



KACANG LEBUI

Gizi, Senyawa Bioaktif, dan Pemanfaatannya

Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., M.P

Dr. Atina Rahmawati, STP. M.P

Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., M.P
Dr. Atina Rahmawati, STP. M.P

KACANG LEBUI
Gizi, Senyawa Bioaktif, dan Pemanfaatannya



Penerbit Forind

KACANG LEBUI
Gizi, Senyawa Bioaktif, dan Pemanfaatannya

Copyright©:

Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., M.P

Dr. Atina Rahmawati, STP. M.P

ISBN:

Cover & Layout: Tim Forind

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

KACANG LEBUI
Malang: Forind, 2024
15,5 x 23 cm
vi + 77 hlm

Cetakan Pertama: September 2024

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

PRAKATA PENULIS

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Buku Kacang Lebul Gizi, Senyawa Bioaktif, dan Pemanfaatannya edisi 2 dengan lancar.

Kami mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai Penelitian Terapan 2024 dan PDUPT Tahun 2022, Universitas Tribhuwana Tungadewi, serta semua pihak yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk dapat menyusun buku ini.

Buku Kacang Lebul Gizi, Senyawa Bioaktif, dan Pemanfaatannya edisi 2 ini berisi tentang jenis kacang lebul, potensi gizi dan senyawa bioaktif yang terdapat di dalam kacang lebul, proses fermentasi yang dapat menghasilkan produk dengan komponen gizi dan senyawa bioaktif dari kacang lebul, serta pemanfaatan kacang lebul dalam berbagai produk pangan.

Harapan kami, semoga Buku Kacang Lebul Gizi, Senyawa Bioaktif, dan Pemanfaatannya edisi 2 ini dapat memberikan sumbangan informasi yang berguna dalam khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi bidang pertanian secara umum dan khususnya bidang agroindustri dan teknologi hasil pertanian, terutama tentang eksplorasi potensi lokal

kacang lebuī yang mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai sumber produk pangan fungsional.

Malang, September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA PENULIS	iii
DAFTAR ISI	v
BAG. 1. KACANG LEBUI (<i>Cajanus sp.</i>)	1
BAG. 2. SENYAWA BIOAKTIF	4
A. Definisi Senyawa Bioaktif	4
B. Jenis Senyawa Bioaktif	9
BAG. 3. <i>BIOACTIVE CARBOHYDRATE</i>	28
BAG. 4. POTENSI KACANG LEBUI	31
A. GIZI	32
B. Senyawa Bioaktif	42
BAG. 5. PEMANFAATAN KACANG LEBUI	55
A. Tempe Kacang Lebuli	55
B. Coklat Tempe Kacang Lebuli	56
C. Bubur Siap Saji	58
D. Es Krim Fungsional	59
DAFTAR PUSTAKA	61
DAFTAR ISTILAH	72
PROFIL PENULIS	76

Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., MP
Dr. Atina Rahmawati, STP. MP

KACANG LEBUI
Gizi, Senyawa Bioaktif, dan Pemanfaatannya

1

KACANG LEBUI

(*Cajanus sp.*)



Kacang lebei (*Cajanus sp.*) – kacang hitam lokal khas Pulau Lombok NTB

Kacang lebei (*Cajanus sp.*) merupakan nama lokal jenis kacang hitam suku *Leguminosae* dari Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat. Tanaman kacang lebei dapat ditemui pada lahan-lahan kering ataupun pematang sawah.

Tanaman kacang lebei mempunyai ciri morfologis yang hampir sama dengan tanaman dalam suku *Leguminosae* lainnya, namun biji kacang lebei mempunyai ukuran yang

Tanaman kacang lebei mempunyai keunggulan mampu tumbuh pada tanah yang sangat kering dan rendah unsur hara. Selain itu, tanaman suku *Leguminosae* juga mempunyai toleransi yang tinggi terhadap suhu lingkungan yang panas, mampu tumbuh lebih dari 6 bulan pada musim kering, tumbuh baik pada pH 5-7, dan mampu bertoleransi pada pH 4,5-8,4 (Mullen et al., 2003; Cook et al., 2005; Taylor, 2005; Le Houérou, 2012; *Tropical permaculture*, 2012).

lebih kecil, berbentuk bulat, kulit biji yang lebih keras, warna kulit yang lebih hitam, dan warna air rendaman yang lebih hitam pekat.

Sifat tanaman kacang lebu yang mempunyai toleransi terhadap perubahan musim dan dapat ditemui sepanjang tahun, mengakibatkan ketersediaannya cukup melimpah. Kacang lebu hanya dimanfaatkan sebagai makanan tradisional oleh masyarakat Lombok. Padahal potensinya sangat tinggi sebagai tanaman bahan obat herbal atau diekstrak senyawa penting di dalamnya. Senyawa penting tersebut termasuk senyawa bioaktifnya, yang selanjutnya sangat dimungkinkan untuk diolah lebih lanjut sebagai pangan fungsional.

Menurut Strobel and Daisy (2003) dan Elhassaneen *et al.* (2016), senyawa bahan alam dari tanaman yang dapat berfungsi sebagai obat penyakit infeksi.

Senyawa bioaktif tersebut, diantaranya flavonoid, fenolik, antosianin (Wink, 2013), terpenoid (Tan and Zou, 2001), dan serat pangan pada aneka kacang (Liu, 2013; Guaadaoui *et al.*, 2014).

Senyawa bioaktif yang diekstrak dari bahan alam juga digunakan sebagai bahan obat dan digunakan sebagai obat yang dapat membantu menurunkan gula darah pada penderita diabetes, dan mempunyai aktivitas antioksidan.



Tanaman kacang lebu

Ekstrak serbuk kacang lebei yang telah difermentasi mengandung protein, lipid, kadar air, abu, serat, dan karbohidrat masing-masing sebesar 26,33%; 13,60%; 14,24%; 3,28%; 16,03%; dan 26,54%.



Tanaman kacang lebei
Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Senyawa bioaktif yang teridentifikasi adalah fenolik, flavonoid, dan antosianin, masing-masing 78,544 mgGAE/g; 217.358 mgQE/g; dan 147.665 ppm (Mushollaeni & Tantal, 2021).



SENYAWA BIOAKTIF



Suatu bahan alami atau dapat berupa bahan sintetis dari bahan alam yang jika dikonsumsi akan dapat berinteraksi dengan jaringan tubuh dan mempunyai manfaat yang beragam bagi kehidupan.

A. Definisi Senyawa Bioaktif

Senyawa bioaktif menurut *NCI Dictionary of Cancer Terms* (2016) adalah suatu senyawa yang berasal dari buah, sayuran, kacang, minyak, biji tanaman, hewan atau mikroba (Guaadaoui et al., 2014) yang dapat mempengaruhi aktivitas biologis dalam tubuh (Cammack et al., 2006) dan secara farmakologis dapat mendukung kesehatan (Bernhoft, 2010). Tan and Zou (2001) juga Bernhoft (2010) menambahkan

bahwa senyawa bioaktif dapat merupakan komponen metabolit sekunder yang diproduksi sebagai hasil proses biokimia dalam sel.

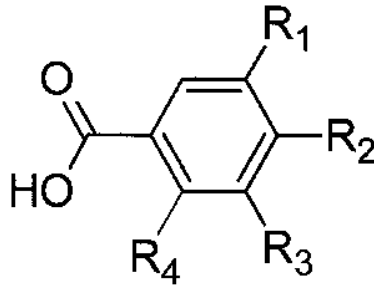
Senyawa bioaktif yang terdapat terutama dalam tanaman, dapat berupa senyawa gizi atau non-gizi atau dengan kata lain merupakan komponen ekstranutrisi yang biasanya terdapat dalam jumlah kecil dalam suatu bahan alam, yang jika dikonsumsi akan memberikan dampak baik (dampak bioaktif) bagi tubuh, diantaranya adalah untuk menjaga atau memelihara kesehatan tubuh (Kris-Etherton *et al.*, 2002; Biesalski *et al.*, 2009; Martirosyan *et al.*, 2022).

Senyawa bioaktif dapat digunakan atau ditambahkan sebagai suplemen pangan, bahan tambahan pangan (BTM), bahan obat, pangan fungsional, atau berbagai kebutuhan lainnya (Augustin and Sanguansri, 2012; Essien *et al.*, 2020; Vilas-Boas *et al.*, 2021).

Metabolit sekunder yang diekstraksi dari bahan alam terutama dalam tanaman, termasuk antibiotik, diproduksi di alam dan berfungsi untuk kelangsungan hidup organisme yang memproduksinya. Metabolit sekunder dalam tanaman sendiri merupakan zat yang diproduksi untuk menjadi zat pertahanan diri dari pengaruh lingkungan dan organisme pengganggu bagi tanaman tersebut.

Zat metabolit sekunder dapat membantu induksi pembungaan, pembentukan buah dan absisi, mempertahankan kondisi tanaman dari kerusakan, serta dapat menjadi zat

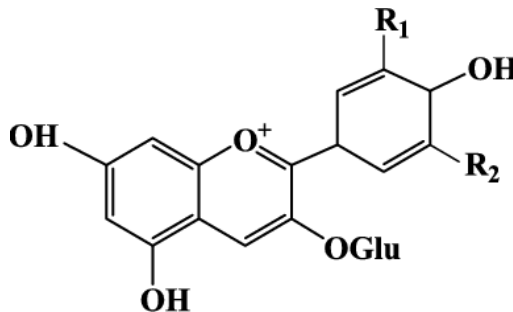
atraktif bagi tumbuhan (Demain *and* Fang, 2000; Teoh, 2015).



Salicylic acid ($R_4 = \text{OH}$, $R_1, R_2, R_3 = \text{H}$);
Gentisic acid ($R_1, R_3 = \text{OH}$; $R_2, R_4 = \text{H}$);
p-Hydroxybenzoic acid ($R_2 = \text{OH}$; $R_1, R_3, R_4 = \text{H}$);
Protocatechuic acid ($R_1, R_2 = \text{OH}$; $R_3, R_4 = \text{H}$);
Vanillic acid ($R_1 = \text{OCH}_3$; $R_2 = \text{OH}$; $R_3, R_4 = \text{H}$);
Gallic acid ($R_1, R_2, R_3 = \text{OH}$; $R_4 = \text{H}$);
Syringic acid ($R_1, R_3 = \text{OCH}_3$; $R_2 = \text{OH}$; $R_4 = \text{H}$)

Struktur kimia senyawa fenolik
Sumber: de Lourdes Reis Giada (2013)

Metabolit sekunder dari tanaman dapat digunakan sebagai bahan antimikroba, sehingga banyak jenis obat herbal menggunakan senyawa tersebut untuk meningkatkan kualitas obat (Demain *and* Fang, 2000; Teoh, 2015).



Struktur kimia senyawa antosianin
Sumber: Tadesse et al. (2012)

Pangan yang mengandung zat-zat tertentu dari senyawa bioaktif, yang memberikan manfaat bagi kesehatan dalam konsentrasi tertentu, akan memberikan dampak yang lebih baik bagi tubuh jika dibandingkan dengan pangan konvensional tanpa tambahan senyawa bioaktif. Pangan tersebut dinamakan pangan fungsional (Augustin *and* Sanguansri, 2012; Moldes *et al.*, 2017; Faustino *et al.*, 2019).

Bahan tambahan pangan adalah suatu bahan yang ditambahkan pada pangan pada saat pengolahannya, dengan tujuan untuk memperbaiki mutu pangan dan/atau daya simpan pangan (Augustin *and* Sanguansri, 2012; Moldes *et al.*, 2017; Faustino *et al.*, 2019).

Saat ini paradigma masyarakat untuk mengkonsumsi produk pangan yang mengandung senyawa bioaktif ataupun memasukkan bahan tambahan pangan alami yang mengandung senyawa bioaktif ataupun suplemen pangan semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan dorongan yang signifikan atas kesadaran konsumen untuk menjadi lebih sehat dan menjaga kesehatannya, atau dalam kata lain lebih sadar akan manfaat *nutraceuticals* dan suplemen makanan dalam meningkatkan kesehatan (Augustin *and* Sanguansri, 2012; Moldes *et al.*, 2017; Faustino *et al.*, 2019).

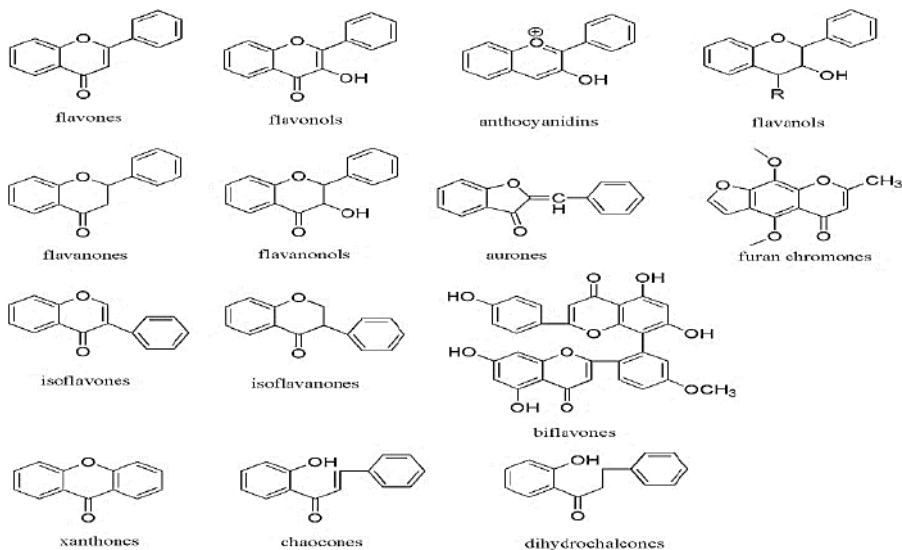
Nutraceuticals dan suplemen makanan merupakan dua istilah yang mempunyai kemiripan, dikarenakan fungsi dan bentuk bahan alam yang telah diekstrak dan dikemas dalam bentuk tablet atau kapsul. Namun demikian, berda-

sarkan perspektifnya, bahwa bahan atau produk *nutraceuticals* merupakan bagian khusus dari suplemen makanan.



Tanaman kacang lebu
Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Bagian khusus tersebut merupakan suatu bahan atau gabungan bahan yang dipergunakan untuk suatu produk mengandung efek obat, walaupun produk akhirnya tidak memerlukan kelulusan dari suatu tes yang sama seperti halnya kelulusan tes pada obat-obatan khusus (Moldes *et al.*, 2017; Vilas-Boas *et al.*, 2021).



Bioactive flavonoids
 Sumber: Wang et al. (2018)

B. Jenis Senyawa Bioaktif

Banyak senyawa bioaktif telah ditemukan dan diteliti untuk diekstrak dari bahan alamnya. Namun demikian, senyawa bioaktif sangat bervariasi baik dari segi struktur maupun fungsi kimianya. Berbagai jenis senyawa bioaktif diantaranya senyawa fenolik, flavonoid, fitoestrogen, antosianin, dan kelompok terpenoid. Senyawa fenolik, termasuk subkategorinya, flavonoid, terdapat pada hampir semua jenis tanaman.

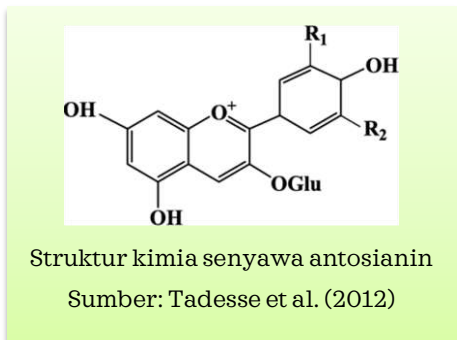
Berbagai penelitian terdahulu menyatakan bahwa flavonoid secara umum terdapat dalam aneka jenis sereal, aneka jenis kacang, minyak zaitun, sayuran, aneka buah, teh, dan anggur merah. Banyak senyawa fenolik memiliki

sifat antioksidan untuk mencegah terjadinya penyakit degeneratif dan kanker.

Berbagai fitoestrogen memiliki sifat antioksidan, yang banyak ditemukan dalam kedelai, tetapi juga dalam minyak aneka biji, aneka jenis buah, dan sayuran (Kris-Etherton *et al.*, 2002; Bernhoft, 2010). Tanaman dalam genus *Leguminosae* mengandung jenis dan jumlah senyawa bioaktif yang lebih banyak daripada jenis tanaman yang lain diantaranya kelompok terpenoid, fenolik, flavonoid, antosianin, alkaloid, fenilpropanoid, katekin, tanin, dan saponin. Kelompok terbesar dalam senyawa tersebut adalah kelompok fenolik yaitu termasuk flavonoid dan terpenoid. (Bernhoft, 2010; Wink, 2013).

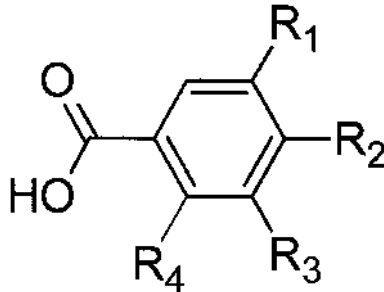
1) Fenolik

Kelompok fenolik yang secara umum ditemukan dalam bahan alam diantaranya isoflavon, flavon, flavonol, flavanon, flavanonol, dan *flavan-3-ols*, sedangkan kelompok terpenoid yaitu monoterpenoid, sequiterpenoid, fenilpropanoid, diterpenoid, dan triterpenoid (Bernhoft, 2010; Wink, 2013).



Jumlah dan kualitas senyawa bioaktif tersebut sangat beragam yang tergantung dari jenis bahan baku, kondisi

awal komponen dalam bahan, kondisi dan lokasi tempat hidup tanaman, serta proses ekstraksinya.



Salicylic acid ($R_1 = \text{OH}$, $R_2, R_3, R_4 = \text{H}$);
Gentisic acid ($R_1, R_3 = \text{OH}$; $R_2, R_4 = \text{H}$);
p-Hydroxybenzoic acid ($R_2 = \text{OH}$, $R_1, R_3, R_4 = \text{H}$);
Protocatechuic acid ($R_1, R_2 = \text{OH}$; $R_3, R_4 = \text{H}$);
Vanillic acid ($R_1 = \text{OCH}_3$, $R_2 = \text{OH}$; $R_3, R_4 = \text{H}$);
Gallic acid ($R_1, R_2, R_3 = \text{OH}$; $R_4 = \text{H}$);
Syringic acid ($R_1, R_3 = \text{OCH}_3$; $R_2 = \text{OH}$; $R_4 = \text{H}$)

Struktur kimia senyawa fenolik
Sumber: de Lourdes Reis Giada (2013)

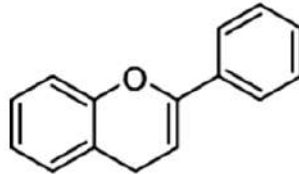
Umumnya, senyawa fenol atau fenolik ditemukan dalam ekstrak dari tanaman. Senyawa fenolik tersebut merupakan salah satu jenis metabolit sekunder utama yang dihasilkan oleh tanaman.

Dinyatakan oleh Oksana *et al.* (2012) bahwa senyawa tersebut dapat ditemui dalam ekstrak tanaman secara umum, dan tersebar luas pada berbagai jenis tanaman.

Metabolit sekunder tersebut merupakan suatu zat yang diproduksi oleh tanaman, yang berfungsi untuk melindungi diri mereka terhadap pengaruh kompetitif di lingkungannya.

Lebih dari 50.000 metabolit sekunder telah ditemukan dalam ekstrak berbagai jenis tanaman dan beberapa jenisnya

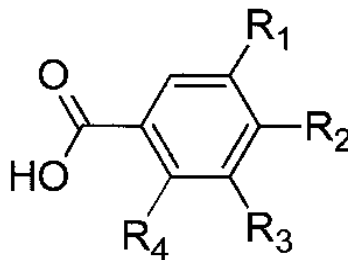
telah digunakan sebagai bahan alam dalam obat modern (Teoh, 2015).



Flavonoids

Struktur kimia flavonoid
Sumber: Mutha et al. (2021)

Penambahan senyawa fenolat dalam pangan berfungsi sebagai antioksidan dan melindungi pangan yang mengandung lemak dari paparan oksidasi yang mengakibatkan ketengikan oksidatif (Karakaya, 2004; Naczka and Shahidi, 2004).

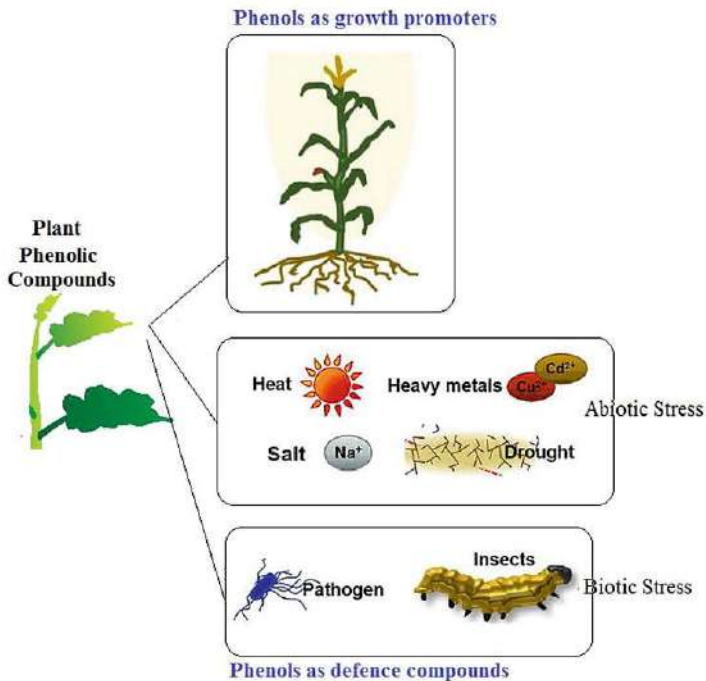


Salicylic acid ($R_4 = \text{OH}$, $R_1, R_2, R_3 = \text{H}$);
Gentisic acid ($R_1, R_3 = \text{OH}$; $R_2, R_4 = \text{H}$);
p-Hydroxybenzoic acid ($R_2 = \text{OH}$; $R_1, R_3, R_4 = \text{H}$);
Protocatechuic acid ($R_1, R_2 = \text{OH}$; $R_3, R_4 = \text{H}$);
Vanillic acid ($R_1 = \text{OCH}_3$, $R_2 = \text{OH}$; $R_3, R_4 = \text{H}$);
Gallic acid ($R_1, R_2, R_3 = \text{OH}$; $R_4 = \text{H}$);
Syringic acid ($R_1, R_3 = \text{OCH}_3$; $R_2 = \text{OH}$; $R_4 = \text{H}$)

Struktur kimia senyawa fenolik
Sumber: de Lourdes Reis Giada (2013)

Selain penyebutan senyawa fenolik atau fenol, Harborne (1989) dan Oksana *et al.* (2012), juga menyatakan istilah dalam penyebutan senyawa "fenolik" atau "polifenol". Kedua senyawa tersebut didefinisikan secara kimia sebagai zat yang memiliki cincin aromatik yang mengandung satu (fenol) atau lebih (polifenol) substituen hidroksil, termasuk turunan fungsional (ester, metil eter, glikosida, dan lain-lain).

Istilah fenolik dan polifenol mengacu pada semua metabolit alami sekunder yang muncul secara biogenetik dari jalur shikimate-phenylpropanoids-flavonoids, yang menghasilkan fenol dan polifenol dalam bentuk monomer dan polimer.

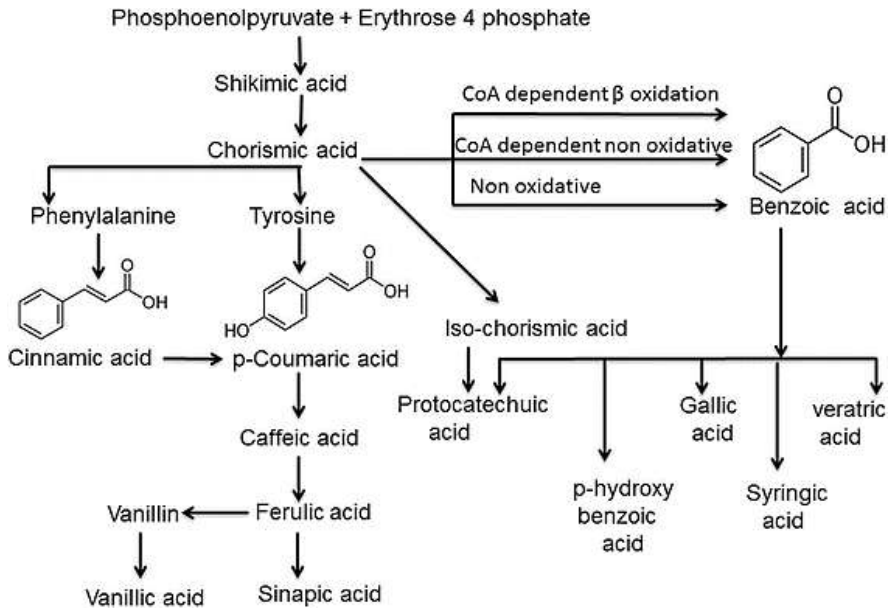


Fungsi senyawa fenolik bagi tanaman
Sumber: Pratyusha (2021)

Telah diketahui bahwa proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh tanaman akan menghasilkan dua jenis metabolit yaitu metabolit primer dan sekunder. Metabolit sekunder merupakan hasil metabolisme tanaman yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta bersifat esensial bagi sel-sel. Senyawa tersebut meliputi lemak, karbohidrat, dan asam nukleat. Sedangkan senyawa metabolit sekunder yang diantaranya adalah fenolik adalah produk dari beberapa jalur biosintesis, yang dapat ditemui pada beberapa jenis tanaman tertentu (Scalbert and Williamson, 2000; de Lourdes Reis Giada, 2013).

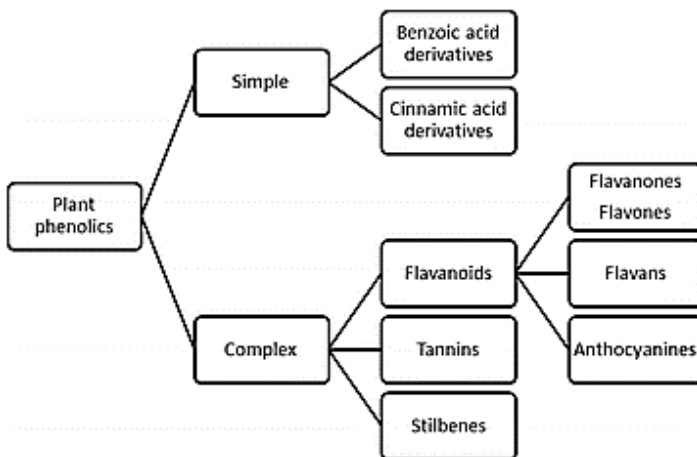
Fenilalanin dan/atau tirosin adalah prekursor untuk sintesis asam fenolik melalui *shikimate pathway* dan jalur sintesis tersebut juga dapat menunjukkan jalur biosintesis pembentukan asam fenolik oleh tanaman. Penambahan gugus hidroksil ke dalam cincin fenil adalah langkah kunci dalam biosintesis asam fenolik (Pacheco-Palencia *et al.*, 2008; Tzin and Galili, 2010; Vogt, 2010; Anantharaju *et al.*, 2016).

Berdasarkan keheterogenitasan struktur dari asam fenolik, yang bervariasi mulai dari struktur cincin aromatik dengan berat molekul rendah hingga senyawa polimer yang mempunyai berat molekul tinggi, maka senyawa fenolik dapat diklasifikasikan mulai dari senyawa fenolik sederhana hingga yang kompleks (Pacheco-Palencia *et al.*, 2008; Tzin



Sintesis senyawa fenolik oleh tanaman melalui *shikimate pathway*

Sumber: Anantharaju *et al.* (2016)

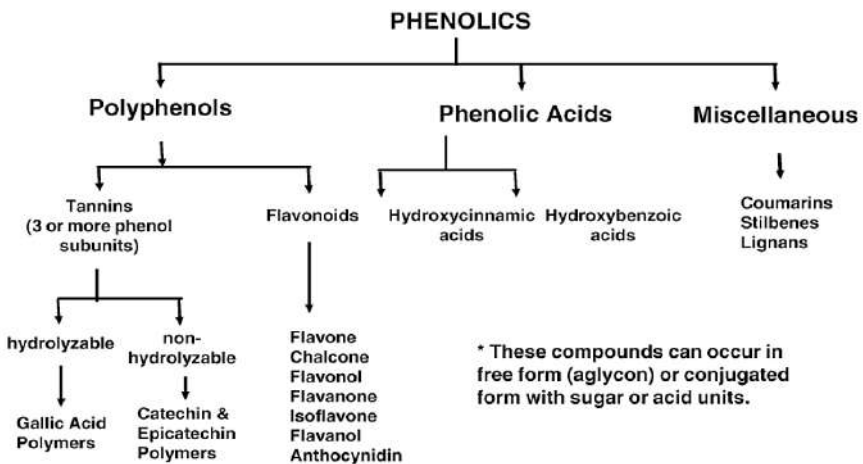


Klasifikasi senyawa fenolik yang dihasilkan oleh tanaman

Sumber: Anantharaju *et al.* (2016)

Pada umumnya, senyawa fenolik mempunyai dua atau lebih gugus hidroksil. Struktur fenol yang terdiri dari cincin aromatik, dapat membawa satu hidroksil yang disebut fenol dan yang membawa lebih banyak hidroksil disebut polifenol. Beberapa klasifikasi fenol telah disusun berdasarkan kerangka dasarnya (Oksana *et al.*, 2012).

Senyawa fenolik juga dapat dibagi menjadi tiga kelas utama berdasarkan distribusi atau keberadaannya di alam yaitu terdistribusi terbatas, terdistribusi secara luas dalam tanaman di alam, dan yang merupakan polimer.



Klasifikasi senyawa fenolik
Sumber: Yang and Guido (2016)

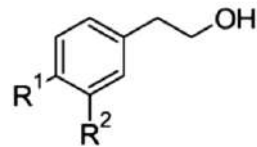
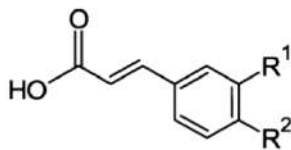
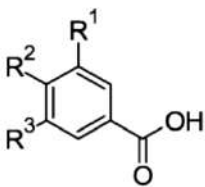
2) Flavonoid

Senyawa dalam golongan flavonoid biasanya ditemukan dalam bentuk glikosilat atau ester dan mempunyai cincin C6-C3-C6, yang disebut dengan cincin A dan B yang

terikat pada tiga cincin karbon (C). Flavonoid mempunyai beragam turunan senyawa yang berasal dari *Phe* dan *malonylcoenzyme A* yang didapatkan dari jalur metabolisme asam lemak (Oksana et al., 2012; Wang et al., 2018).

Senyawa dalam golongan flavonoid terdiri dari enam subgrup yang terdapat dalam tumbuhan tingkat tinggi yaitu *chalcones*, *flavones*, *flavonols*, *flavandiols*, *anthocyanins*, dan *proanthocyanidins*. Beberapa tanaman dapat menghasilkan senyawa golongan flavonoid yang tidak mudah ditemui pada jenis tanaman pada umumnya, diantaranya adalah senyawa isoflavon yang dapat diekstrak pada jenis legum (Oksana et al., 2012; Wang et al., 2018).

Flavonoid juga terbagi menjadi 13 bagian atau kelas, namun yang utama dari senyawa dalam golongan flavonoid yaitu *flavonols*, *flavanols*, *flavones*, *isoflavones*, *anthocyanidins* atau *anthocyanins* dan *flavanones* (Scalbert and Williamson, 2000; de Lourdes Reis Giada, 2013).



Phenolic acids (hydroxy-benzoic and cinnamic acids)

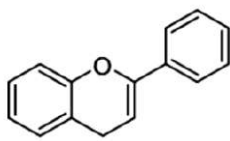
Phenolic acids

Struktur kimia dari phenolic acids

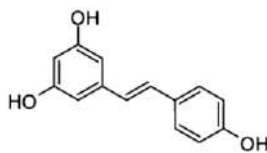
Sumber: Mutha et al. (2021)

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang merupakan bagian dari golongan polifenol. Hingga saat ini,

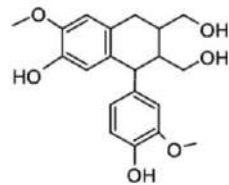
tercatat telah terdapat lebih dari 8000 jenis senyawa turunan flavonoid. Senyawa tersebut diekstrak dari bagian sel tanaman pada berbagai bagian jaringan tanaman. Berbagai jenis tanaman yang mengandung senyawa flavonoid yang ditemukan tersebut, termasuk tanaman yang *edible* dan konsumsinya mempunyai dampak baik bagi kesehatan (Verri *et al.*, 2012; Gan *et al.*, 2018; Patil and Masand, 2018).



Flavonoids



Stilbenes



Anthocyanins

Struktur kimia dari flavonoid, stilbenzena, dan antosianin

Sumber: Mutha *et al.* (2021)

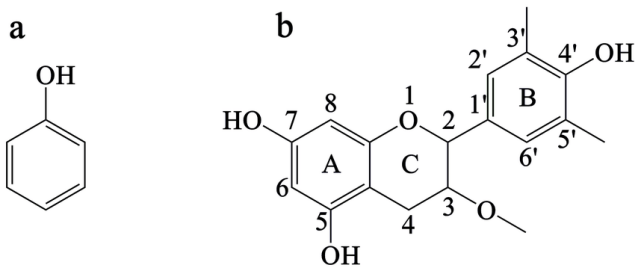
Flavonoid merupakan senyawa bioaktif dan kelompok metabolit sekunder yang pemanfaatannya sangat penting pada berbagai kebutuhan. Tidak hanya bermanfaat sebagai salah satu bahan obat dan suplemen makanan yang baik bagi kesehatan, namun senyawa turunan flavonoid juga digunakan sebagai bahan pewarna alami. Beberapa penelitian juga telah mengkonfirmasi bahwa senyawa flavonoid berfungsi sebagai pencegah penyakit kanker (Muhaisen, 2015; Khajuria *et al.*, 2019; Mushollaeni and Tantalu, 2019).

Pada grup atau kelas senyawa flavonoid, terdapat berbagai variasi struktur terkait dengan derajat hidrogenasi dan hidroksilasinya dari tiga sistem cincin atau tiga ikatan

cincin dalam komponen senyawa tersebut. Flavonoid juga ditemukan dalam bentuk senyawa sulfat dan turunan metil yang berkonjugasi dengan monosakarida dan disakarida untuk membentuk kompleks oligosakarida, lemak, amina, asam karboksilat dan asam-asam organik.

Hingga saat ini telah ditemukan sekitar 6000 hingga 8000 senyawa pada kelas flavonoid dan dapat terus bertambah seiring dengan adanya penemuan-penemuan baru (Duthie et al., 2003; Mutha *et al.*, 2021).

Klasifikasi subklas flavonoid, seperti flavones, *flavanones*, *flavanols*, *flavonols* (*catechins* dan *proanthocyanidins*), *anthocyanidins*, dan *isoflavan*, didasarkan pada keberadaan ikatan rangkap pada posisi C yang ke-4 dan ikatan rangkap antara C2 dan C3 dan adanya gugus hidroksil pada cincin B (Mutha *et al.*, 2021).



Struktur kimia dasar dari non-flavonoids (a) dan flavonoids (b)

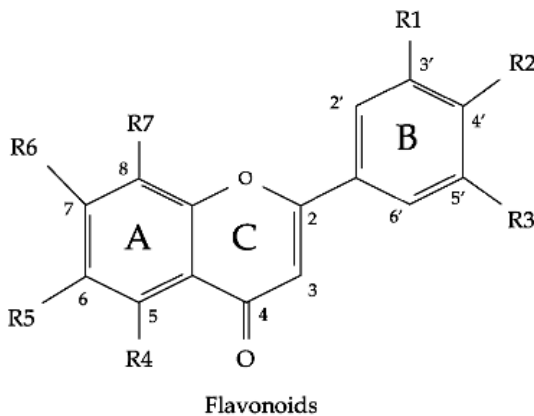
Sumber: Li and Duan (2018)

Dijelaskan pula oleh Khoddami *et al.* (2013) bahwa struktur kimia senyawa dalam grup/klas flavonoid adalah

bervariasi tergantung dari derajat dan pola reaksi *hidroksilasi*, *prenylation*, *alkalization* atau *glycosylation* yang memodifikasi molekul primer.

Modifikasi molekul primer tersebut, dapat berakibat pada perubahan kelarutan senyawa flavonoid dalam air, dan tentunya akan berpengaruh pada bioavailabilitasnya.

Hal tersebut dapat mengubah kelarutan flavonoid dalam air, yang secara langsung dapat mempengaruhi bioavailabilitasnya (Vermerris and Nicholson, 2008; Gutiérrez-Grijalva, 2016).

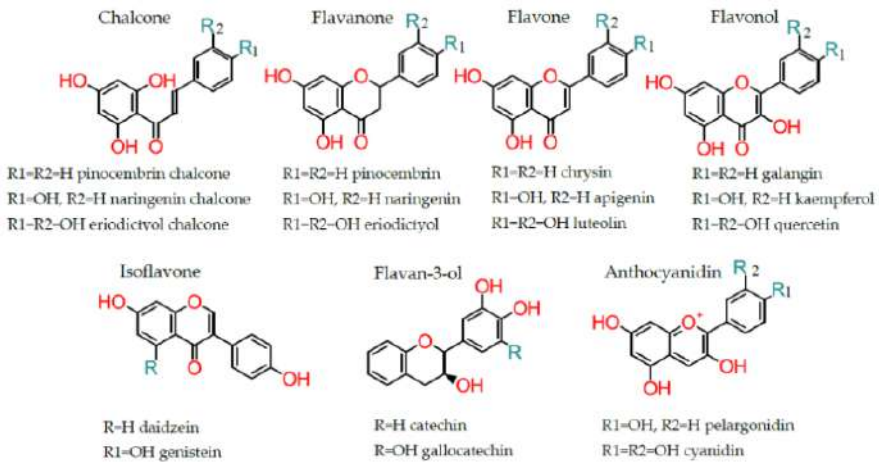


Struktur umum senyawa flavonoid
Sumber: Gutiérrez-Grijalva et al. (2018)

Flavon, yang merupakan senyawa flavonoid paling melimpah ditemui dalam ekstrak tanaman, ditandai dengan adanya gugus keton antara C-2 dan C-3 dan perlekatan cincin B ke C-2. Di antara flavon yang paling banyak tersebar di alam adalah *apigenin*, *luteolin* dan turunannya

(Vermerris and Nicholson, 2008; Gutiérrez-Grijalva, 2016).

Flavonoid adalah salah satu sumber bahan antioksidan yang paling potensial didapatkan dari tanaman. Aktivitas antioksidan oleh flavonoid tersebut, terkait dengan adanya gugus hidroksil pada posisi 3' dan 4' dari cincin B, yang memberikan stabilitas tinggi pada radikal yang terbentuk dengan berpartisipasi dalam perpindahan elektron, dan ikatan rangkap antara karbon C2 dan C3 dari cincin C bersama dengan gugus karbonil pada posisi C4, yang memungkinkan perpindahan elektron dari cincin B (de Lourdes Reis Giada, 2013).

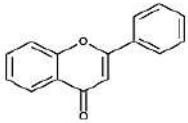
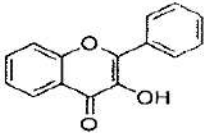
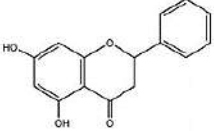
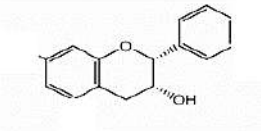
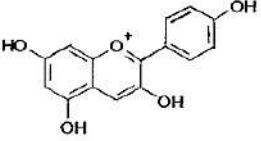
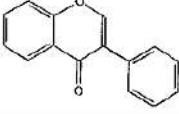


Struktur subklas senyawa flavonoid

Sumber: Rodríguez-García (2019)

Selain itu, gugus hidroksil bebas di posisi 3 cincin C dan di posisi 5 cincin A, bersama dengan gugus karbonil di posisi 4, juga penting untuk aktivitas antioksidan dari senyawa

flavonoid ini (de Lourdes Reis Giada, 2013).

Flavonoid	Basic structure
Flavones	
Flavonols	
Flavanones	
Flavanols	
Anthocyanidins	
Isoflavones	

Struktur kimia senyawa utama dalam golongan flavonoid

Sumber: de Lourdes Reis Giada (2013)

3) Antosianin

Menurut Strobel and Daisy (2003) dan Elhassaneen *et al.* (2016), senyawa bahan alam dari tanaman yang dapat

berfungsi sebagai obat penyakit infeksi, menurunkan gula darah pada penderita diabetes, dan mempunyai aktivitas antioksidan diantaranya golongan flavonoid, fenolik, antosianin (Wink, 2013; Mushollaeni and Tantal, 2019), terpenoid (Tan and Zou, 2001), dan serat pangan pada aneka kacang (Liu, 2013; Guaadaoui *et al.*, 2014; Mushollaeni *et al.*, 2018a; Mushollaeni *et al.*, 2018b). Ditegaskan oleh Swanson (2003) dan Dubtsova *et al.* (2012) bahwa senyawa-senyawa yang mempunyai fungsi biologis, dapat mendukung kesehatan manusia, dan mengobati penyakit disebut senyawa bioaktif.

Vogt (2010) dan Sun *et al.* (2016) menegaskan jika phenylpropanoid yang merupakan komponen penting dalam proses pembentukan metabolit sekunder dan senyawa bioaktif oleh tanaman berada dalam kondisi yang optimal, maka senyawa antosianin yang merupakan salah satu hasil biosintesisnya akan dihasilkan dalam jumlah yang tinggi.



Biji kacang lebui (*Cajanus sp.*)
Sumber: Mushollaeni *et al.* (2017)

Vogt (2010) juga menyatakan bahwa proses metabolisme untuk pembentukan metabolit sekunder termasuk senyawa antosianin dapat menunjukkan adanya kemampuan tanaman dalam beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, serta adanya respons terhadap pengaruh biotik atau abiotik diantaranya ketahanan terhadap gangguan dari hama dan serangga perusak.

Kadar total fenolik dalam ekstrak berhubungan dengan kadar antosianinnya. Tingginya kadar antosianin berpengaruh pada kadar fenolik total. Kondisi ini diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Chew *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar antosianin suatu ekstrak tanaman, maka kadar total fenolik dalam ekstrak tersebut juga tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Torskangerpoll *and* Andersen (2005) dan ditegaskan pula dengan penelitian dari Loypimai *et al.* (2016) bahwa antosianin sangat peka terhadap perubahan pH terutama jika terjadi penurunan, sehingga akan mengakibatkan degradasi dan perubahan struktur antosianin yang kemudian dapat menurunkan kadarnya.

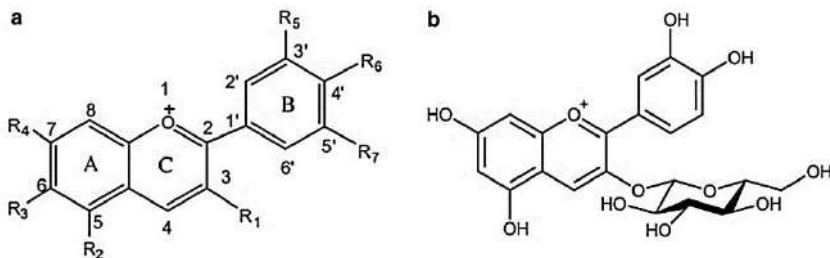
Dilaporkan oleh Capita *et al.* (2006) dan Todorov *et al.* (2017), penurunan pH saat fermentasi dengan *Lactic Acid Bacteria* (LAB) termasuk golongan *Lactobacillus* disebabkan oleh aktivitas metabolisme yang cukup tinggi dari bakteri

tersebut dan ditunjukkan dengan konsentrasi asam laktat yang meningkat dari 0,3% menjadi 0,9% pada pH 5,1-5,5.

Penelitian Askar *et al.* (2015) menyatakan adanya degradasi senyawa antosianin hingga 20% setelah 3 jam penyimpanan dan juga dapat dimungkinkan karena terbentuknya ion-ion hidroksida yang dapat membentuk ion radikal hidroksil walaupun dalam kecepatan pembentukannya relatif rendah.

Penelitian yang dilakukan oleh Lee *et al.* (2011) bahwa ekstrak *Clitoria ternatea* L. dari suku *Fabaceae* yang mengandung antosianin relatif stabil pada suhu maksimal 45°C dan mengalami degradasi hingga 80% pada suhu 5°C.

Marquez *et al.* (2014) juga menyatakan hal yang sama bahwa selama proses dan penyimpanan ekstrak *Tempranillo* yang mengandung kadar antosianin yang tinggi, dibutuhkan suhu optimal 30-40°C, sehingga jika suhunya <30°C atau >40°C akan mengakibatkan penurunan kadar antosianin yang ditunjukkan dengan penurunan warna merah hingga terbentuknya warna oranye pada ekstrak.



Struktur kimia senyawa (a) antosianin dan (b) cyanidin-3-O-glucoside

Sumber: Pojer *et al.* (2013)



Tanaman Kacang Lebu (*Cajanus sp.*)
Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)



BIOACTIVE CARBOHYDRATE

Serat Pangan (*Dietary Fiber*)

Pangan fungsional adalah produk pangan yang mengandung komponen nutrisi, suplemen pangan, atau komponen bioaktif yang dapat berfungsi secara spesifik untuk peningkatan fungsi bagian tubuh tertentu, meningkatkan kesehatan tubuh, meningkatkan sistem imun tubuh, mencegah terjadinya penyakit tertentu, dan atau mengurangi resiko penyakit (Hasler, 2002; Jago, 2004).

Pangan fungsional tersebut berupa produk pangan yang diperkaya atau difortifikasi dengan komponen atau bahan-bahan spesifik yaitu mineral, vitamin, asam lemak, serat pangan, senyawa bioaktif atau probiotik (EUFIC, 2006).

Studi sebelumnya telah meninjau bukti yang menunjukkan bahwa struktur mikro makanan dapat mempengaruhi bioaksesibilitas dan bioavailabilitas beberapa nutrisi, yang sebagian besar mengacu pada antioksidan (Parada *and* Aguilera, 2007).



Kacang lebui

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

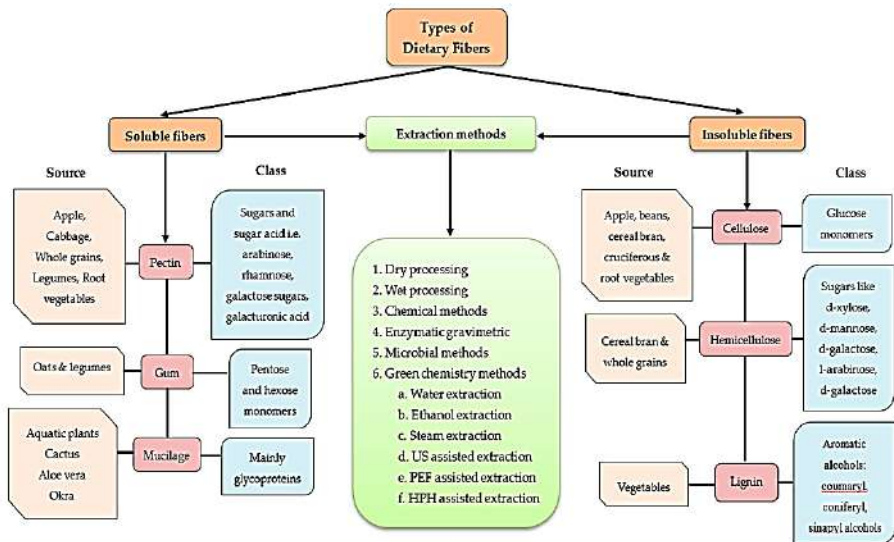
Saat ini, banyak penelitian yang mengkaji hubungan serat pangan dari beberapa jenis tanaman dengan antioksidan selama konsumsi oleh manusia, melalui interaksi fisik dan kimia yang memodulasi pelepasannya ke saluran cerna.

Secara umum, efek utama serat pangan pada usus depan adalah memperpanjang waktu pengosongan lambung. Namun demikian, hal tersebut tergantung pada bentuk fisikokimia serat, dan khususnya, pada pengaruhnya terhadap viskositas digesta (Palafox-Carlos *et al.*, 2011).

Pada prinsipnya, serat pangan merupakan polimer karbohidrat, seperti selulosa, hemiselulosa, lignin dan pektin, yang berfungsi untuk membentuk struktur pada dinding sel tanaman. Penggolongan serat pangan berdasarkan tingkat kelarutannya dalam air yaitu serat pangan larut (*soluble dietary fiber - SDF*) dan serat pangan tidak larut (*insoluble*

dietary fiber - IDF). Jenis serat larut pangan, diantaranya pektin (gula dari aneka biji tanaman dan aneka kacang, gum (monomer gula dari aneka jenis kacang), dan mucilage (tanaman air, kaktus, lidah buaya, okra, serta glikoprotein dari bahan tambahan makanan).

Jenis serat pangan tidak larut termasuk diantaranya selulosa (monomer glukosa dari aneka buah, sayuran yang berakar, dan lainnya), hemiselulosa (gula kompleks dari dedak aneka sereal dan aneka biji), dan lignin (alkohol aromatik dari sayuran) (Hussain *et al*, 2020).



Jenis serat pangan, sumber, dan metode ekstraksinya

Sumber: Hussain *et al*. (2020)



POTENSI KACANG LEBUI



Kacang lebei hanya dimanfaatkan sebagai makanan tradisional oleh masyarakat Lombok. Padahal potensinya sangat tinggi sebagai tanaman bahan obat herbal atau diekstrak senyawa penting di dalamnya. Menurut Strobel *and* Daisy (2003) dan Elhassaneen *et al.* (2016), senyawa bahan alam dari tanaman yang dapat



Polong kacang lebei
Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)



Kacang lebei siap diolah
Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

berfungsi sebagai obat penyakit infeksi, menurunkan gula darah pada penderita diabetes, dan mempunyai aktivitas antioksidan diantaranya golongan flavonoid, fenolik, antosianin (Wink, 2013), terpenoid (Tan *and* Zou, 2001), dan serat pangan pada aneka kacang (Liu, 2013; Guaadaoui *et al.*, 2014).

Ditegaskan oleh Swanson (2003) dan Dubtsova *et al.* (2012) bahwa senyawa-senyawa yang mempunyai fungsi biologis, dapat mendukung kesehatan manusia, dan mengobati penyakit disebut senyawa bioaktif. Namun demikian hingga saat ini belum terdapat penelitian yang mengungkapkan komposisi gizi, serta jenis dan komposisi senyawa bioaktif yang ada dalam kacang lebuli serta potensi pemanfaatannya lebih lanjut.

A. Gizi

Biji tanaman *Leguminosae* secara umum mengandung komponen gizi makro dan mikro yaitu protein, lemak, karbohidrat, serat, air dan mineral.

Multari *et al.* (2015) menambahkan bahwa biji tanaman *Leguminosae* yang mengandung protein 18% hingga 25% (b/b) dapat menggantikan sebagian besar kebutuhan protein dari bahan hewani.



Kacang lebu

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Kadar protein pada kacang lebu berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Mushollaeni *and* Tantal (2019; 2021) dan Mushollaeni *et al* (2017; 2019) menunjukkan bahwa proses pengolahan kacang lebu menjadi bentuk bubuk dan yang telah mengalami proses fermentasi, lebih efektif untuk membantu proses ekstraksi komponen gizi dan senyawa bioaktif dalam kacang lebu.

Berikut ini akan dijelaskan kandungan dan komposisi gizi kacang lebu dari berberapa penelitian yang dilakukan oleh Mushollaeni *and* Tantal (2019; 2021) dan Mushollaeni *et al* (2017; 2019).

Table 1: Nutritional content of lebui bean, lebui bean powder, fermented lebui bean powder, and extract of fermented lebui bean powder

Sample	Nutritional Content					
	Protein	Lipid	Moisture	Ash	Carbohydrate	Fiber
Lebui bean ⁵ (% d.b.)	18.49	0.97	8.79	3.37	61.96	7.88
Lebui bean powder (soaking-pre treatment) (% d.b.)	18.53	0.90	8.21	3.45	68.91	7.89
Lebui bean powder (non-soaking-pre treatment) (% d.b.)	18.50	0.88	8.18	3.35	69.02	7.93
Fermented lebui bean powder ⁶ (% d.b.) (<i>Rhizopus</i> sp., soaking-pre treatment) (% d.b.)	22.70	0.50	6.80	3.20	66.80	8.10
Fermented lebui bean powder (<i>Rhizopus</i> sp., non-soaking-pre treatment) (% d.b.)	22.39	0.41	6.73	3.18	67.29	8.23
Extract of fermented lebui bean powder ⁶ (<i>Rhizopus</i> sp., soaking-pre treatment) (% w.b.)						
• n-hexane 70%	3.31	53.14	1.50	24.51	16.28	1.27
• n-hexane 90%	3.30	53.28	0.60	24.52	17.46	0.85
• etanol 70%	19.28	12.49	13.49	3.37	33.50	17.88
• etanol 90%	19.37	12.53	13.50	3.38	33.60	17.95
Extract of fermented lebui bean powder (<i>Rhizopus</i> sp., non-soaking-pre treatment) (% w.b.)						
• n-hexane 70%	23.36a	53.29a	1.28b	4.54a	16.28a	1.27b
• n-hexane 90%	23.28a	53.24a	0.70a	4.53a	17.28b	0.9 a
• average of n-hexane fraction	23.32a	53.26b	0.99a	4.53b	16.78a	1.12a
• etanol 70%	25.60a	13.59a	15.46b	3.27a	26.33a	15.77a
• etanol 90%	26.33b	13.60a	14.24a	3.28a	26.54b	16.0 b
• average of etanol fraction	25.96b	13.59a	14.85b	3.27a	26.43b	15.89b

Different letters in the same column showed significance ($P < 0.05$)

Sumber: Mushollaeni *and* Tantalu (2021)

Proses pengolahan kacang lebui tersebut menjadi bentuk bubuk juga telah mengakibatkan terlepasnya ikatan peptida pada protein, sehingga terbentuk unit-unit protein yang lebih kecil dan teranalisa sebagai kadar protein berdasarkan metode Kjeldahl.

Pernyataan ini sejalan dengan Yellavila *et al.* (2015), adanya variasi kadar protein pada beberapa jenis kacang dari golongan *Leguminosae* juga disebabkan oleh perbedaan metode pengolahan dan metode analisa yang digunakan.

Proses perendaman kacang lebui juga dapat menjadi penyebab adanya aktivitas mikrobiologis. Beberapa pene-

litian menyebutkan bahwa proses perendaman merupakan tahapan pra fermentasi karena jenis mikroba tertentu mampu tumbuh, diantaranya golongan bakteri penghasil asam laktat. Assohoun *et al.* (2013) dan Hur *et al.* (2014) melaporkan bahwa adanya aktivitas enzim protease yang dapat dihasilkan mikroba terutama jenis bakteri asam laktat selama proses fermentasi dapat memecah ikatan peptida melalui proses hidrolisis, sehingga kadar amino bebas meningkat.

Perbedaan kadar protein kacang dalam golongan *Leguminosae* disebabkan pula oleh perbedaan kondisi tanam, lingkungan, dan genotipnya.

Karakteristik kacang lebei asal NTB yang mempunyai kadar lemak rendah dan proses pengolahan juga tidak terlampau banyak berpengaruh pada kadar lemak produk. Kadar lemak kacang lebei, bubuk kacang lebei, dan ekstrak-nya lebih rendah dibandingkan dengan kacang gude jenis Pigeon pea yang berkisar 9,8-13% w/w (Amateifio *et al.*, 2002).

Penelitian yang telah dilakukan pada bubuk kacang lebei yang difermentasi menggunakan *Rhizopus* sp. (Mushollaeni *and* Tantal, 2021) menunjukkan bahwa kadar lemak bubuk kacang lebei yang telah difermentasi mengalami penurunan yang disebabkan oleh aktivitas enzim lipolitik.

Enzim tersebut dihasilkan oleh mikroba selama fermentasi dan produk asam-asam lemak digunakan oleh mikroba untuk mendukung pertumbuhannya (Tanaka *et al.*, 2001).

Namun, kandungan lemak yang masih cukup rendah dan tidak nyata menunjukkan penurunan yang tajam, juga dapat menunjukkan karakteristik kacang lebui asal NTB yang mempunyai kadar lemak rendah.

Kadar lemak dalam kacang kelompok Pigeon pea termasuk di dalamnya dari suku *Leguminosae* adalah 9,8-13% (Grela *et al.*, 2017). Kadar lemak tersebut masih lebih tinggi dibandingkan dengan kadar lemak dalam kacang lebui, meskipun telah diketahui prosentase kadar lemak dalam kacang lebui, namun masih belum diketahui komposisi asam lemak penyusunnya dan asam lemak dalam ekstrak n-heksan.

Penelitian yang ada menyebutkan bahwa komponen terbanyak dalam asam lemak adalah α -*linolenic acid* (ALA, 18:3, n-3) yaitu sebanyak 13,8/100g dalam kacang lentil, kacang secara umum 11,9/100g, serta biji kacang pea 10,4/100g (Pace *et al.*, 2004).



Kacang lebui

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Bubuk kacang lebei yang diperlakukan dengan menggunakan metode fermentasi untuk mendapatkan kandungan gizi dan senyawa bioaktif yang optimal, telah dilakukan (Mushollaeni *and* Tantal, 2021). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa selama fermentasi menggunakan kapang *Rhizopus*, kadar air menunjukkan penurunan pada hari ke-1 ke hari ke-2, namun kemudian meningkat secara bertahap dari sekitar 11,71% menjadi 14,19% b/b pada hari ke-4.

Kondisi tersebut terjadi sebaliknya pada fermentasi dengan bakteri *Lactobacillus sp.* Kadar air bubuk kacang lebei yang difermentasi justru meningkat mulai dari hari ke-1 hingga hari ke-3, kemudian terjadi penurunan. Terjadinya penurunan atau kenaikan kadar air ini, diikuti oleh peningkatan atau penurunan nilai nutrisi yang lain.

Turunnya kadar air bubuk kacang lebei disebabkan oleh semakin rendahnya air yang terdapat dalam produk sebagai akibat dari tingginya penggunaan air oleh mikroba dari jenis bakteri *Lactobacillus* dibandingkan dengan kapang *Rhizopus* (Mushollaeni *and* Tantal, 2021).

Dilaporkan dari penelitian Orhevba (2011) dan Obadina *et al.* (2013) bahwa umumnya pada proses fermentasi akan terjadi penurunan kadar air pada 54 jam pertama dan kemudian kadar air akan meningkat hingga akhir fermentasi. Seiring dengan penurunan kadar air, kadar nutrisi yang lain pada fermentasi juga dilaporkan mengalami peningkatan diantaranya protein dan karbohidrat.



Fermentasi bubuk kacang lebuli

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Kadar abu bubuk kacang lebuli sebelum perlakuan dan setelahnya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Ekstrak dalam fraksi etanol dari bubuk kacang lebuli yang telah difermentasi mempunyai kadar abu lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak dalam fraksi n-heksan yaitu <3,5%.

Kadar abu tersebut telah aman untuk ekstrak tersebut digunakan dalam produk pangan (Mushollaeni *and* Tantal, 2021).

Penelitian yang ada menyebutkan bahwa komponen terbanyak dalam asam lemak adalah *α-linolenic acid* (ALA, 18:3, n-3) yaitu sebanyak 13,8/100g dalam kacang lentil, kacang secara umum 11,9/100g, serta biji kacang pea 10,4/100g (Pace et al., 2004).

Bubuk kacang lebuli yang diperlakukan dengan menggu-

nakan metode fermentasi untuk mendapatkan kandungan gizi dan senyawa bioaktif yang optimal, telah dilakukan (Mushollaeni *and* Tantalu, 2021).

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa selama fermentasi menggunakan kapang *Rhizopus*, kadar air menunjukkan penurunan pada hari ke-1 ke hari ke-2.

Kadar air kemudian meningkat secara bertahap dari sekitar 11,71% menjadi 14,19% b/b pada hari ke-4.

Kondisi tersebut terjadi sebaliknya pada fermentasi dengan bakteri *Lactobacillus sp.* Kadar air bubuk kacang lebui yang difermentasi justru meningkat mulai dari hari ke-1 hingga hari ke-3, kemudian terjadi penurunan. Terjadinya penurunan atau kenaikan kadar air ini, diikuti oleh peningkatan atau penurunan nilai nutrisi yang lain.



Serbuk kacang lebui

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Turunnya kadar air bubuk kacang lebui disebabkan oleh semakin rendahnya air yang terdapat dalam produk sebagai

akibat dari tingginya penggunaan air oleh mikroba dari jenis bakteri *Lactobacillus* dibandingkan dengan kapang *Rhizopus*.

Dilaporkan dari penelitian Orhevba (2011) dan Obadina *et al.* (2013) bahwa umumnya pada proses fermentasi akan terjadi penurunan kadar air pada 54 jam pertama dan kemudian kadar air akan meningkat hingga akhir fermentasi.

Seiring dengan penurunan kadar air, kadar nutrisi yang lain pada fermentasi juga dilaporkan mengalami peningkatan diantaranya protein dan karbohidrat.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Mushollaeni *and* Tantalu (2019; 2021) dan Mushollaeni *et al* (2017; 2019) menunjukkan hasil bahwa bubuk kacang lebuli yang difermentasi menggunakan kapang *Rhizopus* sp., mengalami perubahan kadar karbohidrat yang dimulai pada 24 jam fermentasi.

Kadar karbohidrat mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah mikroba dan peningkatan konsentrasi enzim amilase yang dihasilkan mikroba. Enzim tersebut akan menghidrolisis karbohidrat menjadi komponen gula sederhana yang digunakan oleh mikroba untuk mendukung pertumbuhannya (Assohoun *et al.*, 2013; Nahashon *and* Kilonzo-Nthenge, 2013; Pomeranz and Clifton, 1981; Hassan *et al.*, 2006; Igbabul *et al.*, 2014; Osman, 2011).

Proses fermentasi mengakibatkan terputusnya ikatan glikosida antar sel dalam dinding sel, sehingga berpengaruh

pada peningkatan rendemen ekstrak yang didapatkan (Mushollaeni *and* Tantal, 2019).

Pada 12 hingga 24 jam fermentasi, kondisi pH yang rendah dapat menghambat kerja amilase yang dikeluarkan oleh mikroba dan kondisi ini juga mengakibatkan terbebasnya senyawa bioaktif yang bersifat antimikroba diantaranya dari golongan terpenoid, sehingga jumlah mikroba masih terkontrol dan kadar karbohidrat belum menunjukkan penurunan.

Sejalan dengan kondisi tersebut, Osundahunsi *et al.* (2007) dan Obadina *et al.* (2013) menyatakan bahwa penurunan kadar karbohidrat selama fermentasi susu dan yoghurt kedelai disebabkan oleh aktivitas mikroba yang menghidrolisis komponen karbohidrat menjadi energi dan proses biologis lainnya.



Kacang lebui

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)



Serbuk Kacang Lebuli Hasil Fermentasi dan Tahapan Proses Ekstraksi

B. Senyawa Bioaktif

Total flavonoid yang terdapat dalam ekstrak serbuk kacang lebuli yang telah difermentasi, dalam fraksi etanol mempunyai konsentrasi lebih tinggi dibandingkan pada ekstrak dalam fraksi n-heksan. Kondisi yang sama juga terjadi baik pada kacang lebuli yang dikenai perlakuan pre-soaking atau yang tidak mengalami pre-soaking sebelum dilakukan fermentasi. Hal tersebut dijelaskan dalam penelitian Mushollaeni et al. (2018) dan Mushollaeni and Tantalu (2019).

Proses fermentasi telah terbukti mampu meningkatkan kadar flavonoid dibandingkan dengan yang tidak dikenai perlakuan fermentasi. Selama proses fermentasi, mikroba memproduksi berbagai jenis enzim yang digunakannya untuk memecah makro molekul.

Makromolekul besar dalam bahan dipecah menjadi komponen yang lebih kecil yang akan digunakan oleh mikroba tersebut untuk pertumbuhan dan perkembang

biakannya. Beberapa jenis enzim yang berperan penting dalam pemecahan makro molekul tersebut diantaranya α -glucosidase yang berperan dalam hidrolisis ikatan glikosida yang mengikat senyawa bioaktif dalam sel (Wani et al., 2014). Enzim proteolitik juga berperan dalam hidrolisis komponen fenolik kompleks menjadi bentuk fenolik bebas dan bersifat aglikon polar yang mudah larut dalam pelarut polar (Kwak et al., 2007).

Tabel 4.2. Total flavonoid, fenolik, dan antosianin bubuk kacang lebei terfermentasi dan ekstrak

Sampel	Total flavonoid (mgQE/g)	Total fenolik (mgGAE/g)	Total antosianin (ppm)
Kacang lebei (d.b.)	104.348	30.580	152.370
Bubuk kacang lebei yang tidak difermentasi (d.b.)	102.910	30.501	150.270
Bubuk kacang lebei terfermentasi (<i>Rhizopus</i> sp., <i>soaking-pre treatment</i>) (d.b.)	163.537	53.266	134.70
Bubuk kacang lebei terfermentasi (<i>Rhizopus</i> sp., <i>non-soaking-pre treatment</i>) (d.b.)	175.460	57.150	144.520
Ekstrak bubuk kacang lebei yang tidak difermentasi (d.b.)			
n-hexane 70%	2.450	0.829	1.9064
n-hexane 90%	2.230	0.755	0.0017
etanol 70%	162.960	55.186	126.800
etanol 90%	168.610	57.100	131.200
Ekstrak bubuk kacang lebei terfermentasi (<i>Rhizopus</i> sp., <i>soaking-pre treatment</i>) (d.b.)			
n-hexane 70%	4.5147	0.0841	0.120
n-hexane 90%	1.9273	0.0881	0.140
etanol 70%	313.2172	78.1760	77.230
etanol 90%	317.3583	78.5443	77.670
Ekstrak bubuk kacang lebei terfermentasi (<i>Rhizopus</i> sp., <i>non-soaking-pre treatment</i>) (d.b.)			
n-hexane 70%	4.515 ^a	2.042 ^a	1.115 ^a
n-hexane 90%	4.577 ^a	2.088 ^b	1.135 ^a
Rata-rata ekstrak fraksi n-hexane	4.546 ^a	2.065 ^a	1.125 ^a
etanol 70%	213.217 ^a	78.176 ^a	147.225 ^a
etanol 90%	217.358 ^a	78.544 ^b	147.665 ^b
Average of etanol fraction	215.288 ^b	78.360 ^b	147.665 ^b

Keterangan: Perbedaan notasi pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Sumber: Mushollaeni *and* Tantal (2021)

Proses fermentasi telah mampu melepaskan ikatan glikosida pada senyawa bioaktif golongan fenolik termasuk flavonoid (Chung et al., 2011), fenolik, dan antosianin Mushollaeni *et al.* (2017). Kadar total flavonoid ekstrak kacang lebu yang difermentasi juga lebih tinggi daripada jenis kacang hitam lainnya.

Flavonoid kacang hitam yang berasal dari Thailand berdasarkan hasil penelitian oleh Dajanta et al. (2013) yaitu $3,50 \pm 0,51$ mg EK/g. Mikroba golongan jamur dapat memproduksi beberapa jenis enzim yang mempunyai efektivitas tinggi dalam memecah ikatan yang mengikat senyawa bioaktif selama proses fermentasi.

Kadar total fenolik yang terdapat dalam ekstrak serbuk atau bubuk kacang lebu yang telah difermentasi sangat berhubungan dengan kadar antosianinnya (Mushollaeni *et al.*, 2017). Hal ini disebabkan oleh senyawa antosianin yang merupakan senyawa pembentuk warna dari komponen metabolit sekunder berperan sebagai penyusun terbesar dari komponen fenolik, sehingga semakin tinggi kadar antosianinnya, maka semakin tinggi pula kadar total fenoliknya (Maqsood *et al.*, 2013).



Ekstrak kacang lebuli

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Pada Tabel 4.2, terlihat bahwa total fenolik pada bubuk kacang lebuli yang telah difermentasi (53,266-57,150 mgGAE/g) lebih tinggi dibandingkan dengan bentuk utuhnya atau kondisi awal serbuk kacang lebuli yang tidak difermentasi (30,580 mgGAE/g).

Kondisi ini menunjukkan bahwa proses fermentasi telah efektif dalam memecah dinding sel dan menguraikan ikatan glikosida yang mengikat senyawa bioaktif dalam kacang lebuli termasuk komponen fenolik. Boukhanouf *et al.* (2016) menegaskan adanya hubungan antara terdegradasinya dinding sel yang melindungi komponen bioaktif dan tingginya konsentrasi senyawa bioaktif yang terlepas dari bentuk terikatnya menjadi komponen yang bebas.

Fermentasi dengan bantuan kapang akan menghasilkan beberapa jenis enzim yang mempunyai efektivitas lebih tinggi dalam menguraikan ikatan dalam senyawa bioaktif termasuk golongan fenolik (Salar *et al.* 2016). Pernyataan ini

selaras dengan hasil penelitian yang menggunakan bantuan kapang *Rhizopus sp.* pada proses fermentasi dapat mendapatkan komponen fenolik dan flavonoid dengan konsentrasi lebih tinggi (Mushollaeni *et al.*, 2017).



Ekstrak kacang lebu dalam fraksi etanol

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Kadar total fenolik dalam ekstrak bubuk atau serbuk kacang lebu yang telah terfermentasi mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa ekstrak kacang dari suku *Leguminosae* (Tabel 4.3).

Senyawa fenolik dalam konsentrasi tertinggi yang terkandung dalam kotiledon biji tanaman (Boukhanouf *et al.*, 2016) merupakan komponen hasil metabolisme dan bagian dari kelompok metabolit sekunder (Parr and Bolwell 2000) yang bersifat polar mudah larut dalam air (Abu Reidah *et al.*, 2013).

Kadar total fenolik dalam ekstrak bubuk atau serbuk kacang lebu yang telah terfermentasi mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa ekstrak kacang dari suku *Leguminosae* (Tabel 4.3).



Ekstrak kacang lebu dalam fraksi etanol

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Senyawa fenolik dalam konsentrasi tertinggi yang terkandung dalam kotiledon biji tanaman (Boukhanouf *et al.*, 2016) merupakan komponen hasil metabolisme dan bagian dari kelompok metabolit sekunder (Parr *and* Bolwell 2000) yang bersifat polar mudah larut dalam air (Abu-Reidah *et al.*, 2013).

Perbedaan kadar fenolik tersebut selain dipengaruhi oleh metode ekstraksi, juga disebabkan oleh adanya perbedaan spesies dan varietas (Iriti *and* Varoni, 2017), genotip, kondisi geografis, dan keadaan iklim (Journi *et al.*, 2015), serta per-

bedaan metode ekstraksi, jenis pelarut, dan kondisi saat ekstraksi (Chandrasekara *et al.*, 2016).

Konsentrasi total fenolik dalam ekstrak bubuk kacang lebu terfermentasi yaitu $148 \pm 12,8$ mgEAG/g (d.b.) yang lebih banyak dibandingkan jenis kacang lainnya dari suku *Leguminosae* diantaranya ekstrak kacang *Ox-eye bean (Mucuna gigantea W)* yaitu $2,406 \pm 0,055 - 3,21 \pm 0,07$ mgEAG/g dalam fraksi metanol/aquades 80/20 (v/v) (Salar *et al.*, 2016).

Tabel 4.3. Perbandingan kadar total fenolik pada ekstrak kacang lebu dengan jenis kacang lainnya dalam suku

Leguminosae

Jenis sampel	Total fenolik	Sumber/Pustaka
Kacang lebu (<i>Cajanus</i> sp.)	158,62-164,32 mg EAG/g _{bk} (ekstrak fraksi aquades BKLT)	Data primer hasil penelitian
<i>L. culinaris</i> (Algeria)	2,2-35,92 mg EAG/g (biji utuh, kulit, kotiledon, ekstrak fraksi etanol/air 80/20 v/v)	Boudjou <i>et al.</i> (2013)
Ox-eye bean (<i>Mucuna gigantea W</i>)	$148 \pm 12,8$ mg EAG/g _{bk} (ekstrak)	Vadivel and Biesalski (2011)
<i>P. vulgaris</i> (India)	$2,406 \pm 0,055 - 3,21 \pm 0,07$ mg EAG/g (ekstrak fraksi metanol/air 80/20 v/v)	Marathe <i>et al.</i> (2011)
<i>L. culinaris</i> (Italia)	1,098-1,594 mg EAG/g (ekstrak fraksi aseton/air 80/20 v/v)	Fратиanni <i>et al.</i> (2014)

Antosianin merupakan bagian dari kelompok metabolit sekunder pembentuk warna yang bersifat larut air. Konsentrasi dan kandungan antosianin pada bahan alam berbeda-

beda tergantung spesiesnya, tingkat pertumbuhannya, dan proses biokimianya.

Total antosianin dari kacang lebei yang telah diproses mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan biji kacang lebei utuhnya. Ekstraksi menggunakan suhu kurang dari 40°C, kondisi penyimpanan yang baik dan penyimpanan ekstrak dalam wadah yang berwarna gelap, dapat mempertahankan kualitas antosianin yang sangat peka terhadap cahaya dan panas (Journi *et al.*, 2015; Sun *et al.*, 2016).

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lee et al. (2011) bahwa ekstrak *Clitoria ternatea L.* dari suku *Fabaceae* yang mengandung antosianin relatif stabil pada suhu maksimal 45°C dan mengalami degradasi hingga 80% pada suhu 5°C.

Hal ini dipertegas oleh penelitian Sun *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa antosianin merupakan senyawa kelompok metabolit sekunder yang berperan sebagai pembentuk komponen warna merah, ungu, dan biru yang bersifat mudah larut dalam air, serta konsentrasinya dapat berbeda pada tiap jenis tanaman tergantung dari kondisi tumbuh dan proses biosintesisnya.

Rata-rata kadar total *dietary fiber DF(wb)* pada bubuk lebei yang terfermentasi adalah 27-33,92% b/b, sedangkan kadarnya dalam konversi berat kering adalah 19,14-38,74% b/b. Penelitian yang dilakukan oleh Mushollaeni *et al.* (2017),

mendapatkan hasil bahwa bubuk kacang lebei yang terfermentasi dengan kapang *Rhizopus sp.* memiliki rata-rata DF (wb) yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang terfermentasi dengan bakteri *Lactobacillus sp.*, masing-masing yaitu 30,67-33,92% dan 27-30,53% b/b. Kadar total DF tertinggi didapatkan pada bubuk kacang lebei yang difermentasi selama 2 hari dengan menggunakan kapang *Rhizopus sp.* yaitu 33,92%(wb) atau 38,74%(db) b/b.



Bubuk kacang lebei terfermentasi dengan *Rhizopus sp* yang mengandung komponen gizi dan senyawa bioaktif

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Kondisi ini menunjukkan bahwa enzim yang diproduksi oleh mikroba *Rhizopus sp.* lebih efektif dalam mendegradasi dinding sel dan melunakkan lapisan kulit kacang lebei yang keras, sehingga mampu lebih banyak melepaskan komponen serat dan DF (Mushollaeni *et al.*, 2017).

Sun and Cheng (2002) dan Cai *et al.* (2012) mengemukakan aktivitas enzim *selulase* dan *esterase* *Rhizopus sp.* mampu

mendegradasi dinding sel, membebaskan rantai selulosa, dan melunakkan kernel.

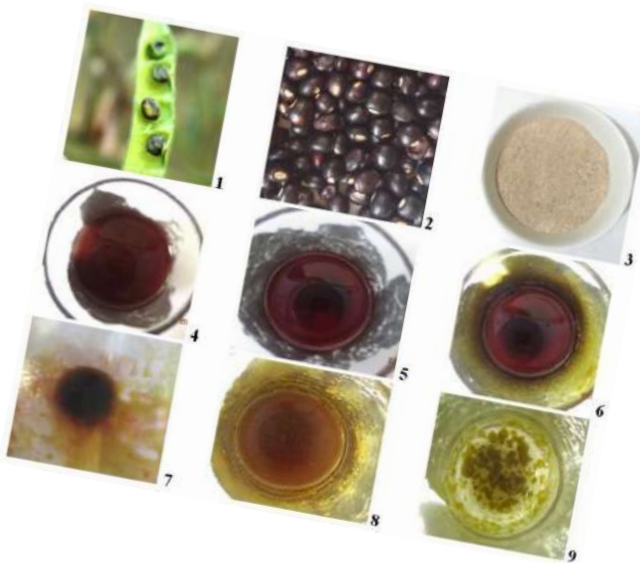
Berdasarkan laporan hasil penelitian dalam FAO (1998) juga ditegaskan bahwa terjadinya peningkatan kadar total DF disebabkan oleh aktivitas mikroba selama fermentasi yang mengeluarkan enzim *selulase* dan *hemiselulase* yang mampu mendegradasi dinding sel, sehingga terjadi pelepasan ikatan-ikatan antar komponen organik dalam sel dan mengakibatkan komponen DF tersebut berada dalam kondisi bebas dan aktif secara biologis untuk mendukung kesehatan manusia.

Oleh karena DF mampu berperan sebagai agen dalam mendukung kesehatan, maka senyawa-senyawa metabolit sekunder dan juga DF disebut sebagai senyawa bioaktif atau *biologically active compound*.

Proses pengolahan tidak memberikan pengaruh kerusakan terhadap kandungan DF kacang lebei karena struktur morfologis kacang yang mampu memberikan perlindungan terhadap komponen DF larut air dan tidak larut air. Komponen DF larut air menurut Vohra *et al.* (2015) adalah pektin dan gum, serta yang tidak larut air yaitu selulosa, lignin, dan hemiselulosa.

Kadar SDF, IDF dan total DF bubuk kacang lebei yang terfermentasi oleh kapang *Rhizopus sp* menunjukkan peningkatan hampir 50% dari kadar awal kacang lebei sebelum difermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan fer-

mentasi mampu untuk merombak dan memutuskan ikatan glikosida pada dinding sel, sehingga melepaskan komponen serat larut dan tidak larut (Metzler *and* Mosenthin, 2008) yang mempunyai efek biologis baik bagi kesehatan dan meningkatkan pencernaan biji tanaman Leguminosae sebagai sumber pangan (Granito *et al.*, 2003). Selain itu, bubuk kacang lebui yang telah terfermentasi mempunyai kadar DF yang lebih tinggi daripada kadar DF kacang *Phaseolus vulgaris*.



Kacang lebui, bubuk kacang lebui dan ekstrak kacang lebui dalam berbagai fraksi pelarut

Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Martín-Cabrejas *et al.* (2004) dan Tu *et al.* (2014) melaporkan bahwa fermentasi mampu meningkatkan kadar total DF dari 24,5% menjadi 25,2% dan meningkatkan kadar serat pangan larut dalam kacang jenis *Phaseolus sp.*

Tabel 4.4. Hasil skrining fitokimia senyawa bioaktif dari bubuk kacang lebei fermentasi 2 hari menggunakan *Rhizopus sp.*, dan ekstrak bubuk kacang lebei fermentasi 2 hari menggunakan *Rhizopus sp.*

Sampel	Skrining					Pengujian Flavonoid					Alkaloid	Terpenoid	Steroid	Polifenol	Saponin
	Ferric chloride test	Alkaline reagent test	TLC	Acid reagent test	Antosianin										
Bubuk kacang lebei fermentasi 2 hari menggunakan <i>Rhizopus sp.</i>	+++	+++	+++	+++	+++	-	+++	+++	+++	-	+++	+++	+++	-	
Ekstrak bubuk kacang lebei Etanol 70%	++	++	++	+++	++	-	+++	+++	+++	-	+++	+++	++	-	
Etanol 90%	+++	+++	+++	+++	+++	-	+++	+++	+++	-	+++	+++	++	-	
n-heksan 70%	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	
n-heksan 90%	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	
Bubur instan yang difortifikasi menggunakan bubuk kacang lebei fermentasi	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	++	++	-	

Keterangan :

+++ = tinggi; ++ = sedang; + = rendah; - = tidak terdeteksi



PEMANFAATAN KACANG LEBUI

A. Tempe Kacang Lebui

Tempe adalah salah satu jenis makanan khas dari Kota Malang Jawa Timur, yang digemari baik oleh masyarakat Kota Malang maupun yang berada di luar Kota Malang.

Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, rata-rata konsumsi tahu dan tempe per kapita di Indonesia sebesar 0,304 kg/minggu pada 2021. Angka tersebut naik 3,75% dibanding tahun sebelumnya yang sebesar 0,293 kg/minggu. Rata-rata konsumsi per kapita untuk tempe sebesar 0,146 kg/minggu, yang jumlahnya meningkat 4,29% dibanding tahun sebelumnya yang sebanyak 0,146 kg/minggu (Karnadi, 2022).

Secara umum proses pembuatan tempe hampir sama yaitu kedelai disortir, dicuci, direndam, dikupas, direbus, ditiriskan, sisa kulitnya dibuang, ditiriskan, dan starter tempe *Rhizopus sp.* ditambahkan, kemudian dibentuk menjadi gelondongan atau kotak, dan disimpan untuk difermentasi atau diinkubasi selama 1 hari atau 24 jam.



Tempe kacang lebui

(A) Tempe dari 100% kacang lebui; (B) Tempe dari campuran kacang lebui dan kedelai

Sumber: Mushollaeni (2021)

Kapang *Rhizopus* sp. saat fermentasi mampu untuk mendegradasi molekul-molekul zat gizi yang berukuran besar seperti protein dan lemak, sehingga ukuran molekulnya menjadi lebih kecil dan mudah diserap oleh tubuh. Ikatan-ikatan peptida akan terlepas dan terbentuk asam amino yang mempunyai tingkat pencernaan lebih baik dalam tubuh. Enzim yang dihasilkan oleh kapang yaitu selulase, glukonase dan β -glukosidase (Mushollaeni, 2021). Selain itu, senyawa bioaktif yang terkandung dalam kacang lebui juga akan turut mengisi komponen gizi dalam tempe tersebut.

B. Coklat Tempe Kacang Lebui

Ada berbagai macam olahan coklat di pasaran mulai dari candy bar hingga berbagai variasi coklat lainnya seperti: permen coklat batangan yang diisi dengan kacang mete, aneka buah kering, dan varian matcha. Namun, permen

coklat dan praline coklat yang mengandung tempe, khususnya tempe dari kacang lebui belum ditemui.



Coklat tempe kacang
Sumber: Mushollaeni (2021)

Keunggulan coklat tempe dibandingkan dengan jenis coklat atau permen coklat dengan isian non tempe adalah kandungan gizi tempe yang dapat meningkatkan kualitas produk.

Apabila digunakan bahan baku tempe selain kedelai, maka komponen gizi kacang atau serealiala tersebut juga akan meningkatkan nilai gizi produk coklat tempe tersebut. Kacang lebui mengandung berbagai jenis senyawa bioaktif, oleh karenanya dengan pemanfaatan kacang lebui sebagai bahan isian dalam coklat praline tersebut, amak akan meningkatkan jumlah dan jenis senyawa penting yang bermanfaat bagi tubuh.

Mushollaeni *et al.* (2017), fermentasi kacang hitam menggunakan kultur *Rhizopus sp.* selama 2 hari dapat mengha-

silkan tempe kacang hitam dengan komposisi gizi protein, lemak, serat, karbohidrat, air, dan abu berturutan yaitu 22.73%, 0.54%, 8.07%, 66.78%, 6.76%, and 3.19%.

C. Bubur Siap Saji

Bubur instan atau bubur dalam bentuk bubuk kering adalah salah satu bentuk olahan pangan yang cara penyajiannya dengan ditambahkan air atau jenis cairan lainnya.



Bubur siap saji

Sumber: Mushollaeni (2021)

Proses pembuatan bubur instan, terdiri dari tiga tahapan yaitu proses pembuatan bubuk kacang lebei, proses pembuatan bubuk kacang lebei terfermentasi dengan kapang *Rhizopus sp.*, dan proses pembuatan bubur instan.

Bubur siap saji yang difortifikasi dengan bubuk kacang lebei yang telah difermentasi dengan kapang *Rhizopus sp.*, dibuat dengan menambahkan 30% tepung beras, 40% tepung pisang, 5% tepung kedelai, 10% susu skim, 10% gula halus, dan 5% bubuk kacang lebei yang telah difermentasi

dengan kapang *Rhizopus sp.* dicampur hingga homogen, kemudian dikeringkan. Pengeringan dilakukan pada pengering listrik kabinet pada suhu 60oC selama 6 jam, kemudian digiling hingga menjadi bubuk instan.

D. Es Krim Fungsional

Bubur instan atau bubur dalam bentuk bubuk kering adalah salah satu bentuk olahan pangan yang cara penyajiannya dengan ditambahkan air atau jenis cairan lainnya.



Es krim fungsional

Sumber: Mushollaeni (2024)

Proses pembuatan bubur instan, terdiri dari tiga tahapan yaitu proses pembuatan bubuk kacang lebei, proses pembuatan bubuk kacang lebei terfermentasi dengan kapang *Rhizopus sp.*, dan proses pembuatan bubur instan.

Bubur siap saji yang difortifikasi dengan bubuk kacang lebei yang telah difermentasi dengan kapang *Rhizopus sp.*,

dibuat dengan menambahkan 30% tepung beras, 40% tepung pisang, 5% tepung kedelai, 10% susu skim, 10% gula halus, dan 5% bubuk kacang lebei yang telah difermentasi dengan kapang *Rhizopus sp.* dicampur hingga homogen, kemudian dikeringkan. Pengeringan dilakukan pada pengering listrik kabinet pada suhu 60°C selama 6 jam, kemudian digiling hingga menjadi bubur instan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anantharaju, PG, Gowda, PC, Vimalambike, MG & Madhunapantula, SV 2016, An overview on the role of dietary phenolics for the treatment of cancers, *Nutr J*, 15, 99.
- Assohoun, M.C., Djeni, T.N., Koussémon-Camara, M. and Brou, K. 2013. Effect of fermentation process on nutritional composition and aflatoxins concentration of Doklu, fermented maize based food. *Food Nutrition Science*, 4(11): 1120-1127.
- Augustin, M & Sanguansri, L 2012, *Challenges in developing delivery systems for food additives, nutraceuticals and dietary supplements*, Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 19-48.
- Bernhoft, A. 2010. A brief review on bioactive compounds in plants. In: *Bioactive compounds in plants - benefits and risks for man and animals*. Bernhoft, A (Ed). The Norwegian Academy of Science and Letters. Oslo.
- Biesalski HK, Dragsted LO, Elmadfa I, Grossklaus, R. Müller, M, Schrenk, D, Walter, P & Weber, P 2009, Bioactive compounds: definition and assessment of activity, *Nutrition*. 25, 11-12, pp. 1202-1205.
- Bigliardi B & Galati F 2019, Innovation trends in the food industry, *Trends Food Sci Tech* 31, pp. 118-129. DOI: 10.1016/j.tifs.2013.03.006.

- Bin A, Gianoni C, Mendes PJV, Rio C, Salles-Filho SLM & Capanema LM 2018, Organization of research and innovation: a comparative study of public agricultural research institutions. *J Technol Manage Innov*, 8, pp. 209-218. DOI:10.4067/s0718-27242013000300048.
- Bravo L 1998, Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance, *Nutrition Reviews*, 56, 11, pp. 317-333.
- Brown L, Caligiuri SPB, Brown D & Pierce GN 2018, Clinical trials using functional foods provide unique challenges. *J Funct Food*, 45, pp. 233-238. DOI: 10.1016/j.jff.2018.01.024.
- Capita, R., Llorente-Marigomez, S., Prieto, M. and Alonso-Calleja, C. 2006. Microbiological profiles, pH and titratable acidity of chorizo and salchichon (two Spanish dry fermented sausages) manufactured with ostrich, deer, or pork meat. *Journal of Food Protection*. 69: 1183-1189.
- de Lourdes Reis Giada, M 2013, Food Phenolic Compounds: Main Classes, Sources and Their Antioxidant Power, in J. A. Morales-González (ed.), *Oxidative Stress and Chronic Degenerative Diseases - A Role for Antioxidants*, IntechOpen, London. 10.5772/51687.
- Demain, AL & Fang, A 2000, The natural functions of secondary metabolites, *Adv Biochem Eng Biotechnol*, 69, pp. 1-39.
- Duthie GG, Gardner PT & Kyle JAM 2003, Plant polyphenols: are they the new magic bullet? *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 3, pp. 599-603.
- Elhassaneen, Y., El-Waseef, S., Fathy, N. and Ahmed, S.S. 2016. Bioactive compounds and antioxidant potential of food industry by-products in Egypt. *American Journal*

- Food and Nutrition 4(1): 1-7.
- Essien, SO, Young, B & Baroutian, S 2020, Recent advances in subcritical water and supercritical carbon dioxide extraction of bioactive compounds from plant materials, *Trends Food Sci. Technol*, vol. 97, pp. 156-169. [CrossRef].
- Etherton, P. M. K., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., Griel, A. E. and Etherton, T. D. 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*. 113. 9(2): 71-88.
- FAO. 2012. Grassland species index. *Cajanus cajan*. [cited: June 06 2012]. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/DATA/PFO00150.HTM>
- Faustino, AM, Veiga, M, Sousa, P, Costa, EM, Silva, S & Pintado, M 2019, Agro-Food byproducts as a new source of natural food additives. *Molecules*, 24, p. 1056. [CrossRef].
- Gan RY, Chan CL, Yang QQ, Li H Bin, Zhang D, Ge YY, Gunaratne A, Ge J & Corke H 2018, *Bioactive compounds and beneficial functions of sprouted grains. Sprouted grains: nutritional value, production, and applications*, AACC International. pp. 191-246.
- Granito M, Alvarez G (2006) Lactic acid fermentation of black beans (*Phaseolus vulgaris*): microbiological and chemical characterization. *J Sci Food Agric* 86(8):1164-1171.
- Grela, E.R., Samolinska, W., Kiczorowska, B., Klebaniuk, R. and Kiczorowski, P. 2017. Content of Minerals and Fatty Acids and Their Correlation with Phytochemical

- Compounds and Antioxidant Activity of Leguminous Seeds. *Biol Trace Elem Res*, 180(2): 338-348.
- Gutiérrez-Grijalva EP, Picos-Salas MA, Leyva-López N, Criollo-Mendoza MS, Vazquez-Olivo G & Heredia JB 2018, Flavonoids and phenolic acids from oregano: Occurrence, biological activity and health benefits. *Plants*, 7, 1, p. 2.
- Gutiérrez-Grijalva, EP, Ambriz-Pére, DL, Leyva-López, N, Castillo-López, RI & Heredia, JB 2016, Review: Dietary phenolic compounds, health benefits and bioaccessibility, *Arch. Latinoam. Nutr.* 66, pp. 87-100.
- Hassan, A.B., Ahmed, I.A.M., Osman, N.M., Eltayeb, M.M., Osman, G.A. and Babiker, E.E. 2006. Effect of Processing Treatments Followed by Fermentation on Protein Content and Digestibility of Pearl Millet (*Pennisetum typhoideum*) Cultivars. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(1): 86-89.
- Hur, S.J., Lee, S.Y., Kim, Young-Chan, Choi, I. and Kim, Geun-Bae. 2014. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry*. 160: 346-356.
- Hussain S, Jõudu I & Bhat R 2020, Dietary fiber from underutilized plant resources—a positive approach for valorization of fruit and vegetable wastes, *Sustainability*. 12, 13, pp. 5401.
- Igbabul, B., Hiikyaa, O. and Amove, J. 2014. Effect of Fermentation on the Proximate Composition and Functional Properties of Mahogany Bean (*Afzelia Africana*) Flour. *Curr Res Nutr Food Sci*, 2(1): 1-7.
- Journi, M., Hammouda, H., Trabelsi-Ayadi, M. and Chérif, J.K. 2015. Quantitative determination and identification of phenolic compounds of three Tunisian legumes: *Vicia*

- faba*, *Lens culinaris* and *Phaseolus vulgaris*. *Advances in Chemistry and Biochemistry Sciences*, 2(3): 01-12
- Karakaya, S 2004, Bioavailability of phenolic compounds, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, pp. 453-464.
- Karnadi, A 2022, Konsumsi Tahu dan Tempe per Kapita di Indonesia Naik pada 2021, <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/konsumsi-tahu-dan-tempe-per-kapita-di-indonesia-naik-pada-2021>, Diakses pada 23 Agustus 2022.
- Khajuria R, Singh S & Bahl A 2019, General introduction and sources of flavonoids. In: Tuli H *Current Aspects of Flavonoids: Their Role in Cancer Treatment*. Springer, Singapore, pp 1-7.
- Kris-Etherton, PM, Hecker, KD, Bonanome, A, Coval, SM, Binkoski, AE, Hilpert, KF, Griel, AE & Etherton, TD 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer, *Am J Med*. 113 Suppl 9B, pp. 71S-88S.
- Kris-Etherton, PM, Hecker, KD, Bonanome, A, Coval, SM, Binkoski, AE, Hilpert, KF, Griel, AE & Etherton, TD 2002, Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am J Med*, 30, 113, Suppl 9B, pp. 71S-88S.
- Kwak, C.S., Park, S.C. and Lee, M.S. 2007. Higher antioxidant properties of Chungkookjang, a fermented soybean paste, may be due to increased aglycone and malonylglycoside isoflavone during fermentation. *Nutrition Research*, 27(11): 719-727.
- Li, Si-Yu & Duan, Chang-Qing 2018, Astringency, bitterness and color changes in dry red wines before and during oak barrel aging: An updated phenolic perspective

- review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59, 12, pp. 1840-1867.
- Lin, P.Y. and Lai, H.M. 2006. Bioactive compounds in legumes and their germinated products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(11): 3807-3814.
- Liu, R.H. 2013. Health-Promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Advance Nutrition* 4: 384-392.
- Martins, S., Aguilar, C.N., de la Garza-Rodriguez, I., Mussatto, S.I. and Teixeira, J.A. 2010. Kinetic study of nordihydroguaiaretic acid recovery from *Larrea tridentata* by microwave-assisted extraction. *Journal of Chemical Technology&Biotechnology*. 85:1142-1147.
- Martirosyan, D, Lampert, T & Lee, M 2022, A comprehensive review on the role of food bioactive compounds in functional food science, *Functional Food Science*. 3, 2, pp. 64-78.
- Mohite AM, Sharma N (2018) Drying behaviour and engineering properties of lima beans. *Agric Eng Int CIGR J* 20(3):180-185.
- Moldes, A, Vecino, X & Cruz, J 2017, *Nutraceuticals and food additives*, Elsevier BV: Amsterdam, The Netherlands, pp. 143-164.
- Muhaisen HMH 2015, Introduction and interpretation of flavonoids, *Adv Sci Eng Med*, 6, pp. 1235-1250.
- Mushollaeni, W & Tantalul, L 2019, Determination and characterization of phenolics, flavonoids, and dietary fiber in fermented lebei bean (*Cajanus* sp.) Extracts by the SSF Method, *Bioscience Research*, 16, 2, pp. 1600-1606.
- Mushollaeni, W & Tantalul, L 2021, Food properties of lebei bean powder extract fermented by *Rhizopus* sp., *Current Research in Nutrition and Food Science*, 9, 1, pp.

338-345.

- Mushollaeni, W 2021, Coklat tempe, in Estiasih, T & Hidayat, N (eds.), *Bunga Rampai Makanan Khas Malang Seri 1*, FTP UB Press, Malang.
- Mushollaeni, W & Tantal, L 2021, Food Properties of Lebu Bean Powder Extract Fermented by *Rhizopus* sp., *Curr. Res. Nutr Food Sci Jour.*, 9, 1, pp. 338-345.
- Mushollaeni, W, Ma'sum, Z & Putri, RM 2024. Formulasi dan proses pembuatan es krim yang diperkaya dengan enkapsulat ekstrak kacang hitam. Pendaftaran paten nomor P00202408280.
- Mushollaeni, W, Kumalaningsih, S, Wignyanto & Santoso, I 2017, Effect of solid-state fermentation on Anthocyanin and physicochemical content of Lebu bean (*Cajanus* sp.), *Bioscience Research*, 14, 4, pp. 1096-1102.
- Mushollaeni, W, Kumalaningsih, S, Wignyanto & Santoso, I 2018, Screening of new bioactive in lebu beans (*Cajanus* sp.) of Lombok, *Int. Food Res. J*, 25, 1, pp. 25-33.
- Mushollaeni, W, Sanny, R, Nyonya, RS & Manuela, T 2019, Effect of immersion-fermentation on decreasing of cyanide acid and physicochemical content of local *Hevea brasiliensis* seeds from Borneo Indonesia. *Bioscience Research*, 16, 1, pp. 667-671.
- Mutha, RE, Tatiya, AU & Surana, SJ 2021, Flavonoids as natural phenolic compounds and their role in therapeutics: an overview. *Futur J Pharm Sci*, 7, 25.
- Naczka, M & Shahidi, F 2004, Extraction and analysis of phenolics in food, *Journal of Chromatography. A*, 1054, pp. 95-111.
- Nahashon, S.N. and Kilonzo-Nthenge, A.K. 2013. Soybean in monogastric Nutrition, modifications to add value and disease prevention properties. In: *Soybean: Bioactive*

- compounds (ed. H.A. El-Shemy). Intech, Agricultural and Biological Sciences. Rijeka, Croatia.
- Oksana, S, Marian, B, Mahendra, R & Bo, SH 2012, Plant phenolic compounds for food, pharmaceutical and cosmetics production, *Journal of Medicinal Plants Research*, 6, 13, pp. 2526-2539.
- Osman, M.A. 2011. Effect of traditional fermentation process on the nutrient and antinutrient contents of pearl millet during preparation of Lohoh. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*. 10: 1-6.
- Pace, C.N., Treviño, S., Prabhakaran, E. and Scholtz, J.M. 2004. Protein structure, stability and solubility in water and other solvents. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 359: 1225–1235.
- Pacheco-Palencia LA, Mertens-Talcott S & Talcott ST 2008, Chemical composition, antioxidant properties, and thermal stability of a phytochemical enriched oil from Acai (*Euterpe oleracea* Mart.). *J Agric Food Chem*, 56, pp. 4631–4636.
- Palafox-Carlos H, Ayala-Zavala JF, González-Aguilar GA 2011, The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants. *J Food Sci*, 76, 1, pp. R6-R15.
- Parada J & Aguilera JM 2007, Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *J Food Sci*, 72, 2, pp. R21–R32.
- Patil VM & Masand N 2018, *Anticancer potential of flavonoids: chemistry, biological activities, and future perspectives*, Studies in Natural Products Chemistry, Elsevier, In, pp 401–430.
- Pojer E, Mattivi F, Johnson D & Stockley CS 2013, The case for anthocyanin consumption to promote human

- health: a review. *Food Sci Food Saf*, 12, 5, pp. 483–508.
- Pomeranz and Clifton, D. 1981. Properties of defatted soybean, peanut field pea and pecan flours. *Journal of Food Science*. 42: 1440-145.
- Pratyusha, S 2021, Phenolic Compounds in the plant development and defense: An Overview, in Hasanuzzaman, M & Nahar, K (eds.), *Plant Stress Physiology - Perspectives in Agriculture*, IntechOpen, London. 94821.
- Rodríguez-García C, Sánchez-Quesada C, Gaforio JJ. 2019, Dietary Flavonoids as Cancer Chemopreventive Agents: An Updated Review of Human Studies. *Antioxidants*, 8, 5, pp. 137.
- Salar, R.K., Purewal, S.S. and Bhatti, M.S. 2016. Optimization of extraction conditions and enhancement of phenolic content and antioxidant activity of pearl millet fermented with *Aspergillus awamori* MTCC-548. *Resource-Efficient Technologies*, 2: 148-157
- Scalbert, A & Williamson, G 2000, Dietary intake and bioavailability of polyphenols, *Journal of nutrition*, 130, 2073S-2085S.
- Sun, T., Xu, Y., Zhang, D., Zhuang, H., Wu, J. and Sun, G. 2016. An *acyltransferase* gene that putatively functions in anthocyanin modification was horizontally transferred from *Fabaceae* into the genus *Cuscuta*. *Plant Diversity* 38: 149-155.
- Tadesse, S, Abebe, A, Chebude, Y, Garcia, IV & Yohannes, T 2012, Natural dye-sensitized solar cells using pigments extracted from *Syzygium guineense*, *Journal of Photonics for Energy*, 2, pp. 1-10.
- Tanaka, S., Oda, Y., Ataka, M., Onuma, K., Fujiwara, S. and

- Yonezawa, Y. 2001 Denaturation and aggregation of hen egg lysozyme in aqueous ethanol solution studied by dynamic light scattering. *Biopolymers* 59: 370-379.
- Teoh ES 2015, *Secondary Metabolites of Plants*, Medicinal Orchids of Asia, pp. 59-73.
- Tzin, V & Galili, G. 2010, The biosynthetic pathways for shikimate and aromatic amino acids in *Arabidopsis thaliana*, *Arabidopsis Book*, 8:e0132.
- Vermerris, W & Nicholson, R 2008, Families of phenolic compounds and means of classification, In *Phenolic Compound Biochemistry*, Springer: Dordrecht, The Netherlands, pp. 1-34.
- Verri WA, Vicentini FTMC, Baracat MM, Georgetti SR, Cardoso RDR, Cunha TM, Ferreira SH, Cunha FQ, Fonseca Maria JV & Casagrande R 2012, *Flavonoids as anti-inflammatory and analgesic drugs: mechanisms of action and perspectives in the development of pharmaceutical forms*. *Studies in Natural Products Chemistry*, Elsevier, In, pp. 297-330.
- Vilas-Boas, AA, Pintado, M & Oliveira, ALS 2021, Natural bioactive compounds from food waste: toxicity and safety concerns, *Foods*, vol 10, p. 1564.
- Villegas, R., Gao, Y.T., Yang, G., Li, H.L., Elasy, T.A., Zheng, W. and Shu, X.O. 2008. Legume and soy food intake and the incidence of type 2 diabetes in the Shanghai Women's Health Study. *American Journal Clinical Nutrition* 87(1): 162-167.
- Vogt T 2010, Phenylpropanoid biosynthesis. *Mol Plant*, 3, pp. 2-20.
- Wang, Tian-yang, Li, Q & Bi, Kai-shun 2018, Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate, *Asian Journal of Pharmaceutical*

- Sciences*, 13, pp. 12-23.
- Wang X, Wu L, Cao J, Hong X, Ye R, Chen, W & Yuan, T 2016, Magnetic effervescent tablet-assisted ionic liquid dispersive liquid-liquid microextraction of selenium for speciation in foods and beverages. *Food Addit. Contam, Part A*. 33(7), pp. 1190-1199.
- Wani, I.A., Sogi, D.S. and Gill, B.S. 2014. Physicochemical properties of acetylated starches from some Indian kidney bean cultivars. *International Journal of Food Science Technology*. 47: 1993-1999
- Wink, M. 2013. Evolution of secondary metabolites in legumes (*Fabaceae*). *South African Journal of Botany*. 89: 164-175.
- Xu, B.J and Chang, S.K.C. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of Food Science*, 72(2): S159-166
- Yang, Xiao-Qing & Guido, JE 2016, An overview of plant phenolics measurement, *Adv Food Technol Nutr Sci Open J*, SE(2), S34-S44.



DAFTAR ISTILAH

- Antioksidan : Suatu bahan kimia yang dibuat oleh manusia atau bahan alami yang dapat menghambat atau mencegah terjadinya kerusakan pada sel-sel tubuh (<https://nccih.nih.gov/health/antioxidants/introduction.htm>)
- Alkaloid : Bagian dari senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman dan dapat diekstrak untuk dijadikan bahan obat (<http://www.els.net/WileyCDA/ElsArticle/refId-a0001914.html>)
- Amilase : Kelompok enzim yang menghidrolisis ikatan glukosida yang ada di pati, yang terdiri dari α -amilase, β -amilase, dan glukoamilase (<https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/amylase>)
- Antosianin : Pigmen tumbuhan alami yang memiliki efek menguntungkan bagi tanaman maupun bagi manusia dan hewan (<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/anthocyanin>)
- Asam lemak esensial : Lemak yang tidak bisa disintesis oleh tubuh dan harus diperoleh melalui diet (https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4419-1005-9_1190)

- Asam lemak tidak jenuh (PUFA) : Lemak adalah sumber energi yang berasal dari makanan. Ada empat jenis lemak diet yaitu jenuh, trans, tak jenuh tunggal, dan lemak tak jenuh ganda (https://link.springer.com/reference/workentry/10.1007%2F978-1-4419-1005-9_108)
- Asam linoleat : Asam lemak yang ditemukan pada tanaman dan terlibat dalam pembentukan prostaglandin (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5280934#section=Top>)
- Asam oleat : Asam lemak tak jenuh yang merupakan asam lemak yang terdapat dalam jumlah yang melimpah di alam. Nama lainnya adalah Cis-9-Octadecenoic acid (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/445639#section=Top>)
- Asam propionat : Banyak digunakan sebagai agen anti jamur dalam makanan, termasuk asam lemak rantai pendek, di saluran pencernaan manusia dan mamalia lainnya sebagai produk akhir pencernaan mikroba karbohidrat (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1032#section=Top>)
- Bakteri asam laktat (LAB) : Bakteri berbentuk kokus, gram-positif, *non-sporeforming bacteria*, termasuk dalam genus *Lactobacillales*, yang meliputi *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactococcus* dan *Streptococcus*, selain *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weisella* (http://textbookofbacteriology.net/lactic_s.html)
- Biji lebu utuh : Biji tanaman kacang lebu (*Cajanus* sp.) yang terdapat di Lombok Nusa Tenggara Barat Indonesia

- Bioactive fatty acids* : Asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) merupakan *Bioactive fatty acids*. PUFA sebagian besar ditemukan pada minyak biji tanaman dan substrat untuk biosintesis hormon (*eicosanoids*) dan senyawa lainnya penting untuk kesehatan (www.springer.com/cda)
- Bioactive food component* : *Bioactive food component* ditunjukkan untuk memodulasi respons terhadap adanya peradangan (inflamasi) dan untuk mencegah *carcino-genesis* (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3449301/>)
- Bioavailabilitas : Dipengaruhi oleh jumlah obat/bahan kimia/suatu senyawa yang diserap di seluruh epitel usus serta metabolisme yang pertama lewat saat obat melintasi usus dan hati dalam perjalanan menuju sirkulasi sistemik (<https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/bioavailability>)
- Biocompound active* : Penggunaan senyawa bioaktif dalam kaitannya dengan sifat fisikokimia dan biologisnya (https://www.researchgate.net/publication/274193020_What_is_a_bioactive_compound_A_combined_definition_for_a_preliminary_consensus)
- Biodegradasi selulosa : Kemampuan Degradasi Selulosa oleh Bakteri Selulolitik (<http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/view/6836>)
- Biologically active substances* : Komponen senyawa bioaktif yang terdiri dari kelompok metabolit sekunder (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572599505800456>)
- Cyanidin* : Cyanidin termasuk dalam kelompok anthocyanin dan memiliki struktur khas C6-C3-C6

*Dietary
fiber*

(<http://www.phytochemicals.info/phytochemicals/cyanidin.php>)

: Istilah yang digunakan untuk karbohidrat berbasis tumbuhan, yang tidak seperti karbohidrat lain (seperti gula dan pati), tidak dicerna di usus halus (<https://www.nutrition.org.uk/healthyliving/basics/fibre.html>)

PROFIL PENULIS



Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., MP. dilahirkan di Kota Malang pada tanggal 20 Desember 1978. Penulis menyelesaikan pendidikan program Sarjana (S-1) di Universitas Brawijaya Malang pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan pada tahun 2001, dan Strata 2 (S-2) pada tahun 2005 pada Program Magister Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Brawijaya Malang. Program Strata 3 (S-3) telah diselesaikan penulis pada tahun 2018 pada Program Doktor Teknologi Industri Pertanian di Universitas Brawijaya Malang. Penulis adalah dosen pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang. Mulai tahun 2012 hingga saat ini, penulis aktif dalam mengikuti berbagai kompetisi dan mendapatkan hibah penelitian dan pengabdian masyarakat yang didanai oleh Dikti maupun lembaga Non Dikti. Bidang tema penelitian utama yang digeluti oleh penulis adalah teknologi aneka tanaman sereal, pengolahan dan rekayasa komoditas rumput laut coklat dan hasil perikanan, serta kopi. Sedangkan secara umum juga menekuni pengolahan aneka komoditas pertanian. Saat ini penulis sedang menekuni dan meneliti tentang Pengembangan Produk Pangan Fungsional Mengandung Senyawa Bioaktif dari Ekstrak Kacang Lebu (*Cajanus sp.*) dan aneka kacang lainnya. Hibah penelitian dengan dana luar negeri juga pernah didapatkan penulis, diantaranya SEARCA PhD Research Scholarship untuk pendanaan penelitian S3 dan sebagai tim dalam kegiatan SEARCA SFRT Project (2016-2018).



Dr. Atina Rahmawati, STP, MP. dilahirkan di Kota Surabaya pada tanggal 21 November 1985. Penulis menyelesaikan pendidikan program Sarjana (S-1) di Universitas Brawijaya Malang pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian pada tahun 2006. Program Strata 2 (S-2) diselesaikan penulis pada tahun 2010 pada Program Magister Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Brawijaya Malang. Program Strata 3 (S-3) diselesaikan penulis pada tahun 2018 pada Program Doktor Ilmu Pangan di Universitas Gadjah Mada. Penulis adalah Dosen pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang. Bidang tema penelitian utama yang digeluti oleh penulis adalah teknologi aneka tanaman serealia dan kacang-kacangan, gizi pangan dan pangan fungsional. Saat ini penulis sedang meneliti tentang Pengembangan Produk Pangan Fungsional Dari Bahan Kacang Koro Pedang Putih (*Canavalia ensiformis L.*) Dengan Penggunaan Teknologi Autoclaving-Cooling dan aneka kacang lainnya.



KACANG LEBUI

Gizi, Senyawa Bioaktif, dan Pemanfaatannya

Buku ini berisi tentang jenis kacang lebui, potensi gizi dan senyawa bioaktif yang terdapat didalam kacang lebui, proses fermentasi yang dapat menghasilkan produk dengan komponen gizi dan senyawa bioaktif dari kacang lebui, serta pemanfaatan kacang lebui dalam berbagai produk pangan.