

TOTAL TANIN, FENOL, FLAVONOID, DAN ANTOSIANIN EKSTRAK BIJI KEDELAI HITAM (*Glycine soja* (L.) Merr.) DAN BIJI KEDELAI KUNING (*Glycine max* (L.) Merr.)

Irma Erika Herawati^{1*}, Siti Uswatun Hasanah², Hesty Nuur Hanifah³, Lisna Dewi³, Ita Inayah³

¹Program Studi Profesi Pendidikan Apoteker, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia, Bandung, Jawa Barat, Indonesia.

²Program Studi Sarjana Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia, Bandung, Jawa Barat, Indonesia.

³Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Al-Ghifari, Bandung, Jawa Barat, Indonesia.

*Penulis Korespondensi: irmaerika@stfi.ac.id

ABSTRAK

Kedelai adalah salah satu jenis polong-polongan yang unik karena memiliki kandungan metabolit sekunder penting, seperti senyawa polifenol. Senyawa fenolik terbagi menjadi beberapa kelompok, di antaranya asam fenolat, flavonoid, tanin, dan stilbenes, yang memiliki struktur umum berupa beberapa gugus hidroksil yang terikat pada cincin benzen. Studi epidemiologi dan data meta-analisis menunjukkan bukti kuat bahwa konsumsi produk dengan kandungan polifenol tinggi dalam jangka waktu lama dapat melindungi tubuh dari kejadian kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes, obesitas, osteoporosis, dan penyakit neurodegeneratif. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kandungan senyawa flavonoid, fenol, tanin, dan antosianin dalam ekstrak kedelai kuning dan kedelai hitam yang beredar di pasaran. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Pengujian kadar total tanin dan fenol dilakukan menggunakan metode Folin-Ciocalteu dengan standar asam tanat dan asam galat. Pengujian kadar total flavonoid dilakukan dengan metode $AlCl_3$ menggunakan pembanding kuersetin, sedangkan pengujian kadar antosianin dilakukan dengan metode diferensiasi pH. Pengukuran kadar dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan kandungan tanin, fenol, flavonoid, dan antosianin pada kedelai hitam dan kuning. Kedelai hitam memiliki kandungan yang lebih tinggi, yaitu 0,074 mg/g (kadar total tanin), 244 mg GAE/g (kadar total fenol), 20,9 mg QE/g (kadar total flavonoid), dan 2,189 mg/100 mL (kadar antosianin).

Kata Kunci : Kedelai, Antosianin, Flavonoid, Fenol, Tanin.

ABSTRACT

Soybeans were a unique type of legume because they contained important secondary metabolites, such as polyphenol compounds. Phenolic compounds were classified into several groups, including phenolic acids, flavonoids, tannins, and stilbenes, which had a common structure with multiple hydroxyl groups attached to a benzene ring. Epidemiological studies and meta-analysis data provided strong evidence that long-term consumption of polyphenol-rich products could help protect against cancer, cardiovascular diseases, diabetes, obesity, osteoporosis, and neurodegenerative diseases. The aim of this study was to analyze the flavonoid, phenol, tannin, and anthocyanin content in commercially available yellow and black soybean extracts. The extraction process was carried out using the maceration method. The total tannin and phenol content was determined using the Folin-Ciocalteu method, with tannic acid and gallic acid as standards. The total flavonoid content was measured using the $AlCl_3$ method with quercetin as the standard. Anthocyanin content was analyzed using the pH differential method. All measurements were conducted using a UV-Visible spectrophotometer. The results showed

differences in the tannin, phenol, flavonoid, and anthocyanin content between black and yellow soybeans. Black soybeans had higher levels, with 0.074 mg/g (total tannin), 244 mg GAE/g (total phenol), 20.9 mg QE/g (total flavonoid), and 2.189 mg/100 mL (anthocyanin content).

Keywords: Soybean, Anthocyanin, Flavonoid, Phenol, Tannin.

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai merupakan tanaman asli Asia Timur yang telah banyak dibudidayakan sejak sekitar 5.000 tahun yang lalu. Awalnya, penanaman kedelai ditujukan sebagai penyedia hara nitrogen dalam tanah pada sistem rotasi tanaman. Kini, kedelai diketahui sebagai salah satu sumber protein nabati utama dengan kandungan mencapai 39% (Thrane et al., 2017). Kedelai juga merupakan salah satu jenis polong-polongan yang unik karena memiliki kandungan metabolit sekunder penting, seperti senyawa polifenol (Yamashita et al. 2020). Secara umum, polifenol berperan penting bagi kesehatan karena berfungsi sebagai antioksidan aktif (Panat et al. 2016). Konsumsi pangan dengan kandungan antioksidan dan antiinflamasi yang tinggi dapat menjadi strategi efektif dalam menurunkan stres oksidatif dan inflamasi (Koçyiğit et al., 2019). Stres oksidatif dan inflamasi kronik dapat meningkatkan risiko berbagai kondisi patologis seperti arterosklerosis, obesitas, diabetes, penyakit neurodegeneratif, dan kanker.

Studi epidemiologi dan data meta-analisis menunjukkan bukti kuat bahwa konsumsi produk dengan kandungan polifenol tinggi dalam jangka waktu lama dapat melindungi tubuh dari kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes, obesitas, osteoporosis, dan penyakit neurodegeneratif (Guo et al., 2018). Senyawa fenolik merupakan senyawa polihidroksi yang termasuk dalam kelompok kandungan kimia alami pada tanaman. Senyawa ini memiliki berbagai struktur, mulai dari fenol sederhana hingga polimer kompleks. Senyawa fenol dengan berat molekul besar disebut polifenol dan memiliki fungsi biologis penting, yaitu melindungi secara langsung melalui aktivasi sistem endogen serta memodulasi sinyal seluler. Aktivitas biologis senyawa fenolik memberikan kontribusi besar terhadap nilai fungsional produk pangan (Shahidi et al., 2015; Bayir et al., 2019).

Senyawa fenolik terbagi menjadi beberapa kelompok, antara lain asam fenolat, flavonoid, tanin, dan stilbenes, yang memiliki struktur umum berupa gugus hidroksil yang terikat pada cincin

benzen (Singh et al., 2017). Pada beberapa jenis polong-polongan, tingginya intensitas pigmen menunjukkan kandungan fenolik yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas berpigmen rendah (Zhu et al., 2018). Kedelai memiliki variasi warna kulit biji, antara lain kuning, hitam, merah, dan hijau. Kedelai berkulit hitam mengandung γ -tokoferol, isoflavon, flavonoid, dan antosianin dalam jumlah tinggi yang dihasilkan melalui proses biologis alami (Bursac et al. 2017; Lee, et al. 2020). Kandungan flavonoid dalam kedelai cukup tinggi, terutama pada bagian hipokotil dan kotiledon. Kandungan senyawa aktif dalam biji kedelai sangat dipengaruhi oleh varietas kedelai, lokasi tumbuh, serta metode pengolahan (Lee et al. 2019; Luthria et al., 2016). Salah satu aspek penting dari kedelai sebagai pangan fungsional adalah keberadaan metabolit sekunder, khususnya isoflavon, yang disintesis oleh enzim 2-hydroxyisoflavone synthase (IFS) (Sulistiyowati et al. 2018). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan senyawa fenolik, meliputi flavonoid, fenol, tanin, dan antosianin, dalam ekstrak kedelai kuning dan kedelai hitam yang beredar di pasaran.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain peralatan gelas standar, timbangan analitik, dan rotary evaporator (Biobase RE 100 pro). Bahan-bahan yang digunakan meliputi kedelai hitam, kedelai kuning yang diperoleh dari pasar tradisional Bandung, etanol teknis 70%, reagen Folin-Ciocalteu, Na_2CO_3 , asam tanat (Sigma), asam galat (Sigma), kuersetin (Sigma), AlCl_3 teknis, asam asetat teknis, HCl 2 N, aquadest, buffer kalium klorida pH 1 dan buffer natrium asetat pH 4,5. Pengukuran kadar total senyawa dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Genesys).

Ekstraksi

Biji kedelai hitam (1 kg) dan kedelai kuning (1 kg) yang berasal dari pasar tradisional di Kota Bandung, dihaluskan dan diekstraksi dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol 70%. Ekstraksi dilakukan selama 3 hari dengan penggantian pelarut setiap 24 jam. Ekstrak cair yang didapat diuapkan hingga diperoleh ekstrak kental.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Tanat dan Pengujian Kadar Tanin

Asam tanat 10 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest (1000 ppm) dan diencerkan menjadi 10–50 ppm. Setiap larutan (1 mL) dicampur dengan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu, didiamkan 3 menit, ditambah 1 mL Na_2CO_3 jenuh, diencerkan hingga 10 mL, diinkubasi 40 menit dalam gelap, lalu diukur absorbansinya pada 525,5 nm untuk membuat kurva kalibrasi.

Sebanyak 50 mg ekstrak kedelai hitam dan kuning dilarutkan dalam 10 mL etanol 70%, kemudian 1 mL larutan direaksikan dengan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu, didiamkan 3 menit, ditambah 1 mL Na_2CO_3 jenuh, diencerkan hingga 10 mL, diinkubasi 40 menit dalam gelap. Absorbansi diukur pada 525,5 nm untuk menentukan kadar tanin berdasarkan kurva kalibrasi, dan pengujian dilakukan secara triplo (Sulistyowati et al. 2018).

Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Galat Dan Pengujian Kadar Fenol Total

Asam galat 10 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest (1000 ppm) dan diencerkan menjadi 50–90 ppm. Setiap larutan (0,6 mL) direaksikan dengan 1 mL Folin-Ciocalteu, didiamkan 3 menit, ditambah 4 mL Na_2CO_3 7,5%, diencerkan hingga 10 mL, diinkubasi 40

menit dalam gelap, lalu diukur absorbansinya pada 768,8 nm untuk membuat kurva kalibrasi. Sebanyak 50 mg ekstrak kedelai hitam dan kuning dilarutkan dalam 10 mL etanol 70%, kemudian 0,3 mL larutan direaksikan dengan 1 mL Folin-Ciocalteu, didiamkan 3 menit, ditambah 4 mL Na_2CO_3 7,5%, diencerkan hingga 10 mL, diinkubasi 40 menit dalam gelap. Absorbansi diukur pada 768,8 nm untuk menentukan kadar fenol berdasarkan kurva kalibrasi, dengan pengujian dilakukan secara triplo (Sulistyowati E et al. 2018).

Pembuatan kurva kalibrasi kuersetin dan Pengujian Kadar Flavonoid Total

Kuersetin 10 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest untuk menghasilkan larutan induk 1000 ppm, kemudian diencerkan menjadi 30–70 ppm. Setiap larutan (1 mL) dicampur dengan 1 mL AlCl_3 10% dan 8 mL asam asetat 5%, lalu diukur absorbansinya pada 415,2 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk membuat kurva kalibrasi kuersetin. Sebanyak 50 mg ekstrak biji kedelai hitam dan kuning dilarutkan dalam 10 mL etanol 70%. Sebanyak 1 mL larutan ekstrak dicampur dengan 1 mL AlCl_3 10% dan 8 mL asam asetat 5%,

kemudian diukur absorbansinya pada 415,2 nm. Nilai absorbansi digunakan untuk menentukan kadar flavonoid berdasarkan kurva kalibrasi kuersetin, dan pengujian dilakukan secara triplo (Tristiyanti et al., 2019).

Pengujian Kadar Antosianin dengan Metode Diferensiasi pH

Sebanyak 25 gram biji kedelai hitam dan kuning dimaserasi dengan 150 mL etanol 70% yang diasamkan (HCl 2 N, pH 1). Sebanyak 1 mL ekstrak dicampur dengan 5 mL buffer KCl pH 1 dan 5 mL buffer Na-asetat pH 4,5, kemudian diencerkan dengan etanol asam hingga 10 mL. Absorbansi diukur pada panjang gelombang maksimum dan 700 nm, dengan pengujian dilakukan secara triplo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan menggunakan etanol 70% dengan tujuan untuk menarik seluruh senyawa yang terkandung dalam biji kedelai. Pemilihan etanol 70% didasarkan pada sifat polar pelarut yang sesuai untuk melarutkan senyawa fenol, flavonoid, dan antosianin yang umumnya terikat dengan gula (glikosida) dalam biji kedelai (Obenu 2019). Metode maserasi

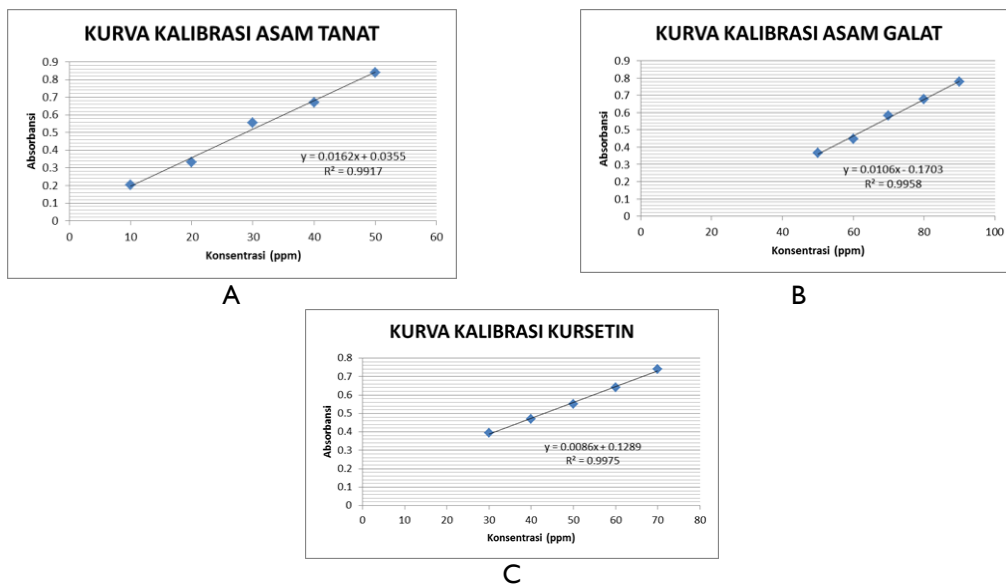
dipilih karena mampu mempertahankan kestabilan senyawa aktif dalam biji kedelai serta merupakan metode yang sederhana dan efektif. Selama proses ekstraksi, terjadi perpindahan senyawa dari dalam biji kedelai ke dalam pelarut dengan bantuan pengadukan. Pada tahap awal perendaman, senyawa aktif akan tertarik keluar akibat perbedaan konsentrasi antara bahan dan pelarut, kemudian berkumpul di sekitar permukaan serbuk biji kedelai yang diekstraksi. Seiring waktu, pelarut akan mencapai kondisi jenuh, sehingga diperlukan pengadukan untuk mengurangi kejenuhan dan meningkatkan efisiensi penarikan senyawa. Dengan demikian, senyawa aktif dalam biji kedelai dapat terekstraksi secara optimal.

Hasil ekstraksi kedelai kuning dan kedelai hitam menunjukkan nilai rendemen yang relatif tidak berbeda signifikan, yaitu sebesar 12,6% untuk kedelai kuning dan 11,8% untuk kedelai hitam. Nilai tersebut mencerminkan jumlah senyawa yang berhasil terekstraksi menggunakan pelarut etanol 70%. Jika dibandingkan dengan hasil ekstraksi menggunakan pelarut metanol, rendemen yang diperoleh lebih rendah, yaitu 7,69% untuk kedelai hitam dan

5,32–11,19% untuk kedelai kuning (Hartati et al., 2020). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh jenis pelarut serta varietas kedelai yang digunakan. Kedelai yang digunakan pada penelitian sebelumnya merupakan varietas lokal berukuran lebih kecil, sedangkan kedelai yang digunakan pada penelitian ini adalah kedelai impor dengan ukuran biji yang lebih besar.

Hasil Kurva Kalibrasi Asam Tanat, Asam Galat, dan Kuersetin

Hasil pembuatan kurva kalibrasi asam tanat, asam galat, dan kuersetin dapat dilihat pada Gambar 1. Pada gambar 1, seluruh kurva kalibrasi menunjukkan nilai regresi yang baik, dimana ketiga kurva kalibrasi memberikan nilai mendekati linier, yaitu 0,9917 (asam tanat), 0,9958 (asam galat), dan 0,9975 (kuersetin).



Gambar 1. Kurva kalibrasi asam tanat (A), asam galat (B), dan kuersetin (C)

Hasil Pengujian Kadar Total Tanin, Fenol, dan Flavonoid

Hasil pengujian kadar total tanin, fenol, dan flavonoid pada ekstrak etanol biji kedelai kuning dan hitam menunjukkan nilai yang bervariasi. Secara umum, biji kedelai hitam memiliki kadar total tanin, fenol, dan

flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan kedelai kuning, yaitu masing-masing sebesar 0,074 mg/g (kadar tanin), 244 mg GAE/g (kadar fenol), dan 20,9 mg QE/g (kadar flavonoid). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya terkait kadar total flavonoid, yang menunjukkan nilai

0,263 mg QE/g pada kedelai hitam dan 0,227 mg QE/g pada kedelai kuning (Sari et al., 2019). Perbedaan kandungan metabolit pada kedelai hitam dan kuning dapat dipengaruhi oleh faktor genetik,

waktu pemanenan, serta lokasi tumbuh (Lee, et al. 2020). Hasil pengujian kadar total tanin, fenol, dan flavonoid dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Total Tanin, Fenol dan Flavonoid Pada Biji Kedelai Hitam dan Biji Kedelai Kuning

Jenis biji kedelai	Pengujian		
	Kadar total tanin (mg/gram)	Kadar total fenol (mgGAE/gram)	Kadar total flavonoid (mgQE/gram)
Biji kedelai hitam	0,074	244	20,9
Biji kedelai kuning	0,068	165,2	20,2

Pengujian kadar total tanin dan fenol dilakukan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu, di mana terjadi reaksi reduksi–oksidasi. Tanin dan fenol bertindak sebagai reduktor, sedangkan reagen Folin-Ciocalteu berperan sebagai oksidator. Pada suasana basa akibat penambahan Na_2CO_3 , tanin dan fenol mereduksi fosfomolibdat dari Folin-Ciocalteu menjadi fosfomolibdenum yang berwarna biru, sehingga dapat diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang visibel. Semakin tinggi kandungan tanin dan fenol, semakin pekat warna biru yang terbentuk (Martins et al. 2021). Pada penelitian ini, pengukuran konsentrasi senyawa dilakukan pada panjang gelombang 768,8 nm untuk fenol dan 523,5 nm untuk tanin. Pengujian kadar total flavonoid dilakukan menggunakan

spektrofotometer pada panjang gelombang 415,2 nm. Pengukuran dilakukan pada rentang visibel karena larutan hasil reaksi menghasilkan warna kuning. Warna kuning terbentuk akibat pembentukan kompleks antara flavonoid dan AlCl_3 ; semakin tinggi kandungan flavonoid, warna kuning yang dihasilkan akan semakin pekat, yang ditunjukkan oleh meningkatnya nilai absorbansi (Ratulangi et al., 2015).

Hasil Pengujian Kadar Antosianin Dengan Metode Diferensiasi pH

Pengujian kadar antosianin pada biji kedelai kuning dan hitam dilakukan menggunakan metode diferensiasi pH, yaitu pada pH 1 dan 4,5. Antosianin memberikan intensitas warna yang kuat pada pH rendah (pH 1) karena terbentuk dalam bentuk kation oksonium,

sedangkan pada pH 4,5 antosianin berubah menjadi bentuk karbinol yang tidak berwarna. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar antosianin pada biji kedelai hitam dan kuning masing-masing adalah 2,189 mg/100 mL dan 0,531 mg/100 mL. Kedelai hitam memiliki kandungan antosianin yang lebih tinggi, yang dapat dipengaruhi oleh faktor genetik (Lee et al., 2020) sehingga berpengaruh terhadap biosintesis senyawa dalam tanaman. Semakin kuat atau pekat warna yang ditunjukkan suatu tanaman, maka semakin tinggi kandungan antosianinnya. Warna pigmen tersebut salah satunya dipengaruhi oleh keberadaan gugus hidroksil; semakin banyak gugus hidroksil, maka intensitas warna akan semakin tinggi (Khoo et al. 2017).

KESIMPULAN

Kedelai biji hitam dan kuning memiliki kandungan tanin, fenol, flavonoid, dan antosianin yang berbeda. Kedelai hitam memiliki kandungan yang lebih tinggi, yaitu 0,074 mg/g (kadar total tanin), 244 mg GAE/g (kadar total fenol), 20,9 mg QE/g (kadar total flavonoid), dan 2,189 mg/100 mL (kadar antosianin).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Raissa Amalia, Shara Widiyanti, Lusi Purnamasari atas bantuan teknisnya pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Aktsar Roskiana, Juwita Juwita, and Siti Afrianty Daniya Ratulangi. 2015. "Penetapan Kadar Fenolik Dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Buah Dan Daun Patikala (*Etlintera Elatior* (Jack) R.M.SM)." *Pharmaceutical Sciences and Research* 2(1):1–10.
- Alshikh, Nehal, Adriano Costa De Camargo, and Fereidoon Shahidi. 2015. "Phenolics of Selected Lentil Cultivars: Antioxidant Activities and Inhibition of Low-Density Lipoprotein and DNA Damage." *Journal of Functional Foods* 18:1022–38.
- Bursać, Mira, Milica Atanacković Krstonošić, Jegor Miladinović, Đorđe Malenčić, Ljiljana Gvozdenović, and Jelena Hogervorst Cvejić. 2017. "Isoflavone Composition, Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Soybeans with Colored Seed Coat." *Natural Product Communications* 12(4):1934578X1701200417.
- Choi, Yu-Mi, Hyemyeong Yoon, Sukyeung Lee, Ho-Cheol Ko, Myoung-Jae Shin, Myung Chul Lee, On Sook Hur, Na Young Ro, and Kebede Taye Desta. 2020. "Isoflavones, Anthocyanins, Phenolic Content,

- and Antioxidant Activities of Black Soybeans (*Glycine Max* (L.) Merrill) as Affected by Seed Weight.” *Scientific Reports* 10(1):19960.
- Choi, Yu-Mi, Hyemyeong Yoon, Sukyeung Lee, Ho-Cheol Ko, Myoung-Jae Shin, Myung-Chul Lee, Sejong Oh, and Kebede Taye Desta. 2020. “Comparison of Isoflavone Composition and Content in Seeds of Soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill) Germplasms with Different Seed Coat Colors and Days to Maturity.” *Korean Journal of Plant Resources* 33(6):558–77.
- Güneş Bayir, Ayşe, Ayşe Nur Aksoy, and Abdurrahim Koçyiğit. 2019. “The Importance of Polyphenols as Functional Food in Health.” *Bezmialem Science* 7(2):157–63.
- Hasanah, Siti Uswatun, Diki Prayugo, and Nitta Nurlita Sari. 2019. “Total Flavonoid Levels in Various Varieties of Soybean Seeds (*Glycine max*) in Indonesia.” *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari* 10(2).
- Hasanah, Siti Uswatun, Sukrasno Sukrasno, and Rika Hartati. 2020. “Perbandingan Kandungan Genistein Pada Berbagai Varietas Kedelai (*Glycine max*) Di Indonesia.” *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 4(2):113.
- Khoo, Hock Eng, Azrina Azlan, Sou Teng Tang, and See Meng Lim. 2017. “Anthocyanidins and Anthocyanins: Colored Pigments as Food, Pharmaceutical Ingredients, and the Potential Health Benefits.” *Food & Nutrition Research* 61(1):1361779.
- Lee, Eun Mi, Soo Jin Park, Jung-Eun Lee, Bo Mi Lee, Byeung Kon Shin, Dong Jin Kang, Hyung-Kyoon Choi, Young-Suk Kim, and Do Yup Lee. 2019. “Highly Geographical Specificity of Metabolomic Traits among Korean Domestic Soybeans (*Glycine Max*).” *Food Research International* 120:12–18.
- Maria John, K. M., Savithiry Natarajan, and Devanand L. Luthria. 2016. “Metabolite Changes in Nine Different Soybean Varieties Grown under Field and Greenhouse Conditions.” *Food Chemistry* 211:347–55.
- Martins, Gabriel Rocha, Alvaro Ferreira Monteiro, Felipe Rafael Lopes Do Amaral, and Ayla Sant’Ana Da Silva. 2021. “A Validated Folin-Ciocalteu Method for Total Phenolics Quantification of Condensed Tannin-Rich Açai (*Euterpe Oleracea* Mart.) Seeds Extract.” *Journal of Food Science and Technology* 58(12):4693–4702.
- Obenu, Noviana Mery. 2019. “Ekstraksi Dan Identifikasi Komposisi Metabolit Fraksi Diklorometana Dan Aquades Ekstrak Metanol Daun Sirsak (*Annona Muricata* Linn).” *Jurnal Saintek Lahan Kering* 2(1):17–19.
- Panat, Niranjana A., Dharmendra K. Maurya, Saroj S. Ghaskadbi, and Santosh K. Sandur. 2016. “Trolox, a Plant Flavonoid, Protects Cells against Oxidative Stress-Induced Cell Death

- through Radical Scavenging Mechanism.” *Food Chemistry* 194:32–45.
- Qu, Guojing, Jinhua Chen, and Xiuli Guo. 2018. “The Beneficial and Deleterious Role of Dietary Polyphenols on Chronic Degenerative Diseases by Regulating Gene Expression.” *BioScience Trends* 12(6):526–36.
- Singh, Balwinder, Jatinder Pal Singh, Amritpal Kaur, and Narpinder Singh. 2017. “Phenolic Composition and Antioxidant Potential of Grain Legume Seeds: A Review.” *Food Research International* 101:1–16.
- Sulistyowati E, Martono S, Riyanto S, and Lukitaningsih E. 2018. “Analisis Daidzein dan Genistein Pada Kedelai (*Glycine max* L,Merril) Varietas Anjasmoro, Argomulyo, dan Dena2 Menggunakan Metode KCKT.” *Media Farmasi Indonesia* 13(1):1299–1304.
- Thrane, M., P. V. Paulsen, M. W. Orcutt, and T. M. Krieger. 2017. “Soy Protein.” Pp. 23–45 in *Sustainable Protein Sources*. Elsevier.
- Yamashita, Yoko, Hiroyuki Sakakibara, Toshiya Toda, and Hitoshi Ashida. 2020. “Insights into the Potential Benefits of Black Soybean (*Glycine Max* L.) Polyphenols in Lifestyle Diseases.” *Food & Function* 11(9):7321–39.
- Zhu, Yi-Lin, Hai-Sheng Zhang, Xin-Shuai Zhao, Huan-Huan Xue, Jing Xue, and Yu-Han Sun. 2018. “Composition, Distribution, and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds in 18 Soybean Cultivars.” *Journal of Aoac International* 101(2):520–28.