

BUNGA RAMPAI TEMPE

PANGAN SEHAT DAN PADAT-GIZI
WARISAN BUDAYA INDONESIA



DEWAN PIMPINAN PUSAT
PERSATUAN AHLI GIZI INDONESIA

Bunga Rampai Tempe
Pangan Sehat dan Padat-Gizi Warisan Budaya Indonesia

Hak Cipta © DPP PERSAGI

Penulis

Tim Penyusun DPP PERSAGI

Penerbit

Dewan Pimpinan Pusat Persatuan Ahli Gizi Indonesia
Grand Centro Bintaro Blok B2, Jl. Raya Kodam Bintaro, Pesanggrahan
Jakarta Selatan 12320

Telepon/Fax : (021) 73662299

email : persagidpp@gmail.com

website : www.persagi.org

Cetakan Pertama, November 2022

Penyunting

Dr. Marudut Sitompul, MPS

Nurfi Afriansyah, SKM, MScPH

Deasy Andesbrenta Sadikin, S.Gz

Moh. Alfatih Alfien Al Farouq M, S.Tr.Gz

Desain Cover dan Layout

Moh. Alfatih Alfien Al Farouq M, S.Tr.Gz

Didukung oleh:

US Soybean Export Council

Cetakan Pertama, September 2022

92 + IV halaman; 6 Bab; 29,7 x 21 cm

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan rasa bangga dan suka cita, saya menyambut terbitnya buku “Bunga Rampai Tempe: Pangan Sehat dan Padat Gizi Warisan Budaya Indonesia” sebagai bacaan untuk masyarakat awam, rekan praktisi, serta akademisi, sejalan dengan dukungan PERSAGI untuk Tempe menjadi Warisan Budaya Tak Benda UNESCO.

Tempe adalah warisan makanan dari Indonesia yang telah mendunia dan memiliki manfaat yang sangat banyak. Selain harga yang terjangkau dan akses mendapatkannya yang mudah, tempe merupakan sumber gizi yang baik dan dapat mengatasi beberapa masalah kesehatan. Sangat disayangkan apabila pengetahuan tentang tempe justru kurang dipahami oleh masyarakat dari tempat makanan ini berasal.

Buku ini akan membahas sejarah konsumsi tempe, kandungan zat gizi, aspek kesehatan, serta cara memaksimalkan zat gizi pada tempe selama proses pemasakan. Dalam upaya perbaikan gizi, tempe sudah secara umum digunakan dalam asupan penanganan gizi buruk serta penanganan kasus diabetes, namun pemanfaatan tempe tidak hanya sebatas itu. Saya berharap melalui buku ini masyarakat dapat semakin memahami manfaat konsumsi tempe dari aspek gizi, kesehatan, ekonomi, dan aspek lainnya serta dapat menambah kekayaan ilmu pengetahuan mengenai pola konsumsi tempe di Indonesia.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Jakarta, Agustus 2022
**Dewan Pimpinan Pusat
Persatuan Ahli Gizi Indonesia
Ketua Umum**



Rudatin, SSt.MK, SKM, M.Si
No. KTA: 31741609196600019



TIM PENYUSUN

Penulis Utama

Dr. Marudut Sitompul, BSc, MPS

*Ketua Bidang Ilmiah: Inovasi, Riset dan Pengembangan DPP PERSAGI
Dosen Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Jakarta II Kementerian Kesehatan*

Nurfi Afriansyah, SKM, MScPH

Ketua Departemen Riset dan Pengembangan, Bidang Ilmiah, DPP PERSAGI

Dr. Siti Mutia Rahmawati, SKM, MSi

*Bendahara Umum DPP PERSAGI
Dosen Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Jakarta II Kementerian Kesehatan*

Rodliah, S.Gz, MKM, RD

*Anggota Departemen Pelatihan DPP PERSAGI
Ahli Gizi RS Pusat Otak Nasional*

Gunarti Yahya, DCN, MM, RD

*Ketua Bidang Kerjasama Antar Lembaga, dan Entrepreneurship, DPP PERSAGI
Dosen Prodi Gizi FIKES UHAMKA*

Sa'diah Multi Karina, SKM, MKes

*Anggota Departemen Entrepreneurship DPP PERSAGI
Dosen Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Jakarta II Kementerian Kesehatan*

Kontributor

Ani Prasetyaningsih DCN, MKes, RD

PD AsDI DKI Jakarta

Dr. Susetyowati, DCN, MKes

Universitas Gadjah Mada

Triyani Kresnawan, DCN, MKes, RD, FISQua

DPP PERSAGI

Lora Sri Nofi PGNutr, MNutrDiet, RD

RSUPN Dr Cipto Mangunkusumo

Siti Dharma Azizah, SST, MKM, RD

RS Anak dan Bunda Harapan Kita

Herlina, SGz, RD

RSUP Fatmawati

Nazhif Gifari, SGz, MSi

Universitas Esa Unggul Indonesia

Lilis Trisnawati, S.Gz. MM.RD

RS MRCCC Siloam Jakarta

Rianti Sri Widayati, DCN

*RS Jantung & Pembuluh Darah
Harapan Kita*

Ari Wijayanti, DCN, MPH, RD

RSUPN Dr Cipto Mangunkusumo

Fauzatun Hadiyati, S.Gz, RD

RS Kanker Dharmais

Luthfianti Diana, SGz, RD

RSUPN Dr Cipto Mangunkusumo

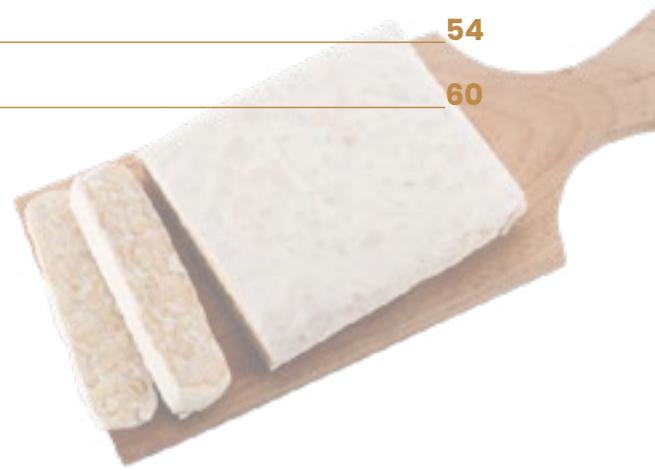
Diah Maunah, SGz, RD

RS Islam Jakarta Pondok Kopi



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
TIM PENYUSUN	II
DAFTAR ISI	III
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 SEJARAH BUDAYA TEMPE, KONSUMSI DAN MANFAAT KESEHATAN	7
Sejarah Tempe	8
Konsumsi Tempe	9
Tempe Sumber Zat Gizi Spesifik	11
Sekilas Manfaat Tempe untuk Kesehatan	13
Peptida Bioaktif dan Pengaturan Tekanan Darah	15
BAB 3 KANDUNGAN ZAT GIZI DAN ZAT FITOKIMIA TEMPE DAN OLAHANNYA	21
Protein	23
Lemak	24
Karbohidrat	24
Serat	24
Vitamin B12	25
Antioksidan (Isoflavon)	25
BAB 4 ASPEK KESEHATAN DARI KONSUMSI TEMPE	27
Anak dengan Diare	28
Diabetes Mellitus	31
Jantung dan Hipertensi	37
Penyakit Jantung Iskemik	42
Penyakit Ginjal Kronik	48
Pencegahan Kanker	54
Pencegahan Kanker Payudara	60



BAB 5 MENGOLAH TEMPE YANG SEHAT DAN MENYEHATKAN	67
Memasak Sehat dan Menyehatkan	68
Efek Pemasakan terhadap Zat Gizi dan Bioaktif pada Bahan Pangan	69
Tempe Super Food Makanan Tradisional Indonesia	70
Tempe Luwes Disajikan dalam Berbagai Hidangan	71
Resep-resep dari Tempe	72
BAB 6 PENUTUP	85





BAB 1

PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan tradisional Indonesia yang populer, berbentuk cake putih kompak, hasil fermentasi kedelai rebus-kupas dengan kultur starter kapang spesies *Rhizopus* [Dimidi et al, 2019; Shurtleff & Aoyagi, 2001]. Tempe juga bisa dibuat menggunakan kacang lain (kacang belimbing, koro benguk), lamtoro, jagung, bahkan ampas tahu (tempe gembus) dan ampas kelapa (tempe bongkrek) [Kemenkes, 2020]. Terdapat lebih dari tiga puluh varietas tempe yang dapat dikelompokkan menjadi lima jenis, yakni tempe legum (termasuk varietas tradisional Indonesia yang terbuat dari kedelai); tempe sereal (grain) + kedelai; tempe sereal; tempe bungkil; dan tempe biji non-legum [Shurtleff & Aoyagi, 2001].

Referensi paling awal di dunia tentang tempe muncul dalam Serat Centini, yang ditulis oleh RMA Sumahatmaka (juru tulis resmi Istana Mangkunegaran) tahun 1814 atas kehendak Kanjeng Gusti Pangeran Adipati Anom, putra Sunan Pakubuwana IV, yang kelak bertakhta sebagai Sunan Pakubuwana V dari Surakarta, Jawa Tengah [Sumahatmaka, 1981]. Meski Serat Centini ditulis sekitar tahun 1815, kemungkinan besar hal ini berdasarkan sumber-sumber yang jauh lebih tua; pada masa pemerintahan Sultan Agung (1613-1645). Jadi, tempe mungkin sudah ada di awal tahun 1600-an [Shurtleff & Aoyagi, 2001].

Kata “tempe” diduga berasal dari kata “tumpi”, makanan Jawa kuno berwarna putih yang terbuat dari tepung sagu dengan bentuk menyerupai tempe [Purwadaria et al., 2016]. Istilah “tempeh” pertama kali diperkenalkan oleh Prinsen Geerligs dalam sebuah artikel berbahasa Belanda pada tahun 1896 dan Van Veen & Schaefer dalam sebuah artikel berbahasa Inggris pada tahun 1950. Istilah “tempe” lazim digunakan di Indonesia dan telah terdaftar dalam standar regional tempe di Komisi CODEX Alimentarius FAO-WHO [FAO-WHO, 2017; Shurtleff & Aoyagi, 2022].

Fermentasi membuat tempe memiliki rasa enak, tekstur mirip daging yang bisa diiris, dan kandungan gizi yang unggul; proses yang sama dalam produksi keju (dibuat dengan kapang dan bakteri) dan roti (dibuat dengan ragi). Umumnya, fermentasi tempe dapat meningkatkan protein kasar, protein larut, asam amino, serat kasar, probiotik, mineral, vitamin B (B_{2r} , B_{3r} , B_{6r} , B_{9r} , biotin); menghasilkan vitamin B_{12} dan komponen bioaktif; serta menurunkan kadar lemak kasar, zat antigizi (asam fitat, oksalat, tripsin inhibitor, oligosakarida penyebab perut kembung, fenol) dan alergen yang tinggi pada kedelai. Sesudah 46 jam fermentasi tempe pada suhu 30°C, 25 persen kandungan protein awal terhidrolisis; 65 persen tetap berada dalam tempe sebagai peptida dan asam amino [Shurtleff & Aoyagi, 2001; Ahnan-Winarno et al., 2021]. Peptida bioaktif, yang penting karena membantu penyerapan asam amino, mempunyai aktivitas antihipertensi, hipokolesterolemia, antioksidan dan/atau antikanker, ditemukan pada tempe higienis dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan pada tempe nonhigienis [Tamam et al., 2019; Rizzo & Baroni, 2018]. Bersamaan dengan itu, kedelai tersebut menjadi empuk dan waktu memasak

yang dibutuhkan untuk memproduksi makanan yang praktis dan cepat dimasak menjadi sangat berkurang [Shurtleff & Aoyagi, 2001; Ahnan-Winarno et al., 2021].

Di Indonesia, tempe telah dikonsumsi sebagai sumber protein pokok yang terjangkau, khususnya di pulau Jawa dan Bali, selama 300 tahun lebih [Shurtleff & Aoyagi, 2022; Ahnan-Winarno et al., 2021]. Kandungan protein tempe bersaing dengan sumber protein makanan lain. Tempe kedelai segar mengandung protein 14 persen (tempe pasar) hingga 20,8 persen (tempe kedelai murni) dibandingkan makanan lain sumber protein seperti daging sapi segar lemak sedang (18,8%), daging ayam segar (18,2%), hati ayam segar (27,4%), hati sapi segar (19,7%), ikan cakalang segar (19,6%), ikan mujahir segar (18,7%), ikan tongkol segar (13,7%), telur ayam ras segar (12,4%), telur ayam kampung segar (10,8%) [Kemenkes, 2020]. Adapun kualitas protein (persen protein total yang sebenarnya bisa dimanfaatkan tubuh) tempe hanya sedikit lebih rendah dari daging sapi atau ayam [Shurtleff & Aoyagi, 2001].

Kemampuan tempe unik untuk dijadikan hidangan utama lezat pengganti daging, ayam, atau ikan, dan menjadi tulang punggung protein dari diet vegetarian. Tidak seperti tahu (sumber utama protein kedelai bermutu tinggi lainnya), selain sumber protein berkualitas tinggi, tempe adalah makanan utuh padat zat gizi, terutama vitamin B₁₂, serta sarat serat dan senyawa bioaktif, khususnya peptida dan isoflavin. Tempe sudah dikenal sebagai sumber protein, vitamin B₁₂, dan komponen bioaktif dengan jumlah yang signifikan [Shurtleff & Aoyagi, 2001]. Salah satu dari sedikit makanan vegetarian fermentasi yang dibuat tanpa garam ini pun merupakan makanan diet yang amat baik; hanya mengandung energi 150 kalori per porsi 100 gram. Akhirnya, tempe mengandung lemak jenuh yang sangat rendah dan, karena pangan nabati, tak mengandung kolesterol [Shurtleff & Aoyagi, 2001; Kemenkes, 2020].

Kandungan dan mutu protein, serat pangan, vitamin dan mineral, probiotik, peptida, fitoestrogen isoflavin dalam tempe yang unggul membuatnya memiliki manfaat kesehatan yang potensial. Suplementasi makanan formula yang mengandung tempe pada anak-anak Indonesia umur 6-24 bulan dengan diare akut (n = 304) dapat memperpendek lama diare, meningkatkan berat badan dan status gizinya [Partawihardja, 1990]. Pemberian suplemen tempe berupa minuman (setara dengan tempe segar 96,5 gram per hari/subjek), tiga dosis sehari pada subjek laki-laki dan perempuan (n = 51), bisa menurunkan kolesterol total, kolesterol LDL, dan trigliserida [Wirawanti et al., 2017]. Riset Muljati et al. (2003), yang dilakukan pada 360 perempuan menopause di Tanah Datar (Sumatra Barat) dan Bantul (DI Yogyakarta) menunjukkan bahwa perempuan yang kurang asupan fitoestrogen dari kedelai dan olahannya (termasuk tempe) berisiko tinggi mengalami menopause dini.

Di antara kacang-kacangan dan olahannya, kedelai dan olahannya (mencakup tempe, keripik tempe, snack tempe) paling banyak dikonsumsi di Indonesia, terutama oleh penduduk usia 19 tahun ke atas. Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) Indonesia menunjukkan, 92,9 persen dari kacang-kacangan dan olahannya yang dikonsumsi rata-rata penduduk Indonesia per hari/orang adalah kedelai dan olahannya (52,7 gram dari 56,7 gram per hari/orang). Kedelai dan olahannya paling banyak dikonsumsi oleh kelompok umur di atas 55 tahun (65,7 gram). Sementara di Indonesia konsumsi kacang-kacangan dan olahannya terbanyak dan di atas rata-rata nasional terdapat di Jawa Timur (96,9 persen), Jawa Tengah (89,3 persen), DI Yogyakarta (79,5 persen), DKI Jakarta (66,9 persen), Jawa Barat (64,8 persen), Lampung (61,2 persen) [Siswanto et al., 2014]. Dengan konsumsi kedelai dan olahannya sebanyak 52,7 gram per hari/orang, Indonesia tergolong memiliki diet (pola makan) rendah legum.

Pola makan rendah legum termasuk 1 dari 15 pola makan tidak sehat (dietary risks) penyebab utama kematian akibat penyakit tidak menular (PTM) di dunia, terutama penyakit kardiovaskular, diabetes, kanker. Studi Global Burden of Disease 2019 menunjukkan bahwa pada 2019 pola makan rendah legum merupakan faktor risiko pola makan ke-3 penyebab utama kematian global karena PTM, setelah asupan natrium tinggi dan konsumsi sereal utuh rendah [Qiao et al., 2022]. Pola makan rendah legum didefinisikan sebagai konsumsi legum (mencakup legum segar, beku, kering, kalengan, atau matang) rata-rata kurang dari 90-100 gram per hari.

Bagian berikut dari buku ini akan memaparkan sejarah budaya tempe, konsumsi dan manfaat kesehatannya, kandungan zat gizi dan senyawa bioaktifnya, aspek kesehatan konsumsi tempe, serta aspek kulinernya.

Referensi

1. Ahnan-Winarno AD, Cordeiro L, Winarno FG, Gibbons J, Xiao H. Tempeh: A semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2021; 20: 1717-1767.
2. Dimidi E, Cox SR, Rossi M, Whelan K. Fermented foods: Definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. *Nutrients* 2019; 11:1806.
3. Food and Agriculture Organization-World Health Organization (FAO-WHO). Regional Standard for Tempe. Rome: FAO-WHO Codex Alimentarius, 2017.
4. Indonesia, Kementerian Kesehatan (Kemenkes). Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Jakarta: Kemenkes, 2020.

5. Muljati S, Suwarti S, Harahap H, Harjatmo TP, Komari, Sandjaja. Hubungan konsumsi kacang-kacangan (sumber phytoestrogen) dengan usia menopause. *Penelitian Gizi dan Makanan* 2003; 26(1): 21-30.
6. Partawihardja IS. Effect of tempeh supplementation on growth rate of children aged 6 to 24 months with diarrhea. PhD Dissertation. Depok: University of Indonesia, 1990.
7. Purwadaria HK, Fardiaz D, Kardono LBS, McElhatton A. Tempe from traditional to modern practices. In: A McElhatton & M El Idrissi (Eds.). *Modernization of Traditional Food Processes and Products*. Berlin: Springer, 2016. pp. 145-160.
8. Qiao J, Lin X, Wu Y, Huang X, Pan X, Xu J, Wu JY, Ren Y, Shan PF. Global burden of non-communicable diseases attributable to dietary risks in 1990-2019. *J Hum Nutr Diet* 2022; 35: 202-213.
9. Rizzo G, Baroni L. Soy, soy foods and their role in vegetarian diets. *Nutrients* 2018; 10: 43.
10. Shurtleff W, Aoyagi A. *The Book of Tempeh: A Cultured Soyfood*. Second Edition. Berkeley: Ten Speed Press, 2001.
11. Shurtleff W, Aoyagi A. *History of Tempeh and Tempeh Products (1815-2022): Extensively Annotated Bibliography and Sourcebook*. Lafayette: Soyinfo Center, 2022.
12. Siswanto dkk. *Buku Studi Diet Total: Survei Konsumsi Makanan Individu Indonesia 2014*. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2014.
13. Sumahatmaka RMA. *Ringkasan Centini (Suluk Tambanglaras)*. Cetakan Pertama. Jakarta: Balai Pustaka, 1981.
14. Tamam B, Syah D, Suhartono MT, Kusuma WA, Tachibana S, Lioe HN. Proteomic study of bioactive peptides from tempe. *J Biosci Bioengineer*. 2019; 128(2): 241-248.
15. Wirawanti IW, Hardinsyah, Briawan D, Astawan M. The effect of tempe drink intervention on low density lipoprotein decreasing. *J Gizi Pangan* 2017; 12(1): 9-16.

Tempe
Makanan Super
dari Indonesia
untuk Dunia





BAB 2
SEJARAH BUDAYA
TEMPE, KONSUMSI DAN
MANFAAT KESEHATAN

Sejarah Tempe

Mendengar kata tempe, ingatan kita mungkin akan langsung terhubung dengan kedelai, bahan bakunya. Meskipun di masyarakat Indonesia, terutama Jawa Tengah, kita bisa mendapatkan tempe dari jenis bahan baku berbeda, tempe berbahan baku kedelai lebih populer/superior dibandingkan tempe berbahan baku lain. Penamaan tempe berbahan baku selain kedelai biasanya disertai dengan nama bahan bakunya, misalnya tempe gembus, tempe lamtoro.

Kedelai, yang dalam Bahasa Jawa adalah kadele, pertama kali tercatat dalam manuskrip Serat Sri Tanjung pada sekitar abad ke-12 dan ke-13. Pada manuskrip itu tertulis, isteri Ki Sidapaksa, yang dituduh berbuat zinah, melemparkan diri ke sungai untuk membuktikan ketidakbenaran tuduhan tersebut, yang selanjutnya muncul bunga mawar beraroma wangi; bukti bahwa ia tidak melakukan sebagaimana yang dituduhkan. Inilah asal muasal nama Banyuwangi, tempat tinggal Sri Tanjung [Astuti, 1999].

Dalam *The Complete Handbook of Tempe: The Unique Fermented Soyfood of Indonesia*, yang merupakan kompilasi tulisan pakar Indonesia dan diterbitkan perdana pada tahun 1997, dikatakan, tempe ditemukan dalam manuskrip Serat Centhini. Pada manuskrip itu tercatat bahwa Mas Cebolang, yang melakukan perjalanan antara Candi Prambanan dan Pajang melalui Tembayat di Kabupaten Klaten, telah dihidangkan aneka ragam pangan olahan dari tempe seperti opor tempe, sambal asam lethokan atau sambal tumpang. Juga tertulis, dalam perjalanan, Jayengresmi dan rombongan di Desa Busan dijamu oleh Ki Arsengbudi, yang menyajikan banquet yang terdapat serundeng tempe. Uraian di atas menunjukkan, tempe berasal dari (hanya disebutkan di) Pulau Jawa, yang menjadi sentra konsumsi masyarakat dan terwujud berupa pola makanan sehari-hari, khususnya di Pulau Jawa, terutama Jawa Tengah, DI Yogyakarta, dan Jawa Timur.

Bila tempe diurai, secara kasat mata akan terlihat biji kedelai yang sudah dikupas dan serabut-serabut putih yang menutupi biji-bijinya. Serabut putih tersebut adalah hasil fermentasi kedelai, yang pada proses pembuatan tempe, ditambahkan mikroorganisme tertentu. Dalam istilah mikrobiologi, serabut putih ini disebut hyfa atau miselium, yang pasca-fermentasi tempe lebih dari 2 hari perlahan-lahan akan menjadi kehitaman karena proses fermentasi pada tempe tetap berlangsung dan baru berhenti jika tempe telah diolah, khususnya dengan menggunakan panas. Itu menunjukkan bahwa untuk mendapatkan tempe sebagai hasil fermentasi, dibutuhkan keberadaan inokulum sebagai sumber mikroorganisme.

Inokulum merupakan substrat berisi mikroorganisme yang diperlukan dalam fermentasi kedelai untuk menghasilkan tempe. Sebagaimana diketahui, jenis mikroorganisme yang akan mengubah kedelai menjadi tempe adalah

kapang jenis *Rhizopus sp.*, seperti *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus stolonifer*. Dalam pembuatan tempe, *Codex Alimentarius Commission* (CAC), organisasi global yang mengatur standar perdagangan pangan dunia, merekomendasikan pula ke-3 jenis mikroba tersebut [CAC, 2013]. Pada masa lalu, inokulum untuk membuat tempe dikenal dengan sebutan usar, yang menggunakan daun pohon jati (*Hibiscus tiliacus*). Pada pembuatan tempe, kedelai yang sudah disiapkan dan dibungkus dengan daun ini, setelah 1-2 hari didiamkan dalam suhu ruang, akan ditumbuhi serabut-serabut putih pada permukaannya.

Untuk membuat tempe, sebagian besar masyarakat kita, terutama pengrajin tempe, mengenal istilah ragi, yang disebut ragi tempe. Istilah tersebut sesungguhnya kurang sesuai bila ditinjau dari disiplin ilmu mikrobiologi karena ragi tergolong khamir (*yeast*), sedangkan *Rhizopus* termasuk kapang (fungi). Namun, dalam sejarah, istilah ragi yang pertama sekali disebut, yakni manragi pada prasasti kuno Kembang Arum (dekat Yogyakarta), sekitar tahun 903. Dalam prasasti ini, ragi tempe tidak disebut secara spesifik. Kemungkinan hal itu terkait dengan ragi tape karena pada masa tersebut minuman beralkohol yang menggunakan ragi tape, seperti brem, telah lebih dulu dikenal.

Istilah ragi tempe pertama sekali digunakan oleh Widagdo, guru desa di Kulonprogo, yang dijumpai dalam publikasi di majalah lokal tahun 1915. Namun, kapan ragi tempe ditemukan, belum diketahui dengan pasti. Pada masyarakat yang diwawancarai, Widagdo mencari tahu dan memperoleh informasi, yaitu teknik membuat ragi tempe sudah diturunkan dari generasi ke generasi.

Di masa kini, tempe dan olahannya terdapat relatif merata di seluruh provinsi kita dan merupakan pangan yang keterjangkauannya terjamin di hampir seluruh rantai perdagangan pangan di Indonesia. Ini tentu dipengaruhi oleh permintaan masyarakat kita akan tempe, baik dalam bentuk segar maupun olahan. Di era 1970-an, permintaan masyarakat akan tempe dan olahannya masih terbatas di mayoritas provinsi di Indonesia, kecuali di Pulau Jawa, khususnya di Jawa Tengah, DI Yogyakarta, dan Jawa Timur. Hasil pengamatan penulis di provinsi yang "kental" dengan ikan sebagai bagian dari menu makanan sehari-hari seperti Sulawesi Utara, tempe dan olahannya dapat dijumpai di rantai perdagangan pangan. Bagaimana ketersediaan tempe di daerah itu, kemungkinan karena migrasi penduduk yang juga memengaruhi pola konsumsi masyarakat lokal.

Konsumsi Tempe

Tempe merupakan pangan yang tidak asing bagi lidah masyarakat kita dan menjadi salah satu jenis pangan yang ada dalam sajian menu sehari-hari masyarakat Indonesia pada masa kini. Dari sudut pandang ilmu gizi, hal tersebut menjadi bagian dari pola konsumsi pangan atau bagian dari diet. Ini bertolak

belakang dengan masa lalu, yakni sekitar tahun 1980, ketika tempe umumnya menjadi bagian dari pola konsumsi masyarakat di Pulau Jawa, terutama Jawa Tengah.

Perubahan pola konsumsi itu, meminjam istilah dalam komunikasi pemasaran, bisa dikatakan karena tempe menjadi pangan yang populer. Apa faktor yang menyebabkan tempe populer sebagai bagian dari sajian menu makanan masyarakat? Hingga kini penulis belum menemukan referensi ilmiah yang dapat mengungkap hal tersebut dan untuk itu menjadi PR bagi para akademisi, pemerhati dan peneliti di masa mendatang untuk bisa menjawab pertanyaan ini.

Pendekatan yang dapat menjawab pertanyaan tersebut adalah dari sisi ekonomi, yaitu secara umum harga tempe sebagai lauk nabati sumber protein relatif lebih murah dibandingkan pangan lain, khususnya lauk hewani. Tempe dengan harga Rp 6.000 untuk wilayah Jakarta dan sekitarnya, yang memiliki berat sekitar 350 gram, sudah bisa menghasilkan 7 satuan penukar pangan sumber protein nabati (2 potong sedang atau 4 potong kecil), yang berarti dapat untuk lauk 7 orang dewasa.

Aspek pengolahan yang praktis untuk dijadikan lauk mungkin bisa juga berkontribusi, misalnya dapat digoreng, dibacem, diopor, diorak-arik, dan lain-lain. Namun, perubahan paradigma sehat pada masyarakat tidak bisa pula dipungkiri menjadi salah satu penyebab dengan gencarnya informasi yang menyatakan bahwa pangan nabati lebih sehat dari pangan hewani.



Gambar 1. Tempe dan Potongan Tempe

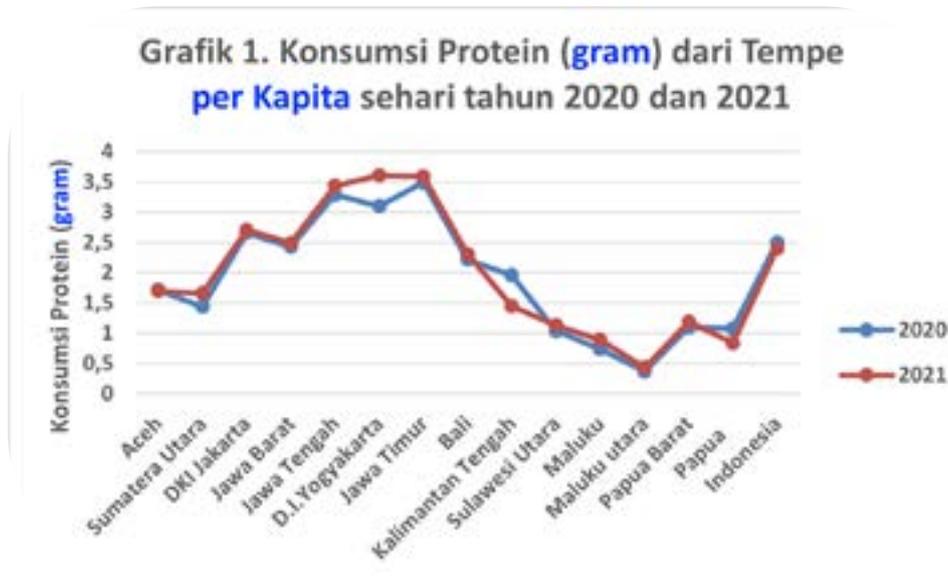
Berat 350 gram; Harga Rp 6000

Berat 50 gram/2 ptg

Berat 50 gram/4 ptg

Pada masa kini hal itu masih relevan dengan besaran konsumsi tempe tertinggi di 3 provinsi di Pulau Jawa, yakni DI Yogyakarta, Jawa Timur, dan Jawa Tengah, dibandingkan provinsi lain di Indonesia [BPS, 2020; BPS, 2021]. Pada Grafik 1 terlihat, konsumsi protein yang berasal dari tempe per kapita sehari pada tahun 2021 untuk 3 provinsi tersebut masing-masing 3,61 gram, 3,59 gram, dan 3,44 gram atau setara tempe segar 17,4 gram, 17,3 gram, dan 16,5 gram. Bila dibandingkan pada tahun 2020, tiga provinsi dengan konsumsi tempe tertinggi tetap 3 provinsi

tersebut. Secara nasional, antara tahun 2020 dan 2021, konsumsi protein per kapita sehari yang berasal dari tempe meningkat sebesar 4,2 persen atau setara tempe segar 0,5 gram, yaitu masing-masing 2,4 gram (2020) dan 2,5 gram (2021).



Sumber: Diolah dari BPS 2020 dan BPS 2021

Keterangan: 1 gram protein tempe \approx 4,81 gram tempe (TKPI, 2018)

DKI Jakarta dengan penduduk, yang berasal dari beragam suku bangsa, merupakan provinsi dengan konsumsi tempe tertinggi ke-4, yakni sebesar 2,71 gram protein pada tahun 2021, meningkat dari 2,66 gram protein pada tahun 2020. Provinsi dengan konsumsi tempe terendah adalah Maluku dan Maluku Utara, yaitu masing-masing 0,89 gram protein dan 0,43 gram protein per kapita sehari pada tahun 2021.

Tempe Sumber Zat Gizi Spesifik

Tempe merupakan sumber protein potensial, yakni 20,8 gram per 100 gram. Pada konsumsi normal, baik berupa lauk bersama makanan utama atau pangan selingan, 50 gram tempe setara dengan satu porsi atau satu satuan penukar untuk pangan sumber protein. Artinya, tempe berkontribusi protein sekitar 10 gram atau menyumbang protein sekitar 16,7 persen terhadap kebutuhan protein sehari. Perlu dipahami pula, daya cerna protein kedelai lebih tinggi dari bahan bakunya (kedelai). Ini karena proses pengolahan dengan fermentasi dan juga akibat aktivitas kapang. Penelitian Lakshmy dan Suman (2016) pada tempe yang sudah dibuat tepung diperoleh daya cerna protein berkisar 75,1--90,9 persen. Arti daya cerna protein yang tinggi ini adalah bahwa ketersediaan secara biologis (bioavailabilitas) protein untuk digunakan di dalam tubuh akan tinggi. Namun perlu dipahami juga, keberadaan protein tempe tidak terlepas dari protein kedelai,

yaitu protein kedelai kekurangan asam amino metionin, bila dibandingkan dengan standar protein (protein telur atau protein susu). Namun, keunggulan protein kedelai dan tempe adalah tinggi asam amino lisin. Asam amino metionin dan lisin adalah jenis asam amino esensial; artinya, harus didapatkan dari makanan karena tidak dapat dibentuk di dalam tubuh manusia. Asam amino ini diperlukan dalam jumlah cukup untuk mengisi pool asam amino yang salah satunya diperlukan untuk membentuk protein tubuh manusia. Oleh karena itu agar tidak kekurangan asam amino esensial ini, sebaiknya dikombinasikan dengan konsumsi nasi karena beras dan sereal umumnya tinggi asam amino metionin tetapi kekurangan asam amino lisin. Dalam pola konsumsi pangan, ini disebut komplementasi, yakni saling melengkapi asam amino dan dikonsumsi pada saat yang bersamaan.

Terkait dengan masalah anemia yang terjadi di negeri kita, terutama pada wanita usia subur (WUS) yang salah satunya akibat kekurangan asupan zat besi, tempe memiliki keunggulan dibandingkan pangan nabati sumber protein yang lainnya. Konsumsi tempe 100 gram dapat menyumbang sekitar 13 persen kecukupan zat besi sehari. Walaupun zat besi dalam pangan nabati berbentuk zat besi non-heme, namun bila disertai dengan asupan zat gizi lain yang memadai, zat besi ini akan bisa diabsorpsi dengan baik di lumen usus.

Tabel 1.

Komposisi Zat Gizi Tertentu di Dalam Beberapa Jenis Tempe

Jenis Tempe	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)	Serat (g)	Mineral (g)	Kalsium (mg)	Zat Besi (mg)
Kedelai murni	20,8	8,8	13,5	1,4	1,6	155	4,0
Lamtoro	10,7	0,5	21,3	7,1	0,7	203	0,4
Koro benguk	10,2	1,3	23,2	-	1,3	42	2,6
Gembus	5,7	1,3	10,3	4,2	0,8	204	1,5

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2018)

Keunggulan lain tempe yang spesifik dibandingkan pangan nabati sumber protein lain adalah bahwa pada tempe ditemukan dan menjadi sumber Vitamin B₁₂. Adalah ketidakhadiran Vitamin B₁₂ ditemukan pada pangan nabati, namun hasil penelitian di luar negeri di dalam tempe ditemukan vitamin B₁₂ dari tempe yang berasal dari Indonesia [Liem et al., 1977; Keuth & Bisping, 1994].

Keberadaan vitamin B₁₂ pada tempe disebabkan bakteri yang diperoleh ketika proses pembuatan tempe, mulai dari pencucian, perendaman dan fermentasi. Dua jenis bakteri yang paling dikenal dapat mensintesis vitamin B₁₂ pada tempe adalah *Klebsiella pneumoniae* dan *Citrobacter freundii*. Nah, keanehan yang ditemukan pada pembuatan tempe secara tradisional (tidak higienis) versus secara laboratorium (higienis) adalah pada temuan vitamin B₁₂ hanya pada tempe yang dibuat secara tradisional. Penelitian Liem et al. (1977)

yang dilakukan di Kanada dari tempe yang diproduksi di Indonesia ditemukan vitamin B₁₂ sebesar 29 ng per gram tempe, sedangkan tempe yang dibuat di Toronto yang ditambahkan dengan sengaja 2 jenis bakteri tersebut ditemukan sebesar 66 ng per 1 gram tempe. Diketahui pula bahwa tempe yang berasal dari Indonesia yang dibuat secara tradisional pada umumnya ditemukan bakteri *Klebsiella pneumoniae*. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa bila hanya *Rhizopus oligosporus* yang ditemukan di dalam tempe, maka vitamin B₁₂ tidak akan ada di dalamnya. Berbagai cara membuat tempe juga menghasilkan jumlah vitamin B₁₂ yang berbeda pula. Makin tinggi temperatur fermentasi (mulai 24°C sampai 32°C), semakin tinggi kandungan vitamin B₁₂ di dalamnya. Keuth dan Bisping (1994) menemukan bahwa tertinggi adalah pada 32°C, ditemukan vitamin B₁₂ sebesar 135 ng per g tempe. Secara awam, adalah suatu kewajiban bertanya apakah tempe yang dalam proses fermentasi ada bakteri yang sejatinya diperoleh dari cemaran?

Penelitian Keuth dan Bisping (1994) mengungkapkan, tidak ditemukan enterotoksin di dalam tempe yang dihasilkan secara tradisional. Oleh karena itu kita tidak perlu ragu tentang keamanan tempe, berdasarkan berbagai temuan para peneliti. Terkait dengan keberadaan Vitamin B₁₂ di dalam tempe yang sudah ditemukan, apakah pada pangan olahan tempe juga ditemukan? Truesdell et al. (1987) mengungkapkan dari hasil penelitian di AS bahwa vitamin B₁₂ sebesar 0,06–0,11 mcg ditemukan di dalam 100 gram tempe burger.

Dibandingkan dengan kecukupan vitamin B₁₂ sehari untuk orang dewasa, yakni 4,0 mcg (Kemenkes, 2019), konsumsi tempe 100 gram dapat berkontribusi sekitar 72,5 persen terhadap kecukupan vitamin B₁₂ (menggunakan kandungan vitamin B₁₂ terendah dari hasil penelitian Liem et al. (1977)). Namun, yang perlu dijawab oleh akademisi dan peneliti adalah apakah aktivitas vitamin B₁₂ yang terdapat di dalam tempe sama dengan aktivitas vitamin B₁₂ yang umumnya diperoleh manusia dari pangan sumber protein hewani? Hal ini menjadi penting karena ada berbagai bentuk vitamin B₁₂ di dalam pangan, misalnya pseudo-vitamin B12, yang berbentuk tidak aktif sehingga tidak dapat dijamin manfaatnya di dalam tubuh manusia. Kiranya untuk membuktikan klaim tempe sebagai sumber vitamin B₁₂ yang sangat potensial, perlu riset yang mendalam dan tentunya anggaran yang dapat disediakan pemerintah.

Sekilas Manfaat Tempe untuk Kesehatan

Beralih ke masa pasca-kemerdekaan di era tahun 1960 hingga kini, penelitian mengenai tempe berkembang luas, baik di dalam maupun luar negeri. Riset tentang manfaat tempe bagi kesehatan mulai berkembang sejak pengamatan pada Perang Dunia II, ketika tahanan perang Belanda yang mengonsumsi tempe ternyata tidak terjangkit disentri [Hermana & Karmini, 1999].

Tempe sebagai antibakteri sudah dimulai diketahui sejak publikasi pada tahun 1969 oleh Wang, Ruttle dan Hesseltine. Hasil penelitian tersebut menunjukkan, kapang yang digunakan untuk fermentasi kedelai, yaitu *Rhizopus oligosporus* menghasilkan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri di dalam tempe. Adanya penghambatan aktivitas pada tempe, menggugah peneliti Indonesia untuk melakukan penelitian, yakni di RS Sardjito dan RS Karyadi; apakah tempe dapat berperan sebagai anti-diare. Hasil penelitian menunjukkan, tempe yang diproduksi tradisional secara signifikan dapat memperpendek lama diare [Soenarto et al., 2001].

Selanjutnya dalam publikasi tahun 2014 di Belanda dinyatakan, tempe dapat menghambat berbagai jenis bakteri di antaranya *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella* [Roubos-van den Hil & Nout, 2011]. Pada tahun 2020 ada publikasi yang menarik bahwa tempe dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*, yaitu bakteri penyebab gigi rusak (bakteri kariogenik). Selanjutnya ditemukan pula ada peningkatan asam lemak bebas seperti asam linoleat dari biji kedelai setelah difermentasi menjadi tempe akibat dekomposisi enzim lipase yang dihasilkan oleh *Rhizopus stolonifer* [Ito et al., 2020]. Ditemukan pula bahwa asam linoleat ini dapat menghambat aktivitas bakteri patogen *Staphylococcus aureus*.

Berbagai penelitian tentang tempe saat ini sudah sudah sampai pada komponen bioaktif yang terkandung dalam tempe. Peptida bioaktif salah satu senyawa yang terdapat di dalam tempe berperan mengatur metabolisme di dalam tubuh sehingga menghambat *Angiotensin Converting Enzyme* (ACE). Penghambatan ini dapat membantu menurunkan tekanan darah sebagai *antihypertensive of bioactive peptide*. Protein disusun dari berbagai jenis asam amino dalam ikatan peptida dan polipeptida. Protein yang berasal dari pangan di dalam tubuh manusia akan dikatabolisme (dipecah) atau dihidrolisis menjadi asam-asam amino [Gropper et al., 2009]. Asam-asam amino yang berasal dari pangan akan digunakan untuk berbagai kebutuhan di dalam tubuh di antaranya untuk menghasilkan energi atau membentuk protein tubuh, sisanya akan masuk ke dalam simpanan asam amino (*amino acid pool*) untuk selanjutnya diatur secara otomatis untuk kebutuhan asam amino di dalam tubuh [Mahan & Raymond, 2017]. Asam amino di dalam pool tersebut juga berasal dari pemecahan protein tubuh manusia. Protein yang berasal dari pangan tidak otomatis menjadi protein tubuh manusia, namun harus melalui 2 tahap proses yang dikenal dan dimulai dari proses transkripsi, kemudian translasi [Stipanuk, 2000]. Transkripsi adalah proses penyalinan kode-kode genetika yang ada pada urutan DNA menjadi molekul RNA, yakni proses yg mengawali ekspresi sifat-sifat genetik yg nantinya akan muncul sebagai fenotip. Sementara translasi adalah proses penerjemahan urutan nukleotida yang ada pada molekul mRNA menjadi rangkaian asam-asam amino yang menyusun polipeptida atau protein.

Peptida Bioaktif dan Pengaturan Tekanan Darah

Proses hidrolisis protein yang berasal dari pangan, seperti kedelai dan tempe, di saluran pencernaan berlangsung dengan cara mentransfer protein ke dalam bagian aktif dari enzim protease, sehingga akan menghidrolisis ikatan peptidanya dan akan menghasilkan peptida. Saat ini berbagai penelitian tempe dan olahannya ditemukan senyawa bioaktif yang berperan dalam membantu menurunkan tekanan darah. Peptida bioaktif, salah satu senyawa yang berasal dari pemecahan protein seperti pada tempe, berperan mengatur metabolisme di dalam tubuh dengan menghambat kerja ACE. Penghambatan ACE ini dapat membantu menurunkan tekanan darah sebagai antihypertensive of bioactive peptide. Peptida adalah fragmen kecil protein yang diproduksi oleh enzim hidrolisis, fermentasi, pengolahan pangan dan pencernaan protein kedelai di saluran pencernaan [Chatterjee C et al., 2018]. Ada dua faktor yang menunjukkan secara klinis bahwa peptida bioaktif berperan sebagai anti-hipertensi, yaitu (1) resistensi untuk degradasi oleh peptida gastrointestinal, dan (2) absorpsi peptida ke dalam aliran darah. Produksi peptida bioaktif pada pangan dihasilkan melalui proses fermentasi, enzimatik, hidrolisis dan proses pencernaan di saluran gastrointestinal dari protein pangan [Cicero et al., 2017].

Peptida bioaktif adalah senyawa yang berperan mengatur metabolisme di dalam tubuh dengan menghambat kerja ACE. Diyakini bahwa peningkatan tekanan darah dapat disebabkan oleh ACE yang menyebabkan penyempitan pembuluh darah. ACE merupakan enzim, yakni peptida bioaktif yang berasal dari pangan dengan susunan asam amino yang dapat meregulasi sistem renin-angiotensin. Cicero et al. (2017) menyatakan bahwa peptida bioaktif yang terdapat di dalam pangan, baik hewani maupun nabati, berperan meregulasi tekanan darah dan tingkat lemak di dalam tubuh manusia. Peptida dalam pangan sebagai anti-hipertensi ada dalam tri, okta, deka dan hepta peptida, misalnya isoleusin-valin-tirosin. Penelitian yang dilakukan Chalid et al. (2019) menunjukkan, peptida bioaktif dalam tempe dapat menghambat aktivitas ACE atau disebut ACE *inhibitor*. Inhibisi ACE ditentukan dengan pembentukan HHL (hippurate acid-H-Hystidil-L-Leucine).

Peptida dengan susunan urutan Met_Asn-Pro, As-Pro-Pro, Pro-Pro-Lys, Ile_Thr-Thr, Thr-Thr-Asn dan Thr-Asn-Pr merupakan peptida yang memiliki aktivitas menghambat ACE. Keberadaan Pro, Lys atau Arg pada C terminal dari struktur peptida berpotensi sebagai penghambat ACE. Sementara keberadaan Pro atau Hidroksil pada C terminal membuat peptida-peptida secara umum resisten untuk didegradasi oleh enzim pencernaan [Chatterjee et al., 2018]. ACE mengkatalisis konversi angiotensin I menjadi angiotensin II sehingga terjadi vasokonstriksi dan juga menginaktivasi anti-hipertensi bradykin, yang berperan sebagai vasodilator. Selanjutnya peptida berinteraksi dengan reseptor, seperti *muscarinic* dan reseptor Angiotensin II (Ang II), menyebabkan vasorelaksasi.

Selain itu peptida juga memodulasi sistem signaling Renin-Angiotensi (RAS), khususnya menghambat aktivitas renin dan ACE untuk menurunkan tekanan darah [Okagu *et al.*, 2022]. Memodulasi aktivitas RAS dengan menghambat ACE dan renin serta memblok reseptor angiotensin II akan menyebabkan penurunan tekanan darah dan merupakan strategi yang efektif untuk mengatur tekanan darah tinggi, gagal ginjal dan gagal jantung serta diabetes. Angiotensin I merupakan pra-hormon atau hormon yang belum aktif dan aktivasinya dikatalis oleh ACE, sehingga dihasilkan hormon angiotensin II, yaitu hormon yang aktif meningkatkan tekanan darah. Selain itu angiotensin II berperan mendegradasi bradykinin, yakni suatu vasodilator. Bradykinin yang berperan sebagai hipertensif aktif dibentuk dari bradykininogen dan dapat menjadi inaktif oleh aktivitas enzim kinase II. Penghambatan aktivitas ACE dari kedelai mencapai lebih dari 90 persen. Berat molekul yang rendah dari peptida, seperti prolin, pada residu terminal atau secara umum peptida yang kaya prolin memiliki sifat antioksidan dan resisten terhadap enzim hidrolitik selama transportasi transepithelial. Karena adanya keterkaitan antara hipertensi dengan stres oksidatif, maka banyak yang menjadi antihipertensi.

Rangkaian proses kerja peptida bioaktif di jelaskan pada rangkaian berikut:

1. Protein → AHPs (*anti hypertensive peptides*)
2. AHPs → a. menghambat aktivitas renin sehingga menghambat pembentukan Angiotensin I dari angiotensinogen
→ b. Menghambat aktivitas ACE sehingga menghambat pembentukan Ang II dari Ang I

Aksi antihipertensif bioaktif peptida didasarkan atas penghambatan secara kompetitif non-kompetitif ACE yang berperan mengubah angiotensin I menjadi angiotensin II (oktapeptida), yang meningkatkan resistensi vaskular perifer, sehingga menginduksi tindakan hipertensi. Selain itu ACE menentukan pembelahan dan inaktivasi bradykinin, yang merupakan peptida yang berperan dalam vasodilator. Ada dugaan pula bahwa ada peningkatan aktivitas berbagai agen vasodilator seperti Endothelial NO (eNOS). Peningkatan produksi eNOS dan penghambatan renin yang mengkonversi agiotensinogen menjadi angiotensin I, meningkatkan substrat untuk ACE. Beberapa peptida menggunakan aktivitas anti-inflamasi dan antioksidan untuk membantu mencegah penyakit kronis. Meta-analisis isoflavon kedelai dapat menurunkan tekanan darah SBP secara signifikan ($P=0.01$) sebesar 5,95 mmHg dan DBP sebesar 3,35 mmHg [Liu *et al.*, 2012]. Penurunan tekanan darah ini berlaku bagi orang yang hipertensi, tetapi

tidak untuk orang dengan tekanan darah normal. Isoflavon merupakan bagian dari protein kedelai yang terkait dengan sifat fungsionalnya, yaitu sebagai peptida bioaktif [Chatterjee et al., 2018].

Peptida yang berasal pangan yang dapat menghambat aktivitas ACE dapat sebaik obat sintetik dalam menurunkan tekanan darah [Daskaya-Dikmen et al., 2017]. Aktivitas inhibisi ACE oleh peptida dipengaruhi oleh karakteristik structural dari senyawa tersebut seperti pajangnya rantai peptida, komposisi dan sekuensi (urutan) asam amino dalam senyawa peptida. Selain itu, stabilitas peptida di saluran pencernaan juga berperan agar tersedia sesuai yang diperlukan dan bagaimana peptida dapat mencapai sistem kardiovaskular sehingga dapat menunjukkan bioavailabilitasnya.

Tempe dan olahan kedelai lainnya sebagai sumber protein mengandung fragmen kecil protein melalui berbagai cara, yakni fermentasi biji kedelai menjadi tempe, hidrolisis protein secara enzimatis di saluran pencernaan, pengolahan pangan sehingga protein terdegradasi menjadi peptida dan juga degradasi protein di saluran pencernaan. Peptida yang dihasilkan ini harus tahan terhadap enzim pencernaan, diabsorpsi dan dibawa ke aliran darah, serta memiliki sifat bioaktif; yang berperan dalam menghambat ACE adalah terutama strukturnya Pro, Lys atau Arg pada C terminal. Meta-analisis yang dipublikasi pada 2012 membuktikan bahwa peptida bioaktif ini signifikan menurunkan tekanan darah, baik sistol maupun diastol, khususnya pada mereka yang hipertensi dan bukan normo-tensi. Hasil positif ini merupakan suatu yang menggembirakan, namun pola makan dan pola hidup yang berpedoman pada gizi seimbang, yaitu menjaga asupan garam dan lemak juga menjadi pedoman dalam mengimplementasikan hasil penelitian ini dalam pola hidup sehari-hari. Artinya, mengonsumsi tempe dan olehannya adalah bagian dari diet (pola makan) kita dan tidak berlebihan mengonsumsinya.

Demikian pula penelitian telah dikembangkan, peran tempe menurunkan kolesterol di dalam tubuh dengan menginaktifkan enzim 3H3MCo-A sintase yang berperan dalam rangkaian pembentukan kolesterol. Oleh karena itu, pembentukan kolesterol di dalam tubuh manusia akan terhambat. Sebagai catatan, jumlah kolesterol dalam tubuh manusia yang terbesar adalah pembentukan di dalam tubuh, yakni sekitar 75 persen dan sekitar 25 persen diperoleh dari konsumsi makanan [Stipanuk, 2000]. Bahkan, saat ini sudah ada beberapa riset yang sudah dipercaya bahwa tempe dapat mempertahankan keseimbangan mikrobiota di saluran pencernaan sehingga metabolisme di dalam tubuh dapat berjalan dengan baik.

Masyarakat akademisi Indonesia saat ini sudah mengetahui bahwa tempe merupakan sumber protein dan bioavailabilitas proteinnya lebih tinggi dari kedelai. Selain itu isoflavon yang terdapat pada tempe berperan positif untuk wanita

dalam menunda menopause. Pengungkapan manfaat tempe dalam penelitian dan diaplikasikan dalam pola makan, tidaklah berlebihan bila dikatakan tempe lebih superior dibandingkan pangan sumber protein nabati lainnya.

Manfaat gizi dan kesehatan dari tempe sungguh menakjubkan, sehingga berbagai pakar di berbagai negara tertarik mengembangkan di dalam negerinya. Pengembangan ini juga ada peran dari anak bangsa yang mendirikan Indonesian Tempe Movement, seperti di Amerika, yang bertujuan mengedukasi masyarakat global agar mengenal tempe sebagai warisan budaya Indonesia, yang memiliki banyak manfaat dari aspek gizi dan kesehatan. Konsekuensinya, saat ini di berbagai negara dapat ditemukan tempe yang diproduksi lokal dan hampir pasti produksi yang dilakukan karena ada permintaan akan tempe. Namun, untuk menghasilkan kualitas tempe seperti tempe yang diproduksi secara tradisional di Indonesia, para pengrajin tempe di luar Indonesia harus menambahkan jenis bakteri tertentu agar vitamin B₁₂ dapat dihasilkan di dalam tempe.

Berbagai penelitian tentang tempe saat ini sudah sangat berkembang hingga pada komponen bioaktif yang terkandung di dalamnya. Demikian pula telah dikembangkan penelitian tentang peran tempe dalam menurunkan kolesterol di dalam tubuh dengan menginaktivkan enzim 3H3MCo-A sintase. Enzim ini berperan dalam rangkaian pembentukan kolesterol sehingga bila enzim ini diinaktivasi, pembentukan protein akan terhambat. Bahkan, saat ini sudah ada beberapa penelitian yang dipercaya bahwa tempe dapat mempertahankan keseimbangan mikrobiota di saluran pencernaan sehingga metabolisme di dalam tubuh dapat berjalan dengan baik, bahkan diperbaiki. Pada tulisan ini dibatasi pada peran peptida bioaktif yang terdapat di dalam tempe terhadap metabolisme di dalam tubuh, khususnya mengatur tekanan darah.

Referensi

1. Astuti M. History of the development of tempe. In: *The Complete Handbook of Tempe: The Unique Fermented Soyfood of Indonesia*. Singapore: The American Soybean Association, 1999.
2. Badan Pusat Statistik (BPS). *Konsumsi Kalori dan Protein Penduduk Indonesia dan Provinsi Berdasarkan Susenas Maret 2020*. Jakarta: BPS, 2020.
3. BPS. *Konsumsi Kalori dan Protein Penduduk Indonesia dan Provinsi Berdasarkan Susenas Maret 2021*. Jakarta: BPS, 2021.
4. Chalid SY, Hermanto S, Rahmawati A. Angiotensin Converting Enzyme-inhibitory activity of the soybean tempeh protein as functional food. *Int J Geomate* 2019; 16(56): 73-78.
5. Chatterjee C, Gleddie S, Xiao CW. Soybean bioactive peptides and their functional properties. *Nutrients* 2018; 10(9): 1211.

6. Cicero AFG, Fogacci F, Colletti A. Potential role of bioactive peptides in prevention and treatment of chronic diseases: a narrative review. *Br J Pharmacol.* 2017; 174(11): 1378-1394.
7. Codex Alimentarius Commission (CAC). Regional Standard for Tempe CXS 313R-2013: Adopted in 2013; Amended in 2015, 2017. FAO & WHO, 2013.
8. Daskaya-Dikmen C, Yucetepe A, Karbancioglu-Guler F, Daskaya H, Ozcelik B. Angiotensin-I-Converting Enzyme (ACE)-inhibitory peptides from plants. *Nutrients* 2017; 9(4): 316.
9. Gropper SS, Smith JL, Groff JL. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*, 4th Edition. Belmont: Wadsworth, 2009.
10. Hermana & Karmini M. In: *The Complete Handbook of Tempe: The Unique Fermented Soyfood of Indonesia*. Singapore: The American Soybean Association, 1999.
11. Ito M, Ito T, Aoki H, Nishioka K, Shiokawa T, Tada H, Takeuchi Y, Takeyasu N, Yamamoto T, Takashiba S. Isolation and identification of the antimicrobial substance included in tempeh using *Rhizopus stolonifer* NBRC 30816 for fermentation. *Int J Food Microbiol.* 2020; 325: 108645.
12. Kementerian Kesehatan (Kemenkes). Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 28 tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi bagi Masyarakat Indonesia. Jakarta: Kemenkes, 2019.
13. Kementerian Kesehatan (Kemenkes). Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Jakarta: Kemenkes, 2018.
14. Keuth S & Bisping B. Vitamin B₁₂ production by *Citrobacter freundii* or *Klebsiella pneumoniae* during tempeh fermentation and proof of enterotoxin absence by PCR. *Appl Environ Microbiol.* 1994; 60(5): 1495-1499.
15. Lakshmy PS & Suman KT. In vitro digestibility of tempeh flours and preparation of instant soupmixes of greengram-rice tempeh flour. *Asian J Dairy Food Res.* 2016; 35(3): 255-258.
16. Lehninger AL, Nelson DL, Cox MM. *Principles of Biochemistry*, Second Edition. New York: Worth, 1993.
17. Liem ITH, Steinkraus KH, Cronk TC. Production of vitamin B-12 in tempeh, a fermented soybean food. *Appl Environ Microbiol.* 1977; 34(6): 773-776.
18. Liu XX, Li SH, Chen JZ, Sun K, Wang XJ, Wang XG, Hui RT. Effect of soy isoflavones on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2012; 22(6): 463-470.

19. Mahan LK & Raymond JL. Krause's Food and the Nutrition Care Process, 14th Edition. Philadelphia: Elsevier, 2017.
20. Murray RK, Granner DK, Rodwell VW. Biokimia Harper, Edisi 27. Alih Bahasa Dendit BU. Jakarta: EGC, 2009.
21. Okagu IU, Ezeorba TPC, Aham EC, Aguchem RN, Nechi RN. Recent findings on the cellular and molecular mechanisms of action of novel food-derived antihypertensive peptides. Food Chem Mol Sci. 2022; 4: 100078.
22. Prameshwara B. Pidato Bung Karno: Kita Bukan Bangsa "Tempe", dan Lebih Baik Makan "Gaplek". Kompasiana, 16 Mei 2011. <https://www.kompasiana.com/bubup/5500cb238133112819fa7de0/pidato-bung-karno-kita-bukan-bangsa-tempe-dan-lebih-baik-makan-gaplek> [diakses 17 Juli 2022]
23. Roubos-van den Hil & Nout MJR. Chapter 17. Anti-diarrhoeal aspects of fermented soya beans. Chapter In: Soybean and Health Book. Netherlands: Wagenigen, 2011.
24. Soenarto Y, Sudigbia I, Hermana, Karmini M, Karyadi D. Antidiarrheal characteristics of tempe produced traditionally and industrially in children aged 6-24 months with acute diarrhea. Paediatr Indones. 2001; 41(3-4): 88-95.
25. Stipanuk MH. Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition. Philadelphia: WB Saunders Co., 2000.
26. Truesdell DD, Green NR, Acosta PB. Vitamin B₁₂ activity in miso and tempeh. J Food Sci. 1987; 52(2): 493-494.





BAB 3
KANDUNGAN ZAT
GIZI DAN ZAT
FITOKIMIA TEMPE DAN
OLAHANNYA

Legum (*legume*) tergolong keluarga Leguminosae. Legum merupakan sumber protein penting pada makanan penduduk Indonesia. Berbagai legum telah banyak dikenal, salah satu di antaranya adalah kedelai (*Glycine max*).

Kedelai yang belum diolah memiliki zat antigizi, seperti antitripsin, antikomotripsin, hemaglutinin, saponin, dan asam fitat. Proses pengolahan kedelai, seperti pemanasan dan fermentasi, mampu menonaktifkan zat antigizi tersebut, sehingga pemanfaatan kedelai dan hasil olahannya sebagai sumber protein nabati menjadi tidak menimbulkan masalah. Hasil olah kedelai bervariasi, antara lain tempe, tahu, soygurt, susu kedelai, kembang tahu, kecap, tauco [Muchtadi, 2009].

Dalam tulisan ini akan dibahas lebih jauh tentang tempe.



Sumber: [google.com](https://www.google.com)

Gambar 2. Kedelai dan Olahannya

Tempe merupakan salah satu makanan tradisional asli Indonesia yang dibuat dengan cara fermentasi menggunakan bantuan kapang golongan *Rhizopus* spp. Kapang yang direkomendasikan adalah *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, dan *Rhizopus stolonifera*. Kandungan protein, lemak, dan karbohidrat tempe tidak banyak berubah dibandingkan kedelai. Namun, karena adanya enzim pencernaan amilase, lipase, dan protease yang dihasilkan oleh kapang tempe, maka zat gizi itu menjadi lebih mudah dicerna di dalam tubuh.



Tabel 2.
Komposisi Energi dan Zat Gizi Kedelai dan Tempe dalam 100 gram

Energi dan Zat Gizi	Kedelai Kering	Tempe Kedelai Murni	Keterangan
Energi (kkal)	381	201	
Protein (g)	40,4	20,8	
Lemak (g)	16,7	8,8	
Karbohidrat (g)	24,9	13,5	
Serat (g)	3,2	1,4	Tempe goreng 4,2 g; Tepung tempe 5,8 g
Kalsium (mg)	222	155	
Besi (mg)	10,0	4,0	
Fosfor (mg)	682	326	
Vitamin B ₁ (mg)	0,52	0,19	
Vitamin B ₂ (mg)	0,12	0,59	
Vitamin B ₃ (mg)	1,2	4,9	
Vitamin B ₁₂ (µg)		3,15*	

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2018); *Kustyawati (2020)

Protein

Susunan asam amino protein kedelai hampir sama dengan susunan asam amino protein daging. Susunan asam amino esensial yang terdapat pada protein kedelai termasuk lengkap dengan daya cerna yang amat baik. Asam amino pembatas pada kedelai ialah metionin dan sistein, sedangkan kandungan asam amino lisin dan triptofan sangat tinggi. Kombinasi kacang-kacangan dengan beras atau sereal menghasilkan komposisi asam amino yang amat baik [Muchtadi, 2009].

Selama proses fermentasi kedelai menjadi tempe akan terbentuk enzim protease, enzim yang dihasilkan oleh kapang, yang akan merombak protein menjadi monomer penyusunnya, yaitu asam-asam aminonya. Protein merupakan molekul raksasa yang tersusun oleh asam amino dalam jumlah yang besar, sehingga protein sulit dicerna. Dengan adanya enzim protease tersebut, protein terombak menjadi asam amino yang lebih mudah dicerna oleh pencernaan manusia.

Protein mempunyai efek yang signifikan mengurangi kondisi lapar, meningkatkan rasa kenyang, serta menurunkan asupan energi pada waktu makan selanjutnya. Hal ini berhubungan dengan hormon kolesistokinin yang

dapat memperlambat pengosongan lambung. Studi literatur menunjukkan bahwa kedelai bermanfaat dalam pengobatan obesitas dan komplikasinya. Kedelai membantu mengurangi berat badan dan memperbaiki lipid tubuh. Komponen bioaktif yang diduga berperan adalah protein kedelai, peptida, dan isoflavon [Astawan et al., 2018].

Lemak

Kedelai merupakan sumber utama minyak, dengan kandungan lemak sekitar 16 persen. Asam lemak yang terdapat dalam minyak kedelai adalah palmitat, miristat, palmitoleat, stearat, oleat, linoleat dan linolenat dengan 85 persen terdiri dari asam lemak tidak jenuh [Muchtadi *et al.*, 2019]. Selain itu di dalam minyak kedelai mengandung lesitin dan sepalin, sebagai bahan penstabil karena bersifat sebagai pengemulsi.

Karbohidrat

Fungsi utama karbohidrat yang terdapat dalam makanan yang kita konsumsi adalah sebagai sumber energi. Jenis karbohidrat utama yang digunakan oleh tubuh kita sebagai sumber energi adalah glukosa. Sumber glukosa berasal dari pati (pangan nabati). Kacang-kacangan mengandung karbohidrat kompleks seperti pati, selulosa dan hemi-selulosa. Jenis karbohidrat ini lambat diserap sehingga sangat baik untuk penderita diabetes mellitus karena dapat mengendalikan kadar gula darah [Muchtadi, 2011].

Kacang-kacangan yang masih mentah memiliki kandungan karbohidrat yang tidak tercerna, yakni jenis rafinosa, stakiosa dan verbakosa. Jenis karbohidrat ini akan membentuk gas di usus bagian atas menyebabkan perut kembung dan flatulen. Dengan pengolahan dapat mengurangi aktivitas jenis karbohidrat tersebut sehingga tidak disarankan mengonsumsi kacang-kacangan mentah.

Selama fermentasi kedelai akan mengalami perubahan senyawa karbohidrat. Keberadaan enzim amilase menyebabkan perubahan karbohidrat baik yang sederhana, seperti gula maupun yang kompleks seperti pati (amilum). *Rhizopus oligosporus* akan meningkatkan kelarutan karbohidrat yang berarti karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air akan berubah menjadi gula sederhana yang larut dalam air.

Serat

Serat makanan didefinisikan sebagai "sisa-sisa sel tanaman yang resisten terhadap hidrolisis oleh enzim pencernaan manusia" [Trowel & Burkitt, 1986]. Serat makanan terutama yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin sebagian besar tidak dapat dihancurkan oleh enzim-enzim dan bakteri di dalam traktus digestivus. Serat makanan ini akan menyerap air di dalam kolon, sehingga volume feses menjadi lebih besar dan akan merangsang syaraf pada rektum, sehingga

menimbulkan keinginan untuk defikasi. Dengan demikian tinja yang mengandung serat akan lebih mudah dieliminir atau dengan kata lain transit time, yaitu kurun waktu antara masuknya makanan dan dikeluarkannya sebagai sisa makanan yang tidak dibutuhkan tubuh menjadi lebih singkat. Waktu transit yang pendek, menyebabkan kontak antara zat-zat iritatif dengan mukosa kolorektal menjadi singkat, sehingga dapat mencegah terjadinya penyakit di kolon dan rektum.

Kedelai juga tinggi akan serat dan kedelai mengandung GOS (Galakto-Oligo-Sakarida) sebesar 47-53 persen. Kandungan GOS pada tempe memiliki nilai fungsional sebagai prebiotik [Espinosa & Ruperez, 2006]. Serat yang ada di dalam kedelai dan tempe sebagai sumber prebiotik akan memberikan makanan untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri probiotik untuk kesehatan saluran cerna kita [Gibson & Roberfroid, 2008].

Vitamin B₁₂

Vitamin B₁₂ atau sering disebut dengan kobalamin, merupakan vitamin yang berperan penting dalam fungsi otak dan sistem syaraf serta pembentukan sel darah merah. Menurut Wolkers-Rooijackers et al. (2018), tempe merupakan produk fermentasi kedelai yang mampu menghasilkan vitamin B₁₂ sebesar 0,7 µg per 100 gram. Pembentukan vitamin B₁₂ dikarenakan adanya aktivitas *Rhizopus oligosporus* beserta bakteri kontaminan yang terdapat pada tempe, yakni *Klasiella pneumoniae* dan *Citrobacter freundii*. Kedua bakteri ini dikategorikan sebagai *Generally Recognized as Safe* (GRAS) karena termasuk spesies *Propioni bacterium freudenreichii*. Fermentasi tempe dengan menggunakan kapang *R. oligosporus* dan *S cerevisiae* menghasilkan kandungan vitamin B₁₂ tertinggi (3,15 µg per 100 gram) [Kustyawati et al., 2020].

Antioksidan (Isoflavon)

Kedelai kaya isoflavon yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Dalam tanaman, isoflavon terdiri dari empat bentuk isomer, yaitu aglycone (*unconjugates*) dan glukosida (*conjugates*) yang terdiri atas β-glukosida (*genistein*, *daidzin*, *glycitein*), *aceetyl-β-glucoside* dan *malonyl-β-glucoside*. Bentuk isoflavon pada kedelai, yakni bentuk bebas (aglikon) yang paling banyak terdapat pada produk kedelai fermentasi seperti tempe dan miso [Yarlina & Astuti, 2021]. Sementara bentuk isoflavon yang terdapat pada produk kedelai nonfermentasi, seperti tahu dan susu kedelai, adalah glukosida.

Proses pengolahan, perebusan dan pengukusan mampu meningkatkan jumlah isoflavon dalam produk tempe [Utari et al., 2010]. Selama proses fermentasi akan membantu mengaktifkan komponen isoflavon glikon menjadi aglikon (*daidzein* dan *genistein*) yang bersifat lebih mudah digunakan oleh tubuh dan memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi. Kandungan isoflavon aglikon dalam tempe mentah adalah 54 mg per 100 gram [Astawan et al., 2018].

Isoflavon jenis genistein merupakan fitoestrogen, yang memiliki estrogenik terkuat sehingga mengonsumsi kedelai dan hasil olahannya dapat mengurangi risiko penurunan kepadatan tulang dan mencegah terjadinya osteoporosis. Bagi wanita yang sudah menopause, isoflavon dapat dijadikan sebagai alternatif terapi hormon. Isoflavon kedelai juga terbukti mampu memberikan efek farmakologis seperti mengurangi risiko kanker payudara, ovarium dan kanker prostat, menurunkan kadar kolesterol, menurunkan tekanan darah dan mencegah mutasi gen. American Heart Association, National Cancer Institute dan American Dietetic Association merekomendasikan agar di dalam makanan sehari-hari paling sedikit terkandung satu jenis produk olahan kedelai.

Fermentasi kedelai menjadi tempe dapat meningkatkan jumlah dan kemampuan komponen bioaktif isoflavon, protein dan peptida. Konsumsi tempe sebagai pangan fungsional dalam menu makanan sehari-hari, didukung dengan pengolahan tempe yang benar (tanpa penggorengan), dapat menjadi solusi dalam penanganan obesitas [Astawan et al., 2018].

Referensi

1. Muchtadi D. Prinsip Teknologi Pangan Sumber Protein. Bandung: Alfabeta, 2009.
2. Muchtadi T, Sugiyono, Ayustaningwarno F. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Bandung: Alfabeta, 2019.
3. Muchtadi, D. Karbohidrat Pangan dan Kesehatan. Bandung: Alfabeta, 2011.
4. Mann J, Truswell SA; editor. Buku Ajar Ilmu Gizi. Jakarta: EGC, 2014.
5. Kusharto C. Serat makanan dan peranannya bagi kesehatan. J Gizi Pangan. 2006; 1(2): 45-54.
6. Kustyawati ME, Subeki, Murhadi, Rizal S, Astuti P. Vitamin B₁₂ production in soybean fermentation for tempeh. AIMS Agric Food 2020; 5(2): 262-271.
7. Yarlina PV, Astuti DE. Karakterisasi kandungan vitamin B₁₂, folat dan isoflavon tempe kedelai dengan isolat murni *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus*, dan *Rhizopus stolonifer* sebagai bahan pangan fungsional. Media Informasi dan Komunikasi ilmiah Teknologi Pertanian 2021; 12(1): 92-102.
8. Utari D, Rimbawan, Riyadi H, Muhilal, Purwastyastuti. Pengaruh pengolahan kedelai menjadi tempe dan pemasakan tempe terhadap kadar isoflavon. Penelitian Gizi dan Makanan 2010; 33(2): 148-153.
9. Astawan M, Mardhiyyah, Wijaya CH. Potential of bioactive components in tempe for the treatment of obesity. J Gizi Pangan 2018; 13(2): 79-86.
10. Trowel & Burkitt. 1986.
11. Espinosa & Ruperez. 2006.
12. Gibson & Ruberfroid. 2008.
13. Wolkers-Rooijackers et al. 2018.



BAB 4
ASPEK KESEHATAN
DARI KONSUMSI TEMPE

Pendahuluan

Penyakit-penyakit terkait diet, terutama penyakit tidak menular (PTM), menyita 5–8 dari 20 penyebab utama DALY (kehilangan harapan hidup sehat akibat kecacatan dan kematian dini) di dunia, termasuk di Indonesia. Studi Global Burden of Disease (GBD) 2019 mengungkapkan, tahun 2019 penyakit jantung iskemik, stroke, diare, diabetes, dan penyakit ginjal kronis merupakan 20 besar penyebab utama DALY global untuk semua umur; masing-masing menduduki peringkat 2, 3, 5, 8, dan 18 [GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators, 2020]. Adapun di Indonesia, studi GBD 2019 menunjukkan bahwa stroke, penyakit jantung iskemik, diabetes, diare, penyakit ginjal kronis, penyakit jantung hipertensi, kanker payudara, dan kanker kolon dan rektum merupakan 20 besar penyebab utama DALY pada 2019; masing-masing menempati urutan 1, 2, 4, 7, 12, 13, 15, dan 17 [GBD 2019 Indonesia Subnational Collaborators, 2022]. GBD adalah studi epidemiologi observasional paling komprehensif di dunia yang menyediakan alat untuk mengukur tantangan kesehatan di 204 negara dan wilayah.

Mekanisme untuk mayoritas pencegahan penyakit di atas adalah melalui modifikasi faktor-faktor risiko lingkungan, pekerjaan, perilaku, dan metabolik. Studi GBD 2019 mengungkapkan, dalam tahun 2019 separuh dari 20 faktor risiko utama DALY global merupakan faktor risiko penyakit terkait diet, yakni malnutrisi pada anak dan ibu, tekanan darah sistolik tinggi, glukosa plasma puasa tinggi, indeks massa-tubuh tinggi, pola makan tidak sehat (dietary risks), kolesterol LDL tinggi, disfungsi ginjal, penggunaan alkohol, kepadatan mineral tulang rendah, dan aktivitas fisik rendah. Hanya peringkatnya yang berbeda antara laki-laki dan perempuan. Pola makan tidak sehat adalah faktor risiko utama DALY ke-5 untuk laki-laki dan ke-6 untuk perempuan pada 2019. Sementara indeks massa-tubuh tinggi adalah faktor risiko utama DALY ke-7 untuk laki-laki dan ke-5 untuk perempuan pada tahun sama [GBD 2019 Risk Factors Collaborators, 2020].

Faktor risiko utama DALY di Indonesia juga serupa dengan di dunia. Studi GBD 2019 menunjukkan bahwa dalam tahun 2019, separuh dari 20 faktor risiko utama DALY di Indonesia merupakan faktor risiko penyakit yang terkait diet pula. Hanya urutannya yang berbeda: (1) tekanan darah sistolik tinggi, (3) pola makan tidak sehat, (4) glukosa plasma puasa tinggi, (5) indeks massa-tubuh tinggi, (6) malnutrisi pada anak dan ibu, (8) disfungsi ginjal, (10) kolesterol LDL tinggi, (13) penggunaan alkohol, (15) aktivitas fisik rendah, dan (17) kepadatan mineral tulang rendah. Untuk faktor risiko pola makan tidak sehat, ada 1 provinsi yang berperingkat di atas nasional, yaitu DI Yogyakarta (urutan ke-2) dan 10 provinsi yang berperingkat sama dengan nasional, yakni Sumatera Barat, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, NTB, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan [GBD 2019 Indonesia Subnational Collaborators, 2022].

Dalam studi GBD, pola makan tidak sehat terdiri atas jumlah efek buruk dari 15 jenis dietary risks, yaitu 10 makanan dan zat gizi yang dikonsumsi kurang dan 5 makanan dan zat gizi yang dikonsumsi berlebihan. Sepuluh makanan dan zat gizi

yang dikonsumsi kurang meliputi sereal utuh (whole grains), buah, sayuran, legum, kacang dan biji-bijian, susu, serta serat pangan, kalsium, asam lemak omega-3 dari seafood, dan asam lemak tak jenuh ganda. Adapun 5 makanan dan zat gizi yang dikonsumsi berlebihan mencakup daging merah, daging merah olahan, minuman manis (berpemanis gula), serta natrium dan asam lemak trans [Roth et al., 2020].

Kandungan dan mutu protein, serat pangan, vitamin dan mineral, probiotik, peptida, fito-estrogen isoflavon dalam legum (khususnya kedelai dan olahannya, terutama tempe) yang unggul membuatnya memiliki manfaat kesehatan yang potensial. Riset mengungkapkan, kedelai dan tempe berpotensi mencegah dan mengurangi risiko penyakit, seperti penyakit jantung iskemik [Afshin et al., 2014; Wiranti et al., 2017], stroke [Afshin et al., 2014], diabetes [Afshin et al., 2014; Pearce M et al., 2021], kanker [Fan et al., 2022], diare pada anak [Partawihardja, 1990]. Dalam bagian-bagian berikut akan dipaparkan potensi konsumsi tempe terhadap beberapa penyakit.

Referensi

1. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease 2019. *Lancet* 2020; 396: 1204–22.
2. GBD 2019 Indonesia Subnational Collaborators. The state of health in Indonesia's provinces, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Glob Health* 2022; 10: e1632–45.
3. GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2020; 396: 1223–49.
4. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, Addolorato G, Ammirati E, Baddour LM, Barengo NC, Beaton AZ, Benjamin EJ, Benziger CP, et al. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019: Update from the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol.* 2020; 76: 2982–3021.
5. Afshin A, Micha R, Khatibzadeh S, Mozaffarian D. Consumption of nuts and legumes and risk of incident ischemic heart disease, stroke, and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2014; 100: 278–88.
6. Wirawanti IW, Hardinsyah, Briawan D. Efek intervensi minuman tempe terhadap penurunan kadar low density lipoprotein. *J Gizi Pangan* 2017; 12(1): 9–16.
7. Pearce M, Fanidi A, Bishop TRP, Sharp SJ, Imamura F, Dietrich S, Akbaraly T, Bes-Rastrollo M, Beulens JWJ, Byberg L, et al. Associations of total legume, pulse, and soy consumption with incident type 2 diabetes: federated meta-analysis of 27 studies from diverse world regions. *J Nutr.* 2021; 151: 1231–40.
8. Fan Y, Wang M, Li Z, Jiang H, Shi J, Shi X, Liu S, Zhao J, Kong L, Zhang W, Ma L. Intake of soy, soy isoflavones and soy protein and risk of cancer incidence and mortality. *Front Nutr.* 2022; 9: 847421.
9. Partawihardja IS. Effect of tempeh supplementation on growth rate of children aged 6 to 24 months with diarrhea. PhD Dissertation. Depok: University of Indonesia, 1990.

Jantung dan Hipertensi

Gambaran Penyakit

Hipertensi merupakan suatu keadaan dimana terjadi peningkatan tekanan darah yang bermanifestasi terhadap gangguan pada keseimbangan hemodinamik jantung dengan berbagai penyebabnya. Indonesia berdasarkan RISKESDAS 2018 melaporkan bahwa prevalensi penyakit Hipertensi di Sulawesi utara mengalami peningkatan dari 15,0 % (tahun 2013 menjadi sebesar 34,11% di tahun 2018

Hypertensive Heart Desesase atau yang lebih dikenal dengan penyakit jantung hipertensi adalah kelainan klinis pada struktur jantung yang diakibatkan gangguan tekanan darah pada pembuluh atrial. Pada kondisi ini organ jantung akan mengalami perubahan struktur miokard subklinis, mekanik, seluler, dan ekstraseluler yang pada akhirnya akan mengarah pada gejala klinis penyakit gagal jantung. Pada penyakit jantung hipertensi akan mengalami gangguan tekanan diastolik dan sistolik pada pembuluh darah atrial mengakibatkan perubahan hemodinamika .Perubahan hemodinamika dalam jangka waktu lama dan tidak diatasi dengan baik maka akan meningkatkan tekanan pada dinding ventrikel kiri (VKi) yang berakibat penebalan pada dinding ventrikel kiri. Dinding Ventrikel kiri yang menebal akan mengganggu fungsi jantung dalam memompa darah ke seluruh tubuh. Tidak berfungsinya tekanan diastolic akan merujuk pada kelainan pada relaksasi dan pengisian ventrikel kiri, dan ini merupakan ciri khas penyakit jantung hipertensi. Haris Muniwan dkk (2020) mengemukakan bahwa penyakit jantung hipertensi merupakan suatu keadaan gangguan tekanan diastolik dan atau sistolik pada jantung akibat penyakit hipertensi kronis. Mekanisme timbulnya penyakit jantung hipertensi meliputi gangguan selular dan hormonal yang mempengaruhi relaksasi serta pompa jantung. Faktor komorbid diduga mempercepat terjadinya kerusakan ini seperti genetik dan diabetes melitus. Faktor-faktor lainnya seperti ras, jenis kelamin, neurohormon, sitokin, dan growth factor memodulasi respons hipertrofik ini, menghasilkan fibrosis, kekakuan miokard, disfungsi mekanik sehingga terjadi Hipertrofi dan remodeling VKi dan berujung pada gagal jantung.

Gejala yang sering dialami pada pasien dengan penyakit jantung hipertensi pada awalnya sering merasa pusing, merasa berasa berat pada belakang kepala, pasien mudah merasa mudah capek dan lelah, terkadang disertai sesak nafas dan dada sering Berdebar-debar.

Beberapa faktor resiko penyakit jantung hipertensi adalah faktor keturunan/ keluarga yang menderita hipertensi, usia > 50 tahun, laki-laki lebih beresiko dari pada perempuan, dan berat badan diatas batas normal / cenderung obesitas .

Dari berbagai kasus penelitian telah dipaparkan bahwa pasien yang mengalami gagal jantung mempunyai riwayat penyakit jantung hipertensi yang tidak terkontrol, dengan atau tanpa komplikasi..Pada kasus penyakit gagal jantung yang

tidak tertangani dengan baik akan mengakibatkan perubahan neurohormonal dan reaksi inflamasi menyebabkan serangkaian perubahan metabolisme. Apabila tidak diimbangi asupan nutrisi yang adekuat maka, pasien akan jatuh pada kondisi “ Kardiac Kaheksia ” dimana pasien akan mengalami masalah yang berkaitan dengan masalah kurang gizi seperti timbulnya infeksi, anemia, hipoalbuminemia, gangguan fungsi ginjal, gangguan fungsi hati, keseimbangan cairan dan elektrolit serta defisiensi mikronutrien tertentu

Kandungan gizi pada Tempe

Tempe merupakan produk pangan tradisional sebagai hasil pengolahan kacang kedelai sangat populer di kalangan masyarakat Indonesia khususnya kalangan menengah ke bawah karena rasanya yang gurih, harganya relatif murah, serta mutu gizinya yang baik. Tempe mengandung zat gizi lebih mudah dicerna, diserap, dan dimanfaatkan tubuh dibandingkan dengan yang ada dalam kedelai. Tempe juga mengandung mineral makro dan mikro dalam jumlah yang cukup. Menurut Virny Apriliyanty dalam Jurnal farmakologi (2022) menyebutkan bahwa ada tujuh kandungan tempe yang bermanfaat bagi tubuh diantaranya :

- a. Mengandung Protein dengan berbagai jenis asam amino esensial seperti asam amino arginin dan triptofan yang berguna sebagai zat pembangun tubuh.
- b. Mengandung berbagai jenis lemak nabati seperti lemak tidak jenuh tunggal dan ganda , asam lemak omega-3 dan omega-6 yang sangat berpengaruh terhadap kadar kolesterol LDL maupun HDL.
- c. Mengandung karbohidrat , dimana dalam setiap 84 gr tempe terkandung 9-10 gram karbohidrat.
- d. Mengandung berbagai vitamin khususnya Vitamin B seperti Riboflavin (vitamin B2), Niasin vitamin, B3 Folat (vitamin B9), Piridoksin (vitamin B6). Riboflavin (B2) dan niasin fungsi utamanya berperan dalam produksi energi dan sel darah merah. Asam folat dan piridoksin memiliki kontribusi penting untuk memelihara kesehatan saraf.
- e. Mengandung berbagai mineral. seperti : Kalsium, Magnesium, Kalium, Zinc, Tembaga, Mangan, Zat besi, Natrium, Fosfor. Berbagai mineral tersebut berperan dalam menjaga proses metabolisme.
- f. Prebiotic adalah senyawa dalam makanan yang tidak dapat dicerna dan dapat merangsang pertumbuhan bakteri atau mikroorganisme yang berguna di saluran pencernaan. Prebiotik akan membantu mengurangi peradangan dan meningkatkan daya ingat.
- g. Isoflavone yang memiliki sifat antioksidan yang dapat menangkal kerusakan sel akibat radikal bebas. Dampak Radikal bebas yang berlebihan akan memicu timbulnya berbagai penyakit kronis, termasuk kanker, diabetes, dan penyakit jantung.

Tempe juga memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan kedelai yaitu memiliki daya cerna protein, karbohidrat, dan lemak yang lebih baik, kandungan vitamin yang lebih tinggi, serta bioavailabilitas mineral yang lebih baik. Proses fermentasi kacang kedelai menjadi tempe dari mulai perendaman, penyiangan dan fermentasi hingga terbentuknya jamur *Rhizopus sp* mempunyai peran terbentuknya berbagai zat bioaktif yang memiliki aktifitas biologis seperti estrogen dan seringkali disebut fitoestrogen. Isoflavon adalah bagian dari fitoestrogen pada tanaman seperti kacang kedelai dan hasil produknya seperti tempe, tahu, susu kedelai, edamame, tepung kedelai, dan sup miso. Kedelai mengandung isoflavon yang merupakan fitoestrogen yang secara struktural mirip dengan estrogen yang diduga menunjukkan aktivitas antihipertensi melalui peningkatan NO dan menurunkan angiotensin serta menghambat terbentuknya reaksi radikal bebas. Senyawa ini mengandung antioksidan yang mampu mengurangi efek buruk radikal bebas sekaligus mengatasi berbagai macam gangguan hormonal. Pada proses pengolahan kedelai menjadi tempe itu mengalami beberapa proses diantaranya proses pemanasan dan proses fermentasi dan pengolahan tempe menjadi makanan. Pada proses fermentasi kacang kedelai menjadi tempe, senyawa isoflavonoid dalam kedelai diubah menjadi 6,7,4' trihydroxy isoflavone hasil sintesis oleh bakteri *Micrococcus luteus* dan *Coreynebacterium*.

Studi kasus

Ansarullah dkk (2018) dalam penelitiannya tentang efek intervensi minuman tempe terhadap tekanan darah pada penderita hipertensi dan hiperkolesterolemia dengan hasil bahwa pemberian minuman tempe pada pasien hipertensi dan hiperkolesterol belum mampu menurunkan tekanan darah (sistolik maupun diastolik)

Choirunisa, dkk, tahun 2022, yang melakukan identifikasi senyawa isoflavone dan quercetin (senyawa fenol pada apel, buah beri, kacang kedelai dan bawang) selain sebagai anti oksidan dan antihipertensi. Pada penelitian ini menyebukan bahwa Isoflavon yang ditambahkan terhadap ACE Isoflavon dan quersitin mempunyai potensi sebagai vasoprotektor yang tinggi. Hasil visualisasi interaksi ikatan baik isoflavon maupun quercetin terhadap ACE menunjukkan bahwa isoflavon dan quercetin mampu berikatan dengan ACE. Energi penambatan isoflavon dan quercetin lebih besar dan lebih tidak stabil dibandingkan obat hipertensi (captopril)

Helena J. Teede at all, (2003) yang didukung study meta analisis oleh Brian Man et all (Eur, J Nutr, 2021) bahwa pemberian isoflavin mempunyai kemampuan untuk menurunkan terhadap kekakuan pembuluh darah atrial sebagai upaya untuk pencegahan resiko penyakit jantung khususnya penyakit jantung hipertensi.

Pembahasan

Menurut pedoman American heart association (AHA)/ American college of cardiology (ACC) (Moningka, Rampengan , 2021) bahwa penatalaksanaan bagi penderita jantung hipertensi hamper sama dengan penanganan pada pasien hipertensi yaitu dengan menggunakan terapi farmakologi dengan pilihan ACE-I atau ARB dan terapi nonfarmakologi yakni dengan menerapkan pola diet DASH (Dietary Approache to stop Hypertention), penurunan berat badan, mengurangi asupan garam berlebih, olahraga teratur dan mengurangi konsumsi alkohol.

Pemanfaatan Pangan fungsional dapat digunakan sebagai upaya pengobatan non farmakologi dalam mengatasi masalah penyakiy hipertensi salah satunya adalah kacang kedelai. Menurut Ansarullah dkk , tahun 2017 bahwa kacang Kedelai (Glycine Max) mengandung zat bioaktif yaitu protein (asam amino arginin dan triptofan), isoflavon sebagai antioksidan, dan kalium yang dapat berperan sebagai antihipertensi. Kacang kedelai merupakan salah satu jenis kacang yang memiliki potensi sebagai pangan fungsional yang mengandung zat bioaktif seperti isoflavon, saponin, lesitin, protein dan fitosterol yang dapat membantu menurunkan risiko penyakit kardiovaskular.

Beberapa penelitian menunjukkan kedelai sumber isoflavone memiliki efek positif terhadap tekanan darah pada penderita hipertensi diantaranya (dikutip Binti Maulina Putri dkk, 2020) hasil penelitian Handayani et al. (2017) menunjukkan adanya perbedaan tekanan darah sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok perlakuan diberikan susu kedelai sebanyak 2x250 cc selama 2 hari pada penderita hipertensi di RS Islam Jakarta Pondok Kopi. penelitian yang sama pun dilakukan oleh Murti (2018) terdapat pengaruh positif yaitu perubahan tekanan darah lansia dengan hipertensi jika diberikan susu kedelai sebanyak 2 gelas perhari yang dilakukan pada 11 responden selama 5 hari berturut-turut. Selisih yang didapatkan pada sistolik mengalami penurunan sebesar 16,4 mmHg dan selisih diastolik didapatkan penurunan 8,2 mmHg (8).

Tempe sebagai hasil proses fermentasi dari kacang kedelai mempunyai keunggulan yang lebih dari pada kacang kedelai yaitu memiliki daya cerna protein, karbohidrat, dan lemak yang lebih baik, kandungan vitamin yang lebih tinggi, serta bioavailibilitas mineral yang lebih baik. Proses pengolahan dari kacang kedelai menjadi tempe banyak mengalami perubahan diantaranya proses pengolahan, seperti fermentasi meningkatkan kandungan isoflavone dan pemanasan menurunkan isoflavon. Berbagai penelitian konsumsi tempe terhadap penurunan tekanan darah khususnya pada penyakit hipertensi diantaranya hasil penelisian Ansarullah dkk (2018) menunjukkan perbedaan signifikan efek intervensi minuman tempe dari kedelai Grobogan (lokal) dan kedelai GMO impor yang tidak yang dikecambahkan dengan kelompok kontrol pada tekanan darah sistolik. Sebanyak 3 gelas/hari dengan setiap gelas berisi 35

gr serbuk yang diformulasikan. Pada tekanan diastolik tidak terdapat perbedaan yang signifikan tetapi cenderung mengalami penurunan. Pada penelitian Novita Tahun 2016, dan Widia sari, (2015) (dikutip dari Choirun Nisa dkk, 2022) yang menyatakan bahwa efek pemberian quercetin dan Isoflavon akan memberikan dampak pada pengobatan hipertensi dengan cara menghambat enzim ACE (Angiotensin converting enzyme), Hasil visualisasi interaksi ikatan baik isoflavon maupun quercetin terhadap ACE menunjukkan bahwa isoflavon dan quercetin mampu berikatan dengan ACE.

Kesimpulan

Penyakit jantung hipertensi adalah kelainan klinis pada struktur jantung yang diakibatkan gangguan tekanan darah pada pembuluh atrial. Gangguan tekanan darah pada pembuluh darah atrial akan mengakibatkan perubahan hemodinamik pada pembuluh darah jantung dan berakibat pada menebal dinding ventrikel kiri yang akan mengganggu fungsi jantung untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Kacang kedelai dan tempe yang merupakan pangan fungsional karena mengandung protein yang kaya akan arginin (efek vasodilator) dan triptopan (efek relaksasi pada otot), mengandung isoflavon merupakan zat bioaktif seperti estrogen yang berperan sebagai anti oksidan (penangkal radikal bebas) dan antihipertensi melalui peningkatan Nitrid acide (NO) dan menurunkan angiotensin, mengandung Kalium yang bermanfaat untuk diuretic yang mengurangi volume cairan jantung dan curah jantung. Konsumsi kacang kedelai dan tempe sebagai pangan fungsional sangat dianjurkan sebagai salah satu pengobatan non farmakologi yang efektif.

Referensi

1. Petunjuk teknis penatalaksanaan penyakit kardiovaskuler untuk dokter, Kementerian Kesehatan RI, sekjen pusat haji Indonesia, 1917
2. Haris Munirwan, Onna Januaresty, Penyakit Jantung Hipertensi dan Gagal Jantung, Jurnal Kedokteran Nanggroe Medika, e-ISSN: 2615-3874 | p-ISSN: 2615-3882, | J. Ked. N. Med | VOL. 3 | NO. 4 | Desember 2020
3. Kurnia, William (2022) Karakteristik Pasien dengan Penyakit Jantung Hipertensi di Rumah Sakit Umum.
4. Buku Pedoman Tatalaksana Hipertensi pada Penyakit Kardiovaskular, Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia, 2015
5. Suci Apsari P, Dr. Ir. Retno Indrati, M.Sc, Aktifitas penghambat angiotensin converting enzyme (ACE) dari peptide inhibitor ACE yang dihasilkan selama fermentasi tempe (Cajanus cajan), 2019
6. Ansarullah Alfia, Hardinsyah, Marliyati, Sri Anna, Astawan, Made, Efek Intervensi Minuman Tempe terhadap Tekanan Darah, Kadar Kolesterol Total, dan LDL pada Penderita Prahipertensi dan Hiperkolesterolemia, journal Gizi Indonesia, 2017
7. Choirun Nissa*, Guritan Indra Sukma, Indah Juliana Madjid, Nur Mariyah Sidin, Maulidatul, Identifikasi potensi senyawa isoflavone dan quercetin dan perbandingan ikatan terhadap ACE (Angiotensin Converting Enzyme) menggunakan studi in silico, Journal of Nutrition College, Volume 11, Nomor 1, Tahun 2022
8. Helena J. Teede, Barry P. McGrath, Lakmini DeSilva, Marja Cehun, Andriana Fassoulakis and Paul J. Nestel, Isoflavones Reduce Arterial Stiffness, journal Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology, 2003

Penyakit Jantung Iskemik

Gambaran Klinis Singkat tentang PJK

Penyakit jantung iskemik atau penyakit jantung koroner masih merupakan penyebab utama kematian di Indonesia. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar Nasional (Riskesdas) tahun 2013 sebanyak 35,9% penduduk Indonesia yang berusia ≥ 15 tahun memiliki kadar kolesterol yang abnormal (berdasarkan NCEP ATP III), didapatkan lebih banyak pada perempuan dan penduduk perkotaan¹.

Menurut WHO 2011, bahwa setiap detik satu orang mengalami penyakit jantung iskemik dan satu menit terdapat 1 orang kematian yang disebabkan penyakit jantung iskemik. Penyakit jantung iskemik merupakan gangguan yang terjadi pada sistem pembuluh darah besar sehingga menyebabkan jantung dan peredaran darah tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Hal ini terjadi akibat perubahan obstruktif pada pembuluh darah koroner yang disebabkan oleh adanya atherosklerosis yaitu penebalan dinding arteri sebelah dalam (tunika intima) oleh plak (lemak, kolestrol dan buangan sel lainnya) sehingga sirkulasi koroner terganggu (Cyndi E Boom, dkk- 2020)². Aterosklerosis dimulai dari adanya lesi dan retakan pada dinding pembuluh darah, terutama karena adanya tekanan kuat pada pembuluh jantung saat aktivitas fisik (bekerja, olah raga). Pada tahap berikutnya, tubuh berusaha memulihkan diri dengan menempatkan zat-zat lemak ke dalam pembuluh darah untuk menutup keretakan. Kondisi ini menyebabkan kurangnya pasokan oksigen dan nutrisi pada otot jantung / miocardium yang ditandai dengan angina yaitu nyeri di bagian tengah dada dan dapat menjalar ke lengan serta rahang. Apabila berlanjut, angina bisa berkembang menjadi infark miokard akut yang berbahaya (Irmalita, 2015).

Faktor Resiko Penyakit Jantung Iskemik Terkait Diet

Penelitian secara epidemiologik telah berhasil mengidentifikasi kebiasaan / kondisi tertentu yang mempermudah seseorang mengalami penyakit jantung iskemik. Hal ini dikenal sebagai faktor resiko. Menurut (WHO, 2013) faktor resiko dari penyakit jantung iskemik disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut :

- Faktor yang tidak bisa diubah (Non-modifiable) seperti usia, jenis kelamin/ gender, Riwayat keluarga dengan penyakit jantung / genetik, dan Ras (suku bangsa)
- Faktor yang dapat diubah (Modifiable) seperti Kebiasaan merokok, Stres Psikologi, Life style, Diabetes Mellitus, Pola makan salah

Riset Konsumsi Tempe (Atau Asupan Protein Kedelai) Terkait PJK, termasuk Zat yang Berperan

Sumber daya alam Indonesia menyediakan keragaman hayati untuk pemenuhan gizi dan kesehatan masyarakat. Salah satu keragaman hayati kaya protein yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah kedelai (Krisnawati, 2017, 57-65). Selain

mengandung karbohidrat, lemak dan beberapa vitamin, kedelai menyediakan protein yang cukup, terutama asam amino esensial seperti histidin, isoleusin, leusin, lisin, fenilalanin, tirosin, tronin, triptopan dan valin⁶ Hasil penelitian di berbagai populasi di banyak negara menunjukkan bahwa protein kedelai menurunkan kolesterol plasma, triasilgliserol, dan glukosa darah, dan berperan sebagai antioksidan yang potensial serta memperbaiki fungsi endothelial koroner.⁷ Selama 60 tahun terakhir, diketahui bahwa mengganti konsumsi hewani dengan protein kacang-kacangan dapat memperbaiki profil lipid khususnya LDL dan mencegah atherosklerosis. Dalam 10-12 tahun terakhir penelitian tentang protein kacang-kacangan yang semakin meningkat dan mendalam membuktikan bahwa konsumsi protein memperbaiki beberapa aspek kesehatan termasuk diabetes mellitus dan kesehatan jantung.

Terdapat sumber bahan makanan tradisional Indonesia yang terbuat dari kedelai murni maupun campuran antara lain tempe, tahu dan tempe gembus. Tempe sebagai makanan terfermentasi tradisional, dengan bahan baku kedelai dan kultur starter *Rhizopus oligosporus*, memiliki khasiat yang besar untuk mencegah terjadinya berbagai penyakit degeneratif seperti aterosklerosis, jantung koroner, diabetes mellitus, kanker dan lain-lain (Sudarmadji et al.,1997; Astawan, 2013)⁸

Saran Penyajian dan Porsi Konsumsi untuk Mencegah atau Mengurangi Risiko PJK

Tempe adalah makanan yang dibuat dari fermentasi terhadap biji kedelai atau beberapa bahan lain yang menggunakan beberapa jenis kapang *Rhizopus*, seperti *Rhizopus oligosporus*, *Rh. oryzae*, *Rh. stolonifer* (kapang roti), atau *Rh. arrhizus*. Selama proses fermentasi kedelai menjadi tempe, terjadi perubahan baik perubahan fisik, biokimia, maupun mikrobiologi, yang semuanya sangat menguntungkan terhadap sumbangan gizi dan kesehatan (Steinkraus, 1996; Sudarmadji et al. 1997; Astawan, 2013). Kapang yang tumbuh pada kedelai menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh manusia.

Komposisi tempe dibandingkan dengan kedelai



Tabel 1. Komposisi zat gizi kedelai dan tempe dalam 100 gram bahan kering

ZAT GIZI	KEDELAI	TEMPE
Abu (g)	6,1	3,6
Protein (g)	46,2	46,5
Lemak (g)	19,1	19,7
Karbohidrat (g)	28,2	30,2
Serat (g)	3,7	7,2
Kalsium (mg)	254	347
Fosfor (mg)	781	724
Besi (mg)	11	9
Vit B1 (mg)	0,48	0,28
Riboflavin (mg)	0,15	0,65
Niasin (mg)	0,67	2,52
Asam Pantotenat (mcg)	430	520
Piridoksin (mcg)	180	100
Vit B 12 (mcg)	0,2	3,9
Biotin (ug)	35	53
Asam amino esensial (g)	17,7	18,9

Sumber : Astawan (2013)

Degradasi komponen-komponen kedelai pada fermentasi membuat tempe memiliki rasa dan aroma khas. Menurut Widjanarko (2002), bahwa secara kuantitatif nilai gizi tempe sedikit lebih rendah dari pada nilai gizi kedelai. Namun, secara kualitatif / mutu, nilai gizi tempe lebih tinggi karena tempe mempunyai nilai cerna yang lebih baik. Hal ini disebabkan kadar protein yang larut dalam air akan meningkat akibat aktivitas enzim Proteolitik.

Tabel 2. Mutu Gizi Kedelai Rebus dan Tempe (pergram)

FAKTOR MUTU	KEDELAI REBUS	TEMPE
Padatan terlarut (%)	14	34
Nitrogen terlarut (%)	6,5	39
Asam amino bebas (%)	0,5	7,3 – 12
Asam lemak bebas (%)	0,5	21
Nilai cerna (%)	75	83
Nilai efisiensi protein	1,6	2,1
Skor kimia	75	78

Sumber : Astawan (2013)

Dibandingkan kedelai, terjadi beberapa hal yang menguntungkan pada tempe. Secara kimiawi mutu tempe bisa dilihat dari meningkatnya kadar padatan terlarut, nitrogen terlarut, asam amino bebas, asam lemak bebas, nilai cerna, nilai efisiensi protein, serta skor proteinnya.

Studi Klinis

Suatu meta analisis pada tahun 1966 sampai 2005 menjelaskan bahwa suplementasi protein kedelai berpengaruh bermakna pada penurunan kolesterol total, K-LDL dan trigliserida serta meningkatkan K-HDL. Protein kedelai memperbaiki profil lipid penduduk dewasa pada individu dengan profil lipid normal dan

hiperkolesterolemia. Konsumsi kedelai secara rutin dapat menurunkan kolesterol total hingga 9,3 %, LDL 12,9 % dan Triglisrid 10,5 %⁵. Dengan demikian, mengganti makanan tinggi lemak jenuh, lemak trans dan kolesterol dengan protein kedelai berpengaruh menguntungkan pada faktor risiko penyakit jantung iskemik. Peranan memperbaiki profil lipid dan glukosa darah terlihat lebih menguntungkan pada konsumsi matriks protein kedelai atau protein kedelai bentuk utuh daripada konsentrat protein atau konsentrat non gizi dalam kedelai.⁸

Meirina dan Maria pada penelitian pemberian tepung tempe dengan diet aterogenik (Rendah lemak jenuh) selama 30 hari terhadap Kadar LDL dan HDL Darah Tikus (*Rattus Novergicus*)⁹ memberikan hasil penurunan LDL dan mencegah penurunan HDL. Hal ini sejalan dengan penelitian Sri Mulyani yang menyebutkan bahwa pemberian sari tempe kedelai dengan dosis 430 ml selama 7 hari terbukti memiliki efek menurunkan kadar kolesterol LDL dan kolesterol total sekaligus meningkatkan kadar kolesterol HDL¹⁰

Dari penelitian Runtal, Hery dkk terhadap mencit yang hiperkolesterol berhasil membuktikan bahwa pemberian tepung tempe selama 14 hari berpengaruh terhadap penurunan kadar kolesterol total darah mencit (*Mus musculus*)¹¹. Banyak studi lain yang melaporkan bahwa terjadi perbaikan profil lipid (total kholesterol dan LDL) pada responden yang ditambahkan kedelai pada diet rendah lemaknya. Pemberian 32 gr kedelai (sebagai susu kedelai) pada pria dan wanita dengan hiperkolesterol akan meningkatkan HDL sebesar 7 %. Carousel, et.al melaporkan bahwa pemberian 25 gr kedelai pada diet rendah lemak akan menurunkan 4 % dan 6 % kolesterol total & HDL kolesterol¹⁵

Pembahasan Tempe dan Penyakit Jantung Iskemik

Penelitian beberapa tahun terakhir membuktikan bahwa konsumsi protein nabati khususnya kedelai dan serat makanan juga dapat menurunkan kadar kolesterol darah (Safitri, Sartika dkk – 2015)¹² Kedelai dikenal sebagai sumber pangan yang memiliki nilai gizi tinggi dan rasanya lezat. Negara-negara di Asia telah mengkonsumsi kedelai dan produk olahannya sejak berabad-abad yang lalu. Berdasarkan studi epidemiologi, banyak keuntungan yang dapat diperoleh yang dihubungkan dengan konsumsi produk kedelai¹³ Protein kedelai dipercaya mempunyai efek menurunkan kadar kolesterol, dan keuntungan lainnya pada sistem kardiovaskuler.⁵ Pola makan salah yang mengandung tinggi lemak, kolesterol, dan rendah serat berdampak pada peningkatan kejadian hiperlipidemia (berupa hyperkolesterol, hypertrigliseridemia, peningkatan LDL / penurunan HDL).

Tempe sebagai hasil proses perebusan dan fermentasi kacang kedelai mengalami peningkatan derajat ketidakjenuhan pada lemak, sehingga asam lemak tidak jenuh majemuk (polyunsaturated fatty acids = PUFA) meningkat seperti asam oleat dan linolenat (asam linolenat tidak terdapat pada kedelai). Asam lemak tidak jenuh mempunyai efek penurunan terhadap kandungan kolesterol pada serum, sehingga dapat menetralkan efek negatif sterol di dalam tubuh (Astawan, 2013).

Tempe dapat digunakan untuk mencegah penyakit jantung iskemik karena tempe mengandung zat-zat yang mempunyai sifat hipokolesterolemik (menurunkan lemak darah), yaitu protein, asam lemak tidak jenuh majemuk, serat pangan, niacin, vitamin E, karotenoid, isoflavon dan kalsium (Sudarmadji et al.,1997; Astawan, 2013). Penelitian efek hipokolesterolemik tempe kedelai pada hewan coba dan manusia telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satunya tentang efek pemberian berbagai ekstrak kedelai terhadap kadar total kolesterol pada mencit galur Balb- C jantan yang diinduksi pakan tinggi lemak. Ekstrak yang digunakan terdiri dari ekstrak etanol biji kedelai, fraksi etil asetat tempe, dan ekstrak protein kedelai, setelah 14 hari perlakuan, semua jenis ekstrak yang digunakan menunjukkan terjadinya penurunan kadar total serum kolesterol (Astawan et al., 2017). Penelitian lain pada pemberian tempe kedelai kuning sebanyak 160 gram setiap hari selama 4 minggu dapat memperbaiki profil lipid berupa penurunan kadar kolesterol total sebesar 6%, kolesterol LDL sebesar 5.8% dan TGA sebesar 11.7%, namun tidak dapat meningkatkan kadar kolesterol HDL (Diah, 2011 dalam Priastiti, 2013)¹¹

Tiga jenis isoflavon, yaitu zat yang mempunyai efek hipokolesterolemik dan juga berfungsi sebagai antioksidan adalah daidzein, glisitein, dan genistein. Disamping 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*. Isoflavon dan niacin yang terkandung pada tempe telah terbukti sangat efektif menurunkan kolesterol jahat secara alami bagi mereka yang berada pada peningkatan risiko serangan jantung dan stroke karena memiliki kadar kolesterol LDL dan trigliserida yang tinggi serta kadar kolesterol baik (HDL) yang rendah (Astawan, 2013; Azizah, 2020). Menurut Azizah (2020), antioksidan dan antiinflamasi yang terkandung pada tempe mampu melindungi pembuluh darah dari kerusakan inflamasi dan oksidatif serta menghentikan reaksi pembentukan radikal bebas, sehingga dapat menghambat proses penuaan, membuat pembuluh darah jantung menjadi sehat, dan mencegah penyakit jantung coroner / iskemik⁸

Selama proses fermentasi kedelai menjadi tempe, akan terjadi peningkatan kadar serat akibat dari berkembangnya miselium kapang yang kaya akan serat. Kenaikan kadar serat mencapai 58% dari kondisi semula¹⁴. Konsumsi serat makanan (dietary fiber) dapat menjadi salah satu upaya untuk menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Serat makanan dapat menghambat absorpsi kolesterol dalam usus halus dan akhirnya akan menurunkan konsentrasi kolesterol dalam plasma serta meningkatkan sintesis kolesterol oleh hati, sintesis empedu, dan ekskresi kolesterol melalui feses. Oleh karena itu, serat makanan direkomendasikan untuk menjaga konsentrasi kolesterol darah agar tetap normal. (Rumtal, Hery dkk, 2019)

Niasin pada dosis besar dapat menurunkan kolesterol dan asam lemak bebas

dalam darah. Niasin pada tempe akan menghambat transport lemak ke hati sehingga akan mengurangi sintesis trigliserida¹⁵

Kesimpulan

Tempe merupakan jenis makanan yang baik dipilih untuk memelihara kesehatan karena dari segi nutrisi tempe memiliki kualitas protein yang tinggi. Selain kandungan nutrisinya yang tinggi, tempe juga mengandung asam lemak tak jenuh dan serat yang tinggi sehingga tempe sangat baik untuk mencegah dan menurunkan kadar kolesterol dan lemak darah, yang merupakan penyebab awal penyakit jantung koroner. Pemberian 25 gr – 50 gr kedelai / tempe pada makanan harian dapat menurunkan profil lipid dan resiko penyakit jantung iskemik.

Referensi

1. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI). Riset kesehatan dasarnasional (riskesdas) 2013. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2014.
2. Cyndi E Bloom, dkk. 2020. Modul Pelatihan keperawatan Kardiovaskuler Tingkat Dasar. Pusat Jantung Nasional Harapan Kita.
3. Shoufiah, R (2016). Mahakam Nursing Journal Vol 1, No. 1, Mei 2016 : 17-26
4. Andreas, Arie (2007). Aspek Medis Penyakit Jantung & Pembuluh Darah. Makalah pada Pertemuan Ilmiah Nasional Ke III-2007.
5. W. Erdman, Jhon. Jr, PhD (2000). Soy Protein and Cardiovascular Disease A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the AHA. Circulation November 14, 2000
6. Aminah, Siti. Komponen dan Karakteristik Fungsional Kecambah Kedelai. Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang. Prosiding seminar Nasional Unimus, Vol 3 th 2020
7. Diah M. Utari*, dkk (). Potensi Asam Amino pada Tempe untuk Memperbaiki Profil Lipid dan Diabetes Mellitus. Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Vol. 5, No. 4, Februari 2011
8. Aryanta, I W R (2011). Manfaat tempe untuk kesehatan. E-Jurnal Widya Kesehatan, Volume 2, Nomor 1.
9. Meirina, S.L; Pantaleon, M.G. Pengaruh Pemberian Formula Tepung Tempe sebagai Bahan Substitusi pada Formula Enteral Rendah Lemak (Hospital Made) Terhadap Kadar Ldl dan Hdl Darah Tikus (Rattus Novergicus) dengan Diet Aterogenik. Politeknik Kesehatan, Kementerian Kesehatan Kupang
10. Sri Mulyani, N; Rafiq. Pemberian Sari Tempe Terhadap Profil Lipid penderita Hiperkolesterolemia Rawat Jalan di RS Avicenna Bireun
11. Rumtal, Hery dkk. Pengaruh Pemberian Tepung Tempe terhadap Kadar Kolesterol Total Darah Mencit (Mus musculus) Hiperkolesterol. Jurnal Bionature, Volume 20, Nomor 2, Oktober 2019
12. Sartika Safitri, Agustyas Tjiptaningrum, Dian Isti Angraini, Putu Ristyning Ayu.

- Hubungan Konsumsi Protein Kedelai serta Konsumsi Serat Makanan dengan Kadar Kolesterol Total pada Pasien Puskesmas Kedaton Bandar Lampung. J Agromedicine Unila | Volume 4 | Nomor 2 | Desember 2017
13. Xiao CW. Health effects of soy protein and isoflavon in human. J Nutr. 2008;138(6):1244-9.
 14. Mulyantiningsih, E. Peranan Tempe sebagai Pencegahan penyakit Jantung Koroner. Cakrawala Pendidikan Nomor 3. Tahun XIV, November 1995.
 15. Putu, R A S dkk. Efek Buah Nanas (Ananas comosus L. merr) Terhadap Penurunan Kadar Kolesterol Pada Penyakit Jantung Koroner (PJK). Jurnal Kedokteran Unila | Volume 3 | Nomor 1 | Maret 2019

Diabetes Mellitus (DM)

Gambaran Klinis Singkat tentang Diabetes Melitus (DM)

The International Diabetes Federation (IDF) Tahun 2021 memberikan informasi dan perkiraan terbaru tentang diabetes di seluruh dunia. Pada tahun 2021, Sekitar 537 juta orang dewasa (20–79 tahun) hidup dengan diabetes. Jumlah total orang yang hidup dengan diabetes diproyeksikan meningkat menjadi 643 juta pada tahun 2030 dan 783 juta pada tahun 2045. Indonesia menempati peringkat tujuh dunia untuk prevalensi diabetes dengan jumlah estimasi 10 juta orang dewasa Indonesia (WHO, 2016). Laporan hasil Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 menunjukkan tren peningkatan prevalensi diabetes pada tahun 2013 sebesar 6,9% menjadi 8,5% pada tahun 2018.

Diabetes melitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya ditandai dengan peningkatan kadar gula darah melebihi batas normal (PERKENI 2021). Insulin merupakan hormon yang dihasilkan oleh pankreas untuk mencerna gula dalam darah. Tipe Diabetes terdiri dari beberapa tipe, diabetes melitus tipe I yaitu disebabkan karena adanya kenaikan kadar gula darah karena kerusakan sel beta pankreas sehingga produksi insulin tidak ada. Pada diabetes melitus tipe II merupakan kondisi diabetes yang disebabkan karena kenaikan kadar gula darah karena penurunan sekresi insulin yang rendah oleh pankreas. Kemudian, diabetes melitus tipe gestasional merupakan kondisi kenaikan kadar gula darah pada masa kehamilan, gangguan ini biasanya terjadi pada trimester kedua atau ketiga dimana sebelum kehamilan tidak didapatkan masalah diabetes. Tipe terakhir yaitu yang berkaitan dengan penyebab lain, seperti sindroma diabetes monogenik, penyakit eksokrin pankreas, disebabkan oleh obat atau zat kimia (PERKENI 2021). Kadar tes laboratorium darah untuk diagnosis diabetes dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti tes kadar HbA1C nya >6,5%, glukosa darah puasa >126 mg/dL, dan pemeriksaan glukosa plasma 2 jam setelah TTOG sebesar >200 mg/dL.

Faktor risiko dari diabetes melitus terdiri dari yang bisa dimodifikasi dan tidak bisa dimodifikasi. Faktor yang tidak bisa dimodifikasi misalnya etnik, ras, umur, riwayat keluarga, jenis kelamin, riwayat melahirkan bayi BBLR. Selanjutnya, faktor yang bisa dirubah seperti berat badan lebih, obesitas abdominal, kurangnya aktifitas fisik, hipertensi, dislipidemia, dan diet tidak seimbang (tinggi gula, garam dan lemak). Berdasarkan Laporan RISKESDAS Tahun 2018, peningkatan prevalensi berat badan lebih dari tahun 2013 dan tahun 2018 sebesar 11,6% menjadi 13,6% dan obesitas sentral juga mengalami peningkatan dari tahun 2013 ke tahun 2018 sebesar 26,6% menjadi 31%. Pentaklaksanaan DM dimulai dengan menerapkan pola gaya hidup sehat dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas hidup pasien diabetes sesuai dengan tujuan jangka pendek, pandang dan akhir pengelolaan.

Prinsip pengaturan pola makan pada pasien DM diberikan sesuai dengan kebutuhan gizi setiap pasien DM dengan memperhatikan asupan karbohidrat,

protein, lemak, natrium, sera dan pemanis alternatif. Sehubungan dengan aspek kesehatan dari konsumsi tempe, beberapa hasil studi memberikan informasi mengenai potensi mengonsumsi tempe terhadap perbaikan kadar gula darah. Oleh karena itu, penting bagi tenaga gizi seperti nutrisionis dan dietisien untuk memahami lebih dalam mengenai manfaat konsumsi tempe terhadap perbaikan kadar gula darah pasien diabetes.

Kandungan Gizi Tempe

Indonesia termasuk salah satu negara pengonsumsi kedelai yang tinggi dengan kebutuhan kedelai mencapai 2,4 juta ton per tahun. Sekitar 50% dari kedelai tersebut diolah menjadi tempe melalui proses fermentasi dengan penambahan *Rhizopus oligosporus* yang merupakan makanan tradisional yang sangat populer. Tempe sangat terkenal di kalangan masyarakat kelas menengah kebawah karena harga yang sangat terjangkau. Tempe merupakan salah satu makanan yang mengandung protein nabati. Kini, tempe dipertimbangkan sebagai pangan fungsional (functional food) karena kandungan gizi dan substansi yang aktif dengan komposisi gizi yang lebih baik daripada kedelai (Utari et al., 2011).

Tempe mengandung tinggi isoflavon (daidzein and genistein) dibandingkan dengan produk lain seperti tahu dan susu kedelai (Haron et al 2009). Kandungan isoflavon berupa genistein dapat menghambat α -glukosidase yang berperan pada beberapa kelainan metabolik seperti DM (Ghozali et al, 2010). U.S. Food and Drug Administration's yang menyebutkan bahwa "25 gram protein nabati per hari sebagai bagian dari diet rendah SAFA dan kolesterol dapat menurunkan risiko penyakit jantung". Berbagai uji klinik pada manusia menyebutkan bahwa konsumsi 25 gram hingga 50 gram protein kedelai per hari adalah aman dan efektif menurunkan kadar LDL sekitar 4% hingga 8% dan dapat memperbaiki profil lipid khususnya pada individu yang mengalami hiperkolesterolemia.

Tempe merupakan produk olahan kedelai yang kaya serat pangan (dietary fiber). Serat pangan ini berasal dari miselium kapang yang menghubungkan satu butiran kedelai dengan kedelai lainnya, membentuk suatu massa padat berwarna putih, kompak dan utuh. Kandungan serat pangan dalam tempe cukup tinggi, yaitu sekitar 8-10 g/100 g. Kandungan serat pada tempe ini juga dapat mempengaruhi kadar glukosa darah karena memperlambat absorpsi glukosa sehingga mempengaruhi penurunan glukosa. Oleh karena itu, kandungan serat pangan berasal dari tempe memiliki manfaat khususnya pengaturan kadar gula darah.

Kandungan 100 gram tempe kukus mengandung 16,85 gram protein. Asam amino yang dominan pada tempe adalah arginin yang pada penelitian ini merupakan asam amino dengan kadar tertinggi yaitu sebanyak 6,58 gram. Arginin dihubungkan dengan penyembuhan luka khususnya pada penderita diabetes. Penelitian terdahulu membuktikan bahwa pemberian tempe dalam jangka lama dapat memperbaiki penyembuhan luka pada tikus diabetes. Mekanisme pengaruh arginin dalam penyembuhan luka adalah bahwa arginin merupakan salah satu bahan pembentuk Nitrat Oksida (NO) yang akan membantu sintesa

kolagen pada daerah yang luka. Penelitian lain menyebutkan bahwa NO yang disintesa dari arginin akan mengatur metabolisme glukosa, asam lemak dan asam amino, sehingga konsumsi arginin akan menurunkan massa lemak pada tikus yang obesitas dan diabetes.

Salah satu cara untuk mencegah terjadinya DM yaitu dengan mengonsumsi tempe sekitar 150 gram atau minimal tiga potong ukuran sedang per hari dengan cara dikukus atau direbus untuk menjaga kandungan zat gizi dan komponen aktif tempe yang sangat berperan penting sebagai pencegah DM adalah isoflavin sebagai antioksidan, protein (khususnya asam amino arginin), inhibitor enzim α -amilase, inhibitor enzim α -amilase, inhibitor enzim α -glukosidase, serat pangan (dietary fiber), dan saponin. Oleh karena itu, semua komponen tersebut sangat bermanfaat untuk memperbaiki profil sel beta pankreas dalam memproduksi hormon (Indrawati & Maimaznah, 2020).

Studi Klinis

Berbagai macam studi pengaruh pemberian tempe terhadap kadar gula darah sudah banyak dilakukan oleh para peneliti. Dapat dilihat pada Tabel 1 ini tentang clinical studies terkait dengan tempe dan diabetes.

Tabel 1. Hasil Clinical Studies terkait dengan tempe dan diabetes

Peneliti	Hasil Penelitian
Rahadiyanti A, Mulyati T (2017)	Intervensi yang diberikan adalah tempe kedelai sebanyak 150 gram yang diolah dengan dikukus, mengandung protein sebanyak 31,05 gram, isoflavin 65,28 gram dengan kandungan genistein 37,3 mg, dan serat 4,8 gram. Setelah intervensi selama 14 hari pada kelompok perlakuan terjadi penurunan kadar glukosa darah puasa sebesar 9,44 mg/dl (8,69%).
Yoshari et al. (2019)	Pemberian ransum tepung tempe dari kedelai germinasi pada tikus diabetes selama 32 hari mampu memberikan hasil kadar glukosa darah, profil hematologi, total kolesterol, kadar trigliserida, HDL, dan LDL yang paling mendekati tikus kelompok kontrol negatif dibandingkan tikus diabetes yang mengonsumsi tepung tempe kedelai non-germinasi. Germinasi dan fermentasi pada pembuatan tempe kedelai germinasi mampu meningkatkan bioavailabilitas Fe, meningkatkan kadar serat dan antioksidan yang berpengaruh terhadap kadar glukosa darah, profil hematologi, dan biokimia serum tikus diabetes dibandingkan tempe kedelai dengan perlakuan non-germinasi.
Kridawati A et al (2019)	Pemberian tepung tempe dengan kandungan isoflavin 50 mg/hari (35 g tepung tempe) pada subjek lansia berusia lebih dari 60 tahun mendapatkan hasil penurunan kadar glukosa darah sebesar 97,13 (mg/dl) menjadi 93,20 (mg/dl) namun tidak signifikan, tetapi hal ini memberikan dampak positif penurunan kadar glukosa darah.
Isnawati et al. (2020)	Pemberian 150 gram olahan tempe gembus selama 28 hari pada wanita usia produktif (35-50 tahun) mampu menurunkan kadar glukosa darah puasa sebesar 4,5 mg/dl. Oleh karena itu, konsumsi tempe gembus memiliki manfaat pada perbaikan kadar gula darah.

Hui-Kan Su e al. (2021)	Pemberian tempe 2 g kapsul tempe setiap hari selama 3 bulan pada 35 peserta DM T2 yang memenuhi syarat dengan usia rata-rata 57,91 ±10,17 tahun di Rumah Sakit Umum Veteran Kaohsiung Cabang Pingtung, Taiwan selama bulan Agustus 2018 hingga Juli 2019. Kesimpulan kadar HbA1C dan trigliserida menurun secara signifikan sedangkan analisis regresi menunjukkan bahwa konsentrasi kolesterol memiliki korelasi positif yang signifikan dengan konsentrasi LDL, tetapi konsentrasi trigliserida memiliki korelasi negatif yang signifikan dengan konsentrasi HDL sebelum dan sesudah perlakuan tempe.
Prasetyastuti and Dian Setiawan Ghozali (2021)	Pemberian Soyferment-Tempeh dosis 10, 20, atau 40 mg/100 g BB/hari selama 3 minggu, pada kelompok tikus dengan DM Tipe 2, dengan hasil yang disimpulkan suplementasi Tempeh menurunkan kadar glukosa darah, indeks aterogenik, meningkatkan profil lipid, dan menurunkan RBP4 (Retinol Binding Protein 4).

Berdasarkan paparan diatas, menjadi sebuah tantangan bagi nutrisisionis dan dietisien di Indonesia untuk memanfaatkan tempe dalam pengembangan kuliner sebagai warisan budaya tak benda Indonesia karena memiliki manfaat terhadap perbaikan kadar gula darah serta kesehatan. Sehingga, perlu dirumuskan cara pengolahan tempe dan kreasi menu yang tepat agar manfaat dari asupan isoflavon tempe dapat dirasakan dalam membantu mengelola kadar gula dan lemak darah bagi penderita diabetes melitus tipe II.

Pembahasan

Kaitan tempe dan penyakit Diabetes mellitus tipe 2 muncul karena adanya resistensi insulin dan penurunan sekresi insulin secara progresif, yang mungkin sebagian terjadi terkait penurunan fungsi sel beta pancreas dan obesitas, sehingga pada akhirnya menjadi kondisi hiperglikemia (kadar gula darah tinggi). Anjuran dasar bagi para diabetisi untuk mengelola kondisi hperglikemia yaitu (a) perubahan gaya hidup melalui penerapan terapi diet yang tepat dan peningkatan aktivitas fisik, (b) kontrol berat badan dan (c) monoterapi metformin. Sebagian diabetisi yang memiliki kontrol gula darah dan lemak darah yang buruk terjadi karena mengalami kesulitan dalam mengontrol asupan makan yang tinggi karbohidrat dan lemak serta berat badan yang kegemukan bahkan obesitas.

Asupan gizi yang tidak seimbang akan menyebabkan masalah pada peningkatan kadar gula darah. Secara umum peran insulin dalam tubuh yaitu mengatur kadar gula darah yang diproduksi oleh pankreas. Ketika kadar insulin tidak cukup atau tidak efisien untuk menurunkan kadar gula darah dalam tubuh, maka akan terjadi masalah yaitu peningkatan kadar gula darah. Tempe merupakan produk olahan kedelai melalui proses fermentasi dengan penambahan *Rhizopus oligosporus*. Fermentasi akan mengubah sebagian besar glukosida dalam kedelai menjadi aglikon (aglycone) yang lebih mudah diserap oleh tubuh. Tempe juga memiliki lebih banyak aglikon daripada produk kedelai lainnya, fungsi dari aglikon dapat membantu mengatur kadar gula darah dalam tubuh (Po-Hua Wu et al. 2017). Oleh karena itu, banyak manfaat dari konsumsi tempe terhadap perbaikan kadar gula darah.

Pengaturan pola makan, dalam menurunkan asupan karbohidrat dan lemak, salah satu pesan penting yang disampaikan kepada para diabetisi adalah konsumsi beraneka ragam pangan terutama yang berbahan nabati (tumbuh-tumbuhan). Pada tahun 2010 konsumsi beraneka ragam pangan nabati yang tinggi di negara-negara Asia dibandingkan negara-negara lain, mendorong [Dae Young Kwon dkk](#) melakukan kajian klinis dan epidemiologis pada hewan yang diberikan fermentasi kacang kedelai, dengan hipotesis diet fitoestrogen dan peptida kedelai dalam makanan kedelai fermentasi yang dikonsumsi dalam makanan tradisional Asia dapat membantu mencegah dan memperlambat perkembangan diabetes tipe 2. Produk fermentasi kedelai di Korea seperti doenjang, kochujang, dan chungkookjang mengandung perubahan struktur dan kandungan isoflavonoid dan peptida bioaktif kecil, yang dihasilkan selama fermentasi dipercaya dapat menurunkan resistensi insulin dan meningkatkan sekresi insulin dibandingkan dengan kedelai yang tidak difermentasi. Pada tahun 2018, Ying-Che Huang dkk menyimpulkan efek fermentasi tempe dengan baik oleh *L. plantarum* dan *R. Oligosporus* pada tikus diabetes mellitus, merupakan suplemen makanan yang bermanfaat bagi individu dengan metabolisme karbohidrat yang tidak normal.

Kesimpulan

Prevalensi diabetes di Indonesia meningkat dari pada tahun 2013 sebesar 6,9% menjadi 8,5% pada tahun 2018. Salah satu cara memperbaiki kadar gula darah yaitu pengaturan pola makan dengan mengonsumsi tempe. Tempe sebagai produk fermentasi yang memiliki banyak manfaat bagi tubuh. Berbagai studi menunjukkan berbagai macam manfaat dari konsumsi tempe terhadap perbaikan kadar gula darah. Kandungan asam amino, isoflavon, serat dan zat gizi lainnya memberikan potensi perbaikan kadar gula darah.

Referensi

1. IDF. (2021). IDF Diabetes Atlas 10th edition. www.diabetesatlas.org
2. Diah M. Utari, Rimbawan, Hadi Riyadi, Muhilal, Purwastyastuti. 2011. Potency of Amino Acid in Tempeh for Improving Lipid Profile and Diabetes Mellitus. Kesmas, Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Vol. 5, No. 4.
3. Ghozali DS, Handharyani E, Rimbawan. 2010. Pengaruh Tempe terhadap Kadar Gula Darah dan Kesembuhan Luka pada Tikus Diabetik. Cermin Dunia Kedokteran; 37(3) : 167-173.
4. Haron, H., Ismail, A., Azlan, A., Shahar, S., & Peng, L.S. (2009). Daidzein and genestein contents in tempeh and selected soy products. Food Chemistry, 115, 1350-1356. doi:10.1016/j.foodchem.2009.01.053
5. Indrawati, I., & Maimaznah, M. (2020). Pengaruh Konsumsi Tempe terhadap Kadar Gula darah pada Penderita Diabetes Melitus di Kelompok Senam Ibu-Ibu di Kelurahan Talang Banjar Jambi. Jurnal Akademika Baiturrahim Jambi, 9(1), 110. <https://doi.org/10.36565/jab.v9i1.195>
6. Isnawati M, Larasati MD, Muningggar DLP, et al. 2020. The Effect of Processed Tempeh Gembus Administration on Blood Glucose in Obese Women. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
7. Kridawati A, Rahardjo T, Hogervorst E. (2019). The Effect of Tempe Flour on Blood Sugar In Elderly. 1st International Respati Health Conference (IRHC).

8. Kwon, Dae Young et al. Antidiabetic effects of fermented soybean products on type 2 diabetes. *Nutr Res* . 2010 Jan;30(1):1-13. doi: 10.1016/j.nutres.2009.11.004.
9. Prasetyastuti dan Dian SG. The Effects of Soyferment-Tempeh on Lipid Profile and Expression of Retinol binding protein 4 (RBP4) and Phosphoenolpyruvate Carboxykinase (PEPCK) Genes in Type 2 Diabetic Mice. *Indonesian J Pharm* 32(2), 2021, 193-200.
10. Po-Hua Wu, Ming-Chang Wu and Yu-Kuo Chen. 2017. Regulation effect of tempe (tempeh) in serum glucose in type II diabetic rats.
11. Rahadiyanti A, Mulyati T. (2017). Efek Tempe Kedelai Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah pada Prediabetes. *Darussalam Nutrition Journal*, Nov 2017, 1(2): 19-30.
12. Su, Hui-Kan et al. Data on effect of Tempeh Fermentation on patients with type II diabetes *Data in Brief* 38 (2021) 107310 <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107310> 2352-3409. ElsevierInc.
13. Utari, D. M., Rimbawan, R., Riyadi, H., Muhilal, M., & Purwastyastuti, P. (2011). Potensi Asam Amino pada Tempe untuk Memperbaiki Profil Lipid dan Diabetes Mellitus. *Kesmas: National Public Health Journal*, 5(4), 166. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v5i4.137>.
14. Yoshari RM, Aini AN, Prangdimurti E. 2019. Pengaruh Konsumsi Tempe dari Kedelai Germinasi dan Non-Germinasi Terhadap Profil Darah Tikus Diabetes. *Jurnal Pangan*. <https://doi.org/10.33964/jp.v28i2.439>
15. WHO. (2016). *Global Report on Diabetes*. World Health Organization.

Pencegahan Kanker

Gambaran Umum Kanker dan Isoflavon

Berdasarkan data GLOBOCAN tahun 2020 terjadi peningkatan jumlah kasus baru kanker sebesar 19,3 juta kasus dan angka kematian karena kanker sebesar 10 juta kematian diseluruh dunia dibandingkan tahun 2018. Angka kematian terbesar terjadi pada kanker paru (18%) diikuti kanker kolorektal sebesar 9,4%. Menurut WHO pada tahun 2019, kanker merupakan penyebab kematian pertama atau ke-2 sebelum usia 70 tahun pada 112 dari 183 negara dan menempati urutan ke-3 atau ke-4 di negara lainnya. Diperkirakan pada tahun 2040 terjadi peningkatan kasus baru kanker sebesar 28,4 juta kasus (47%) dibandingkan tahun 2020. Peningkatan ini dapat disebabkan oleh paparan lingkungan, penuaan (aging), gaya hidup kurang bergerak (sedentary) dan perubahan pola makan karena pengaruh budaya barat dalam beberapa dekade terakhir. Pada tahun 2020, Jumlah kasus baru kanker terbanyak terjadi pada kanker payudara (11,7%) dengan subtype Estrogen Receptor-positive (ER⁺) sebagai jumlah paling umum (70-80%) dan kematian terbanyak pada kanker payudara. Posisi ke-2 adalah kanker paru (11,4%) dan kanker kolorektal pada posisi ke-3 (10%).

Kanker merupakan penyakit kronik tidak menular yang terjadi karena adanya perubahan pertumbuhan sel yang tidak terkendali (mutasi genetik), menyerang jaringan biologis didekatnya dan bermigrasi ke jaringan tubuh yang lain melalui sirkulasi darah atau sistem limfatik (metastasis) yang dapat disebabkan dari dalam tubuh (faktor mutasi genetik, hormonal atau metabolisme) dan luar tubuh (faktor lingkungan). Reactive Oxygen Species (ROS) terlibat dalam perkembangan penyakit kanker. ROS merupakan radikal bebas hasil sampingan dari proses metabolisme dan proses oksidasi didalam sel. Radikal bebas yang berlebih dapat menyebabkan kerusakan protein, lemak, DNA dan RNA.

Penyebab terjadinya kanker sampai saat ini belum dapat ditentukan secara pasti, bahkan dapat secara multifaktorial. Namun, faktor risiko terjadinya kanker secara umum antara lain : riwayat kanker dalam keluarga atau genetik, obesitas, kurangnya aktivitas fisik, infeksi bakteri atau virus (Helicobacter pylori, Epstein Barr Virus, virus Hepatitis C dan HPV), riwayat gastrektomi, konsumsi alkohol, merokok, kurangnya asupan serat, konsumsi makanan karsinogenik : bagian kehitaman atau gosong dari permukaan makanan berprotein yang diolah suhu tinggi (dibakar/ dipanggang), konsumsi daging merah dan hasil olahannya (sosis, salami, corned beef), diet tinggi lemak, tinggi karbohidrat (termasuk makanan/ minuman tinggi gula), makanan yang diasinkan (ikan asin, cumi asin), aflatoksin dari kacang-kacangan atau biji-bijian, asbestos dari asbes, paparan radiasi sinar gamma-sinar X, radiasi sinar matahari.

Makanan yang dikonsumsi berkontribusi terhadap pertumbuhan dan perkembangan sel-sel kanker (menjadi agen karsinogen) ataupun sebaliknya. Berdasarkan studi atau penelitian observasional, konsumsi makanan rendah lemak-tinggi serat berperan protektif terhadap perkembangan sel-sel kanker

payudara, kanker kolorektal dan kanker prostat serta terdapat peningkatan risiko kekambuhan kanker payudara setelah mengonsumsi Western Diet (diet kurang serat dari sayur dan buah, tinggi lemak, tinggi gula, tinggi kalori). Salah satu makanan yang mengandung phytochemical berperan sebagai komponen bioaktif adalah Flavonoid yang memiliki fungsi antikarsinogenik, anti microbial-viral, antioksidan (mengurangi kerusakan DNA yang disebabkan radikal bebas), immunomodulator (meningkatkan kekebalan tubuh), anti inflamasi (mengurangi atau menghambat peradangan), cholesterol lowering, blood-glucose modulating. Isoflavon yang sebagian besar terdapat pada kacang kedelai dan hasil olahannya, termasuk dalam senyawa Flavonoid yang memiliki beberapa molekul : glycosylated, acetylglycosylated, malonylglycosylated atau aglycones. Isoflavon merupakan senyawa yang memiliki struktur yang mirip dengan hormone steroid endogen yang disebut estradiol. Cincin fenolik memungkinkan isoflavon mengikat Estrogen Receptor (ER) dan menginduksi respon yang sama, yang juga disebut fitoestrogen. Fitoestrogen isoflavon digolongkan dalam Selective Estrogen Receptor Modulators (SERMs) yang bereaksi sebagai ER-agonist atau ER-antagonist yang mengikat ER- α dan ER- β . Isoflavon pada kacang kedelai dapat menghambat tirosin kinase, topoisomerase dan angiogenesis yang dapat mengurangi risiko terjadinya kanker. Isoflavon pada tempe memiliki aktivitas anti tumor yang lebih kuat dibandingkan dengan isoflavon kedelai karena efek dari fermentasi. Konsumsi isoflavon fitoestrogen pada kacang kedelai dan hasil olahannya dapat meningkatkan ekspresi ER- β yang berperan terhadap penekan tumor. Kedelai termasuk hasil olahannya seperti tempe memiliki komponen utama bioaktif isoflavon aglycones seperti genistein dan daidzein dan glycitein yang dapat menginduksi apoptosis (kematian sel melalui kerusakan DNA) pada sel kanker. Genistein dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Helicobacter pylori*. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa isoflavon pada kacang kedelai memiliki efek nutrigenomic terhadap penyakit kanker payudara, kanker kolorektal, kanker prostat, kanker ovarium dan kanker endometrium. Isoflavon genistein, daidzein, glycitein pada tempe memicu aktivitas anti tumor terhadap sel kanker payudara, sel kanker serviks, sel kanker ovarium. Genistein menjadi terapi ajuvan kanker pancreas, kanker prostat termasuk menghambat metastase sel kanker.

Studi atau penelitian dalam satu dekade terakhir mempelajari tentang peranan mikrobiom (microbiota/ flora usus) terhadap immunomodulator atau sistem kekebalan tubuh yang dapat menekan pertumbuhan karsinoma dengan modulasi lingkungan mikro tumor imun. Mikrobiom atau microbiota/ flora usus adalah sekumpulan mikroorganisme termasuk bakteri, archae, eukaryote, dan virus yang hidup pada host atau tempat khusus seperti saluran cerna manusia. Peranan mikrobiota usus terutama bakteri komensal sangat penting dalam melindungi permukaan mukosa saluran pencernaan sehingga menjaga kesehatan saluran pencernaan, memberikan energi untuk metabolisme dalam sistem imunitas atau membentuk sistem kekebalan tubuh, dan membantu penyediaan zat-zat gizi

untuk tubuh. Mikrobiota usus dapat dipengaruhi oleh diet, usia, obat-obatan, penyakit penyerta, stress, dan gaya hidup.

Kanker Kolorektal

Berdasarkan data GLOBOCAN tahun 2020 jumlah kasus baru kanker kolorektal di Indonesia berada pada urutan ke-4, sedangkan di dunia berada pada urutan ke-3. Angka kematian kanker kolorektal berada di posisi ke-2 setelah kanker paru. Kanker kolorektal merupakan keganasan yang dapat terjadi pada proximal kolon atau distal kolon atau rectum. Kanker kolorektal merupakan salah satu kanker yang umum terjadi di negara barat karena disinyalir terkait dengan kebiasaan makan Western Diet. Faktor genetik terkait sindrom kanker kolorektal dalam keluarga (Lynch Syndrom), invasi *Helicobacter pylori* dari penyakit Inflammatory Bowel Disease (IBD) atau penyebab kanker lambung, obesitas, gaya hidup sedentary (kurang gerak), merokok, konsumsi alkohol, konsumsi daging merah dan hasil olahannya (sosis, kornet, salami, hotdog) serta pola makan atau diet tinggi lemak kurang serat merupakan faktor risiko terjadinya kanker kolorektal.

Studi atau penelitian yang mempelajari pola diet masyarakat Asia terutama Jepang dan China menunjukkan adanya peranan atau hubungan yang positif konsumsi kacang kedelai maupun hasil olahannya terhadap risiko terjadinya kanker kolorektal pada masyarakat Jepang dan China. Telah banyak dilakukan studi atau penelitian epidemiologi maupun penelitian pada hewan percobaan termasuk studi meta analisis yang mempelajari hubungan antara konsumsi isoflavon yang terdapat pada kacang kedelai terhadap risiko terjadinya kanker kolorektal pada tahapan proliferasi sel kanker dan migrasi sel, termasuk efek konsumsi isoflavon pada kacang kedelai dan hasil olahannya terhadap upaya pencegahan pada eksperimen in vitro dan in vivo ataupun bersifat protektif terhadap terjadinya kanker kolorektal.

Hasil dari studi meta analisis menunjukkan bahwa konsumsi isoflavon yang terdapat pada kacang kedelai dapat menurunkan risiko terjadinya kanker kolorektal sebanyak 6-29% terutama pada orang Asia yang terbiasa bahkan menjadi gaya hidup mengkonsumsi kacang kedelai dan olahannya. Konsumsi isoflavon pada masyarakat Asia hampir 10x lebih besar dibandingkan masyarakat di negara Barat. Pola makan masyarakat di negara Barat sering mengkonsumsi makanan tinggi kalori dan tinggi lemak. Konsumsi kacang kedelai dan olahannya dapat melindungi kolorektal terhadap terjadinya keganasan atau kanker. Pada kanker kolorektal terjadi penurunan ekspresi gen reseptor estrogen- β (ER- β). Mekanisme fitoestrogen pada isoflavon memiliki struktur yang mirip dengan estrogen (17 β -estradiol) dan secara selektif berikatan dengan reseptor estrogen (ER), menghasilkan respons antiestrogenik di hadapan estrogen endogen dan bertindak sebagai agen pencegahan untuk kanker terkait hormon (ER antagonist). Dalam keadaan kekurangan estrogen, fitoestrogen bisa mengerahkan efek estrogenic (ER agonist). Terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa estrogen

mencegah tumor usus besar pada hewan percobaan, di mana konversi estradiol menghasilkan peningkatan ekspresi vitamin reseptor D sehingga memiliki efek protektif di usus besar. Selanjutnya, isoflavon memiliki anti-inflamasi tambahan, sifat yang juga dapat mempengaruhi perkembangan kanker. Konsumsi isoflavon dapat tergantung pada adanya bakteri usus tertentu yang bertanggung jawab untuk mengubah isoflavon menjadi equol (metabolit daidzein) melalui pelepasan enzim, menghasilkan metabolit dengan potensi anti-inflamasi daripada isoflavon prekursoranya. Di antara orang Asia, makanan kedelai biasanya tinggi aglykones, yang diserap lebih cepat daripada glikosida, dan sebagai hasilnya menjadi lebih mudah diubah menjadi equol. Isoflavon tempe genistein dan daidzein menghambat proliferasi sel dan menginduksi apoptosis sel kanker kolorektal dengan menginduksi apoptosis sel HCT-116 didalam mitokondria sel dengan menghambat fosforilasi act. Genistein dan daidzein dapat menurunkan proliferasi sel adenocarcinoma colon stadium II.

Upaya yang dilakukan selain mengkonsumsi isoflavon dalam kacang kedelai seperti yang terdapat dalam tempe sebagai salah satu upaya untuk menurunkan risiko terjadinya kanker kolon, rajin dan rutin melakukan aktivitas fisik menjadi salah satu gaya hidup untuk merangsang pergerakan karena merangsang gerakan usus. Selain itu, aktivitas fisik secara teratur dapat meningkatkan sekresi prostaglandin yang merangsang peristaltik dan membuang sisa-sisa makanan dari usus besar serta mengurangi waktu kontak antara mukosa usus dan zat karsinogen dari sisa-sisa makanan. Dengan aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin dan teratur dapat menjaga berat badan normal atau ideal. Pada salah satu studi yang dilakukan pada laki-laki di Jepang dan China, terdapat peningkatan risiko kanker kolorektal terhadap laki-laki dengan obesitas meskipun mengkonsumsi isoflavon dan protein kedelai yang lebih besar atau banyak. Oleh karena itu pentingnya menjaga berat badan dalam status gizi baik atau normal melalui aktivitas fisik secara rutin dan teratur dalam menghindari terjadinya obesitas mencegah terjadinya kanker.

Diet atau konsumsi makanan tertentu berperan dalam modulasi mikrobiota, metabolisme dan kekebalan usus. Perkembangan penelitian saat ini, makanan berfermentasi seperti tempe dapat meningkatkan atau memicu pertumbuhan bakteri asam laktat *Bacteroidetes* dan *Akkermansia muciniphila*. *Akkermansia muciniphila* berperan sebagai bakteri komensal dalam usus sebagai anti karsinogenik dan anti inflamasi yang melepaskan enzim dan meregulasi musin yang berperan dalam melindungi mukosa usus dari kerusakan maupun bakteri patogen. *A. muciniphila* menempel dan hidup didalam mukosa saluran pencernaan yang dekat dengan jaringan. Mikrobiota usus seperti *A. muciniphila* berperan dalam immunomodulatory sel B yang menghasilkan Immunoglobulin serta pembentukan metabolit SCFA (Short Chain Fatty Acid). Salah satu komponen SCFA adalah asam butirat yang berfungsi sebagai antikarsinogen dan anti inflamasi sebagai pencegahan terjadinya kanker kolorektal. meskipun

masih diperlukan penelitian selanjutnya yang mempelajari peranan microbiota usus (mikrobiom) terhadap pencegahan dan pengobatan kanker. *Rhizopus oligosporus* yang terdapat dalam proses fermentasi tempe menghasilkan 4–5 anti bacterial dan komponen fenolik yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri pathogen *Helicobacter pylori* agar tidak menginvasi kolon dan rectal. Tempe juga mengandung serat larut air yang tinggi sebagai prebiotic bagi pertumbuhan microbiota usus yang baik untuk pencernaan.

Peranan Konsumsi Tempe Terhadap Pencegahan, Kejadian dan Kekambuhan Kanker

Berdasarkan hasil penelitian epidemiologi maupun *in vitro* dan *in vivo*, isoflavon genistein dan daidzein yang terdapat pada kacang kedelai dapat berperan sebagai pencegahan terjadinya kanker. Isoflavon pada tempe memiliki aktivitas anti tumor, anti karsinogenik, antioksidan dan anti inflamasi yang lebih kuat dibandingkan dengan isoflavon pada kacang kedelai (yang belum dilakukan fermentasi).

Konsumsi tempe juga berperan terhadap perkembangan mikrobiom atau microbiota usus yang dapat memodulasi sistem imun atau kekebalan tubuh yang dapat menghambat pertumbuhan maupun perkembangan sel-sel kanker

Tempe yang mengandung cukup serat larut air (*soluble fibre*) juga dapat membantu mempercepat transit sisa-sisa makanan sehingga usus besar tetap terjaga kesehatan membrane mukosanya dari zat-zat karsinogenik. Meskipun belum ada penelitian yang secara spesifik menyatakan jumlah atau banyaknya asupan tempe yang dapat mencegah terjadinya kanker, mencegah terjadinya kekambuhan maupun sebagai bagian dari pengobatan kanker, namun konsumsi tempe yang mengandung isoflavon yang semakin teraktivasi karena proses fermentasi dapat mencegah risiko terjadinya kanker, proteksi saat terjadinya kanker melalui apoptosis sel-sel kanker serta mencegah terjadinya kekambuhan pada kanker. Konsumsi tempe sebagai sumber protein nabati dengan prinsip gizi seimbang 2 porsi (100 gram atau 4 potong sedang) sehari yang dikonsumsi bervariasi dengan lauk nabati lainnya (berbeda-beda protein atau lauk nabati setiap harinya) dapat memberikan asupan isoflavon maupun zat gizi lainnya yang dibutuhkan oleh tubuh dalam upaya pencegahan terjadinya kanker dan kekambuhan serta menjadi bagian dari pengobatan kanker dalam memodulasi sistem imun dari komposisi microbiota usus yang seimbang dalam saluran pencernaan.

Referensi

1. Sung H et al, Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. 2021;71(3):209–49
2. Tárraga López, P. J., Albero, J. S. & Rodríguez-Montes, J. A. Primary and Secondary Prevention of Colorectal Cancer. *Clin Med Insights Gastroenterol* 7, 33–46 (2014).

3. Yu et al. Soy Isoflavone Consumption and Colorectal Cancer Risk: a systematic review and meta analysis. *Sci Rep.*6:25939.DOI:10.1038/srep25939:1-9.2016
4. Yamamoto, S. et al. Soy, isoflavones, and breast cancer risk in Japan. *J Natl Cancer Inst* 95, 906–913 2003
5. Khankari NK, et al. Soy Intake and Colorectal Cancer Risk: Results from a Pooled Analysis of Prospective Cohort Studies Conducted in China and Japan. *J Nutr.* 2020;150:2442–50
6. Zhen-Yang Gu, Wen-Long Pei, Yi Zhang, Jun Zhu, Lei Li, Zhan Zhang. *Akkermansia muciniphila* in inflammatory bowel disease and colorectal cancer. *Chinese Medical Journal* 2021;134(23):2841-43
7. Lumen BO. Lunasin : A Cancer-Preventive Soy Peptide. *Nutrition Review.* 2005:16-21
8. Babu, PD, R. Bhakyaraj, R. Vidhyalakshmi. A Low Cost Nutritious Food “Tempeh”-A Review. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 4 (1): 22-27, 2009
9. Nurfaiziyah A, Dody N, Kamal AW. Efek Pemberian Ekstrak Tempe Kedelai (Glycine Max) Terhadap Ekspresi Caspase-3 Mencit Galur C3H Model Karsinogenesis Payudara. *Mandala of Health.* 2011(5):2
10. Priyantoro ST dan Syifa Mustika. Peranan Gut Mikrobiota dalam Patogenesis Inflammatory Bowel Disease dan Pendekatan Terapi Probiotik. *CDK-229/vol.42 no.6 tahun 2015*
11. Jain T, Prateek Sharma, Abhi C. Are, Selwyn M. Vickers, Vikas Dudeja. New Insights into the Cancer-Microbiome-Immune Axis: Decrypting a Decade of Discoveries. *Frontiers in Immunology* . 2021(12)Article 622064
12. Duncan SH, Georgina LH, Hermie JMH, Colin SS, Harry JF. Growth Requirements and Fermentation Products of *Fusobacterium prausnitzii* and a proposal to reclassify it as *Faecalibacterium prausnitzii*gen. Nov., comb. Nov. *Intl J of Systematic and Evolunationary Microbiology.* 2002(52):2141-46
13. Romulo A dan Reggie Surya. Tempe : A Traditional Fermented Food of Indonesia and Its Health Benefits. *Intl J of Gastronomy and Food Sci*
14. Lu D, et al. Meta-analysis of Soy Consumption and Gastrointestinal Cancer Risk. *Sci Rep.* 2017; 7: 4048. Published online 2017 Jun 22. doi: [10.1038/s41598-017-03692-y](https://doi.org/10.1038/s41598-017-03692-y)
15. Amaral C, Maria RTT, Louis DV, Maria JVF, Georgina CS, Natercia T. The Role of Soybean Extracts and Isoflavones in Hormone-Dependent Breast Cancer : Aromatase Activity and Biological Effects. *Food Funct,* 2017(8):3064-3074
16. Mani, V dan LC Ming. Tempeh and Other Fermented Soybean Products Rich in Isoflavon in Fermented Foods in Health and Disease Prevention. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-802309-9.00019-4>. 2017. Elsevier.453-474

Pencegahan Kanker Payudara

Gambaran Penyakit

Kanker menurut World Health Organization (WHO) adalah pertumbuhan dan penyebaran sel yang tidak terkendali serta dapat bermetastasis ke jaringan disekitarnya dari satu organ ke bagian tubuh lainnya secara tidak langsung yang terhubung ke sumber penyakit.¹ Kanker payudara merupakan salah satu penyakit kronis yang berasal dari sel kelenjar, saluran kelenjar dan jaringan penunjang payudara, tidak termasuk kulit payudara dan umum terjadi pada wanita usia dewasa ataupun lanjut usia. Kanker payudara dapat mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan pasien terkait struktur fisik, keadaan emosional, psikologis pasien, keadaan sosial hingga spiritual. Efek terbesar adalah pada pasien usia reproduksi yang mempengaruhi seksualitas dan posisi perempuan sebagai wanita, istri, dan ibu.²

Dari data di Indonesia tahun 2020, terdapat 68.858 kasus baru kanker payudara, kasus tersebut menambah peningkatan 16,6% penderita baru dari total 396.914 kasus baru kanker di Indonesia. Sedangkan jumlah kematiannya mencapai lebih dari 22.000 jiwa kasus. Umumnya 70% kasus kanker payudara terdeteksi setelah tahap lanjut, yang seharusnya bisa terdeteksi di tahap awal agar persentase kematiannya tidak meningkat.

Total kasus kanker payudara sudah menjadi salah satu penyumbang kematian terbesar akibat kanker di Indonesia. Tingginya persentase kematian kanker payudara menjadi prioritas penanganan oleh pemerintah, dengan harapan sekitar 43% tingkat kematian akibat kanker payudara bisa menurun pada saat pasien rutin mendeteksi dini dan menghindari factor risiko penyebab kanker itu sendiri.

Strategi Nasional Penanggulangan Kanker Payudara Indonesia mencakup 3 Pilar yakni promosi kesehatan, deteksi dini, dan tatalaksana kasus. Secara rinci ketiga pilar tersebut menargetkan 80% perempuan di usia 30–50 tahun dideteksi dini kanker payudara, 40% kasus didiagnosis pada stage 1 dan 2 dan 90 hari untuk mendapatkan pengobatan.

Beberapa faktor penyebab resiko terjadinya kanker payudara menurut Kementerian Kesehatan RI 2020 dalam salah satu bukunya yang membahas mengenai “Kenali dan Deteksi Dini, Kalahkan Kanker Payudara” faktor genetik dan riwayat penyakit dari keluarga yang mengalami kanker payudara ataupun riwayat tumor jinak pada payudara lebih berisiko mengalami kanker payudara, selain itu penggunaan kontrasepsi oral dalam jangka waktu yang lama, menstruasi dini di bawah usia 12 tahun, kehamilan pertama di usia tua atau diatas 35 tahun, kebiasaan pola hidup tidak sehat yang memicu terjadinya obesitas setelah menopause, dan tidak menyusui juga beresiko terjadinya kanker payudara³. Selain beberapa faktor tersebut mayoritas kasus kanker payudara terjadi pada usia diatas 50 tahun yang sudah ataupun baru mau memasuki masa Pra- Menopause ditandai dengan

1 WHO I Cancer, 2017. WHO. www.who.int/cancer/en/. Diakses pada tanggal 04 Agustus 2022.

2 Ketahanan Diri Pasien Kanker Payudara Yang Menjalani Pengobatan Kemoterapi: Literature Review

3 Kenali dan Deteksi Dini, Kalahkan Kanker Payudara. Kementerian Kesehatan RI 2020

penurunan kadar hormone estrogen⁴.

Penatalaksanaan yang menjadi alternative pilihan utama untuk mengatasi kanker adalah kemoterapi. Kemoterapi bertujuan untuk penyembuhan, pengontrolan dan paliatif. Program kemoterapi yang harus dijalani oleh pasien kanker tidak diberikan dalam satu kali, tetapi diberikan secara berulang selama enam kali siklus pengobatan dan jarak waktu antar siklus tersebut selama 21 hari. Selain itu pembedahan juga menjadi alternative lain. Pembedahan dengan mengambil jaringan kanker atau pengangkatan payudara dibagi ke dalam tiga kategori dilihat dari luasnya jaringan yang diangkat: Lumpektomi atau pengangkatan sel kanker dan jaringan sekitar dengan mempertahankan penampilan asli payudara, Mastektomi sebagian atau pengangkatan sel kanker serta jaringan sekitar dengan luas yang lebih besar, dan yang terakhir Mastektomi Total yaitu mengangkat sel kanker serta seluruh payudara untuk mencegah sel tumor muncul kembali. Umumnya pasien yang melakukan pembedahan akan kembali melakukan terapi kanker payudara lainnya seperti Radioterapi. Terapi ini menggunakan sinar berkekuatan tinggi, seperti sinar-X dan sinar gama untuk menghancurkan sel kanker dan sekaligus membersihkan sisa-sisa sel kanker setelah ataupun sebelum pembedahan disertai kemoterapi untuk memperkecil ukuran sel kanker. Selain terapi pasien kanker payudara perlu memperhatikan juga gaya hidup sehat untuk mencegah kanker payudara berkembang biak kembali. Dengan memperhatikan berat badan ideal akan mengurangi resiko obesitas dan kanker payudara tidak akan bermutasi lebih cepat, hal ini di karenakan jaringan lemak meningkatkan produksi estrogen, yang jika berlebihan sering dikaitkan dengan pemicu kanker payudara, sama halnya dengan konsumsi makanan dan minuman berkalori tinggi. Kurangi konsumsi makanan dan minuman beralkohol, daging merah serta daging olahan. Melakukan aktifitas olahraga dengan intensitas sedang hingga tinggi minimal 75 hingga 150 menit dalam satu minggu.

Mengonsumsi makanan sehat seperti sayur dan buah sebagai sumber vitamin mineral dan antioksidan, produk whole grain atau produk makanan yang mengandung biji-bijian, sereal utuh seperti gandum, jagung, dan quinoa dapat dilakukan untuk menghambat kanker payudara.

Bahan-bahan alami yang memiliki sifat antikanker dan nontoksik dapat digunakan karena lebih murah, cukup tersedia, serta aman dikonsumsi, salah satunya adalah tempe kedelai. yang berfungsi untuk mengurangi resiko kanker payudara

Tempe merupakan produk olahan kedelai yang sangat umum di masyarakat Indonesia⁵. Dalam tempe kedelai terdapat senyawa aktif isoflavon yang berperan penting menghambat resiko kanker payudara. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak konsumsi tempe kedelai dalam menghambat resiko kanker payudara.

4 Ketahanan Diri Pasien Kanker Payudara Yang Menjalani Pengobatan Kemoterapi: Literature Review

5 Pemanfaatan Tepung Tempe Kedelai Untuk Penghambatan Kanker Kelenjar Mammaria Pada Mencit Strain C3H

Kandungan Gizi Tempe

Kedelai merupakan komoditi pangan utama yang memiliki kandungan nutrisi tinggi. Biji kedelai mengandung protein, karbohidrat, lemak serta bahan gizi penting lainnya, seperti vitamin A, vitamin B1, zat besi, dan fosfor. Tempe merupakan makanan olahan berbahan dasar kedelai yang terfermentasi oleh kapang *Rhizopus oligosporus*. Dengan proses fermentasi menjadikan tempe memiliki kadar protein yang semakin tinggi sekitar 20%, dengan kandungan lemak berkadar rendah dan lebih mudah dicerna.

Berikut ini adalah informasi nilai gizi tempe kedelai murni mentah dalam berat bersih 100gr:⁶

		%AKG
Energi	201 kkal	9.35 %
Lemak Total	8.80 g	13.13 %
Vitami A	0 mcg	0 %
Vitami B1	0.19 mg	19 %
Vitamin B2	0.59 mg	59 %
Vitamin B3	4.90 mg	32.67 %
Vitamin C	0 mg	0 %
Karbohidrat Total	13.50 g	4.15 %
Protein	20.80 g	34.67 %
Serat Pangan	1.40 g	4.67 %
Kalsium	155 mg	14.09 %
Fosfor	326 mg	46.57 %
Isoflavon	350 mg	
Natrium	9 mg	0.60 %
Kalium	234 mg	4.98 %
Tembaga	570 mcg	71.25 %
Besi	4 mg	18.18 %
Seng	1.70 mg	13.08 %
B-Karoten	0 mcg	-
Karoten Total	55.30 g	-
Air	1.60 g	-
Abu	1.60g	-

Tempe memiliki senyawa aktif isoflavon yang berperan dalam menghambat kanker payudara. Isoflavon tergolong dalam kelompok flavonoid yang merupakan senyawa metabolik sekunder yang banyak disintesis tanaman. Isoflavon terbanyak terdapat pada tanaman golongan Leguminoceae, khususnya kedelai. Isoflavon sejeni fitoestrogen yang serupa dengan struktur kimia estradiol. Secara alami isoflavon kedelai memiliki struktur sama dengan β -glikosida (glikon), kedelai yang akan terfermentasi oleh kapang *Rhizopus oligosporus*, dan terhidrolisis

oleh enzim β -glikosidase menjadi aglikon. Proses hidrolisis ini melepaskan gugus glukosa dari bentuk glikosida (glikon) sehingga diperoleh senyawa isoflavon bebas yang disebut aglikon. Aglikon yang terbentuk memiliki aktifitas lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa glikon.

Isoflavon aglikon dapat berkaitan dengan reseptor spesifik estrogen dan merespon menyerupai hormone estrogen endrogen. Namun senyawa ini sangat rendah bila dibandingkan dengan estrogen endogen sehingga diperlukan dalam jumlah yang besar agar bereaksi menyerupai estrogen endogen. Kandungan isoflavon pada tempe kedelai memiliki potensi sebagai antikanker terutama pada penyakit kanker payudara. Selain itu isoflavon juga berfungsi untuk menurunkan resiko terkena penyakit jantung, diabetes, ginjal, dan membantu menurunkan osteoporosis⁷

Studi Klinis

Prevalensi kanker payudara di Indonesia yang meningkat menjadi penyebab kematian utama yang sulit untuk teratasi. Kanker payudara yang tidak mengenal status sosial dan dapat menyerang siapa saja baik wanita maupun pria muncul akibat pertumbuhan tidak normal dari sel-sel jaringan tubuh yang tidak terkendali dan berkembang menjadi kanker. Faktor resiko awal mula kanker payudara bisa berasal dari perilaku dan pola hidup seperti kelebihan Indeks Massa Tubuh (IMT), konsumsi buah dan sayur yang rendah, kurang aktifitas olahraga, kebiasaan merokok, dan konsumsi alkohol. Faktor lain dari kanker payudara adalah akibat paparan karsinogen fisik seperti ultraviolet (UV), radiasi ion, karsinogen kimiawi yang berasal dari kontaminan makanan. Berdasarkan kasus yang sering terjadi di masyarakat dan didukung dengan jurnal terkait, terdapat beberapa pilihan dalam mengurangi faktor resiko kematian akibat kanker payudara seperti operasi pengangkatan payudara, kemoterapi, hingga penggunaan alat penunjang medis atau radiasi cukup mengurangi efek keparahan dari kanker payudara. Selain itu rutin menambah kebiasaan konsumsi makanan dan minuman yang baik untuk pemulihan sangat membantu dalam mengurangi penyebaran kanker payudara salah satunya isoflavon⁸.

Menurut penelitian yang dilakukan Ai Nurfaiziyah dkk dalam penelitiannya yang berjudul "Efek pemberian Ekstrak Tempe Kedelai (Glycine Max) terhadap Ekspresi Caspase-3 Mencit Galur C3H Model Karsinogenesis Payudara" membahas aktivitas anti kanker dari isoflavon kedelai tempe yang didalamnya mengandung senyawa fitoestrogen. Fitoestrogen memiliki aktifitas estrogenik lemah dan juga aktivitas sebaliknya yaitu antiestrogenik, fitoestrogen dapat meniru efek estrogen atau menghambatnya. Isoflavon diketahui memiliki aktivitas selektivitas yang baik. Kemampuan aktivitas selektif isoflavon sangat menguntungkan karna senyawa ini berkaitan dengan ER $-\alpha$ dalam menstimulasi proliferasi pada sel-sel kanker payudara tapi menekan proliferasi melalui ER- β . Sehingga fitoestrogen berefek seperti estrogen pada dosis rendah namun sebaliknya, berlawanan dengan estrogen pada dosis tinggi⁹

7 Pemanfaatan Tepung Tempe Kedelai Untuk Penghambatan Kanker Kelenjar Mammaria Pada Mencit Strain C3H

8 Faktor-Faktor Resiko Pencetus Prevalensi Kanker Payudara

9 Efek Pemberian Ekstrak Tempe Kedelai (Glycine Max) Terhadap Ekspresi Caspase-3 Mencit Galur C3H Model Karsinogenesis Payudara

Menurut penelitian Rr. Catur Leny Wulandari mengenai “Terapi Sulih Hormon Alami Untuk Menopause” umumnya dapat mengatasi gejala menopause, mencegah osteoporosis, dan mengurangi risiko terjadinya penyakit jantung iskemik. Tujuannya untuk mengembalikan keadaan hormonal seperti pada saat premenopause, namun hingga kini tidak ada preparat sulih hormone yang dapat menyamai pola sekresi hormone pada wanita premenopause, sehingga dapat memicu keluhan seperti nyeri tekan pada payudara discharge vagina. Dapat disimpulkan bahwa terapi kombinasi sulih hormone dapat menurunkan gejala-gejala pada wanita post menopause, namun terapi sulih hormon yang hanya menggunakan estrogen justru menimbulkan dampak yang kurang baik yaitu kanker endometrium dan kanker payudara. Dampak yang kurang baik ini dapat diatasi dengan pemberian tambahan hormon progesteron untuk memberikan efek yang berlawanan terhadap kerja estrogen. Penggunaan fitoestrogen sebagai suatu substrat dari tumbuhan yang memiliki aktivitas mirip estrogen dan merupakan dekomposisi alami yang ditemukan pada tumbuhan memiliki kesamaan dengan estradiol, bentuk alami estrogen yang paling paten. Penggunaan fitoestrogen memiliki efek keamanan yang lebih baik dibandingkan dengan estrogen sintesis atau obat-obat hormonal pengganti (hormonal replacement therapy/HRT)¹⁰.

Pembahasan Kaitan Tempe dan Kanker Payudara

Isoflavon merupakan salah satu jenis senyawa polifenol yang memiliki struktur menyerupai estrogen sehingga dapat memberikan efek seperti estrogen. Isoflavon juga sering disebut sebagai senyawa turunan fitoestrogen dengan aktivitas estrogenic.

Kedelai yang mengandung tinggi protein bila dibandingkan dengan jenis kacang-kacangan lainnya, ternyata memiliki kandungan isoflavon yang lebih tinggi. Isoflavon ini berfungsi sebagai antioksidan dan memiliki efek biologis mirip dengan estrogen. Isoflavon bermanfaat dalam mengurangi resiko osteoporosis, atherosclerosis dan neurodegeneration, menurunkan prevalensi kanker payudara.

Jumlah isoflavon dari setiap produk olahan kedelai sangat bervariasi, tergantung pada proses pengolahannya. Tempe merupakan salah satu produk kedelai yang cukup disukai dan mudah ditemukan oleh masyarakat Indonesia dan menjadi salah satu sumber pangan protein nabati.

Dalam penelitian Maya Indah Oktaavianti yang berjudul “Pemanfaatan Tepung Tempe Kedelai Untuk Penghambatan Kanker Kelenjar Mammae Pada Mencit Strain C3H” menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan variasi lima dosis tepung tempe kedelai yaitu kelompok kontrol (0 gram); dosis 1 (0,8 gram); dosis 2 (1,6 gram); dosis 3 (2,4 gram); dan dosis 4 (3,2 gram) yang masing-masing kelompok terdiri atas mencit C3H betina umur 5 minggu, kemudian perlakuan dilakukan dalam waktu yang bersamaan namun diberikan dosis yang berbeda-beda. Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian tepung tempe kedelai terhadap berat badan mencit sangat berpengaruh pada saat diinokulasi, dikarenakan kelompok kontrol lebih besar daripada kelompok dosis 2

dan dosis 4, tetapi berbeda secara nyata dengan dosis 1, dan dosis 3. Sedangkan dosis 4 menunjukkan berat badan yang lebih kecil dibandingkan dengan dosis 1 dan kelompok kontrol. Penurunan berat badan hewan uji pada kelompok kontrol, dosis 1, dosis 2, dosis 3, dan dosis 4 dari tahap awal hingga inokulasi bubuk kanker dikarenakan serat pangan dapat menghalangi penyerapan zat gizi seperti gula, protein, dan lemak. Sedangkan pada pertumbuhan kanker tidak berbeda nyata pada hari ke-10, hari ke-20, dan hari ke-30. Hal ini diduga karena genistein yang terkandung dalam tepung tempe kedelai pada dosis perlakuan yang di uji belum efektif untuk penghambatan perkembangan kanker. Tetapi perubahan ukuran diameter kanker tampak berbeda bila dibandingkan dengan diameter awal, penambahan diameter kanker menurun seiring dengan lama waktu pengamatan walaupun berdasarkan uji statistik pemberian tepung tempe berpengaruh tidak nyata terhadap penambahan diameter kanker pada setiap waktu pengukurannya. Pada kelompok control hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan masa kanker, sebaliknya pada pemberian dosis 4 terjadi penurunan diameter masa kanker yang lebih tinggi. Secara statistik pemberian tepung tempe tidak berpengaruh nyata, tetapi terlihat adanya kecenderungan dapat menghambat perkembangan kanker, yang ditunjukkan dengan diameter kanker pada kelompok kontrol lebih besar dibandingkan dengan kelompok uji pada masing-masing pengukuran. Semakin tinggi dosis tepung tempe kedelai cenderung menyebabkan diameter kanker yang semakin kecil pada hari ke-10, hari ke-20, dan hari ke-30.

Hal tersebut menunjukkan pemberian tepung tempe kedelai dapat menghambat perkembangan diameter kanker, karena mengandung senyawa yang mampu menghambat pertumbuhan kanker. Hal ini juga menjelaskan bahwa senyawa isoflavon yang terdapat pada tepung tempe kedelai mampu berkaitan dengan reseptor estrogen pada sel-sel ductus kelenjar mammae. Isoflavon utama pada kedelai yang berperan sebagai kemopreventif adalah genistein. Genistein memiliki afinitas 20-30 kali lebih besar terhadap reseptor estrogen β daripada reseptor estrogen α . Reseptor estrogen β dapat berkaitan dengan respon antiproliferasi pada jaringan mammae. Interaksi genistein yang menghambat tirosin kinase, dan mengganggu metabolisme sel kanker.

Kesimpulan

- a. Terapi kanker dengan penggunaan bahan dasar alami dari produk tempe kedelai, dapat mengurangi gejala ataupun keparahan pasien kanker
- b. Isoflavon yang ada didalam tempe kedelai mengandung fitoestrogen yang merupakan salah satu senyawa anti kanker.
- c. Fitoestrogen memiliki aktifitas estrogenik lemah dan juga aktivitas sebaliknya yang disebut antiestrogenik, sehingga fitoestrogen dapat meniru estrogen dalam penghambatan sel kanker.

- d. Efek fistoestrogen dapat menstimulasi proliferasi pada sel-sel kanker dan menekan penyebaran dari sel kanker itu sendiri
- e. Beberapa penelitian, efektivitas dari senyawa ini baru terlihat apabila digunakan dengan dosis besar, tetapi belum ada efek samping dari penggunaan isoflavon berbahan dasar alami dari produk tempe kedele dengan jumlah yang besar

Referensi

1. WHO "Cancer", 2017. WHO. www.who.int/cancer/en/. Diakses pada tanggal 04 Agustus 2022.
2. Ketahanan Diri Pasien Kanker Payudara Yang Menjalani Pengobatan Kemoterapi: Literature Review
3. Kementerian Kesehatan RI. Kenali dan Deteksi Dini, Kalahkan Kanker Payudara. 2020:22-25
4. Ketahanan Diri Pasien Kanker Payudara Yang Menjalani Pengobatan Kemoterapi: Literature Review
5. Maya Indah Oktavianti. Pemanfaatan Tepung Tempe Kedelai Untuk Penghambatan Kanker Kelenjar Mammae Pada Mencit Strain C3H. 2015:6-7
6. Nilai gizi.com, diakses pada 05 Agustus 2022
7. Pemanfaatan Tepung Tempe Kedelai Untuk Penghambatan Kanker Kelenjar Mammae Pada Mencit Strain C3H. 2015:6-7
8. I Wayan Suardita dkk. Faktor-Faktor Resiko Pencetus Prevalensi Kanker Payudara. 2016: 2-3
9. Ai Nurfaiziyah dkk. Efek Pemberian Ekstrak Tempe Kedelai (Glycine Max) Terhadap Ekspresi Caspase-3 Mencit Galur c3H Model Karsinogenesis Payudara. Mandala of Health, Vol 5, No 2. 2011: 2-6
10. Rr. Catur Leny Wulandari. Terapi Sulih Hormon Alami Untuk Menopause. Jurnal Involusi Kebidanan, Vol 5, No. 10. 2015: 60



Penyakit Ginjal Kronik

Pengaruh protein pada fungsi ginjal

Protein merupakan zat gizi yang esensial bagi tubuh kita, sehingga kita membutuhkan bahan makanan sumber protein dalam makanan kita setiap hari. Fungsi protein disamping sebagai sumber energi, adalah untuk menghasilkan enzim dan hormon, memperbaiki sel, meningkatkan kekebalan tubuh, dan lain sebagainya. Protein terdiri dari asam amino, dimana ada kurang lebih 20 asam amino dan 9 diantaranya adalah asam amino "essensial" karena tubuh tidak dapat membuatnya sendiri. Sumber protein dalam makanan bisa berasal dari bahan makanan sumber protein hewani dan nabati. Sangat penting untuk makan berbagai makanan yang mengandung protein yang berbeda untuk memastikan bahwa tubuh mendapatkan semua asam amino yang berbeda yang dibutuhkan untuk berfungsi dengan baik. Molekul protein memiliki beberapa kandungan di antaranya karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur serta fosfor. Selama pencernaan, protein dipecah menjadi berbagai produk sampingan. Ginjal yang sehat dapat mengeluarkan hasil sisa metabolisme protein ke dalam urin. Ketika fungsi ginjal mengalami penurunan, produk sampingan dari hasil metabolisme protein dapat menumpuk di dalam darah, seperti ureum dan kreatinin.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi makanan berprotein tinggi menyebabkan peningkatan laju filtrasi glomerulus (GFR) yang dapat mengakibatkan 'hiperfiltrasi glomerulus' sebagai akibat dari peningkatan asam amino, yang menyebabkan dilatasi arteriol ' aferen' dan peningkatan tekanan intraglomerulus. Data dari seluruh individu dan populasi menunjukkan bahwa hiperfiltrasi glomerulus yang terkait dengan diet tinggi protein dapat menyebabkan risiko yang lebih tinggi dari CKD de novo atau dapat mempercepat perkembangan CKD yang sudah ada sebelumnya. Sedangkan pada seseorang dengan ginjal yang sehat mungkin tidak terpengaruh oleh dampak berbahaya dari diet tinggi protein. Pada kondisi nefron yang terbatas dan berisiko CKD mungkin lebih rentan, seperti pada penderita diabetes dan obesitas, serta pada CKD tahap awal.

Diet rendah protein atau Low protein diet (LPD) dianjurkan pada penderita dengan penurunan fungsi ginjal. Diet rendah protein dapat menurunkan hasil sisa metabolisme nitrogen dan ion inorganik, yang akan menyebabkan gangguan metabolisme dan klinis yaitu uremia. Diet ini juga dapat meminimalkan pengaruh hiperphosphatemia, asidosis, hiperkalemia dan gangguan elektrolit lainnya. Post hoc analisis menunjukkan diet RP dapat menghambat progresifitas gagal ginjal. Meta-analisis menunjukkan Diet Rendah Protein berhubungan dengan perlambatan progresif gagal ginjal dan penundaan terapi pengganti.

Plant Dominant Low Protein Diet (PLADO Diet).

Sekarang ini, pola makan vegetarian dan dominan sumber nabati telah diusulkan sebagai bagian dari pola makan yang lebih sehat dan pola makan yang lebih ramah lingkungan. Meskipun istilah “vegetarian” dan “pola makan nabati” sering digunakan secara bergantian, keduanya mewakili dua hal yang berbeda. Diet vegetarian murni (vegan) tidak mengonsumsi bahan makanan sumber hewani yaitu daging, unggas, dan makanan laut, dan produknya, seperti telur dan susu. Sebaliknya, pola makan dominan nabati menekankan pada konsumsi makanan terutama dari tumbuhan, seperti buah, sayuran, kacang-kacangan, biji-bijian, dan kacang-kacangan, dengan dimasukkannya sejumlah kecil sumber pangan hewani, antara lain susu, telur, daging, dan ikan.

Hasil penelitian konsumsi daging merah setiap hari selama bertahun-tahun dapat meningkatkan risiko CKD, sedangkan protein dari nabati dapat melindungi ginjal. Sebuah studi dari Kontessis et al., yang mempelajari sukarelawan yang diberi makan selama 3 minggu dengan diet nabati (N = 10), diet protein hewani (N = 10), atau diet protein hewani yang ditambah dengan serat (N = 7), semua dengan jumlah protein total yang sama. Hasilnya diet protein hewani meningkatkan Glomerulo Filtration Rate (GFR) lebih tinggi dibandingkan protein nabati. Hasil studi Lin et al. juga menemukan bahwa Asupan makanan yang lebih tinggi dari lemak hewani dan dua atau lebih porsi daging merah per minggu dapat meningkatkan risiko mikroalbuminuria. Sedangkan asupan natrium yang lebih rendah dan beta-karoten yang lebih tinggi dapat mengurangi risiko penurunan eGFR. Haring et al. menunjukkan bahwa daging merah dan olahan dikaitkan dengan risiko CKD yang lebih tinggi, sementara kacang-kacangan, produk susu rendah lemak, dan legumes melindungi terhadap perkembangan CKD.

Plant-dominant LPD disebut juga dengan PLADO, sebagai jenis LPD dengan dietary protein intake (DPI) adalah 0,6–0,8 g/kg BB/hari dengan setidaknya di atas 50% berasal dari bahan makanan sumber protein nabati. Hal ini sesuai dengan Angka kecukupan Gizi (RDA) untuk protein adalah sebesar 0,8 g/kg/hari, yang memiliki margin keamanan tinggi, mengingat berdasarkan studi metabolisme yang telah ditetapkan, persyaratan DPI terendah untuk menghindari perubahan katabolik adalah sebesar 0,45–0,5 g/kg BB/hari. Hal lain dari PLADO Diet termasuk asupan natrium yang relatif rendah < 3 g/hari, serat makanan yang lebih tinggi setidaknya 25–30 g/hari, dan asupan energi makanan (DEI) yang memadai yaitu 30–35 kkal/kg BB/hari.

Terdapat beberapa pathway dimana diet rendah protein dengan minimal 50% sumber protein berasal dari nabati dapat memperbaiki perkembangan CKD, selain mengurangi hiperfiltrasi glomerulus, yaitu :

1. Pengurangan senyawa nitrogen menyebabkan produksi amonia dan toksik uremik berkurang sebagai strategi yang efektif dalam mengendalikan uremia dan menunda inisiasi dialysis

2. Plado diet yang kaya akan serat dapat menyebabkan perubahan yang menguntungkan pada mikrobioma usus, dan memodulasi generasi toksin uremik sehingga memperlambat perkembangan dari CKD, pengurangan risiko kardiovaskular pada pasien CKD.
3. Bahan makanan sumber protein hewani termasuk kolin dan karnitin diubah oleh flora usus menjadi Trimetilamina (TMA) dan TMA N-oksida (TMAO) yang terkait dengan aterosklerosis, fibrosis ginjal, dan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular serta kematian. Dampak yang menguntungkan pada mikrobioma usus juga menyebabkan tingkat yang lebih rendah dari toksik uremik lainnya seperti indoksil sulfat dan p-kresol sulfat.
4. Mengurangi beban asam: Bahan makanan sumber nabati memiliki keasaman yang lebih rendah dibandingkan dengan makanan sumber hewani.
5. Mengurangi beban fosfor: ada lebih sedikit fosfor yang dapat diserap dalam protein nabati karena adanya ikatan fitat yang tidak dapat dicerna. Buah-buahan dan sayuran cenderung tidak menambahkan pengawet berbasis fosfor yang sering digunakan untuk pengolahan daging.
6. Modulasi advanced glycation end products (AGE's): asupan serat makanan yang lebih tinggi menghasilkan modulasi AGE yang menguntungkan, yang dapat memperlambat perkembangan CKD, meningkatkan motilitas Gastrointestinal, dan menurunkan kemungkinan sembelit yang merupakan kemungkinan kontributor terjadinya hiperkalemia.
7. Efek yang menguntungkan pada metabolisme kalium: pola makan nabati berdasarkan lebih banyak buah dan sayuran utuh mengurangi kemungkinan aditif berbasis kalium yang sering ditemukan dalam produk daging
8. Efek anti-inflamasi dan anti-oksidan: ada penurunan risiko perkembangan CKD dan penyakit kardiovaskular karena asupan yang lebih tinggi dari bahan anti-inflamasi dan antioksidan alami, termasuk karotenoid, tokoferol, dan asam askorbat

Ada beberapa tantangan dalam mengimplementasikan PLADO Diet, yaitu kemungkinan Protein Energy Wasting (PEW) dan sarcopenia yang menjadi perhatian utama. Kebutuhan protein pada PLADO diet yang ditargetkan sebesar 0,6–0,8 g/kg/hari dengan >50% berasal dari protein nabati, kebutuhan ini masih sesuai dengan angka kecukupan gizi untuk kebutuhan dewasa sehat yaitu 0,8 g.kg BB/hari. Dari hasil 16 penelitian dengan pemberian diet rendah protein, tidak ada PEW yang dilaporkan. Meskipun PEW itu sendiri merupakan risiko hasil CKD yang memburuk, termasuk perkembangan CKD yang lebih cepat. Pada pasien yang didapatkan tanda-tanda PEW atau cedera ginjal akut (AKI), target DPI yang lebih tinggi harus digunakan sementara sampai PEW atau AKI teratasi.

Tantangan lain adalah kemungkinan tidak adekuatnya asam amino esensial, karena protein nabati lebih cenderung mengandung jumlah esensial tertentu

yang lebih rendah asam amino esensial, terutama lisin dan asam amino yang mengandung sulfur. Beberapa studi intervensi dari Italia dan Israel tidak menggambarkan peningkatan prevalensi protein-energi wasting atau malnutrisi pada pasien CKD non-dialisis dengan LPD vegetarian mulai dari 0,7 hingga 0,75 g protein/kg BB/hari. Namun, penilaian gizi status yang dilakukan dalam penelitian ini hanya mencakup berat badan dan berbagai protein serum penanda, sedangkan status asam amino, vitamin dan mineral tidak dievaluasi.

Kekhawatiran lain yang sering dinyatakan adalah persepsi risiko hiperkalemia. Bukti menunjukkan bahwa diet kalium, terutama secara keseluruhan dari sumber makanan nabati, tidak berkorelasi erat dengan variabilitas kalium serum. Palatabilitas diet dan kepatuhan terhadap LPD atau diet tanpa daging sering disebut sebagai tantangan manajemen diet. PLADO yang disarankan dengan DPI 0,6-0,8 g/kg/hari dan >50% sumber nabati layak dan diterima dengan baik di antara pasien dengan CKD. Pasien memiliki kesempatan untuk memilih kontribusi sumber protein nabati antara 50% dan 75% atau >75%, dan kedua strata ini bersama dengan palatabilitas, nafsu makan, dan kepatuhan harus dipantau secara ketat.

Tabel 1. Diet rendah protein dengan > 50% berasal dari nabati (PLADO) berdasarkan BBI 60 gm

NO	METRIK PROTEIN	PLADO diet > 50% sumber nabati
1.	Proporsi sumber protein nabati (%)	50 – 70 %
2.	Total Protein (g/ kg BBI/hari)	0,6 – 0,8
3.	Total protein intake g/hari	36 – 48 g
4.	Densitas Protein, g/100 kkal	2,2 – 2,9
5.	Proporsi energi dari protein (%)	8 – 11 %
6.	Total Protein sumber nabati (g/hari)	18 – 34 g
7.	Total protein sumber hewani (g/hari)	11 – 24 g

Hasil analisis pemodelan pola makanan yang dilakukan oleh Hock khor, et al menunjukkan bahwa pola makan nabati dan vegetarian Asia yang memenuhi kebutuhan 0,7 g protein/kg/hari dapat memenuhi angka kecukupan gizi untuk semua asam amino esensial (AAE). Kebutuhan AAE juga dapat terpenuhi untuk diet rendah protein dengan komposisi 50% dengan protein ber nilai biologis tinggi dengan kebutuhan protein 0,6 g/kg/hari. Oleh karena itu, untuk LPD dengan dominan dari sumber nabati atau vegetarian, pemberian protein setidaknya 0,7 g protein/kg/hari dan direncanakan dengan hati-hati supaya dapat memenuhi kebutuhan AAE.

Penelitian Hubungan Kedelai Dan CKD

Mekanisme diet yang kaya akan tanaman baik pada kesehatan ginjal telah ditinjau, diantaranya ada efek perlindungan dari makanan nabati yang kaya akan serat makanan, fitokimia, vitamin, mineral (seperti kalium dan magnesium), dan anti- oksidan, hal ini menguntungkan dalam mikrobioma. Zat yang umum dalam makanan hewani yang mungkin memiliki efek merugikan kesehatan ginjal antara lain lemak jenuh, natrium, fosfor, beban asam, kandungan protein lebih tinggi (hiperfiltrasi), produk akhir glikasi lanjut, heme besi, dan karnitin dan kolin, yang menyebabkan trimetil- amina-N-oksida (TMAO), senyawa beracun yang berkontribusi mengarah ke penyakit kardiovaskular aterosklerotik dan mungkin penyakit ginjal.

Studi epidemiologis menunjukkan bahwa CKD juga merupakan faktor risiko independen untuk kejadian kardiovaskular, dan sistem renineangiotensin (RAS), stres oksidatif, peradangan dan gangguan hemodinamik. Frigolet dkk. menyimpulkan bahwa, protein kedelai mampu melemahkan ekspresi renineangiotensin. Sebuah studi in vitro dan in vivo dilakukan oleh Jia et al. menemukan bahwa, genistein, isoflavon kedelai, melindungi terhadap peradangan yang disebabkan oleh TNF- α di pembuluh darah sel endotel.

Bukti penelitian pada hewan dan manusia menunjukkan bahwa diet protein kedelai yang mengandung isoflavon menghambat perkembangan disfungsi ginjal. Iwasaki dkk. [10] menemukan tikus Fisher pada kelompok diet kedelai cenderung memiliki umur yang lebih panjang dan perkembangan disfungsi ginjal tertunda ketika protein kasein diganti dengan protein kedelai. Studi observasional pada pasien dengan nefropati diabetik menunjukkan substitusi protein kedelai menghasilkan penurunan hiperfiltrasi glomerulus dan lebih sedikit proteinuria. 2,3,4 10, 11

Hasil metaanalisis dari 12 studi dengan 280 partisipan, pemberian kedelai yang mengandung isoflavon pada pasien dengan CKD secara signifikan menurunkan kadar serum kreatinin, pospor, C reaktif Protein (CRP) dan proteinuria pada pasien predialisis. Didapatkan hasil yang tidak signifikan pada perubahan creatinine clearance dan glomerular filtration rate. Pada pasien dialisis, pemberian kedelai dapat mempertahankan status gizi, namun tidak signifikan pada perubahan CRP, ureum dan serum pospor. Masih diperlukan penelitian RCT dengan jumlah subyek yang lebih besar dan pengamatan yang lebih lama.

Kesimpulan

Plado diet merupakan pola makan sehat rendah protein (0,6 – 0,8 g/kg BB/hari) dengan kandungan diatas 50 % berasal dari nabati yang dapat diterapkan pada penyakit ginjal kronik predialisis. Keunggulan dari pladi diet selain dapat menurunkan hiperfiltrasi glomerulus, juga dapat mengurangi inflamasi, penurunan pembentukan urea, mengontrol asidosis. Diet yang kaya serta dapat mengurangi penyerapan dari pospor dan peristaltik usus yang lebih baik , sehingga dapat

mengendalikan hiperkalemia. Hasil metaanalisis menunjukkan bahwa protein kedele yang mengandung isoflavon dapat menghambat perkembangan disfungsi ginjal. Seorang Nutrisionist / Dietisien harus merencanakan diet dengan baik dan memantau pasien secara ketat untuk mengetahui adanya efek samping. Edukasi Gizi yang tepat tentang pemilihan makanan dan strategi kuliner untuk dapat memenuhi kebutuhan asam amino essensial serta mengurangi kandungan kalium yang berlebihan serta mempertahankan rasa makanan.

Referensi

1. Ko, G.-J.; Rhee, C.M.; Kalantar-Zadeh, K.; Joshi, S. The Impact of High Protein Diets on Kidney Health and Longevity. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2020, in press.
2. Kamper, A.L.; Strandgaard, S. Long-Term Effects of High-Protein Diets on Renal Function. *Annu. Rev. Nutr.* 2017, 37, 347–369. [CrossRef] [PubMed]
3. Kalantar-Zadeh, K.; Kramer, H.M.; Fouque, D. High-protein diet is bad for kidney health: Unleashing the taboo. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2020, 35, 1–4. [CrossRef]
4. Kalantar-Zadeh, K., Shivam Joshi, Rebecca Schlueter, Joanne Cooke, Amanda Brown-Tortorici, Meghan Donnelly, Sherry Schulman, Wei-Ling Lau, Connie M. Rhee, Elani Streja², Ekamol Tantisattamo, Antoney J. Ferrey, Ramy Hanna, Joline L.T. Chen, Shaista Malik⁷, Danh V. Nguyen, Susan T. Crowley and Csaba P. Kovesdy. Plant-Dominant Low-Protein Diet for Conservative Management of Chronic Kidney Disease. *Nutrients* 2020, 12, 1931
5. Ban-Hock Khor, Dina A. Tallman, Tilakavati Karupaiah, Pramod Khosla, Maria Chan and Joel D. Kopple. Nutritional Adequacy of Animal-Based and Plant-Based Asian Diets for Chronic Kidney Disease Patients: A Modeling Study. *Nutrients* 2021, 13, 3341
6. Kontessis, P.; Jones, S.; Dodds, R.; Trevisan, R.; Nosadini, R.; Fioretto, P.; Borsato, M.; Sacerdoti, D.; Viberti, G. Renal, metabolic and hormonal responses to ingestion of animal and vegetable proteins. *Kidney Int.* 1990, 38, 136–144. [CrossRef] [PubMed]
7. Lin, J.; Hu, F.B.; Curhan, G.C. Associations of diet with albuminuria and kidney function decline. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2010, 5, 836–843. [CrossRef] [PubMed]
8. Haring, B.; Selvin, E.; Liang, M.; Coresh, J.; Grams, M.E.; Petruski-Ivleva, N.; Steffen, L.M.; Rebholz, C.M. Dietary Protein Sources and Risk for Incident Chronic Kidney Disease: Results From the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *J. Ren Nutr.* 2017, 27, 233–242. [CrossRef]
9. Zhou Jing, Yuan Wei-Jie. Effects of soy protein containing isoflavones in patients with chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition* 35 (2016) 117–124
10. Shivam Joshi, Michelle McMacken, and Kamyar Kalantar-Zadeh. Plant-Based Diets for Kidney Disease: A Guide for Clinicians. *AJKD Vol 77 | Iss 2 | February 2021.*



Anak dengan Diare

Gambaran Penyakit

Diare adalah salah satu masalah kesehatan yang merupakan suatu tanda terjadinya infeksi pada saluran cerna yang dapat disebabkan oleh virus atau bakteri. Diare juga dapat disebabkan oleh masalah non infeksi seperti malabsorpsi, defek anatomis, keracunan makanan, alergi susu sapi, dan gangguan mortalitas usus. Jenis diare antara lain adalah akut, kurang dari 14 hari, kronik, lebih dari 14 hari dengan etiologi infeksi dan persisten dengan etiologi infeksi. Diare didefinisikan sebagai terjadinya peningkatan frekuensi buang air besar tiga kali atau lebih dalam sehari atau konsistensi feses yang menjadi lebih cair daripada biasanya (WHO, 2017). Pada populasi anak, masalah saluran cerna dengan prevalensi, morbiditas dan mortalitas tertinggi di dunia adalah diare. Morbiditas diare pada anak merupakan penyebab utama malnutrisi usia balita yang akhirnya akan memperburuk kondisi kesehatan dan status gizi bahkan meningkatkan risiko mortalitas. Badan kesehatan dunia (World Health Organisation-WHO) menyatakan bahwa setiap tahun terdapat hampir 1.7 milyar kejadian diare pada anak serta merupakan penyebab kematian 80% anak usia di bawah dua tahun. Di Indonesia berdasarkan data Riskesdas tahun 2018, prevalensi diare mencapai 12.3% pada usia balita. Berdasarkan data Direktorat Kesehatan Keluarga pada tahun 2019, diare menjadi salah satu penyakit infeksi yang menyebabkan 746 kematian pada anak usia 29 hari – 11 bulan setelah pneumonia (15.9% dari total kematian karena masalah Kesehatan). Diare menjadi penyebab kematian terbanyak pada anak dengan kelompok usia 12 –59 Bulan (31.4% dari total kematian karena masalah Kesehatan) Menurut data Riskesdas pada tahun 2018, prevalensi kejadian diare pada balita adalah 11%. Provinsi dengan prevalensi diare tertinggi pada Sumatera Utara (14,2%) dan terendah pada Kepulauan Riau (5.1%) (Kemenkes RI, 2020).

Kandungan Tempe

Tempe merupakan salah satu produk fermentasi kedelai yang dapat menjadi alternatif sumber protein berkualitas tinggi dengan harga terjangkau dan memiliki rasa yang enak, selain itu proses fermentasi tempe juga relative singkat, yaitu 24 – 48 jam jika dibandingkan dengan produk fermentasi lainnya (Roubus P and Nout MJR, 2011). Tempe mengandung komponen fungsional probiotik dan prebiotik, serat larut, asam lemak omega 3 polyunsaturated, konjugasi asam linoleat, antioksidan, beberapa vitamin dan mineral, beberapa protein, peptide dan asam amino serta phospholipid. Tempe dapat disajikan dalam bentuk bubur sebagai terapi diet untuk pengobatan diare. (Sari DK dan Nurrohmah A, 2019) Di samping itu, tempe yang berbahan dasar kedelai kaya akan kandungan isoflavon. Isoflavon utama dalam kacang kedelai adalah genistin, daidzin dan gliketin. Proses fermentasi kedelai menggunakan bakteri *Rhizopus* juga memperkuat kandungan isoflavone dalam tempe itu sendiri. Isoflavon dalam kandungan tempe diduga dapat menurunkan adhesi bakteri dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen

serta meningkatkan microflora di usus (Anjani SI, et al., 2019). Tempe berfungsi sebagai senyawa bioaktif dalam penyembuhan diare. Tempe yang mengandung *Rhizopus Spp* bersifat sebagai anti mikroba yang menghambat pertumbuhan bakteri gram positif, khususnya strain *Bacillus*. Berdasarkan hasil penelitian Kiers et al., (2003) dan Karmini et al., (1997), pemberian tempe pada hewan (babi dan kelinci) yang terinfeksi *E. coli* terbukti mengurangi tingkat keparahan diare dan durasi diare. Tempe dapat menjadi salah satu pilihan bahan makanan yang kaya akan kandungan gizi dan memiliki daya cerna tinggi sehingga dapat mencegah malnutrisi pada anak dengan diare. Di samping itu, tempe juga dapat menghambat adhesi antara enteroxigenic *Escherichia coli* dengan dinding usus, sehingga mempercepat pemulihan diare. Meskipun, tempe tidak terbukti dapat mengurangi jumlah bakteri *E. Coli*. Senyawa bioaktif pada tempe terbentuk dari proses fermentasi yang mengakibatkan degradasi enzimatis pada kedelai. (Roubus P and Nout MJR, 2011)

Studi Klinis

Pengaruh Pemberian Vitamin A dan Mineral Seng

Kondisi defisiensi vitamin A akan berpengaruh terhadap sistem kekebalan tubuh anak dan perbaikan jaringan mukosa usus anak yang tidak efektif. Sedangkan, defisiensi mineral seng pada anak diare seringkali terjadi. Seng diketahui berfungsi untuk meningkatkan absorpsi air dan elektrolit melalui percepatan regenerasi sel mukosa usus dan meningkatkan kerja sel imun. (Tiwari SK and Banga A, 2009) Suplementasi seng juga bertujuan untuk mengurangi frekuensi dan volume buang air besar serta menurunkan kemungkinan diare kambuh pada 3 bulan berikutnya (Kemenkes RI, 2020).

Pemberian Probiotik Diare pada Anak

Probiotik merupakan bakteri baik yang hidup di sistem pencernaan dan memiliki efek yang baik dan menguntungkan bagi manusia. Bakteri baik ini memberikan dampak baik bagi penderita diare. Probiotik diduga dapat meningkatkan fungsi antibodi dan kekebalan tubuh. Beberapa jenis probiotik membantu dalam produksi vitamin dan mencegah infeksi bakteri dan virus (Tiwari SK and Banga A, 2009).

Formula Preda versus Formula Tempe

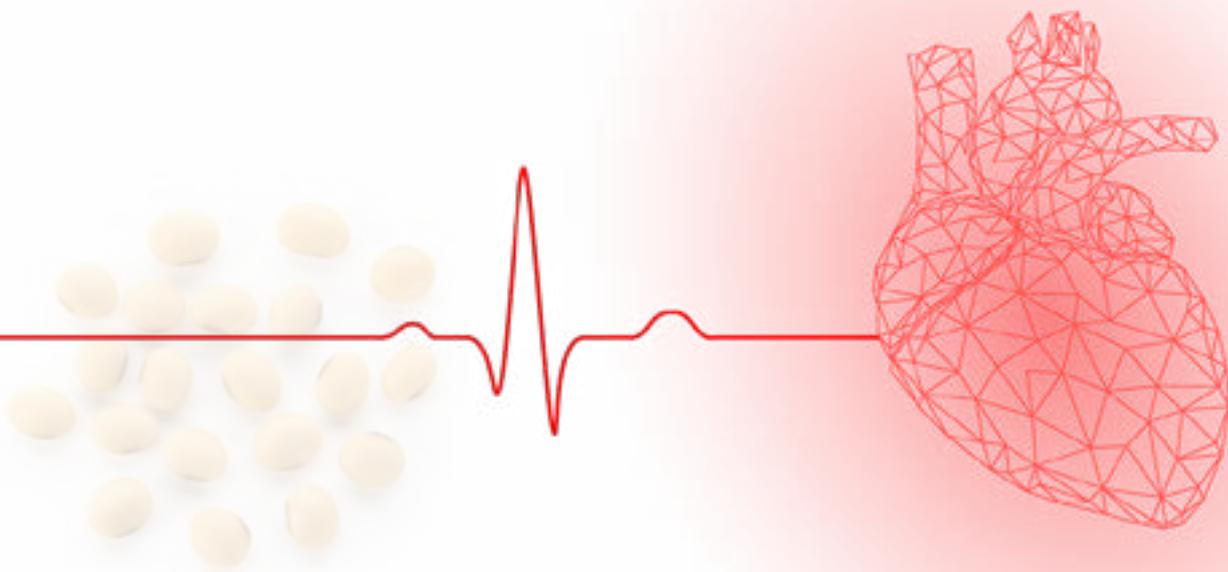
Anak-anak dengan diare membutuhkan pemenuhan zat gizi yang adekuat untuk mempertahankan status gizi dan mempercepat penyembuhan. Beberapa rumah sakit telah menjadikan formula preda dan bubur tempe sebagai alternatif diit yang diberikan pada pasien diare. Formula preda dan tempe diberikan dalam bentuk bubur. Perbedaan hanya terletak pada sumber protein yang digunakan pada formula preda, yaitu ayam. Pemberian formula tempe dalam pengobatan diare berfungsi untuk memotong siklus malabsorpsi – malnutrisi – infeksi. Formula tempe mengandung asam amino tinggi, mudah dicerna dan diserap oleh usus yang terluka, sehingga dapat mempercepat penyembuhan diare dan pengobatan pasca episode diare.

Berdasarkan hasil penelitian, pasien yang diberikan bubur tempe memiliki waktu penyembuhan yang lebih pendek, yaitu 4.21 hari. (Hartiningrum, 2010). Formula tempe juga mempengaruhi frekuensi buang air besar pada anak dengan penyakit diare. Menurut Setiawati (2015), frekuensi BAB pada anak sebelum diberikan bubur tempe antara 5-10x/hari, yaitu sebesar 46.67% dan setelah pemberian bubur tempe menjadi 1-4x/hari, yaitu sebesar 93.33%.

Referensi

1. Anjani, SI, 2019. Potensi Isoflavon Kedelai sebagai Terapi Tambahan Diare Akut pada Anak. *J Agromedicine*. Vol.6, No.2. 2019: Oktober.
2. Hartiningrum, SY. 2010. Pengaruh Pemberian Formula Preda dan Tempe terhadap Lama Penyakit Diare Akut pada Anak Usia 6 – 24 Bulan. Thesis. Univ. Diponegoro. Semarang.
3. Kemenkes RI, 2020. Profil Kesehatan Indonesia. Katalog dalam Terbitan. Juni: 2020.
4. Kuligowski M et al, 2013. Evaluation of bean and soy tempeh influence on intestinal bacteria and estimation of antibacterial properties of bean tempeh. *Polish Journal of Microbiology* Volume 62(2) pp. 189-194, retrieved on 17 August 2022 from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24053022/>
5. Qisti, DA. 2021. Analisis Aspek Lingkungan dan Perilaku terhadap Kejadian Diare pada Balita di Tanah Sareal. *J Inov Pen*. Vol2. No 6.
6. Roubus P and Nout MJR. 2011. Anti Diarrhoeal Aspects of Fermented Soya Beans. *Soybean and Healths* p:383 – 406.
7. Sari, DK and Nurrohmah, A. 2019. Bubur Tempe Membantu Penanganan Diare pada Balita diakses melalui <https://doi.org/10.30787/gemassika.v3i1.309> pada 14 Agustus 2022.
8. Tiwari, SK and Banga A. Nutritional Support in Diarrhea. *Ped Gast Hep Nut*: 650 – 656.
9. WHO, 2017. Diarrhoeal Disease, retrieved on 17 August 2022 from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease#:~:text=Diarrhoea%20is%20defined%20as%20the,is%20normal%20for%20the%20individual>).

Banyak Manfaat dari Mengonsumsi Tempe untuk Kesehatan Bangsa





BAB 5
MENGOLAH TEMPE
YANG SEHAT DAN
MENYEHATKAN

Memasak Sehat dan Menyehatkan

Hidangan merupakan hasil memasak suatu bahan pangan dengan teknik yang disesuaikan dengan jenis hidangan itu. Memasak bertujuan untuk mematangkan, menjaga kandungan zat gizi, dan mengubah tampilan makanan agar lebih menarik. Makanan sehat adalah makanan yang mengandung zat gizi baik, sehingga membuat tubuh sehat. Makanan sehat dipengaruhi proses memasak yang sehat (*healthy cooking*). Untuk memasak yang sehat, seorang ahli gizi perlu memahami beberapa hal tentang memasak.

Bila digambarkan dalam diagram, dapat dijabarkan sebagai berikut.



Untuk memasak sehat, kita harus:

1. Mengenali dahulu sifat dari setiap bahan pangan, seperti kandungan gizi yang ada, fungsi bahan pangan dalam masakan tersebut, komponen bioaktif yang baik untuk kesehatan tubuh.
2. Memahami bahwa dalam memasak ada berbagai jenis teknik; antara teknik masak yang satu dengan yang lain memberikan hasil tampilan masakan yang berbeda, dan efek terhadap kandungan zat gizi dalam bahan pangan yang dimasak.
3. Selain zat gizi pada bahan pangan, aspek yang perlu pula diperhatikan ialah keamanan, sanitasi penanganan, dan penyajian yang menarik. Untuk itu ahli gizi membutuhkan pemahaman pemilihan bahan pangan yang baik, persiapan memasak yang baik dan benar, cara memasak dengan teknik yang dipilih hingga menghidangkan yang menarik.
4. Dalam memasak, ada beberapa hal yang mendasar, yakni kualitas panas yang diberikan ketika memasak berkaitan dengan media perantara memasak (media memasak; air, minyak, udara panas basah/kering), lama dalam pemberian panas (lama memasak), serta sumber panas yang digunakan (misalnya dengan gas, listrik, arang dan lain-lain); juga perlu diperhatikan bahan dasar alat memasak.

Efek Pemasakan terhadap Zat Gizi dan Bioaktif pada Bahan Pangan

Makanan diperoleh dengan pengolahan, yaitu pemasakan dari bahan makanan, bertujuan untuk mematangkan bahan makanan dan melengkapi zat gizi dari berbagai bahan makanan. Hasil memasak dipengaruhi oleh besar dan lamanya pemberian panas yang berkaitan dengan teknik memasak yang digunakan.

Setiap bahan makanan memiliki karakteristik yang berbeda-beda, termasuk kandungan zat gizi di dalamnya. Dengan berbagai macam karakteristik ini, penggunaan teknik memasak juga perlu diperhatikan agar dapat menjaga kandungan zat gizi dan sifat alami bahan makanan tersebut.

Sebagai contoh sayur-sayuran lebih baik dikukus dibandingkan direbus dengan suhu mendidih karena sayuran mengandung vitamin dan mineral yang lebih banyak dibandingkan bahan makanan lain. Kebanyakan vitamin memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap unsur dan mudah hancur saat terkena panas, udara, air, atau minyak goreng. Salah satu vitamin yang stabil dalam makanan ialah vitamin K dan vitamin B (niasin).

Vitamin dibagi menjadi dua macam: vitamin larut lemak dan vitamin larut air. Pada vitamin larut lemak, seperti vitamin A dan vitamin E, sebaiknya dimasak dengan sedikit minyak seperti dipanggang agar vitamin tersebut tidak hilang karena pemasakan. Sementara pada vitamin larut air, seperti vitamin C yang banyak terkandung dalam buah-buahan dan sayuran, sebaiknya dimasak dengan sedikit air dan tidak menggunakan waktu yang lama. (1)

Penelitian yang dipublikasi Sundari et al. tentang "Pengaruh Proses Pemasakan terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein" (2015) menunjukkan, penurunan kandungan zat gizi suatu bahan makanan akibat pemasakan dipengaruhi oleh jenis bahan makanan, suhu yang digunakan dan waktu pemasakan. Proses menggoreng dengan suhu tinggi dapat menurunkan kandungan zat gizi secara signifikan, terutama pada protein terjadi kerusakan. Sementara pada proses perebusan dapat mengurangi kandungan zat gizi karena banyak yang terlarut pada cairan rebusan. (4)

Pemasakan dengan pemanasan yang berlebihan dapat menurunkan mutu makanan, seperti makanan menjadi susut, hancur, kering, atau gosong. Adapun panas yang kurang tepat juga dapat menimbulkan zat gizi berkurang, aroma makanan yang kurang sedap. Oleh karena itu, perlu diperhatikan jenis bahan makanan yang digunakan, teknik masak yang tepat, dan waktu yang digunakan agar menghasilkan makanan yang bernilai zat gizi baik dan aman dikonsumsi.

Tempe Super Food Makanan Tradisional Indonesia

Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa tempe merupakan makanan asli Indonesia yang sangat lezat dan menyehatkan. Tempe yang berasal dari fermentasi kedelai memiliki banyak kelebihan. Salah satu yang menjadikan tempe sangat baik untuk kesehatan adalah proses fermentasi menggunakan *Rhizopus* sp., menghasilkan beberapa enzim, yaitu lipase, protease dan amilase, yang masing-masing bermanfaat untuk pencernaan lemak, protein dan karbohidrat. Enzim ini berguna untuk membantu proses pencernaan makanan di dalam tubuh manusia.

Proses yang panjang dalam pembuatan tempe mulai dari pemilihan kedelai yang baik, perendaman yang menghilangkan zat antigizi, mencuci bersih, menghilangkan kulit ari, serta direbus dan diberikan ragi, didiamkan untuk terbentuknya jamur, menjadikan olah fermentasi kedelai ini merupakan pangan yang siap untuk dikonsumsi dalam keadaan tempe segar. Namun, masyarakat kita kurang memahami hal ini, bahwa kedelai yang telah diolah menjadi tempe merupakan pangan olahan yang mempunyai zat gizi yang jauh lebih baik serta komponen bioaktif yang sehat dan siap konsumsi.

Beberapa kandungan yang secara singkat dijelaskan dalam bab ini yang dikaitkan dengan pemahaman memasak tempe yang sehat dan menyehatkan adalah meliputi

- a. Isoflavon
- b. Fosfat dan kalsium dalam kedelai dapat lebih terserap di dalam tubuh
- c. Kadar protein yang larut dalam air akan meningkat akibat aktivitas enzim proteolitik
- d. Asam lemak tak jenuh ganda (Polyunsaturated Fatty Acids, PUFA) meningkat jumlahnya
- e. Asam lemak tak jenuh mempunyai efek penurunan terhadap kadar kolesterol serum, sehingga dapat menetralkan efek negatif sterol dalam tubuh.
- f. Sumber beberapa vitamin B (B_{1r} , B_{2r} , B_{3r} , B_{6r} , asam pantotenat, vitamin B_{12}) yang sangat potensial
- g. Vitamin B_{12} (sianokobalamin) terutama ada pada protein hewani.

Untuk membuat hidangan berbahan dasar tempe yang sehat dan menyehatkan, perlu diperhatikan kandungan zat gizi serta komponen bioaktif yang ada pada tempe. Komponen tersebut akan mengalami perubahan bila terkena paparan panas yang tinggi, sehingga pemilihan teknik memasak menjadi perhatian untuk mendapatkan hidangan tempe yang menyehatkan. Teknik memasak yang baik untuk tempe adalah dengan teknik masak basah, seperti merebus, mengukus. Hal ini pun dengan waktu yang tidak lama.

Beberapa tip yang dapat disampaikan agar masakan tempe ini menjadi hidangan yang menyehatkan adalah

- a. Gunakan teknik memasak dengan teknik masak basah, yaitu merebus, mengukus.
- b. Hindari memasak terlalu lama, karena tempe berasal dari kedelai dan difermentasi sudah dalam keadaan dimatangkan terlebih dulu.
- c. Hindari memasak tempe yang berlebihan. Beberapa hal dapat dilakukan: masukkan terakhir ketika masakan akan diangkat; gunakan teknik menumis saja setelah bahan-bahan lain sudah matang.
- d. Konsumsi dalam keadaan segar lebih baik.

Tempe Luwes Disajikan dalam Berbagai Hidangan

Tempe kedelai merupakan pangan yang sangat mudah untuk dibuat menjadi aneka hidangan yang menarik, lezat sekaligus sehat, mulai dibuat minuman, makanan pembuka panas maupun dingin, hidangan utama dalam tata cara makanan kontinental, sedangkan tata cara pola makanan Indonesia, tempe pun tidak hanya sebagai lauk nabati, juga dapat dibuat aneka kudapan basah dan kering, kudapan manis dan asin. Masakan tempe ini tidak hanya dapat diberikan pada orang dewasa, tetapi juga kepada bayi hingga lanjut usia (lansia), orang sehat maupun untuk terapi gizi. Selain masakan tradisional, tempe pun dapat dijadikan makanan kekinian yang disukai anak sekolah dan remaja, sehingga dalam pengaturan makanan, tempe telah banyak digunakan dan dimodifikasi menjadi hidangan yang sangat bervariasi untuk berbagai jenis diet. Ahli gizi haruslah banyak melakukan kreatifitasnya untuk dapat menghasilkan hidangan yang menarik, sehat dan digunakan untuk pengaturan diet sesuai dengan kasus diet.

Kami menghadirkan contoh-contoh resep yang sudah dikembangkan dan diuji coba, pada dapur uji di Politeknik Kesehatan Jurusan Gizi, serta ahli gizi di Rumah Sakit dengan berbagai tema. Tidak hanya itu, tempe telah dilombakan dalam lomba-lomba kreasi kudapan tempe. Berikut resep-resepnya.

Tempe diawali menjadi sari tempe, jus tempe atau dapat disebut susu tempe. Penulis mengenalkan dengan istilah "sutem", dari sutem ini dikembangkan menjadi minuman lebih sehat lagi, yaitu smooties tempe, ditambahkan jus buah dan minuman yoghurt susu tempe pun dapat diolah menjadi soyghurt.

Dari susu tempe tersebut dapat dilakukan modifikasi resep menjadi pastry cream, yang biasa digunakan dalam dessert, dan digunakan untuk isi dari kue soes, isi dari pai, di mana pai yang dibuat dapat dibuat dari tepung tempe, digunakan untuk salad buah yang dapat diberikan pada pasien yang membutuhkan makanan tinggi akan serat.

Berikut resep dasar dari pastry cream yang sudah dimodifikasi dengan susu tempe. Dari susu tempe ini, dapat dikembangkan dessert lain, seperti pudding tempe.

Resep-resep dari Tempe

MINUMAN DESSERT	
	<p>Untuk 2 porsi Nilai gizi 1 porsi Energi: ... kkal Protein: ... gram Lemak: ... gram Karbohidrat: ... gram</p>
<p>Bahan-bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • susu tempe/sari tempe tanpa gula 200 ml • stroberi (segar/beku) 100 gram • susu kental manis 2 sdm • yoghurt plain 2 sdm atau yoghurt skim 200 cc • es batu 200 gram + air dingin 100 cc <p>Cara Membuat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haluskan semua bahan dengan blender • Sajikan segera sebagai minuman segar 	<p>Susu Tempe/Sari Tempe</p> <ul style="list-style-type: none"> • tempe kedelai murni 250 gram • air matang hangat ... ml • daun pandan 2 lembar • gula pasir 100 gram <p>Cara Membuat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potong-potong dadu tempe (1 cm) • Didihkan air 1 liter + daun pandan, kecilkan api, mendidih kecil • Masukkan tempe, masak 5 menit saja, angkat, dinginkan • Haluskan dengan blender bersama air matang, beri gula pasir • Sajikan sebagai susu tempe
<p>Penggunaan Hidangan dalam Pengaturan Makanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minuman ini selain sebagai minuman segar, dessert, sekaligus minuman berserat tinggi, • Disarankan sebagai minuman yang membantu melancarkan buang air besar, untuk ibu hamil, ibu menyusui, lansia karena fitoestrogen yang terdapat dalam tempe, • Susu kental manis sebagai pilihan pengganti dapat dihilangkan. 	



SALAD BUAH PASTRY CREAM SUTEM	
	<p>Untuk 2 porsi Nilai gizi 1 porsi Energi: ... kkal Protein: ... gram Lemak: ... gram Karbohidrat: ... gram</p>
<p>Bahan Pastry Cream:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kuning telur 1 butir • tepung maezena 10 gram, larutkan sedikit air • vanila cair ¼ sdt • mentega (butter) 1 sdm • air matang 50 cc • susu-kental-manis/susu skim 20 gram • gula pasir/pemanis cooking 15 gram • SUTEM tanpa gula 100 cc 	<p>Bahan Salad Buah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pepaya (potong bulat/dadu) 50 gram • melon (potong bulat/dadu) 50 gram • anggur merah (potong-potong) 50 gram • buah naga putih (potong dadu) 50 gram • stroberi (potong dua) 50 gram
<p>Cara Membuat Pastry Cream:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Larutkan tepung maezena dengan 25 cc air, lelehkan mentega • Larutkan susu kental manis dengan air • Beri vanili dan gula pasir, didihkan kecil • Masukkan larutan tepung maezena • Masukkan kuning telur, aduk rata • Masukkan SUTEM, aduk rata masak dengan api kecil, sampai semua larut dan pastry cream licin • Angkat dan dinginkan <p>Penyelesaian:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campur buah dengan pastry cream susu/sari tempe, • Hidangkan dingin <p>Penggunaan Lain dari Pastry Cream: Pastry cream ini dapat digunakan untuk</p> <ul style="list-style-type: none"> • isian kue soes, • olesan pada cake yang bertumpuk, • olesan roti, atau • dihidangkan sebagai makanan lumat 	

Penggunaan Hidangan dalam Pengaturan Makanan.

- Salad buah dengan bahan dasar sari tempe dapat digunakan sebagai makanan selingan atau makanan penutup, untuk makanan ibu hamil atau menyusui
- Untuk pasien diabetes, penggunaan gula dapat digantikan dengan cooking sweetener,
- Untuk pasien hepatitis, penggunaan kuning telur dapat digantikan dengan tepung maizena



HEALTHY TEMPE PUDDING (A Milky Tempe Pudding with Fruit Fillin)	
	<p>Untuk 4 porsi Nilai gizi 1 porsi Energi: ... kkal Protein: ... gram Lemak: ... gram Karbohidrat: ... gram</p>
Bahan:	
Lapisan 1 (Bawah). <ul style="list-style-type: none"> • biskuit 60 gram • susu UHT hangat 10 ml • mentega cair 10 ml 	
Lapisan 2. <ul style="list-style-type: none"> • susu kedelai 200 ml • susu evaporated 200 ml • tempe kukus (haluskan, tidak terlalu halus) 100 gram • yoghurt creamy 2 sdm • pisang (1 buah sedang) 150 gram • gula pasir 30 gram • susu kental manis 2 sdm • cokelat putih 15 gram • agar-agar ½ sdt (2 gram) • plain jelly bubuk ½ sdt (2 gram) 	Lapisan 3. <ul style="list-style-type: none"> • stroberi (dapat diganti buah lain) 125 gram • gula pasir 50 gram • jelly putih 3 gram • air 150 cc Saus Stroberi: <ul style="list-style-type: none"> • jus stroberi kasar 75 gram • gula pasir 30 gram (menyesuaikan) • maizena 3 gram • air, sedikit pasta stroberi, 75 ml
Cara Membuat:	
Lapisan 1 (Bawah). <ul style="list-style-type: none"> • Siapkan cetakan • Hancurkan biskuit, campur semua bahan • Taruh ke dalam cetakan sambil ditekan-tekan (dipadatkan) Lapisan 2. <ul style="list-style-type: none"> • Kukus tempe, kemudian haluskan (jangan terlalu halus), sisihkan • Campurkan gula, agar-agar dan jelly, sisihkan • Blender pisang dan susu kedelai, sisihkan • Masukkan susu evaporated ke dalam panci • Masukkan campuran gula, agar-agar dan jelly, sambil terus diaduk-aduk, • Masukkan susu kedelai dan pisang yang telah diblender, tempe, yoghurt, cokelat putih, dan terakhir susu kental manis • Aduk-aduk hingga mendidih, lalu tuang ke dalam cetakan 	

Lapisan 3.

- Blender stroberi dengan air
- Campur jelly dan gula
- Tuangkan jus stroberi ke dalam panci, kemudian masukkan campuran jelly dan gula
- Aduk-aduk sampai mendidih
- Tuangkan ke dalam cetakan bila lapisan kedua sudah setengah padat

Saus Stroberi:

- Larutkan maizena dengan sedikit air,
- Masukkan sisa air, gula, maizena yang telah dilarutkan serta jus stroberi
- Aduk-aduk hingga mendidih.

Penggunaan Kreasi Tempe dalam Pengaturan Makanan:

- Hidangan tempe kali ini dijadikan makanan kudapan manis kekinian. Kudapan ini tidak hanya untuk orang dewasa, juga dapat untuk balita dan anak karena kandungan proteinnya cukup tinggi dan rasanya manis, sehingga disukai anak-anak. Kandungan serat dan zat besi tinggi, yang berpotensi mengatasi masalah anemia pada remaja. Dengan tekstur yang lembut, kudapan ini dapat dinikmati lansia.
- Makanan selingan dengan rasa manis dan menyegarkan ini juga dapat diberikan kepada pasien yang mendapat terapi gizi dengan jenis diet makanan biasa atau makanan lunak.
- Bila akan disajikan untuk pengaturan makanan pasien diabetes, penggunaan susu kental manis dapat digantikan dengan susu skim dan penggunaan gula dapat digantikan dengan cooking sweetener, yang dimasukkan ketika larutan agar sudah mendidih.



BOLA-BOLA COKELAT TEMPE	
	<p>Untuk 3 buah Energi: 200 kkal Protein: 7 gram Lemak: 9 gram Karbohidrat: 27 gram Zat besi: 1,1 mg Asam folat total: 15,2 µg</p>
<p>Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tepung tempe 75 gram • biskuit 6 keping • krimer coklat 2 saset • keju 30 gram • meises warna-warni • hiasan menarik 	<p>Tepung Tempe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tempe dipotong tipis, • Dikukus kurang lebih 10 menit, • Dijemur sampai kering, • Disangrai, • Dihaluskan dan disaring, • Tepung siap digunakan
<p>Cara Membuat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biskuit dihaluskan, campurkan dengan tepung tempe, aduk hingga rata • Tambahkan krimer rasa coklat, aduk rata sampai bisa dibentuk bulat • Lumuri dengan meises warna-warni • Dinginkan, hias • Siap disajikan 	
<p>Penggunaan Hidangan dalam Pengaturan Makanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hidangan tempe kali ini adalah bola-bola coklat tempe dengan cita rasa yang manis dan menarik, sehingga dapat dijadikan selingan padat kalori untuk balita dan anak, serta ibu hamil, ibu menyusui • Untuk memperkaya cita rasa dapat ditambahkan buah-buahan kering, kacang-kacangan lain, sehingga akan menambah nilai gizi dan antioksidan 	

CUP CAKE BANAPE



Untuk 1 porsi
 Energi: 221 kkal
 Protein: 5,2 gram
 Lemak: 12,7 gram
 Karbohidrat: 22,7 gram

Bahan Steak:

- tempe cincang (sangrai) 50 gram
- margarin 150 gram
- telur (pisahkan kuning dan putihnya) 3 butir
- gula palem 125 gram
- tepung tempe (tempe 150 gram dikeringkan dan dihaluskan) 75 gram
- terigu 75 gram
- pisang matang (haluskan) 100 gram
- gula putih 25 gram
- susu kental manis 25 gram

Cara Membuat:

- Kocok margarin dan gula palem dengan menggunakan mixer hingga tercampur
- Tambahkan pisang yang telah dihaluskan, tepung tempe dan terigu, aduk rata
- Kocok putih telur sampai kaku, lalu masukkan ke dalam adonan gula palem
- Membuat cream dari susu kental manis, dari gula yang di-mixer hingga kaku
- Cetak adonan dalam cetakan cup cake, panggang
- Sajikan cup cake banape dengan topping stroberi atau crumble

Penggunaan Hidangan dalam Pengaturan makanan

- Cake ini jenis butter type cake, sehingga lebih mudah untuk dimodifikasi, dapat dalam bentuk cup cake atau dalam cetakan yang lebih besar. Teknik masak yang digunakan dalam oven atau dalam alat pengukus, dengan hasil akhir yang berbeda.
- Tepung tempe dapat dibuat dalam skala rumah tangga atau dengan oven pengering; sesudah kering dihaluskan
- Penggunaan untuk snack (hidangan selingan) anak, remaja, ibu hamil, ibu menyusui

Sebagai hidangan paripurna (one dish meal) atau snack, ditampilkan contoh resep berikut.

PASTEL KENTANG ISI TEMPE TUTUP	
	Untuk 4 porsi Nilai gizi 1 porsi Energi: 254,4 kkal Protein: 13,9 gram Lemak: 13,2 gram Karbohidrat: 20,3 gram Zat besi: 2,6 mg Serat: 1,1 gram
A. Bahan Isi: <ul style="list-style-type: none"> • tempe 40 gram • daging giling 80 gram • jamur kancing 20 gram • wortel 40 gram • jagung manis pipil 40 gram • soun 20 gram • bawang putih (cincang halus) 1 siung • bawang Bombay (cincang kasar) ½ • margarin ½ sdm • maizena ½ sdm • bawang daun (iris halus) 25 gram • lada bubuk ¼ sdt • gula pasir ½ sdt • garam 1 sdt • pala bubuk seujung sdt • kaldu jamur ¼ sdy 	B. Bahan Kulit: <ul style="list-style-type: none"> • kentang 40 gram • tempe 40 gram • kuning telur 1 butir • susu UHT 100 ml • unsalted butter ½ sdm • susu bubuk ½ sdm • keju parut 15 gram • merica secukupnya • garam secukupnya • kaldu jamur secukupnya
	C. Olesan: <ul style="list-style-type: none"> • kuning telur ¼ butir + susu cair 1 sdm • keju parut 20 gram • daun thyme secukupnya D. Garnish: <ul style="list-style-type: none"> • Saus tomat, mayonnaise, peterseli, irisan tomat
Cara Membuat: Kulit: <ul style="list-style-type: none"> • Kukus tempe, haluskan menggunakan blender • Kukus kentang, haluskan • Campur semua bahan, aduk rata Isi: <ul style="list-style-type: none"> • Wortel dipotong dadu kecil, demikian pula untuk jamur dan tempe, sisihkan • Soun direndam dengan air hangat sampai lunak, angkat dan sisihkan • Panaskan margarin, • Masukkan bawang putih, bawang Bombay, • Masukkan daging cincang, tempe, aduk rata, • Masukkan susu cair, didihkan perlahan, • Masukkan jagung pipil, aduk rata, • Masukkan wortel, aduk rata Terakhir, masukkan jamur dan daun bawang, aduk rata • Tambahkan bumbu lain, lada, kaldu, jamur, garam, gula dan bubuk lada, aduk rata • Kentalkan dengan tepung maizena yang diberi air sedikit, masak hingga kental 	

Penyelesaian:

- Ambil cup aluminium, beri adonan kulit ½ sdm, ratakan bagian dasar,
- Masukkan adonan isi, ratakan, kemudian masukkan adonan kulit, kembali tutup rata,
- Hiasai dengan adonan kulit menggunakan spruit cookies kembang,
- Taburi dengan thyme bubuk dan keju parut 5 gram
- Panggang dalam oven suhu 180°C selama 15 menit,
- Hidangkan selagi panas dengan pelengkap saus

Penggunaan Hidangan dalam Pengaturan Makanan:

- Hidangan tempe kali ini adalah pastel tutup dengan citarasa otentik yang dapat dikonsumsi semua kalangan, khususnya usia dewasa dan lansia.
- Dengan tekstur lembut kudapan ini dapat dikonsumsi menjadi pelengkap diet makanan lunak.
- Kandungan protein dan zat besi yang tinggi juga dapat mengatasi anemia defisiensi zat besi.



CREAM SOUP TEMPE



Untuk 2 porsi
 Energi: 260 kkal
 Protein: 13,8 gram
 Lemak: 16,1 gram
 Karbohidrat: 17,7 gram
 Zat besi: 1,6 mg

Bahan:

- tempe kukus 50 gram
- daging ayam 50 gram
- jagung manis pipil 50 gram
- bawang Bombay 50 gram
- mentega 2 sdm
- maizena 1 sdt
- daun bawang 1 batang
- kaldu ayam 750 ml
- wortel 15 gram
- bawang putih 2 siung
- garam,
- lada bubuk
- keripik tempe sebagai pendamping

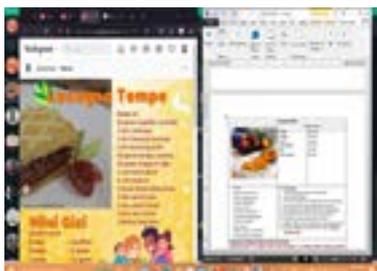
Cara Membuat:

- Buat kaldu ayam
- Panaskan mentega, tumis bawang putih dan bawang Bombay
- Masukkan tempe yang telah dikukus dan daging ayam yang sudah dihaluskan ke dalam tumisan bawang
- Masukkan jagung manis pipil
- Aduk rata semua bahan dan bumbu secukupnya, masak sampai mendidih, sajikan
- Tambahkan daun bawang dan keripik tempe

Penggunaan Hidangan dalam Pengaturan makanan:

- Hidangan ini masuk katagori sup kental, dengan pengental protein nabati, jagung, daging ayam dan topping kripik tempe dan wortel potong kecil-kecil. Sup kental bernilai gizi lebih tinggi dibandingkan sup encer.
- Dengan tekstur lumat bercita rasa creamy dan gurih, hidangan ini sesuai digunakan sebagai modifikasi menu untuk anak yang mulai makanan padat atau makanan pendamping ASI (MPASI). Dapat juga dikonsumsi lansia karena tekstur yang lembut.
- Juga dapat diberikan untuk pasien dengan terapi diet makanan lunak.

LASAGNA TEMPE



Untuk 1 porsi
 Energi: 264 kkal
 Protein: 13 gram
 Lemak: 11,7 gram
 Karbohidrat: 27,5 gram
 Zat besi: 2,2 mg

Bahan Kulit:

- terigu 75 gram
- susu kedelai atau sari tempe 100 ml
- minyak goreng 1 sdm
- garam ½ sdt
- telur ayam 2 butir

Bahan Penutup:

- keju cheddar 25 gram
- mentega 3 sdm
- terigu 3 sdm
- susu kedelai/sari tempe 300 ml
- kaldu bubuk, lada, garam, secukupnya

Bahan Isi:

- paprika (iris dadu) 50 gram
- mentega 2 sdm
- bawang Bombay 3 sdm
- bawang putih 1 sdm
- tempe (cincang) 125 gram
- tempe (cincang) 50 gram
- tempe (iris tipis) 50 gram
- lada bubuk, oregano, garam, kaldu bubuk, secukupnya
- tomat cons 5 sdm
- tomat pasta 5 sdm
- saus tomat 2 sdm
- keju slice 2 lembar

Kulit:

- Campur terigu dengan telur, aduk rata
- Tuang susu sedikit demi sedikit hingga adonan licin dan tidak berbutir
- Beri minyak, aduk rata

Isi:

- Panaskan mentega, tumis bawang putih dan bawang Bombay
- Masukkan tempe cincang, tomat pasta dan saus tomat
- Beri sedikit air, tambah oregano, lada, kaldu, paprika dan garam
- Aduk rata

Penutup:

- Panaskan mentega, masukkan terigu, aduk rata
- Tuang susu kedelai sedikit demi sedikit sampai adonan larut, licin dan tidak berbutir
- Beri kaldu bubuk, keju dan garam dan lada secukupnya

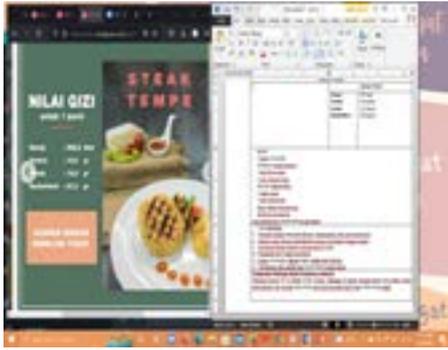
Penyelesaian:

- Susun kulit, adonan isi, tempe, keju slice, hingga 3 lapis
- Tutup dengan adonan penutup
- Panggang dalam oven selama 1,5 jam dengan suhu 180°C
- Angkat dan sajikan

Penggunaan dalam Pengaturan Makanan:

- Hidangan ini merupakan jenis one dish meal

STEAK TEMPE



Untuk 1 porsi
 Energi: 266 kkal
 Protein: 19,5 gram
 Lemak: 10,2 gram
 Karbohidrat: 27,2 gram

Bahan Steak:

- tempe kukus 200 gram
- terigu 1 sdm
- kecap manis 2 sdm
- lada bubuk 1 sdt
- kaldu jamur 1 sdt
- maizena 1 sdm
- bawang Bombay ½ butir
- bawang putih 2 siung
- daun jeruk, daun salam, sereh

Bahan Saus:

- saus tomat 1 sdm
- saus sambal 1 sdm
- lada bubuk 1 sdt
- kaldu jamur 1 sdt
- maizena 1 sdm
- bawang Bombay (cincang) ½ butir
- bawang putih 2 siung
- daun jeruk, daun salam, sereh

Pelengkap:

- wortel, buncis, secukupnya
- kentang 100 gram
- minyak goreng

Cara Membuat:**Steak:**

- Tempe kukus dihaluskan, kemudian campur dengan bahan steak lain
- Setelah tercampur rata, adonan dicetak membentuk daging steak
- Panggang steak sampai kecokelatan dengan api kecil-sedang

Saus:

- Tumis bumbu saus hingga matang
- Masukkan maizena yang sudah dicairkan, agar adonan mengental

Pelengkap:

- Rebus wortel dan buncis yang telah dipotong memanjang
- Kentang digoreng sampai kuning keemasan

Penyajian:

- Susun steak dengan makanan pendamping dan sausnya

Penggunaan Hidangan dalam Pengaturan Makanan:

- Hidangan tempe kali ini adalah steak tempe. Hidangan paripurna (one dish meal) ini dapat menjadi bekal praktis untuk anak sekolah dan remaja yang simple serta tentunya padat kalori dan tinggi protein. Juga dapat menjadi modifikasi menu untuk pasien yang mendapatkan diet makanan biasa.
- Dapat pula diberikan untuk vegetarian sebagai makanan utama.

BURGER TEMPE	
	<p>Untuk 1 porsi Energi: 327 kkal Protein: 22,6 gram Lemak: 12,3 gram Karbohidrat: 33,3 gram</p>
<p>Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • roti burger 2 buah • tempe (kukus) 100 gram • telur ayam 1 butir • terigu 2 sdm • daging giling 50 gram • tomat 1 buah • bumbu kari 1 sdm • daun selada secukupnya • mentimun secukupnya • saus sambal atau mayonnaise sesuai selera 	
<p>Cara Membuat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haluskan tempe yang sudah dikukus, daging giling, telur dan bumbu kari. • Setelah halus adonan ditambahkan tepung, lalu diaduk hingga merata. • Kemudian bentuk adonan menyerupai isi burger • Panggang isian sampai kecokelatan • Susun roti burger, daging burger, selada dan mentimun • Tambahkan saus sambal atau mayonnaise sesuai selera 	
<p>Penggunaan Hidangan dalam Pengaturan Makanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hidangan tempe kali ini adalah burger tempe. • Hidangan ini dapat menjadi bekal praktis untuk anak sekolah dan remaja yang simple dan tentu padat kalori dan tinggi protein. 	

Referensi

1. Sundari D, Almasyhuri, Lamid A. Pengaruh proses pemasakan terhadap komposisi zat gizi bahan pangan sumber protein. Media Litbangkes 2015; 25(4): 235-242.





BAB 6

PENUTUP

Setelah menapaki jejak sejarah dan perkembangannya, tak pelak lagi tempe merupakan makanan tradisional warisan budaya Indonesia yang kaya akan zat gizi dan menyehatkan. Fermentasi sudah mengubah kedelai, bahan bakunya yang paling banyak digunakan dan padat gizi, menjadi makanan yang semakin sarat dengan zat gizi dan komponen bioaktif serta mudah dicerna, sehingga menyehatkan. Dijual segar, didinginkan, atau dibekukan, tempe biasanya lebih sering digoreng hingga permukaannya renyah dan berwarna cokelat keemasan.

Jejak sejarah tempe diduga telah ada di awal tahun 1600-an, di masa Sultan Agung (1613-1645). Namun, dokumentasi mengenai tempe “baru” terlacak tahun 1814 melalui Serat Centini, yang ditulis RMA Sumahatmaka atas permintaan Kanjeng Gusti Pangeran Adipati Anom, putra Sunan Pakubuwana IV, yang kelak bertakhta sebagai Sunan Pakubuwana V dari Surakarta, Jawa Tengah. Pada manuskrip itu tercatat, Mas Cebolang, yang melakukan perjalanan antara Candi Prambanan dan Pajang melewati Tembayat, Kabupaten Klaten, dihidangkan sajian olahan tempe seperti opor tempe. Pada manuskrip tersebut juga tercantum, dalam perjalanan, di Desa Busan rombongan Jayengresmi (Syekh Amongraga, putra Sunan Giri Prapen) dijamu oleh Ki Arsengbudi dengan hidangan banquet yang terdapat serundeng tempe. Tampak, tempe adalah makanan tradisional bersejarah yang menjadi sajian pilihan bagi tamu terpandang di masyarakat.

Fermentasi membuat tempe memiliki rasa enak, tekstur mirip daging yang bisa diiris, dan kandungan gizi yang unggul; proses yang sama dalam produksi keju dan roti. Umumnya, fermentasi tempe dapat meningkatkan protein kasar, protein larut, asam amino, serat kasar, probiotik, mineral, vitamin B (B_{2r} , B_{3r} , B_{6r} , B_{9r} , biotin); menghasilkan vitamin B_{12} dan senyawa bioaktif (peptida, isoflavon); serta menurunkan kadar lemak kasar, zat antigizi dan alergen. Bersamaan dengan itu, kedelai tersebut menjadi empuk dan waktu memasak yang dibutuhkan untuk memproduksi makanan yang praktis dan cepat dimasak menjadi sangat berkurang.

Di Indonesia, tempe sudah dikonsumsi sebagai sumber protein pokok yang terjangkau, khususnya di pulau Jawa dan Bali, lebih dari 300 tahun. Kandungan protein tempe bersaing dengan sumber protein makanan lain. Tempe kedelai segar mengandung protein 14 persen (tempe pasar) sampai 20,8 persen (tempe kedelai murni) dibandingkan makanan lain sumber protein seperti daging sapi segar (18,8%), daging ayam segar (18,2%). Adapun kualitas protein (persen protein total yang sebenarnya bisa dimanfaatkan tubuh) tempe hanya sedikit lebih rendah dari daging sapi atau ayam.

Kandungan dan mutu protein, serat pangan, vitamin dan mineral, probiotik, peptida, fitoestrogen isoflavon dalam tempe yang unggul membuatnya mempunyai manfaat kesehatan yang potensial. Suple-mentasi makanan formula yang mengandung tempe pada anak-anak Indonesia umur 6-24 bulan dengan diare akut dapat memperpendek lama diare, meningkatkan berat badan dan

status gizinya. Pemberian suplemen tempe berupa minuman (setara dengan tempe segar 96,5 gram per hari/subjek), tiga dosis sehari pada subjek laki-laki dan perempuan, bisa menurunkan kolesterol total, kolesterol LDL, dan trigliserida. Riset Muljati et al. (2003), yang dilakukan pada perempuan menopause di Tanah Datar (Sumatra Barat) dan Bantul (DI Yogyakarta) menunjukkan bahwa perempuan yang kurang asupan fitoestrogen dari kedelai dan olahannya (termasuk tempe) berisiko tinggi mengalami menopause dini.

Di antara kacang-kacangan dan olahannya, kedelai dan olahannya paling banyak dikonsumsi di Indonesia, terutama oleh penduduk usia 19 tahun ke atas. Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) Indonesia menunjukkan, 92,9 persen dari kacang-kacangan dan olahannya yang dikonsumsi rata-rata penduduk Indonesia per hari/orang adalah kedelai dan olahannya (52,7 gram dari 56,7 gram per hari/orang). Kedelai dan olahannya paling banyak dikonsumsi oleh kelompok umur di atas 55 tahun (65,7 gram). Sementara di Indonesia konsumsi kacang-kacangan dan olahannya terbanyak dan di atas rata-rata nasional terdapat di Jawa Timur (96,9 persen), Jawa Tengah (89,3 persen), DI Yogyakarta (79,5 persen), DKI Jakarta (66,9 persen), Jawa Barat (64,8 persen). Dengan konsumsi kedelai dan olahannya sebanyak 52,7 gram per hari/orang, Indonesia tergolong memiliki diet (pola makan) rendah legum.

Pola makan rendah legum termasuk 1 dari 15 pola makan tidak sehat penyebab utama kematian akibat penyakit tidak menular (PTM) di dunia, khususnya penyakit kardiovaskular, diabetes, kanker. Studi Global Burden of Disease 2019 menunjukkan bahwa pada 2019 pola makan rendah legum merupakan faktor risiko pola makan ke-3 penyebab utama kematian global karena PTM, setelah asupan natrium tinggi dan konsumsi sereal utuh rendah. Pola makan rendah legum didefinisikan sebagai konsumsi legum rata-rata kurang dari 90-100 gram per hari.

Padahal, tempe tergolong makanan tradisional Indonesia yang populer. Karena sudah menjadi bagian dari budaya makan Indonesia, tempe tetap menjadi pilihan favorit masyarakat, yang tidak terpengaruh signifikan oleh kelangkaan stok kedelai dan kenaikan harganya. Hal itu terungkap dari jajak pendapat Litbang Kompas, 22-24 Februari 2022, via telepon terhadap 506 responden berusia minimal 17 tahun dari 34 provinsi [Kompas, 6 Maret 2022]. Mayoritas responden (84,4 persen) mengaku masih tetap membeli makanan olahan kedelai atau tidak terpengaruh dengan isu kenaikan harga, dan tempe disukai oleh 84,6 persen responden.

Jadi, sebenarnya konsumsi tempe di masyarakat masih sangat mungkin dapat ditingkatkan. Apalagi, mengingat tempe merupakan makanan padat gizi dan menyehatkan. Semoga ketersediaan informasi dalam buku ini, yang tersebar di masyarakat, pada gilirannya akan dapat meningkatkan konsumsi tempe di masyarakat. ***

