

Peran Senyawa Bioaktif Tumbuhan untuk Penyakit Degeneratif : Tinjauan Kimia Medisinal

Agis Difa Maharani^{1*}, Saeful Amin², Nova Noor Fauzan³, Nova Sopiyan⁴

^{1,2,3,4} Progam Studi Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada, Indonesia

*e-mail korespondensi: saefulamin@universitas-bth.ac.id

Abstract : *Degenerative diseases, such as Alzheimer's, diabetes mellitus, and cancer, are global health challenges whose prevalence increases with increasing life expectancy. Phytochemicals, bioactive compounds found in plants, have shown potential in preventing and inhibiting the development of these diseases. Compounds such as flavonoids, polyphenols, and glucosinolates have antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective activities that can protect these body cells from oxidative damage and chronic inflammation. This study suggests that consuming phytochemical-rich foods, such as cruciferous vegetables, pigmented fruits, and certain spices, contributes to a reduced risk of degenerative diseases.*

Keywords: *phytochemicals, degenerative diseases, antioxidants.*

Abstrak : Penyakit degeneratif, seperti Alzheimer, diabetes melitus, dan kanker, merupakan tantangan kesehatan global yang prevalensinya meningkat seiring bertambahnya usia harapan hidup. Fitokimia, senyawa bioaktif yang terdapat dalam tumbuhan, telah menunjukkan potensi dalam mencegah dan menghambat perkembangan penyakit-penyakit tersebut. Senyawa seperti flavonoid, polifenol, dan glukosinolat memiliki aktivitas antioksidan, anti-inflamasi, dan neuroprotektif yang dapat melindungi sel sel tubuh ini dari kerusakan oksidatif dan peradangan kronis. Penelitian ini menunjukkan bahwa mengkonsumsi makanan kaya fitokimia, seperti sayuran cruciferous, buah-buahan berpigmen, dan rempah-rempah tertentu, berkontribusi pada penurunan risiko penyakit degeneratif. Artikel ini membahas mekanisme kerja fitokimia dalam pencegahan penyakit degeneratif dan menyoroti pentingnya pola makan berbasis tumbuhan dalam strategi pencegahan tersebut.

Kata Kunci: fitokimia, penyakit degeneratif, antioksidan.

1. PENDAHULUAN

Penyakit degeneratif menjadi topik perdebatan yang semakin besar di dunia kesehatan. Beberapa penyakit degeneratif termasuk diabetes, stroke, penyakit jantung koroner, dan penyakit kardiovaskular (Ayu et al., 2024). Penyakit degeneratif sekarang menjadi salah satu penyebab kematian terbesar di dunia. Data Riskesdas 2018 menunjukkan bahwa prevalensi penyakit ini meningkat dibandingkan dengan data Riskesdas 2013 (I Wayan Sindhu Wahyu Prasetya, 2023). Gaya hidup dan pola makan yang tidak sehat menyebabkan penyakit ini berkembang. Selain itu, radikal bebas dalam tubuh manusia adalah penyebab utama berbagai penyakit degeneratif.

Munculnya berbagai jenis penyakit degeneratif disebabkan oleh radikal bebas. Sebagai bagian dari proses metabolisme, sel manusia secara konsisten menghasilkan radikal bebas dan spesies oksigen reaktif spesies oksigen reaktif. Penyakit degeneratif merupakan kelompok penyakit yang ditandai oleh penurunan fungsi sel atau jaringan secara progresif dan permanen. Beberapa contoh paling umum dari penyakit ini meliputi kanker, penyakit jantung, diabetes melitus tipe 2, Alzheimer, dan Parkinson. Seiring bertambahnya usia dan perubahan gaya hidup

modern yang cenderung sedentari, konsumsi makanan tinggi lemak jenuh, rendah serat, serta paparan terhadap polusi dan stres oksidatif, risiko seseorang untuk mengalami penyakit degeneratif pun semakin meningkat. Penyakit-penyakit ini bukan hanya menjadi beban individu, tetapi juga memberikan tekanan besar terhadap sistem pelayanan kesehatan di seluruh dunia.

Senyawa bioaktif merupakan senyawa yang terkandung dalam tubuh hewan maupun tumbuhan. Senyawa ini memiliki berbagai manfaat bagi kehidupan manusia, diantaranya dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, dan antikanker (Dewatisari et al., 2018). Dalam beberapa dekade terakhir, perhatian ilmuwan mulai tertuju pada peran komponen alami yang terdapat dalam tumbuhan—dikenal sebagai fitokimia—dalam upaya pencegahan dan pengelolaan penyakit degeneratif. Indonesia kaya akan sumber bahan pangan dengan kandungan komponen bioaktif yang sangat potensial untuk dikembangkan (Syamsu & Muchsin, 2018). Fitokimia bukanlah nutrisi esensial seperti vitamin atau mineral, tetapi mereka memiliki kemampuan biologis yang sangat kuat. Senyawa-senyawa seperti flavonoid, polifenol, alkaloid, tanin, dan glukosinolat telah terbukti memiliki sifat antioksidan, anti-inflamasi, antikanker, dan neuroprotektif.

Makanan ini yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti buah-buahan, sayur-sayuran, biji-bijian, kacang-kacangan, dan rempah-rempah mengandung beragam fitokimia dalam jumlah yang bervariasi. Misalnya, brokoli mengandung senyawa sulforafan, teh hijau kaya akan katekin, dan kunyit mengandung kurkumin yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional. Berbagai penelitian epidemiologis dan eksperimental menunjukkan bahwa pola makan yang kaya akan sumber fitokimia dapat menurunkan risiko berbagai penyakit kronis dan degeneratif secara signifikan. Pendekatan pencegahan berbasis makanan alami ini menjadi semakin relevan dalam era modern, di mana masyarakat mulai menyadari pentingnya gaya hidup sehat sebagai upaya promotif dan preventif terhadap penyakit.

Oleh karena itu, pemahaman ini yang lebih mendalam tentang mekanisme kerja dan potensi terapeutik fitokimia sangat penting untuk dikembangkan, baik dalam konteks penelitian ilmiah maupun edukasi masyarakat umum. Artikel ini bertujuan untuk mengulas lebih lanjut tentang peran berbagai jenis fitokimia dalam mencegah penyakit degeneratif, dengan menekankan mekanisme biologis yang terlibat dan pentingnya integrasi konsumsi pangan nabati dalam kehidupan sehari-hari.

2. METODE

Penulisan artikel ini menggunakan metode kajian pustaka (literature review) yang juga bersifat deskriptif-analitis. Sumber data diperoleh dari berbagai artikel ilmiah, jurnal internasional dan nasional, buku teks, serta situs web terpercaya yang relevan dengan topik peran fitokimia dalam pencegahan penyakit degeneratif. Literatur yang digunakan dipilih berdasarkan kredibilitas, keterbaruan (minimal 10 tahun terakhir), serta relevansi langsung terhadap tema pembahasan.

Proses pengumpulan data dimulai dengan melakukan penelusuran menggunakan kata kunci seperti "phytochemicals", "degenerative diseases", "flavonoids", "polyphenols", "anticancer compounds from plants", dan "preventive nutrition". Mesin pencari ilmiah seperti Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, serta repositori universitas digunakan untuk mendapatkan referensi yang valid. Setelah data terkumpul, dilakukan proses identifikasi dan klasifikasi berdasarkan jenis fitokimia, mekanisme kerjanya dalam tubuh, serta hubungan empiris antara konsumsi senyawa tersebut dengan penurunan risiko penyakit degeneratif.

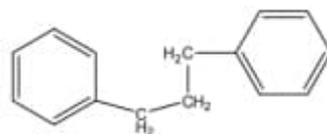
Analisis dilakukan dengan membandingkan berbagai temuan studi sebelumnya untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif mengenai manfaat fitokimia dari segi biokimia dan efek fisiologisnya. Hasil kajian kemudian disusun secara sistematis dalam bentuk uraian yang terstruktur agar mudah dipahami dengan pembaca, baik dari kalangan akademisi, tenaga kesehatan, maupun masyarakat umum yang tertarik dengan topik nutrisi dan pencegahan penyakit.

3. PEMBAHASAN

Fitokimia merupakan senyawa kimia alami yang diproduksi oleh tumbuhan sebagai bagian dari mekanisme pertahanan mereka terhadap hama, penyakit, dan tekanan lingkungan (Julianto, 2019). Meski tidak tergolong sebagai zat gizi esensial, fitokimia memberikan manfaat kesehatan yang sangat penting bagi manusia, terutama dalam mencegah berbagai penyakit degeneratif yang bersifat kronis dan progresif. Terdapat ribuan jenis fitokimia, namun yang paling banyak diteliti dan memiliki bukti ilmiah kuat antara lain flavonoid, polifenol, glukosinolat, alkaloid, dan karotenoid. (Aggarwal & Sung, 2009).

Flavonoid

Flavonoid adalah kelompok polifenol dan diklasifikasikan berdasarkan struktur kimia serta biosintesisnya. Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon. Dimana dua cincin benzena (C6) terikat oleh rantai propana (C3).



Gambar 1. Struktur Dasar Flavonoid

Flavonoid diketahui memiliki berbagai aktivitas farmakologis termasuk antivirus, antioksidan, antiinflamasi, dan antikanker. Senyawa seperti quercetin, rutin, dan naringin telah dilaporkan memiliki efek perlindungan pada kerusakan sel dan penyakit degeneratif. (Amin et al., 2025)

Flavonoid adalah kelompok terbesar dari fitokimia yang memiliki sifat antioksidan kuat. Flavonoid dapat berpotensi sebagai antioksidan karena flavonoid memiliki sifat sebagai suatu akseptor yang baik terhadap radikal bebas (Apriliani & Tukiran, 2021). Senyawa ini ditemukan dalam buah-buahan (seperti apel, anggur, dan jeruk), sayuran hijau, teh, dan cokelat hitam. Flavonoid bekerja dengan menetralkan radikal bebas dalam tubuh, sehingga bisa mencegah kerusakan oksidatif pada sel yang bisa menjadi salah satu penyebab utama penyakit degeneratif seperti kanker, aterosklerosis, dan Alzheimer (Adawiyah et al., 2020).

Ada berbagai subkategori dari flavonoid: flavanols, flavanon, flavon, isoflavon, anthocyanidins, dan flavonol. Klasifikasi dalam subkategori flavonoid didasarkan pada karakteristik strukturalnya. Flavanol dapat ditemukan dalam anggur merah serta teh hijau (ex-catechins), flavanon terdapat dalam buah-buahan sitrus (ex-narigenin), flavon (ex-apigenin) dapat dijumpai pada berbagai rempah daun hijau, isoflavon umumnya ada dalam produk kedelai, dan flavonol sering kali hadir dalam hampir semua jenis makanan. Flavonoid yang berasal dari katekin terutama dapat dilihat dalam teh hijau, teh hitam, dan anggur merah, sementara antosianin ditemukan dalam stroberi dan berbagai jenis berry lainnya, anggur, serta teh (Arifin & Ibrahim, 2018).

Tabel 1. Klasifikasi Flavonoid , Kandungan, dan sumbernya. (Arifin & Ibrahim, 2018)

Klasifikasi Kimia	Kandungan	Sumber Utama
Flavonol	Kuersetin,rutin, mirisetin, isoquercetin, pachipodol, ramnazin	Apel, teh, tomat, anggur, cerry, bawang, brokoli, ngandum, mangga
Flavanonol	Taxifolin	Jeruk asam, lemon
Isoflavon	Diadzein, fomonetenin, genistein, glycitein	Soya bean, legum
Flavon	Apigenin, chrisin, luteolin,tangeritin	Daun peterseli, timi
flavanon	Naringenin, paretin, hesperidin, naringin	Jeruk bali

Beberapa jenis flavonoid, seperti quercetin dan kaempferol, memiliki aktivitas anti-inflamasi dan dapat menghambat enzim pro-inflamasi seperti COX-2, yang terlibat dalam patogenesis penyakit degeneratif. Selain itu, flavonoid juga mampu meningkatkan fungsi endotel dan mengatur tekanan darah, yang sangat penting dalam pencegahan penyakit kardiovaskular. Kulit buah dan sayuran mengandung flavonoid dan glikosida seperti rutin, isoquercetin, narirutin, narcissi, quercetin, kaemperol, luteolin dan apigenin yang dikenal memiliki efek vasodilatori dan hipotensif. (Africa & 重庆市设计院, 2011)

Tinjauan Kimia Medisinal Senyawa Flavonoid

Tabel 2. Pendahuluan, Aktivitas Biologis, Potensi Terapeutik Flavonoid

Pendahuluan	Aktivitas Biologis	Potensi terapeutik
Flavonoid adalah senyawa polifenol yang di temukan dalam berbagai jenis tanaman dan memilki berbagai aktivitas biologis yang potensial sebagai obat.	<p>1. Antioksidan Flavonoid dapat menetralsir radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif</p> <p>2. Antiinflamasi Flavonoid dapat menghambat jalur inflamasi dan mengurangi produksi sitokin pro-inflamasi</p> <p>3. Antikanker Flavonoid dapat menghambat pertumbuhan sel kanker dan menginduksi apoptosis</p> <p>4. Kardiovaskuler Flavonoid dapat meningkatkan fungsi endotel dan mengurangi risiko penyakit jantung.</p>	<p>1. penyakit jantung 2. Kanker</p> <p>3. Penyakit neurodegeratif</p>

Polifenol

Polifenol adalah metabolit tanaman yang ditandai oleh kehadiran beberapa kelompok fenol (cincin aromatik dengan hidroksil) golongan L-fenilalanin. Polifenol merupakan konstituen pangan umum pada tanaman dan antioksidan utama pada pangan. Ratusan macam polifenol telah teridentifikasi dalam makanan. Asam fenolik, merupakan kelompok polifenol paling penting meliputi polimer struktur, seperti tanin, lignin, flavonoid dan stilben (Pawestri et al., 2021)

Polifenol merupakan kelompok senyawa yang terdiri dari beberapa subkelas, termasuk flavonoid, stilben, dan lignan. Sumber utamanya adalah buah beri, anggur merah, teh hijau, dan kopi. Salah satu polifenol terkenal adalah resveratrol yang ditemukan pada kulit anggur merah dan telah diteliti karena kemampuannya memperpanjang umur sel, menghambat proliferasi sel kanker, serta meningkatkan sensitivitas insulin pada penderita diabetes.

Polifenol memiliki peran penting dalam mengatur jalur sinyal seluler yang berhubungan dengan inflamasi, stres oksidatif, dan apoptosis (kematian sel). Mereka juga dapat memperbaiki metabolisme lipid dan glukosa, sehingga mencegah resistensi insulin dan obesitas yang merupakan faktor risiko utama penyakit degeneratif.

Tinjauan Kimia Medisinal Senyawa Polifenol

Tabel 3. Pendahuluan, Aktivitas Biologis, Potensi Terapeutik Senyawa Polifenol

Pendahuluan	Aktivitas Biologis	Potensi Terapeutik
Senyawa polifenol adalah kelas senyawa yang ditemukan dalam berbagai jenis tanaman dan memiliki berbagai aktivitas biologis yang potensial sebagai obat.	<p>1.Antioksidan Menginhibisi oksidasi lipid, menginduksi enzim antioksidan endogen, menangkap radikal bebas (ROS, RNS)</p> <p>2.Antiinflamasi Menghambat jalur sinyal inflamasi (NF-KB, COX-2), Menurunkan produksi sitokin proinflamasi</p> <p>3.Antikanker Menginduksi apoptosis dan menghentikan siklus sel pada sel kanker, menghambat angiogenesis dan metastasis, bertindak sebagai agen kemopreventif</p> <p>2.Antiretroviral (HIV-1) Menghambat enzim reverse transcriptase HIV, sehingga menghambat sintesis DNA virus. Menggangu integrasi DNA virus ke dalam genom inang (menghambat enzim integrase).</p> <p>Menghambat protease HIV, yang penting dalam pematangan virus.</p>	<p>1. Penyakit kanker</p> <p>2. Penyakit jantung</p> <p>3. Penyakit diabetes</p>

	<p>Mengganggu fusi membran virus dengan sel target.</p> <p>3. Antidiabetes</p> <p>Menghambat enzim pencernaan karbohidrat, meningkatkan sensitivitas insulin, perlindungan sel beta pankreas</p>	
--	--	--

Glukosinolat

Glukosinolat adalah senyawa sulfur yang banyak terdapat dalam sayuran dari famili Brassicaceae, seperti brokoli, kubis, dan kale. Ketika jaringan tumbuhan rusak (misalnya saat dikunyah), glukosinolat diubah menjadi senyawa aktif seperti isothiocyanate dan indole-3-carbinol. Senyawa ini terbukti memiliki efek antikanker melalui mekanisme detoksifikasi karsinogen, induksi apoptosis pada sel abnormal, dan penghambatan pertumbuhan sel kanker. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa konsumsi rutin sayuran cruciferous dapat juga menurunkan resiko kanker payudara, prostat, dan kolorektal. Selain itu, senyawa ini juga mendukung fungsi hati dalam proses detoksifikasi, memperkuat sistem imun, dan melindungi DNA dari kerusakan.

Tinjauan Kimia Medisinal Senyawa Glukosinolat

Tabel 4. Pendahuluan, Aktivitas Biologis, Potensi Terapeutik Senyawa Glukosinolat

Pendahuluan	Aktivitas Biologis	Potensi Terapeutik
<p>Glukosinolat adalah senyawa organik alami yang mengandung sulfur dan nitrogen, termasuk dalam kelompok tioglukosida.</p>	<p>1. Antikanker Glukosinolat berinteraksi dengan protein yang terlibat dalam mekanisme perbaikan kerusakan DNA. Senyawa ini dapat menginduksi penangkapan siklus sel dan menyebabkan kematian sel terprogram (apoptosis) dalam sel kanker</p> <p>2. Antimikroba Senyawa ini dapat dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme patogen</p> <p>3. Anti-Inflamasi Dapat mengatur respons inflamasi dalam tubuh</p>	<p>1. Penyakit kanker 2. Penyakit jantung 3. Penyakit Alzheimer</p>

Karotenoid

Karotenoid Secara ilmiah karotenoid merupakan kelompok pigmen isoprenoid yang berasal dari biosintesis terpenoid. Sederhananya, karotenoid didefinisikan sebagai pigmen yang bertanggung jawab atas warna kuning, oranye hingga merah. Karotenoid diproduksi oleh

tanaman, alga, bakteri fotosintetik, beberapa spesies bakteri non-fotosintetik, ragi dan jamur. Manusia dan hewan tidak memproduksi karotenoid tetapi dapat ditemukan pada darah dan jaringan tubuh sebagai asupan dari makanan, buah-buahan dan sayuran. Pada manusia, karotenoid prekursor penting retinol (vitamin A) dan sebagai foto proteksi.

Karotenoid seperti beta-karoten, lutein, dan likopen adalah pigmen alami yang memberikan warna cerah pada sayuran ini dan buah-buahan, seperti wortel, tomat, dan bayam. Beta-karoten merupakan prekursor vitamin A yang penting untuk fungsi visual dan sistem imun. Lutein dan zeaxanthin ini sangat penting untuk kesehatan mata, terutama dalam mencegah degenerasi macula terkait usia (Age-Related Macular Degeneration/AMD). (Labola & Puspita, 2018)

Likopen adalah salah satu jenis pigmen karotenoid yang banyak ditemukan pada tomat, semangka, jambu merah, anggur merah, pepaya dan aprikot. Senyawa ini mampu mencegah berbagai penyakit degeneratif seperti rematik, diabetes, jantung dan kanker. Hal ini didukung adanya aktivitas oksidatif dan non-oksidatif sebagai pencegah pembentukan sel tidak sehat (Novita et al., 2010).

Tinjauan Kimia Medisinal Senyawa Karotenoid

Tabel 5. Pendahuluan, Aktivitas Biologis, Potensi Terapeutik Senyawa Karotenoid

Pendahuluan	Aktivitas Biologis	Potensi Terapeutik
Karotenoid adalah senyawa organik yang termasuk dalam kelompok tepenoid. Struktur dasarnya terdiri dari rantai konjugasi) yang memberikan warna khas (kuning, orange, merah). Umumnya terdiri dari 40 atom karbon (C40)	1. Antioksidan Menetralkan radikal bebas, melindungi sel dari kerusakan oksidatif 2. Antikanker Modulasi ekspresi gen, induksi apoptosis, induksi apoptosis, dan hambatan proliferasi sel kanker	1. Penyakit jantung 2. Penyakit kanker 3. Penyakit alzheimer 4. Penyakit parkinson

Alkaloid dan Senyawa Lainnya

Alkaloid adalah suatu golongan senyawa organik yang terbanyak ditemukan di alam. Hampir lebih dari 5000 senyawa alkaloid yang ditemukan mempunyai keaktifan fisiologis tertentu. Semua alkaloid mengandung paling sedikit satu atom nitrogen yang biasanya bersifat basa dan sebagian besar atom nitrogen ini merupakan bagian dari cincin heterosiklik.

Beberapa alkaloid yang berperan dalam mencegah atau mengobati penyakit degeneratif meliputi senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan, anti-inflamasi, dan antikanker. Contohnya adalah morfin (analgesik), efedrin (antiasma), vinkristin (antikanker), reserpin (antihipertensi), dan piperin (antihiperlipidemik). Senyawa-senyawa ini dapat ditemukan dalam berbagai tanaman dan memiliki potensi sebagai terapi untuk penyakit degeneratif

Alkaloid seperti kafein, morfin, dan nikotin memiliki aktivitas biologis yang kompleks, dan sebagian di antaranya (seperti kafein) juga menunjukkan efek neuroprotektif serta memperbaiki fungsi kognitif pada dosis rendah. Selain itu, Keanekaragaman hayati yang dimiliki oleh Indonesia memberikan peluang besar dalam penemuan obat baru berbasis bahan alam. Senyawa alami seperti eugenol dari cengkeh dan allicin dari bawang putih diketahui memiliki aktivitas antivirus dan antioksidan, yang menjadikannya kandidat potensial dalam pengembangan obat herbal modern (Aziz & Zakir, 2022). Kandungan senyawa bioaktif dalam bawang lanang, seperti allicin, flavonoid, saponin, dan senyawa fenolik, diyakini memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas secara efektif (Amin, 2015).

Tinjauan Kimia Medisinal Senyawa Alkaloid

Tabel 6. Pendahuluan, Aktivitas Biologis, Potensi Terapeutik Senyawa Alkaloid

Pendahuluan	Aktivitas Biologis	Potensi terapeutik
Alkaloid merupakan kelompok senyawa organik yang mengandung atom nitrogen	<p>1. Analgesik Alkaloid seperti morfin dan kodein dapat mengurangi rasa sakit</p> <p>2. Antikanker Alkaloid seperti vinblastin dan vincristin dapat menghambat pertumbuhan bakteri</p> <p>3. Antibakteri Alkaloid seperti barberin dapat menghambat pertumbuhan bakteri</p>	<p>1. Pengobatan rasa sakit</p> <p>2. Penyakit kanker</p> <p>3. Infeksi</p> <p>4. Penyakit saraf</p>

Integrasi Fitokimia dalam Gaya Hidup Sehat

Dalam zaman modern ini, dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, terjadi perubahan dalam cara masyarakat menjalani hidup mereka, yang memiliki dampak negatif terhadap kesehatan. Kebiasaan seperti, pola makan yang tidak seimbang, kurang istirahat, kebiasaan merokok, dan konsumsi minuman beralkohol dapat memiliki dampak buruk pada kesehatan. Selain pola hidup, penurunan kualitas hidup juga terjadi karena kondisi lingkungan yang memburuk, seperti bertambahnya tingkat pencemaran udara. Hal ini dapat meningkatkan jumlah radikal bebas (oksidan) yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan, sehingga menimbulkan berbagai macam penyakit (I Putu Bagus Kurniadinata & Ni Made Widi Astuti, 2023).

Untuk mendapatkan manfaat optimal dari fitokimia, penting bagi individu untuk mengadopsi pola makan berbasis tanaman (plant-based diet) yang kaya akan variasi buah dan sayur berwarna, biji-bijian utuh, dan rempah-rempah alami. Menghindari makanan olahan, memperbanyak konsumsi makanan segar, dan memperhatikan cara memasak (seperti menghindari suhu tinggi yang merusak fitokimia) juga menjadi kunci dalam mempertahankan kandungan zat aktif tersebut.

Meskipun suplemen fitokimia tersedia di pasaran, bukti ilmiah menunjukkan bahwa konsumsi langsung melalui makanan utuh lebih efektif dan aman, karena adanya sinergi antara berbagai nutrisi yang bekerja bersama dalam tubuh. Pola hidup sehat dapat mengontrol beberapa jenis penyakit kronis (Rahayu et al., 2022).

4. KESIMPULAN

Fitokimia merupakan senyawa alami dalam tumbuhan yang memiliki potensi besar dalam upaya pencegahan penyakit degeneratif seperti kanker, diabetes, penyakit jantung, dan gangguan neurodegeneratif. Senyawa seperti flavonoid, polifenol, glukosinolat, dan karotenoid menunjukkan berbagai aktivitas biologis yang bermanfaat, antara lain sebagai antioksidan, anti-inflamasi, dan agen pelindung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Sartika, F., & Arfianto, F. (2020). 8075-19297-1-Sm. Jurnal X (nama jurnal tidak lengkap), 7(1), 62–71. (Judul dan nama jurnal perlu dilengkapi untuk keakuratan APA Style)
- Africa, S., & 重庆市设计院. (2011). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析. 66, עליון הנוטע, (July), 6–17. (Judul dan penulisan perlu transliterasi atau terjemahan sesuai pedoman APA)
- Aggarwal, B. B., & Sung, B. (2009). Pharmacological basis for the role of curcumin in chronic diseases: An age-old spice with modern targets. *Trends in Pharmacological Sciences*, 30(2), 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2008.11.002>
- Amin, S. (2015). Uji aktivitas antioksidan umbi bawang lanang (*Allium sativum*) terhadap radikal bebas DPPH (1,1-difenil-2-pikrihidrazil). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan dan Farmasi*, 13(1), 216–223. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v13i1.23>
- Amin, S., Ismail, A. A., Andriani, D., Ayu, N., & Wijayanti, K. (2025). Potensi bioaktif flavonoid dalam tanaman herbal: Kajian literatur terhadap aktivitas antioksidan ekstrak

daun cengkeh dan daun salam. *Jurnal X*, 5(3), 39–46. (Judul jurnal perlu dilengkapi untuk akurasi)

- Apriliani, N. T., & Tukiran, T. (2021). Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun kejobeling (*Strobilanthes crispus* L., Blume) dan daun sambiloto (*Andrographis paniculata* Burm. f. Nees) dan kombinasinya. *Jurnal Kimia Riset*, 6(1), 68. <https://doi.org/10.20473/jkr.v6i1.26634>
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, bioaktivitas dan antioksidan flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21–29. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.313>
- Ayu, I. W., Nyoman, P. N., Udayani, W., & Putri, G. A. (2024). Artikel review: Peran antioksidan flavonoid dalam menghambat radikal bebas. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 6(2), 188–197.
- Aziz, A., & Zakir, S. (2022). Indonesian Research Journal on Education: Jurnal Ilmu Pendidikan. *Indonesian Research Journal on Education*, 2(3), 1030–1037.
- Dewatisari, W. F., Rumiyantri, L., & Rakhmawati, I. (2018). Rendemen and phytochemical screening using leaf extract of *Sansevieria* sp. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17(3), 197–202.
- Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia: Tinjauan metabolit sekunder dan skrining fitokimia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Kurniadinata, I. P. B., & Astuti, N. M. W. (2023). Review: Studi kandungan fitokimia, aktivitas antioksidan, dan toksisitas jambang (*Syzygium cumini* L.). *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi*, 2, 769–779. <https://doi.org/10.24843/wsnf.2022.v02.p61>
- Labola, Y. A., & Puspita, D. (2018). Peran antioksidan karotenoid penangkal radikal bebas penyebab berbagai penyakit. *Farmasetika.com (Online)*, 2(5), 12. <https://doi.org/10.24198/farmasetika.v2i2.13668>
- Novita, M., Mangimbulude, J., & Rondonuwu, F. S. (2010). Karakteristik likopen sebagai antioksidan. *Sains dan Pendidikan Sains UKSW*, 30–39.
- Prasetya, I. W. S. W. (2023). Potensi kandungan fitokimia bawang dayak (*Eleutherine palmifolia*) sebagai sumber antioksidan. *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi*, 2, 345–355. <https://doi.org/10.24843/wsnf.2022.v02.p27>