in Women. *American Society for Nutritional Science*: 798–801.
- Yang, T. S., S. Y. Wang, Y. C. Yang, C. H. Su, F. K. Lee, S. C. Chen, C. Y. Tzink, H. J. Jou, J. P. Huang, dan K. E. Huang. 2012. "Effects of Standardized Phytoestrogen on Taiwanese Menopausal Women. *Taiwanese Journal of Obstetrics & Gynecology* Vol. 51 (2): 229–235.

INDEKS

- Anemia vi, 46, 48, 57, 59, 61
 Antioksidan 14
 Antosianin 8
 Asam Amino 8, 39
 Asam Fenolat 14
 Asam Fitat 55
- Bahan Makanan Campuran ix, v,
 xi, 21, 55, 56, 60
 Beras Merah 48, 49
- Diabetes mellitus 33, 48, 57, 61
 Diversifikasi xi, 2, 21, 36, 37,
 53, 60
- Fe vi, ix, 4, 16, 27, 44, 45, 46, 47,
 48, 53
 Fermentasi xi, 5, 11, 12, 13, 14,
 15, 17, 18, 56
 Fortifikasi vi, ix, 4, 44, 45, 46, 47,
 48, 53, 57, 60
- Ganyong ix, 21, 31, 36, 37, 38, 39,
 40, 41, 42, 45, 53, 59, 60
 Gizi v, vi, 6, 9, 10, 14, 17, 26, 27,
 30, 31, 35, 37, 38, 55, 56, 57,
 58, 59, 60, 61, 62
- Indeks Glikemik 51, 52, 60
 Inulin 48, 49
 Isoflavon 9, 10, 14, 11, 62
- Kacang hijau ix, 21, 22, 23, 27, 36,
 37, 38, 45, 53
 Kalori ix, 24, 25, 26, 37
 Kardiovaskular 10
 Kedelai v, xi, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10,
 11, 12, 13, 14, 15, 22, 23, 27,
 36, 56, 57, 58, 60, 62
 Kolesterol 8, 12, 14, 16
 Kurang Energi Protein 61

- Makanan Enteral vi, ix, 36, 37, 53, 60
- Makanan lewat pipa 4, 33, 36, 37, 53, 57
- Makanan Pendamping ASI vi, ix, 33, 56
- Naso Gastric Tube* (NGT) 36
- Osteoporosis 10, 11, 14, 16, 62
- Pangan fungsional vii, xi, 4, 17, 22, 48, 50, 52, 53, 54
- PMT-AS 21, 22, 25, 54
- PMT-balita 22, 25, 54
- Rhizopus oryzae* 5, 59
- Saponin 14
- SNI 48, 49
- Status Gizi vi, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 54, 56, 58, 60, 61
- Tempe iv, v, vi, vii, ix, xi, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61
- Tepung Tempe v, ix, 3, 17, 18, 21, 23, 31, 40, 45, 48, 49, 55, 58
- Tepung Tempe Telur 18, 49, 55
- Ubi jalar putih 48, 49

BIOGRAFI PENULIS



Dini Ariani lahir pada, 5 Juni 1967. Ia menempuh pendidikan S1 dan S2 Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Beliau memulai karirnya di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia sejak tahun 1994. Dari tahun 1994 hingga 2001, beliau memfokuskan kajiannya pada bidang biofertilizer. Sebelum akhirnya pada tahun 2002 hingga saat ini, beliau menekuni bidang pangan fungsional berbasis bahan pangan lokal.



Mukhamad Angwar lahir pada, 7 September 1958. Ia menempuh pendidikan S1 Teknologi Pangan di Universitas Pasundan, Bandung, dan S2 Teknologi Pertanian di Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Beliau memulai karirnya di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia sejak tahun 1979. Beberapa bidang yang ia tekuni antara lain bidang bahan alam, seperti kitin kitosan, ekstrak tanaman obat dan minuman seduh *Aloe vera*. Penelitian bidang pangan yang ditekuni adalah proses dan olahan tepung BMC Tempe, sari tempe kental manis, pasta tempe, dan mocaf.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRODUK PANGAN BERBASIS TEMPE DAN APLIKASINYA

Tempe sebagai bahan pangan bernutrisi tinggi dengan harga terjangkau menjadi salah satu makanan favorit masyarakat Indonesia. Namun, keterbatasan daya simpan yang dimiliki tempe menjadi salah satu permasalahan dalam pengolahan tempe.

Buku ini hadir sebagai solusi untuk menjawab permasalahan tersebut. Salah satu alternatif pengolahan tempe adalah dengan mengolah tempe menjadi tepung BMC tempe yang berdaya simpan lama tanpa mengurangi nilai gizi yang terkandung di dalamnya. Berbagai informasi menarik terkait pengolahan tempe menjadi kudapan yang sehat, bernilai gizi tinggi, dan mudah penyajiannya juga ditemukan dalam buku ini.

Tepung BMC berbasis tempe juga telah dikembangkan dalam beberapa produk makanan fungsional, seperti makanan enteral berbasis tempe yang juga dapat digunakan sebagai makanan lewat pipa (MLP), biskuit fortifikasi Fe untuk pencegahan anemia, dan biskuit kaya serat berbasis tempe yang aman dikonsumsi penderita DM.

Buku ini diharapkan dapat bermanfaat untuk masyarakat, khususnya sebagai referensi yang berkaitan dengan program pemberian makanan tambahan sekaligus pangan fungsional. Semoga buku ini dapat membantu mengatasi beberapa permasalahan di bidang pangan dan gizi di Indonesia.



LIPI

Diterbitkan oleh:

LIPI Press, anggota Ikapi
Jln. R.P. Soeroso No. 39, Menteng,
Jakarta 10350
Telp. (+62 21) 314 0228, 314 6942
Faks.: (+62 21) 314 4591
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id

LIPI Press



Buku ini tidak diperjualbelikan.