



10516

Herawati et al.

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

Library

Published

Workflow ▲

Submission

Review ▲

Review Round 1

Copyediting

Production

Publication ▲

Title & Abstract

Contributors

Metadata

References

Galleys

WORKFLOW: SUBMISSION

Current Submission Language: **English (United States)**

Status

The submission is currently in the Production stage.

Submission Files

Files uploaded at the time of submission

NO	FILE NAME	DATE UPLOADED	TYPE
23887	irma2...	2025-07-28	Article Text

[Download All Files](#)

Pre-Review Discussions [Add discussion](#)

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
<i>No Items</i>				

10516

Herawati et al.

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

Published

Workflow ▲	WORKFLOW: SUBMISSION													
Submission	Current Submission Language: English (United States)													
Review ▲	Status The submission is currently in the Production stage.													
Review Round 1														
Copyediting	Submission Files Files uploaded at the time of submission													
Production	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="738 1297 803 1325">NO</th> <th data-bbox="906 1297 1019 1325">FILE NAME</th> <th data-bbox="1052 1297 1230 1325">DATE UPLOADED</th> <th data-bbox="1263 1297 1317 1325">TYPE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="764 1381 803 1409">23887</td> <td data-bbox="919 1381 1008 1409">irma2...</td> <td data-bbox="1052 1381 1170 1409">2025-07-28</td> <td data-bbox="1268 1381 1414 1409">Article Text</td> </tr> </tbody> </table>				NO	FILE NAME	DATE UPLOADED	TYPE	23887	irma2...	2025-07-28	Article Text		
NO	FILE NAME	DATE UPLOADED	TYPE											
23887	irma2...	2025-07-28	Article Text											
Publication ▲														
Title & Abstract	Pre-Review Discussions Add discussion													
Contributors	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="764 1690 834 1717">Name</th> <th data-bbox="1044 1690 1101 1717">From</th> <th data-bbox="1166 1690 1227 1749">Last Reply</th> <th data-bbox="1287 1690 1370 1717">Replies</th> <th data-bbox="1430 1690 1503 1717">Closed</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5" data-bbox="1078 1787 1187 1814" style="text-align: center;"><i>No Items</i></td> </tr> </tbody> </table>				Name	From	Last Reply	Replies	Closed	<i>No Items</i>				
Name	From	Last Reply	Replies	Closed										
<i>No Items</i>														
Metadata														
References														
Galleys														

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

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, diantaranya asam fenolik, flavonoid, tanin, dan stilbenes, dimana memiliki struktur umum adanya beberapa gugus hidroksil yang terikat pada cincin benzen. Studi epidemiologi dan data meta analisis menunjukkan bukti kuat bahwa konsumsi produk dengan tinggi kandungan polifenol dalam jangka waktu lama dapat melindungi dari kejadian kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes, obesitas, osteoporosis dan penyakit neurodegeneratif. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa kandungan senyawa flavonoid, fenol, tanin, dan antosianin dalam ekstrak kedelai kuning dan kedelai hitam yang beredar di pasaran. Ekstraksi dilakukan dengan metoda maserasi. Pengujian kadar total tanin dan fenol, dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu menggunakan standar asam tanat dan asam galat. Pengujian kadar total flavonoid dilakukan dengan menggunakan $AlCl_3$ dengan pembanding kuersetin. Sementara metode pengujian kadar antosianin dilakukan dengan diferensiasi pH. pengukuran kadar digunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan kandungan tanin, fenol, flavonoid dan antosianin, pada kedelai hitam dan kuning. Kedelai hitam memiliki kandungan yang lebih tinggi yaitu 0,074 mg/gram (kadar total tanin), 244 mgGAE/gram (kadar total fenol), 20,9 mgQE/gram (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 adalah tanaman asli Asia Timur, dan telah banyak dibudidayakan sejak 5000 tahun yang lalu. Awal penanaman kedelai ditujukan sebagai pemberi hara nitrogen dalam tanah saat rotasi tanaman. Kini kedelai diketahui sebagai salah satu sumber protein nabati dengan kandungan sebesar 39% (Pantilu et al., 2012). Kedelai adalah salah satu jenis polong-polongan yang unik, karena memiliki kandungan metabolit sekunder penting, seperti senyawa polifenol (Sakthivelu et al., 2008). Pada prinsipnya polifenol memiliki peran penting pada kesehatan, dengan perannya sebagai antioksidan aktif (Panat et al., 2016). Konsumsi pangan dengan tinggi kandungan antioksidan dan anti-inflamasi dapat menjadi suatu strategi dalam menurunkan stres oksidatif dan inflamasi (Bakuradze et al., 2011; Chandrasekara & Shahidi, 2011). Stres oksidatif dan inflamasi kronik dapat menunjukkan adanya peningkatan kondisi patologis seperti arterosklerosis, obesitas, diabetes, penyakit neurodegeneratif dan kanker. Studi epidemiologi dan data meta analisis menunjukkan bukti kuat bahwa konsumsi produk dengan tinggi kandungan polifenol dalam jangka waktu lama dapat melindungi dari kejadian kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes, obesitas, osteoporosis dan penyakit neurodegeneratif (Bakuradze et al., 2011).

Senyawa fenolik adalah senyawa polihidroksi, merupakan salah satu kandungan kimia pada tanaman. Memiliki banyak struktur mulai dari struktur fenol sederhana hingga kompleks (polimer). Senyawa fenol dengan berat molekul besar memiliki struktur kompleks dan disebut sebagai polifenol. Senyawa ini memiliki fungsi biologis dengan mekanisme melindungi secara langsung melalui aktivasi sistem endogen dan memodulasi sinyal seluler. Aktivitas biologi dari senyawa fenolik memberikan peran penting pada produk pangan (Alshikh et al., 2015; Balasundram et al., 2006). Senyawa fenolik terbagi menjadi beberapa kelompok, diantaranya fenolik, flavonoid, tanin, dan stilbenes, di mana memiliki struktur umum adanya beberapa gugus hidroksil yang terikat pada cincin benzen (Singh et al., 2016). Pada beberapa polong-polongan tertentu, tingginya pigmen menunjukkan kandungan fenolik yang tinggi, dibandingkan polong-polongan dengan sedikit pigmen (Choung et al., 2003; Duenas et al., 2006).

Kedelai memiliki variasi pada bagian kulit biji, diantaranya kuning, hitam, merah, dan hijau. Kedelai kulit hitam memiliki kandungan tinggi akan γ -tokoferol, isoflavon, flavonoid dan antosianin dari proses biologis (Correa et al., 2010; Jeng et al., 2010; Kumar et al., 2010). Kandungan flavonoid dalam kedelai cukup tinggi, terutama pada bagian biji (hipokotil dan kotiledon). Kandungan senyawa aktif dalam biji kedelai sangat dipengaruhi oleh jenis kedelai, lokasi tumbuh, dan metode pengolahan (Hong et al., 2011). Hal penting dalam kedelai sebagai pangan fungsional adalah kandungan metabolit sekunder (isoflavon) yang disintesis oleh enzim *2-hydroxyisoflavone synthase* (IFS) (Sulistyowati E et al., 2018).

Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai analisis kandungan senyawa fenolik, seperti flavonoid, fenol, tanin, dan antosianin dalam ekstrak kedelai kuning dan kedelai hitam yang beredar di pasaran.

METODE PENELITIAN

A. 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).

B. Ekstraksi

Biji kedelai hitam dan kedelai kuning, masing-masing 1 kg, 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.

C. Pengujian Kadar Tanin

Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Tanat

Asam tanat 10 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest, sehingga menjadi larutan induk 1000 ppm. Larutan induk diencerkan menjadi konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Masing-masing konsentrasi diambil sebanyak 1 mL, dicampurkan dengan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu. Campuran dibiarkan selama 3 menit, kemudian ditambahkan 1 mL Na_2CO_3 jenuh, aquadest sampai 10 mL, dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 40 menit. Larutan hasil inkubasi diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 525,5 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva kalibrasi asam tanat (Pratama et al., 2019).

Analisis Kadar Tanin

Ekstrak kental biji kedelai hitam dan kuning diambil sebanyak 50 mg, dilarutkan dalam 10 mL etanol 70%. Larutan ekstrak diambil sebanyak 1 mL, ditambahkan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu. Campuran dibiarkan selama 3 menit, kemudian ditambahkan 1 mL Na_2CO_3 jenuh, aquadest sampai 10 mL, dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 40 menit. Larutan hasil inkubasi diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 525,5 nm. Nilai absorbansi digunakan untuk menentukan kadar tanin berdasarkan kurva kalibrasi asam tanat. Pengujian dilakukan triplo (Pratama et al., 2019).

D. Pengujian Kadar Fenol Total

Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Galat

Asam galat 10 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest, sehingga menjadi larutan induk 1000 ppm. Larutan induk diencerkan menjadi konsentrasi 50, 60, 70, 80, dan 90 ppm. Masing-masing konsentrasi diambil sebanyak 0,6 mL, dicampurkan dengan 1 mL pereaksi Folin-Ciocalteu. Campuran dibiarkan selama 3 menit, kemudian ditambahkan 4 mL Na_2CO_3 7,5%, aquadest sampai 10 mL, dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 40 menit. Larutan hasil inkubasi diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer

UV-Vis, pada panjang gelombang 768,8 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva kalibrasi asam galat (Tristiyanti et al., 2019).

Analisis Kadar Fenol Total

Ekstrak kental biji kedelai hitam dan kuning diambil sebanyak 50 mg, dilarutkan dalam 10 mL etanol 70%. Larutan ekstrak diambil sebanyak 0,3 mL, ditambahkan 1 mL pereaksi Folin-Ciocalteu. Campuran dibiarkan selama 3 menit, kemudian ditambahkan 4 mL Na_2CO_3 7,5%, aquadest sampai 10 mL, dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 40 menit. Larutan hasil inkubasi diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 768,8 nm. Nilai absorbansi digunakan untuk menentukan kadar fenol berdasarkan kurva kalibrasi asam galat. Pengujian dilakukan triplo (Tristiyanti et al., 2019).

E. Pengujian Kadar Flavonoid Total

Pembuatan Kurva Kalibrasi Kuersetin

Asam galat 10 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest, sehingga menjadi larutan induk 1000 ppm. Larutan induk diencerkan menjadi konsentrasi 30, 40, 50, 60, dan 70 ppm. Masing-masing konsentrasi diambil sebanyak 1 mL, dicampurkan dengan 1 mL AlCl_3 10% dan 8 mL asam asetat 5%. Larutan diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 415,2 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva kalibrasi kuersetin (Tristiyanti et al., 2019).

Analisis Kadar Flavonoid Total

Ekstrak kental biji kedelai hitam dan kuning diambil sebanyak 50 mg, dilarutkan dalam 10 mL etanol 70%. Larutan ekstrak diambil sebanyak 1 mL, ditambahkan 1 mL AlCl_3 10% dan 8 mL asam asetat 5%. Larutan diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 415,2 nm. Nilai absorbansi digunakan untuk menentukan kadar flavonoid berdasarkan kurva kalibrasi kuersetin. Pengujian dilakukan triplo (Tristiyanti et al., 2019).

F. Pengujian Kadar Antosianin dengan Metode Diferensiasi pH

Biji kedelai hitam dan kuning, masing-masing sebanyak 25 gram dimaserasi dengan 150 mL etanol 70% yang telah diasamkan dengan HCl 2 N pH 1. Masing-masing ekstrak sebanyak 1 mL ditambahkan 5 mL buffer kalium klorida pH 1 dan 5 mL buffer natrium asetat pH 4,5, ditambahkan etanol 70% yang telah diasamkan dengan HCl 2 N pH 1 sampai 10 mL. Sampel diukur pada panjang gelombang maksimum dan 700 nm. Pengujian dilakukan triplo (Saptarini et al., 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

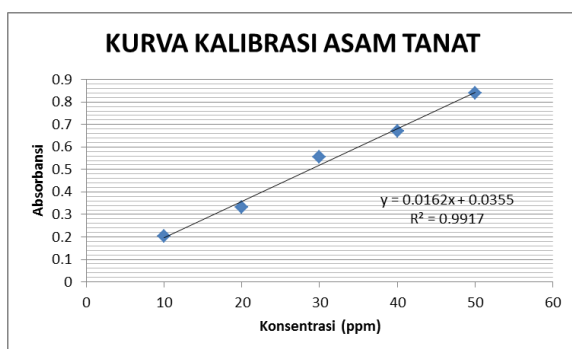
A. Hasil Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan etanol 70% dengan tujuan menarik seluruh senyawa yang terkandung dalam biji kedelai, selain itu sifat senyawa yang akan ditarik baik itu fenol, flavonoid, dan antosianin, dalam biji kedelai banyak terikat dengan gula (glikosida), sehingga diperlukan pelarut yang lebih polar (Teekachunhatean et al., 2013). Metode maserasi dipilih dengan tujuan mempertahankan kestabilan senyawa dalam biji kedelai, selain itu metode maserasi merupakan metode sederhana. Selama proses ekstraksi terjadi perpindahan senyawa dari dalam biji kedelai menuju pelarut dibantu dengan adanya pengadukan, diawal perendaman senyawa akan ditarik keluar oleh pelarut, karena adanya perbedaan konsentrasi, kemudian berkumpul disekitar bahan padat yang diekstraksi (serbuk biji kedelai), semakin lama maka akan terjadi kejenuhan, sehingga diperlukan pengadukkan untuk menghilangkan kejenuhan dan senyawa dalam biji kedelai akan tertarik lebih maksimal.

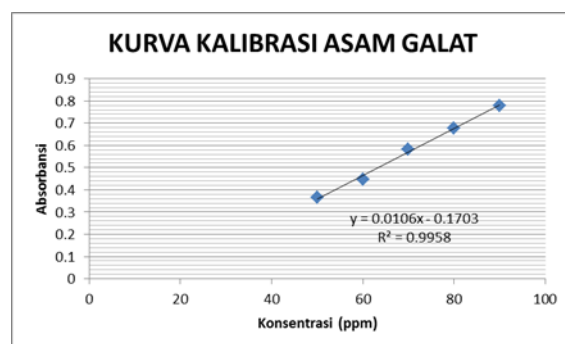
Hasil ekstraksi kedelai kuning dan hitam menunjukkan nilai rendemen yang tidak jauh berbeda, yaitu 12,6% (kedelai kuning) dan 11,8% (kedelai hitam). Nilai tersebut menunjukkan kandungan senyawa yang terkandung dalam biji kedelai, yang terekstraksi dengan menggunakan pelarut etanol 70%. Berbeda jika dibandingkan dengan nilai rendemen biji kedelai yang diekstraksi dengan metanol, rendemen ekstrak yang dihasilkan lebih kecil yaitu 7,69 % (kedelai hitam) dan 5,32%-11.19% (kedelai kuning) (Hasanah et al., 2020). Hal ini terjadi karena faktor pelarut dan jenis kedelai yang digunakan. Kedelai yang digunakan pada penelitian sebelumnya merupakan kedelai lokal dengan ukuran yang lebih kecil dibandingkan kedelai di pasaran, dimana kedelai yang dijual adalah kedelai import dengan ukuran lebih besar.

B. Hasil Kurva Kalibrasi Asam Tanat, Asam Galat, dan Kuersetin

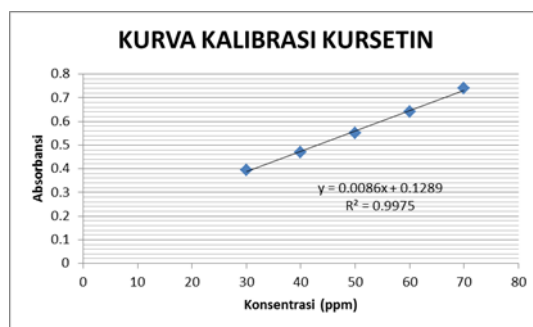
Hasil pembuatan kurva kalibrasi asam tanat, asam galat, dan kuersetin dapat dilihat pada gambar 1. Pada gambar 1, seluruh kurva kalibrasi menunjukkan nilai regresi yang baik, dimana ketiga kurva kalibrasi memberikan nilai mendekati linier, yaitu 0,9917 (asam tanat), 0,9958 (asam galat), dan 0,9975 (kuersetin).



A



B



C

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

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 beragam, secara garis besar biji kedelai hitam memberikan kadar total tanin, fenol, dan flavonoid lebih tinggi dibandingkan dengan biji kedelai kuning, yaitu 0,074 mg/gram (kadar tanin), 244 mgGAE/gram (kadar fenol), dan 20,9 mgQE/gram (kadar flavonoid). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya terkait kadar total flavonoid, menunjukkan nilai 0.263 mgQE/gram pada kedelai hitam dan 0,227 mgQE/gram pada kedelai kuning (Hasanah et al., 2019). Perbedaan kandungan metabolit pada kedelai hitam dan kuning dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, waktu pemanenan, dan lokasi tumbuh (Teekachunhatean et al., 2013). 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 digunakan reagen folin-ciocalteau, dimana akan terjadi reaksi reduksi oksidasi. Tanin dan fenol bertindak sebagai reduktor dan reagen folin-ciocalteau sebagai oksidator. Tanin dan fenol akan merubah fosmolibdat dari Folin-Ciocalteau menjadi fosolibdenim yang berwarna biru pada suasana basa (penambahan Na₂CO₃), sehingga dapat terukur oleh spektrofotometer pada panjang gelombang visibel. Semakin banyak kandungan tanin dan fenol maka kepekatan warna biru akan meningkat (Martins et al., 2021). Pada penelitian pengukuran konsentrasi senyawa dilakukan pada panjang gelombang 768,8 nm (fenol) dan 523,5 nm (tanin).

Pengujian kadar total flavonod dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer pada pajang gelombang 415,2 nm. Pengukuran dilakukan pada rentang visibel dikarenakan larutan yang diuji memberikan warna kuning. Warna kunng terbentuk dari kompleks antara flavonoid dengan AlCl₃, semakin tinggi kandungan flavonoid makan warna kuning akan semakin pekat, ditunjukkan dengan tingginya nilai absorbansi (Ahmad et al., 2015).

D. Hasil Pengujian Kadar Antosianin Dengan Metode Diferensiasi pH

Pengujian kadar antosianin pada biji kedelai kuning dan hitam , dilakukan pada pH 1 dan 4,5 karena antosianin akan memberikan intesnitias warna kuat pada pH rendah (pH1),

warna tersebut dihasilkan dari bentuk oksonium dari antosianin. Pada pH 4,5 antosianin akan berubah menjadi karbinol yang tidak berwarna (Giusti et al., 1999).

Hasil pengukuran kadar antosianin pada biji kedelai hitam dan kuning masing-masing adalah 2,189 mg/100 ml dan 0,531 mg/100 ml. kedelai biji hitam memiliki kandungan antosianin lebih tinggi, hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor genetik (Teekachunhatean et al., 2013) sehingga berpengaruh pada biosintesis senyawa dalam tumbuhan. Semakin kuat atau pekat warna yang ditunjukkan tanaman dapat menunjukkan bahwa kandungan antosianin lebih tinggi. Warna pigmen salah satunya dipengaruhi oleh substansi gugus hidroksil. Semakin banyak gugus hidroksil maka akan meningkatkan intensitas warna (Escribano-Bailón et al., 2006).

KESIMPULAN

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

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

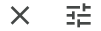
- Ahmad, A. R., Juwita, J., & Ratulangi, S. A. D. (2015). Penetapan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Buah dan Daun Patikala (*Etlingera elatior* (Jack) R.M.SM). *Pharmaceutical Sciences and Research*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.7454/psr.v2i1.3481>
- Alshikh, N., De Camargo, A. C., & Shahidi, F. (2015). Phenolics of selected lentil cultivars: Antioxidant activities and inhibition of low-density lipoprotein and DNA damage. *Journal of Functional Foods*, 18, 1022–1038. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.018>
- Bakuradze, T., Boehm, N., Janzowski, C., Lang, R., Hofmann, T., Stockis, J., Albert, F. W., Stiebitz, H., Bytof, G., Lantz, I., Baum, M., & Eisenbrand, G. (2011). Antioxidant-rich coffee reduces DNA damage, elevates glutathione status and contributes to weight control: Results from an intervention study. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(5), 793–797. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201100093>
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>
- Chandrasekara, A., & Shahidi, F. (2011). Antiproliferative potential and DNA scission inhibitory activity of phenolics from whole millet grains. *Journal of Functional Foods*, 3(3), 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.03.008>
- Choung, M.-G., Choi, B.-R., An, Y.-N., Chu, Y.-H., & Cho, Y.-S. (2003). Anthocyanin Profile of Korean Cultivated Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(24), 7040–7043. <https://doi.org/10.1021/jf0304021>
- Correa, C. R., Li, L., Aldini, G., Carini, M., Oliver Chen, C.-Y., Chun, H.-K., Cho, S.-M., Park, K.-M., Russell, R. M., Blumberg, J. B., & Yeum, K.-J. (2010). Composition and stability of phytochemicals in five varieties of black soybeans (*Glycine max*). *Food Chemistry*, 123(4), 1176–1184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.083>

- Duenas, M., Hernandez, T., & Estrella, I. (2006). Assessment of in vitro antioxidant capacity of the seed coat and the cotyledon of legumes in relation to their phenolic contents. *Food Chemistry*, 98(1), 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.052>
- Escribano-Bailón, M. T., Alcalde-Eon, C., Muñoz, O., Rivas-Gonzalo, J. C., & Santos-Buelga, C. (2006). Anthocyanins in berries of Maqui [*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz]. *Phytochemical Analysis*, 17(1), 8–14. <https://doi.org/10.1002/pca.872>
- Giusti, M. M., Rodríguez-Saona, L. E., & Wrolstad, R. E. (1999). Molar Absorptivity and Color Characteristics of Acylated and Non-Acylated Pelargonidin-Based Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(11), 4631–4637. <https://doi.org/10.1021/jf981271k>
- Hasanah, S. U., Prayugo, D., & Sari, N. N. (2019). Total Flavonoid Levels In Various Varieties Of Soybean Seeds (*Glycine max*) In Indonesia. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 10(2).
- Hasanah, S. U., Sukrasno, S., & Hartati, R. (2020). Perbandingan Kandungan Genistein Pada Berbagai Varietas Kedelai (*Glycine max*) Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 4(2), 113. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v4n2.2020.p113-118>
- Hong, J.-L., Qin, X.-Y., Shu, P., Wang, Q., Zhou, Z.-F., Wang, G.-K., Lin, B.-B., Wang, Q., & Qin, M.-J. (2011). Comparative study of isoflavones in wild and cultivated soybeans as well as bean products by high-performance liquid chromatography coupled with mass spectrometry and chemometric techniques. *European Food Research and Technology*, 233(5), 869–880. <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1564-z>
- Jeng, T. L., Shih, Y. J., Wu, M. T., & Sung, J. M. (2010). Comparisons of flavonoids and anti-oxidative activities in seed coat, embryonic axis and cotyledon of black soybeans. *Food Chemistry*, 123(4), 1112–1116. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.070>
- Kumar, V., Rani, A., Dixit, A. K., Pratap, D., & Bhatnagar, D. (2010). A comparative assessment of total phenolic content, ferric reducing-anti-oxidative power, free radical-scavenging activity, vitamin C and isoflavones content in soybean with varying seed coat colour. *Food Research International*, 43(1), 323–328. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.10.019>
- Martins, G. R., Monteiro, A. F., Do Amaral, F. R. L., & Da Silva, A. S. (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. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04959-5>
- Panat, N. A., Maurya, D. K., Ghaskadbi, S. S., & Sandur, S. K. (2016). Troxerutin, a plant flavonoid, protects cells against oxidative stress-induced cell death through radical scavenging mechanism. *Food Chemistry*, 194, 32–45. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.078>
- Pantilu, L. I., Mantiri, F. R., Nio, S. A., & Pandiangan, D. (2012). Respons Morfologi dan Anatomi Kecambah Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap Intensitas Cahaya yang Berbeda (Morphological and Anatomical Responses of The Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Sprouts to The Different Light Intensity). *JURNAL BIOS LOGOS*, 4(2). <https://doi.org/10.35799/jbl.2.2.2012.1044>
- Pratama, M., Razak, Raiz, Rosalina, V.S., (2019). Analisis Kadar Tanin Total Ekstrak Etanol Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6(2).
- Sakthivelu, G., Akitha Devi, M. K., Giridhar, P., Rajasekaran, T., Ravishankar, G. A., Nikolova, M. T., Angelov, G. B., Todorova, R. M., & Kosturkova, G. P. (2008). Isoflavone Composition, Phenol Content, and Antioxidant Activity of Soybean Seeds from India and Bulgaria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(6), 2090–2095. <https://doi.org/10.1021/jf072939a>

- Saptarini, N.M., Hadisoebroto, G., Herawati, I.E. (2018). Anthocyanin Content of Petal of Red Rose (*Rosa Damascene* Mill.) and Red China Rose (*Hibiscus Rosa-Sinensis* L.) from Maceration and Percolation Method. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, November (S).
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review. *Food Chemistry*, 206, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.033>
- Sulistiyowati E, Martono S, S, R., & E, L. (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.
- Teekachunhatean, S., Hanprasertpong, N., & Teekachunhatean, T. (2013). Factors Affecting Isoflavone Content in Soybean Seeds Grown in Thailand. *International Journal of Agronomy*, 2013, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2013/163573>
- Tristiyanti, D., Herawati. I.E., Dewi, L., Inayah., Saepudin, S. (2025). Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolik dan Flavonoid dari Ekstrak Etanol Daun Tempuh Wiyang (*Emilia sonchifolia*). *Pharma Xplore : Jurnal Sains dan Ilmu Farmasi*, 10(1)



journal farmasi journal@ubpkarawang.ac.id



73

Compose

Mail

Inbox

73

Starred

Chat

Snoozed

Meet

Sent

Drafts

Categories

More

Labels

[JPX] Submission Acknowledgement External Inbox x



Dr. apt. Maulana Yusuf Alkandahri, M.Farm. <journal@ubpkarawang.ac.id>
to me

Irma Erika Herawati:

Thank you for submitting the manuscript, "Total Tannins, Phenols, Flavonoids, and Anthocyanins of Black Soybean Seed Ext (Glycine max (L.) Merr.)" to Pharma Xplore : Jurnal Sains dan Ilmu Farmasi. With the online journal management system the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL: <https://journal.ubpkarawang.ac.id/index.php/Farmasi/authorDashboard/submission/10516>
Username: irma22

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Dr. apt. Maulana Yusuf Alkandahri, M.Farm.

Pharma Xplore <http://journal.ubp>



Dr. apt. Maulana Yusuf Alkandahri, M.Farm. <journal@ubpkarawang.ac.id>
to Ita, Lisna, Ginayanti, me

Hello,

Syumillah Saepudin has submitted the manuscript, "Antioxidant and Photoprotective Activities of Extract and Fractions of Jar Xplore : Jurnal Sains dan Ilmu Farmasi.

Reply

Reply all

Forward





Q jurnal farmasi journal@ubpkarawang.ac.id



73

Compose

Mail

Inbox

73

Chat

Starred

Meet

Snoozed

Sent

Drafts

Categories

More

Labels



Farhamzah farhamzah <journal@ubpkarawang.ac.id>
to me

Irma Erika Herawati, , , :

We have reached a decision regarding your submission to {\$contextName}, "Total Tannins, Phenols, Flavonoids, and Anthoc and Yellow Soybean Seed Extract (Glycine max (L.) Merr.)".

Our decision is: Revisions Required

One attachment • Scanned by Gmail

Add to Drive



PDF submission_revie..

Reply Forward





10516

Herawati et al.

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

Library

Published

Workflow ▲
Submission
Review ▲
Review Round 1
Copyediting
Production
Publication ▲
Title & Abstract
Contributors
Metadata
References
Galleys

WORKFLOW: REVIEW (ROUND 1)

Current Submission Language: **English (United States)**

Status

The submission is currently in the Production stage.

Notifications

Editor Decision	2025-09-30 11:30 PM
Editor Decision	2025-10-12 01:27 AM

Revisions Uploaded

These files have been submitted by the author after revisions were requested

Upload

NO	FILE NAME	DATE UPLOADED	TYPE
25397	irma2...	2025-10-24	Article Text ...

Review Discussions

Add discussion

Name	From	Last Reply	Replies	Closed

10516

Herawati et al.

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

Published

Workflow ▲
Submission
Review ▲
Review Round 1
Copyediting
Production
Publication ▲
Title & Abstract
Contributors
Metadata
References
Galleys

WORKFLOW: REVIEW (ROUND 1)

Current Submission Language: **English (United States)**

Status

The submission is currently in the Production stage.

Notifications

Editor Decision	2025-09-30 11:30 PM
Editor Decision	2025-10-12 01:27 AM

Revisions Uploaded

These files have been submitted by the author after revisions were requested

NO	FILE NAME	DATE UPLOADED	TYPE
25397	irma2...	2025-10-24	Article Text

Review Discussions

[Add discussion](#)

Name	From	Last Reply	Replies	Closed

Total Tannins, Phenols, Flavonoids, and Anthocyanins of Black Soybean Seed Extract (*Glycine soja* (L.) Merr.) and Yellow Soybean Seed Extract (*Glycine max* (L.) Merr.)

Reviewer: A

Completed: 2025-10-08 13:14:16

Recommendation: Revisions Required

Judul Manuskrip

Total Tannins, Phenols, Flavonoids, and Anthocyanins of Black Soybean Seed Extract (*Glycine soja* (L.) Merr.) and Yellow Soybean Seed Extract (*Glycine max* (L.) Merr.)

Komentar Umum

1. Terdapat inkonsistensi dalam penulisan, spasi/jarak, tanda (.) didapati ada penulisannya belum standar serta satuan berat (gram ----> g) 2. Penulisan sebaiknya menggunakan istilah lazim yang sudah diserap atau dialihbahasakan kedalam bahasa Indonesia dengan memperhatikan kaidah Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PEUBI) penggunaan tanda baca, serta penggunaan huruf kapital dalam baris kalimat penggunaannya belum sesuai. Pada manuskrip ditemukan beberapa kata salah ketik.

Pendahuluan

Pada bagian pendahuluan masih ditemukan sumber rujukan terlampau lama, bukan dalam rentang 10 tahun terakhir dari hasil penelitian. Pendahuluan belum memuat hasil penelitian lokal di Indonesia terkait penelitian kedelai belum banyak dibahas/diulas dan terkait jumlah produksi yg dihasilkan dalam negeri.

Metode Penelitian

Sangat detail dijelaskan, namun sebaiknya dibuat lebih simple atau bahkan dapat dibuatkan workflow atau flowchart tahapan/prosedur dalam penyusunannya sehingga lebih menarik dan detail prosesnya. Apakah kedelai yang dipakai dapat ditelusur menggunakan kedelai produksi lokal atau impor?

Hasil Penelitian

Sudah sangat baik dalam deskripsinya, namun sebaiknya gambar atau workflow dibuat lebih proporsional

Pembahasan

Penjabaran narasi sudah sangah baik, namun sebaiknya dibuat dengan kalimat yang lebih efektif dengan memperhatikan relevansi bahasan dengan topik serta menambahkan komparasi hasil penelitian dengan penelitian sebelumnya dengan rentang tahun 10 tahun terakhir.

Daftar Pustaka

Sebaiknya menggunakan reference manager seperti mendeley, zotero atau endnote untuk meminimalisir kesalahan dalam citasi, dan perhatikan kembali terkait cara merujuk/mensitasi dalam penulisan jurnal, dan hanya pustaka yang dirujuk saja yang dicantumkan. adapun untuk template jurnal pharma explore yaitu sebagai berikut:

<https://drive.google.com/file/d/1VfWQ2kCCTJhdvghybDrmsQ8w5ueQAbLI/view>

Komentar lainnya (Jika ada)

Manuskrip artikel terdapat penggunaan istilah serapan asing yang belum mengikuti kaidah penulisan dicetak miring (*italic*), penggunaan tanda baca, serta penggunaan huruf kapital dalam baris kalimat penggunaannya belum sesuai kaidah PEUBI, serta masih terdapat salah ketik.

Keputusan Reviewer

Diterima dengan rekomendasi modifikasi minor dengan catatan perbaikan naskah manuskrip

Review Files

irma22, Kedelai_Irma.docx

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 Nur Hanifah³, Lisna Dewi³, Ita Inayah³

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

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, diantaranya asam fenolik, flavonoid, tanin, dan stilbenes, dimana memiliki struktur umum adanya beberapa gugus hidroksil yang terikat pada cincin benzen. Studi epidemiologi dan data meta analisis menunjukkan bukti kuat bahwa konsumsi produk dengan tinggi kandungan polifenol dalam jangka waktu lama dapat melindungi dari kejadian kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes, obesitas, osteoporosis dan penyakit neurodegeneratif. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa kandungan senyawa flavonoid, fenol, tanin, dan antosianin dalam ekstrak kedelai kuning dan kedelai hitam yang beredar di pasaran. Ekstraksi dilakukan dengan metoda maserasi. Pengujian kadar total tanin dan fenol, dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu menggunakan standar asam tanat dan asam galat. Pengujian kadar total flavonoid dilakukan dengan menggunakan $AlCl_3$ dengan pembanding kuersetin. Sementara metode pengujian kadar antosianin dilakukan dengan diferensiasi pH. pengukuran kadar digunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan kandungan tanin, fenol, flavonoid dan antosianin, pada kedelai hitam dan kuning. Kedelai hitam memiliki kandungan yang lebih tinggi yaitu 0,074 mg/gram (kadar total tanin), 244 mgGAE/gram (kadar total fenol), 20,9 mgQE/gram (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 adalah tanaman asli Asia Timur, dan telah banyak dibudidayakan sejak 5000 tahun yang lalu. Awal penanaman kedelai ditujukan sebagai pemberi hara nitrogen dalam tanah saat rotasi tanaman. Kini kedelai diketahui sebagai salah satu sumber protein nabati dengan kandungan sebesar 39% (Pantilu et al., 2012). Kedelai adalah salah satu jenis polong-polongan yang unik, karena memiliki kandungan metabolit sekunder penting, seperti senyawa polifenol (Sakthivelu et al., 2008). Pada prinsipnya polifenol memiliki peran penting pada kesehatan, dengan perannya sebagai antioksidan aktif (Panat et al., 2016). Konsumsi pangan dengan tinggi kandungan antioksidan dan anti-inflamasi dapat menjadi suatu strategi dalam menurunkan stres oksidatif dan inflamasi (Bakuradze et al., 2011; Chandrasekara & Shahidi, 2011). Stres oksidatif dan inflamasi kronik dapat menunjukkan adanya peningkatan kondisi patologis seperti arterosklerosis, obesitas, diabetes, penyakit neurodegeneratif dan kanker. Studi epidemiologi dan data meta analisis menunjukkan bukti kuat bahwa konsumsi produk dengan tinggi kandungan polifenol dalam jangka waktu lama dapat melindungi dari kejadian kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes, obesitas, osteoporosis dan penyakit neurodegeneratif (Bakuradze et al., 2011).

Senyawa fenolik adalah senyawa polihidroksi, merupakan salah satu kandungan kimia pada tanaman. Memiliki banyak struktur mulai dari struktur fenol sederhana hingga kompleks (polimer). Senyawa fenol dengan berat molekul besar memiliki struktur kompleks dan disebut sebagai polifenol. Senyawa ini memiliki fungsi biologis dengan mekanisme melindungi secara langsung melalui aktivasi sistem endogen dan memodulasi sinyal seluler. Aktivitas biologi dari senyawa fenolik memberikan peran penting pada produk pangan (Alshikh et al., 2015; Balasundram et al., 2006). Senyawa fenolik terbagi menjadi beberapa kelompok, diantaranya fenolik, flavonoid, tanin, dan stilbenes, di mana memiliki struktur umum adanya beberapa gugus hidroksil yang terikat pada cincin benzen (Singh et al., 2016). Pada beberapa polong-polongan tertentu, tingginya pigmen menunjukkan kandungan fenolik yang tinggi, dibandingkan polong-polongan dengan sedikit pigmen (Choung et al., 2003; Duenas et al., 2006).

Kedelai memiliki variasi pada bagian kulit biji, diantaranya kuning, hitam, merah, dan hijau. Kedelai kulit hitam memiliki kandungan tinggi akan γ -tokoferol, isoflavon, flavonoid dan antosianin dari proses biologis (Correa et al., 2010; Jeng et al., 2010; Kumar et al., 2010). Kandungan flavonoid dalam kedelai cukup tinggi, terutama pada bagian biji (hipokotil dan kotiledon). Kandungan senyawa aktif dalam biji kedelai sangat dipengaruhi oleh jenis kedelai, lokasi tumbuh, dan metode pengolahan (Hong et al., 2011). Hal penting dalam kedelai sebagai pangan fungsional adalah kandungan metabolit sekunder (isoflavon) yang disintesis oleh enzim *2-hydroxyisoflavone synthase* (IFS) (Sulistyowati E et al., 2018).

Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai analisis kandungan senyawa fenolik, seperti flavonoid, fenol, tanin, dan antosianin dalam ekstrak kedelai kuning dan kedelai hitam yang beredar di pasaran.

METODE PENELITIAN

A. 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).

B. Ekstraksi

Biji kedelai hitam dan kedelai kuning, masing-masing 1 kg, 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.

C. Pengujian Kadar Tanin

Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Tanat

Asam tanat 10 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest, sehingga menjadi larutan induk 1000 ppm. Larutan induk diencerkan menjadi konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Masing-masing konsentrasi diambil sebanyak 1 mL, dicampurkan dengan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu. Campuran dibiarkan selama 3 menit, kemudian ditambahkan 1 mL Na_2CO_3 jenuh, aquadest sampai 10 mL, dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 40 menit. Larutan hasil inkubasi diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 525,5 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva kalibrasi asam tanat (Pratama et al., 2019).

Analisis Kadar Tanin

Ekstrak kental biji kedelai hitam dan kuning diambil sebanyak 50 mg, dilarutkan dalam 10 mL etanol 70%. Larutan ekstrak diambil sebanyak 1 mL, ditambahkan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu. Campuran dibiarkan selama 3 menit, kemudian ditambahkan 1 mL Na_2CO_3 jenuh, aquadest sampai 10 mL, dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 40 menit. Larutan hasil inkubasi diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 525,5 nm. Nilai absorbansi digunakan untuk menentukan kadar tanin berdasarkan kurva kalibrasi asam tanat. Pengujian dilakukan triplo (Pratama et al., 2019).

D. Pengujian Kadar Fenol Total

Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Galat

Asam galat 10 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest, sehingga menjadi larutan induk 1000 ppm. Larutan induk diencerkan menjadi konsentrasi 50, 60, 70, 80, dan 90 ppm. Masing-masing konsentrasi diambil sebanyak 0,6 mL, dicampurkan dengan 1 mL pereaksi Folin-Ciocalteu. Campuran dibiarkan selama 3 menit, kemudian ditambahkan 4 mL Na_2CO_3 7,5%, aquadest sampai 10 mL, dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 40 menit. Larutan hasil inkubasi diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer

UV-Vis, pada panjang gelombang 768,8 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva kalibrasi asam galat (Tristiyanti et al., 2019).

Analisis Kadar Fenol Total

Ekstrak kental biji kedelai hitam dan kuning diambil sebanyak 50 mg, dilarutkan dalam 10 mL etanol 70%. Larutan ekstrak diambil sebanyak 0,3 mL, ditambahkan 1 mL pereaksi Folin-Ciocalteu. Campuran dibiarkan selama 3 menit, kemudian ditambahkan 4 mL Na_2CO_3 7,5%, aquadest sampai 10 mL, dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 40 menit. Larutan hasil inkubasi diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 768,8 nm. Nilai absorbansi digunakan untuk menentukan kadar fenol berdasarkan kurva kalibrasi asam galat. Pengujian dilakukan triplo (Tristiyanti et al., 2019).

E. Pengujian Kadar Flavonoid Total

Pembuatan Kurva Kalibrasi Kuersetin

Asam galat 10 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest, sehingga menjadi larutan induk 1000 ppm. Larutan induk diencerkan menjadi konsentrasi 30, 40, 50, 60, dan 70 ppm. Masing-masing konsentrasi diambil sebanyak 1 mL, dicampurkan dengan 1 mL AlCl_3 10% dan 8 mL asam asetat 5%. Larutan diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 415,2 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva kalibrasi kuersetin (Tristiyanti et al., 2019).

Analisis Kadar Flavonoid Total

Ekstrak kental biji kedelai hitam dan kuning diambil sebanyak 50 mg, dilarutkan dalam 10 mL etanol 70%. Larutan ekstrak diambil sebanyak 1 mL, ditambahkan 1 mL AlCl_3 10% dan 8 mL asam asetat 5%. Larutan diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 415,2 nm. Nilai absorbansi digunakan untuk menentukan kadar flavonoid berdasarkan kurva kalibrasi kuersetin. Pengujian dilakukan triplo (Tristiyanti et al., 2019).

F. Pengujian Kadar Antosianin dengan Metode Diferensiasi pH

Biji kedelai hitam dan kuning, masing-masing sebanyak 25 gram dimaserasi dengan 150 mL etanol 70% yang telah diasamkan dengan HCl 2 N pH 1. Masing-masing ekstrak sebanyak 1 mL ditambahkan 5 mL buffer kalium klorida pH 1 dan 5 mL buffer natrium asetat pH 4,5, ditambahkan etanol 70% yang telah diasamkan dengan HCl 2 N pH 1 sampai 10 mL. Sampel diukur pada panjang gelombang maksimum dan 700 nm. Pengujian dilakukan triplo (Saptarini et al., 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

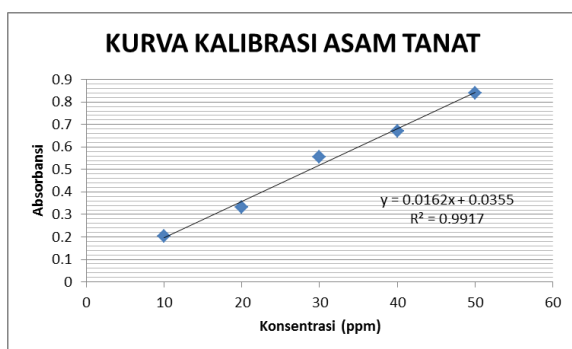
A. Hasil Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan etanol 70% dengan tujuan menarik seluruh senyawa yang terkandung dalam biji kedelai, selain itu sifat senyawa yang akan ditarik baik itu fenol, flavonoid, dan antosianin, dalam biji kedelai banyak terikat dengan gula (glikosida), sehingga diperlukan pelarut yang lebih polar (Teekachunhatean et al., 2013). Metode maserasi dipilih dengan tujuan mempertahankan kestabilan senyawa dalam biji kedelai, selain itu metode maserasi merupakan metode sederhana. Selama proses ekstraksi terjadi perpindahan senyawa dari dalam biji kedelai menuju pelarut dibantu dengan adanya pengadukan, diawal perendaman senyawa akan ditarik keluar oleh pelarut, karena adanya perbedaan konsentrasi, kemudian berkumpul disekitar bahan padat yang diekstraksi (serbuk biji kedelai), semakin lama maka akan terjadi kejenuhan, sehingga diperlukan pengadukkan untuk menghilangkan kejenuhan dan senyawa dalam biji kedelai akan tertarik lebih maksimal.

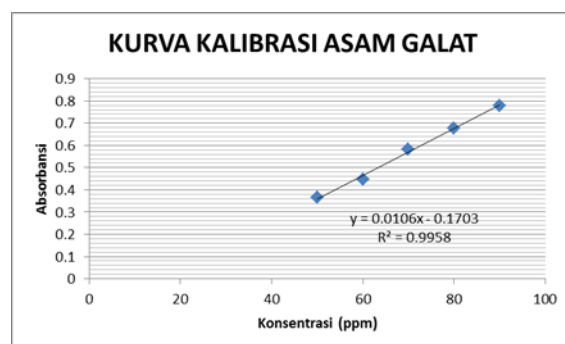
Hasil ekstraksi kedelai kuning dan hitam menunjukkan nilai rendemen yang tidak jauh berbeda, yaitu 12,6% (kedelai kuning) dan 11,8% (kedelai hitam). Nilai tersebut menunjukkan kandungan senyawa yang terkandung dalam biji kedelai, yang terekstraksi dengan menggunakan pelarut etanol 70%. Berbeda jika dibandingkan dengan nilai rendemen biji kedelai yang diekstraksi dengan metanol, rendemen ekstrak yang dihasilkan lebih kecil yaitu 7,69 % (kedelai hitam) dan 5,32%-11.19% (kedelai kuning) (Hasanah et al., 2020). Hal ini terjadi karena faktor pelarut dan jenis kedelai yang digunakan. Kedelai yang digunakan pada penelitian sebelumnya merupakan kedelai lokal dengan ukuran yang lebih kecil dibandingkan kedelai di pasaran, dimana kedelai yang dijual adalah kedelai import dengan ukuran lebih besar.

B. Hasil Kurva Kalibrasi Asam Tanat, Asam Galat, dan Kuersetin

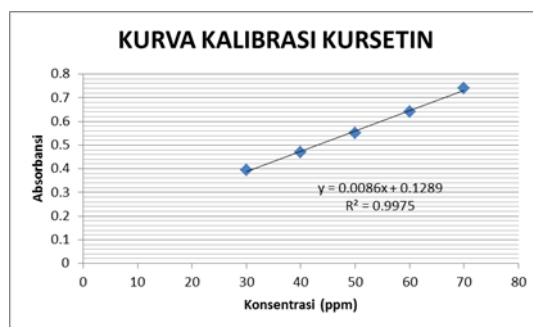
Hasil pembuatan kurva kalibrasi asam tanat, asam galat, dan kuersetin dapat dilihat pada gambar 1. Pada gambar 1, seluruh kurva kalibrasi menunjukkan nilai regresi yang baik, dimana ketiga kurva kalibrasi memberikan nilai mendekati linier, yaitu 0,9917 (asam tanat), 0,9958 (asam galat), dan 0,9975 (kuersetin).



A



B



C

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

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 beragam, secara garis besar biji kedelai hitam memberikan kadar total tanin, fenol, dan flavonoid lebih tinggi dibandingkan dengan biji kedelai kuning, yaitu 0,074 mg/gram (kadar tanin), 244 mgGAE/gram (kadar fenol), dan 20,9 mgQE/gram (kadar flavonoid). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya terkait kadar total flavonoid, menunjukkan nilai 0.263 mgQE/gram pada kedelai hitam dan 0,227 mgQE/gram pada kedelai kuning (Hasanah et al., 2019). Perbedaan kandungan metabolit pada kedelai hitam dan kuning dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, waktu pemanenan, dan lokasi tumbuh (Teekachunhatean et al., 2013). 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 digunakan reagen folin-ciocalteau, dimana akan terjadi rekasi reduksi oksidasi. Tanin dan fenol bertindak sebagai reduktor dan reagen folin-ciocalteau sebagai oksidator. Tanin dan fenol akan merubah fosmolibdat dari Folin-Ciocalteau menjadi fosolibdenim yang berwarna biru pada suasana basa (penambahan Na_2CO_3), sehingga dapat terukur oleh spektrofotometer pada panjang gelombang visibel. Semakin banyak kandungan tanin dan fenol maka kepekatan warna biru akan meningkat (Martins et al., 2021). Pada penelitian pengukuran konsentrasi senyawa dilakukan pada panjang gelombang 768,8 nm (fenol) dan 523,5 nm (tanin).

Pengujian kadar total flavonod dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer pada pajang gelombang 415,2 nm. Pengukuran dilakukan pada rentang visibel dikarenakan larutan yang diuji memberikan warna kuning. Warna kunng terbentuk dari kompleks antara flavonoid dengan AlCl_3 , semakin tinggi kandungan flavonoid makan warna kuning akan semakin pekat, ditunjukkan dengan tingginya nilai absorbansi (Ahmad et al., 2015).

D. Hasil Pengujian Kadar Antosianin Dengan Metode Diferensiasi pH

Pengujian kadar antosianin pada biji kedelai kuning dan hitam, dilakukan pada pH 1 dan 4,5 karena antosianin akan memberikan intensitas warna kuat pada pH rendah (pH1),

warna tersebut dihasilkan dari bentuk oksonium dari antosianin. Pada pH 4,5 antosianin akan berubah menjadi karbinol yang tidak berwarna (Giusti et al., 1999).

Hasil pengukuran kadar antosianin pada biji kedelai hitam dan kuning masing-masing adalah 2,189 mg/100 ml dan 0,531 mg/100 ml. kedelai biji hitam memiliki kandungan antosianin lebih tinggi, hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor genetik (Teekachunhatean et al., 2013) sehingga berpengaruh pada biosintesis senyawa dalam tumbuhan. Semakin kuat atau pekat warna yang ditunjukkan tanaman dapat menunjukkan bahwa kandungan antosianin lebih tinggi. Warna pigmen salah satunya dipengaruhi oleh substansi gugus hidroksil. Semakin banyak gugus hidroksil maka akan meningkatkan intensitas warna (Escribano-Bailón et al., 2006).

KESIMPULAN

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

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

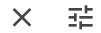
- Ahmad, A. R., Juwita, J., & Ratulangi, S. A. D. (2015). Penetapan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Buah dan Daun Patikala (*Etlingera elatior* (Jack) R.M.SM). *Pharmaceutical Sciences and Research*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.7454/psr.v2i1.3481>
- Alshikh, N., De Camargo, A. C., & Shahidi, F. (2015). Phenolics of selected lentil cultivars: Antioxidant activities and inhibition of low-density lipoprotein and DNA damage. *Journal of Functional Foods*, 18, 1022–1038. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.018>
- Bakuradze, T., Boehm, N., Janzowski, C., Lang, R., Hofmann, T., Stockis, J., Albert, F. W., Stiebitz, H., Bytof, G., Lantz, I., Baum, M., & Eisenbrand, G. (2011). Antioxidant-rich coffee reduces DNA damage, elevates glutathione status and contributes to weight control: Results from an intervention study. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(5), 793–797. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201100093>
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>
- Chandrasekara, A., & Shahidi, F. (2011). Antiproliferative potential and DNA scission inhibitory activity of phenolics from whole millet grains. *Journal of Functional Foods*, 3(3), 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.03.008>
- Choung, M.-G., Choi, B.-R., An, Y.-N., Chu, Y.-H., & Cho, Y.-S. (2003). Anthocyanin Profile of Korean Cultivated Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(24), 7040–7043. <https://doi.org/10.1021/jf0304021>
- Correa, C. R., Li, L., Aldini, G., Carini, M., Oliver Chen, C.-Y., Chun, H.-K., Cho, S.-M., Park, K.-M., Russell, R. M., Blumberg, J. B., & Yeum, K.-J. (2010). Composition and stability of phytochemicals in five varieties of black soybeans (*Glycine max*). *Food Chemistry*, 123(4), 1176–1184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.083>

- Duenas, M., Hernandez, T., & Estrella, I. (2006). Assessment of in vitro antioxidant capacity of the seed coat and the cotyledon of legumes in relation to their phenolic contents. *Food Chemistry*, 98(1), 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.052>
- Escribano-Bailón, M. T., Alcalde-Eon, C., Muñoz, O., Rivas-Gonzalo, J. C., & Santos-Buelga, C. (2006). Anthocyanins in berries of Maqui [*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz]. *Phytochemical Analysis*, 17(1), 8–14. <https://doi.org/10.1002/pca.872>
- Giusti, M. M., Rodríguez-Saona, L. E., & Wrolstad, R. E. (1999). Molar Absorptivity and Color Characteristics of Acylated and Non-Acylated Pelargonidin-Based Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(11), 4631–4637. <https://doi.org/10.1021/jf981271k>
- Hasanah, S. U., Prayugo, D., & Sari, N. N. (2019). Total Flavonoid Levels In Various Varieties Of Soybean Seeds (*Glycine max*) In Indonesia. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 10(2).
- Hasanah, S. U., Sukrasno, S., & Hartati, R. (2020). Perbandingan Kandungan Genistein Pada Berbagai Varietas Kedelai (*Glycine max*) Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 4(2), 113. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v4n2.2020.p113-118>
- Hong, J.-L., Qin, X.-Y., Shu, P., Wang, Q., Zhou, Z.-F., Wang, G.-K., Lin, B.-B., Wang, Q., & Qin, M.-J. (2011). Comparative study of isoflavones in wild and cultivated soybeans as well as bean products by high-performance liquid chromatography coupled with mass spectrometry and chemometric techniques. *European Food Research and Technology*, 233(5), 869–880. <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1564-z>
- Jeng, T. L., Shih, Y. J., Wu, M. T., & Sung, J. M. (2010). Comparisons of flavonoids and anti-oxidative activities in seed coat, embryonic axis and cotyledon of black soybeans. *Food Chemistry*, 123(4), 1112–1116. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.070>
- Kumar, V., Rani, A., Dixit, A. K., Pratap, D., & Bhatnagar, D. (2010). A comparative assessment of total phenolic content, ferric reducing-anti-oxidative power, free radical-scavenging activity, vitamin C and isoflavones content in soybean with varying seed coat colour. *Food Research International*, 43(1), 323–328. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.10.019>
- Martins, G. R., Monteiro, A. F., Do Amaral, F. R. L., & Da Silva, A. S. (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. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04959-5>
- Panat, N. A., Maurya, D. K., Ghaskadbi, S. S., & Sandur, S. K. (2016). Troxerutin, a plant flavonoid, protects cells against oxidative stress-induced cell death through radical scavenging mechanism. *Food Chemistry*, 194, 32–45. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.078>
- Pantilu, L. I., Mantiri, F. R., Nio, S. A., & Pandiangan, D. (2012). Respons Morfologi dan Anatomi Kecambah Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap Intensitas Cahaya yang Berbeda (Morphological and Anatomical Responses of The Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Sprouts to The Different Light Intensity). *JURNAL BIOS LOGOS*, 4(2). <https://doi.org/10.35799/jbl.2.2.2012.1044>
- Pratama, M., Razak, Raiz, Rosalina, V.S., (2019). Analisis Kadar Tanin Total Ekstrak Etanol Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6(2).
- Sakthivelu, G., Akitha Devi, M. K., Giridhar, P., Rajasekaran, T., Ravishankar, G. A., Nikolova, M. T., Angelov, G. B., Todorova, R. M., & Kosturkova, G. P. (2008). Isoflavone Composition, Phenol Content, and Antioxidant Activity of Soybean Seeds from India and Bulgaria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(6), 2090–2095. <https://doi.org/10.1021/jf072939a>

- Saptarini, N.M., Hadisoebroto, G., Herawati, I.E. (2018). Anthocyanin Content of Petal of Red Rose (*Rosa Damascene* Mill.) and Red China Rose (*Hibiscus Rosa-Sinensis* L.) from Maceration and Percolation Method. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, November (S).
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review. *Food Chemistry*, 206, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.033>
- Sulistyowati E, Martono S, S, R., & E, L. (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.
- Teekachunhatean, S., Hanprasertpong, N., & Teekachunhatean, T. (2013). Factors Affecting Isoflavone Content in Soybean Seeds Grown in Thailand. *International Journal of Agronomy*, 2013, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2013/163573>
- Tristiyanti, D., Herawati. I.E., Dewi, L., Inayah., Saepudin, S. (2025). Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolik dan Flavonoid dari Ekstrak Etanol Daun Tempuh Wiyang (*Emilia sonchifolia*). *Pharma Xplore : Jurnal Sains dan Ilmu Farmasi*, 10(1)



pharmaxplore@ubpkarawang.ac.id



- 73 Compose
- Mail
- Inbox 73
- Starred
- Snoozed
- Sent
- Drafts
- Categories
- More

Labels

Keputusan Editor External Inbox x



Jurnal Farmasi UBP <pharmaxplore@ubpkarawang.ac.id> to me

It looks like this message is in Indonesian [Translate to English](#)

Yth Irma Erika Herawati:

Kami telah membuat keputusan terkait naskah yang Anda kirimkan ke Jurnal Pharma Xplore, dengan Ekstrak Biji Kedelai Hitam (*Glycine soja* (L.) Merr.) dan Biji Kedelai Kuning (*Glycine max* (L.) Merr.)”

Keputusan editor adalah: Naskah Diterima

Berkaitan dengan paper yang dinyatakan diterima, maka kami akan melanjutkan ke tahap review set 750.000,00 (Tujuh Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah) untuk biaya publikasi.

Silahkan melakukan transfer biaya tersebut ke Nomor rekening BSI 7145614613 an. Maulana Yusuf / silahkan melakukan konfirmasi/mengirim bukti transfer via Whatsapp ke 082167757738. Untuk informasi 082167757738.

Format :

1. Bukti Pembayaran
2. Judul Artikel
3. Nama Penulis Koresponding

Reply Forward 😊

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 AlCl₃ 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 AlCl₃ 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

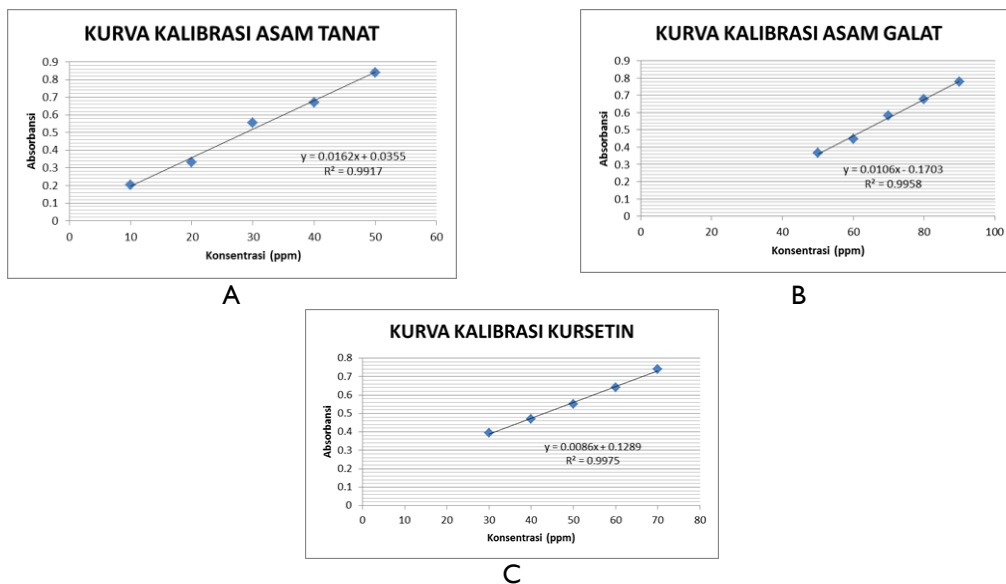
dipilih karena mampu mempertahankan kestabilan senyawa aktif dalam biji kedelai serta merupakan metode yang sederhana dan efektif. Selama proses ekstraksi, terjadi perpindahan senyawa dari dalam biji kedelai ke dalam pelarut dengan bantuan pengadukan. Pada tahap awal perendaman, senyawa aktif akan tertarik 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 Widianti, 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 (*Etlingera 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.
- Bursac, 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.
- Sulistiyowati 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.