

## ANALISA EKSTRAK BUNGA ANYELIR DENGAN UJI KAPASITAS ANTIOKSIDAN, UJI TOKSISITAS, DAN UJI FITOKIMIA

Ivany Lius Pangestu<sup>1</sup>, David Limanan<sup>2\*</sup>, Frans Ferdinal<sup>3</sup>

Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia<sup>1</sup>

Bagian Biokimia dan Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia<sup>2</sup>

\*Corresponding Author: davidl@fk.untar.ac.id

### ABSTRAK

Tanaman herbal memiliki fungsi terapeutik dan sudah menjadi obat tradisional untuk berbagai tempat di dunia. Bagian dari tanaman yang bisa digunakan untuk fungsi tersebut mencakup daun, batang, bunga dan biji. Bunga anyelir ini ditemukan memiliki sifat anti kanker, antioksidan dan antifungal. Pada penelitian yang dijalankan dari September 2022 sampai April 2023 di Laboratorium Biokimia dan Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara ini, dilakukan beberapa analisa terhadap ekstrak bunga anyelir (*Dianthus caryophyllus*) sebagai salah satu *edible flower* untuk menelusuri kandungan dan manfaat *edible flower* terhadap kesehatan. Penelitian ini hendak mencari tahu kandungan metabolit sekunder dengan cara melakukan uji fitokimia, kapasitas antioksidan total melalui metode, DPPH, ABTS, dan FRAP, uji toksisitas dengan metode BSLT. Hasil uji pada penelitian ini dirangkum dalam tabel dan grafik. Dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa IC50 ekstrak bunga anyelir pada metode DPPH sebesar 31,371 µg/mL, ABTS sebesar 39,167 µg/mL, dan FRAP sebesar 16,320 µg/mL, tergolong mempunyai kemampuan antioksidan yang kuat, memiliki kemampuan untuk menghambat proses mitosis sel dengan LC50 174,818 µg/mL, dan memiliki kandungan fitokimia seperti alkaloid, kardio glikosida, flavonoid, glikosida, fenolik, kuinon, saponin, steroid, terpenoid, tannin, coumarin, dan betasianin. Penelitian ini menggunakan bunga yang diperoleh dari pasar bunga lokal dimana kondisi pertumbuhan tanaman tidak dapat diketahui dan dikendali sehingga pada penelitian lebih lanjut sebaiknya menggunakan tanaman yang dibiakkan dalam kondisi terkontrol.

**Kata kunci:** ABTS, antioksidan bunga anyelir, *Dianthus caryophyllus*, DPPH, *edible flower* fitokimia, FRAP, kesehatan, toksisitas

### ABSTRACT

*Herbal plants possess therapeutic functions and are used widely as traditional medicine in countries worldwide. Parts of a plant possessing a possibility of harbouring medicinal uses include the leaves, stem, flower petals and seeds. Carnations have been found to hold antifungal, antioxidant, and anti-cancer properties. In this research that was carried out throughout September 2022 to April 2023 at Laboratorium Biokimia dan Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, a series of analyses was done on the extract of carnations (*Dianthus caryophyllus*) to further understand their contents and the health benefits they carry as an edible flower. This research aims to evaluate carnation's secondary metabolite content through phytochemical testing, antioxidant capacity through methods such as DPPH, ABTS, and FRAP, and its toxicity through BSLT. Data obtained through this study is displayed through graphs and tables. Conclusively, the research showed that carnations have a strong antioxidant capacity with its IC50 reaching concentrations of 31,371 µg/mL (DPPH), 39,167 µg/mL (ABTS), and 16,320 µg/mL (FRAP), total phenolic concentration of 550,35 µg/mL, and the potential to impede the process of mitosis in cells with an LC50 value of 174,818 µg/mL, and contains the following metabolites: alkaloid, cardio glycoside, flavonoid, glycoside, phenolic, quinone, saponin, steroid, terpenoid, tannin, coumarin, dan betacyanin. This paper utilized flowers from a local flower market in which growth conditions may not possibly be known and/or controlled. Consequently, it is suggested that further research on carnations be done with flowers grown in a controlled setting.*

**Keywords** : ABTS, antioxidant, carnation, *Dianthus caryophyllus*, DPPH, *edible flower*, FRAP, health, phytochemicals, toxicity,

## PENDAHULUAN

Setiap hari, terjadi interaksi antara tubuh kita dengan lingkungan sekitar kita. Manusia membutuhkan oksigen setiap saat untuk proses biokimia yang terjadi di dalam tubuh seperti pada rantai pernapasan. Terlepas dari pentingnya oksigen dan perannya di dalam tubuh kita, layaknya koin yang memiliki dua sisi, selalu ada dampak yang baik dan yang buruk dari suatu aksi (Caliskan & Caliskan, 2021). ROS (*Reactive Oxygen Species*) merupakan senyawa oksigen reaktif yang dikategorikan menjadi 2 kelompok, ROS endogen dan eksogen dimana kelompok ini terbagi lagi masing-masing dalam 6 kelompok dan 7 kelompok (Caliskan & Caliskan, 2021) ROS dikatakan semakin banyak jumlahnya dengan bertambahnya usia seseorang dan berkaitan juga dengan timbulnya kerusakan seluler. ROS juga berperan dalam patofisiologi penyakit Alzheimer's (Ahmad, 2022)

Senyawa oksigen reaktif dihasilkan melalui reaksi oksidatif dan reaksi tersebut dapat dihambat dengan adanya antioksidan (Caliskan & Caliskan, 2021). Antioksidan juga dikategorikan sebagai eksogen dan endogen dimana antioksidan eksogen dapat ditemukan pada tanaman herbal (Caliskan & Caliskan, 2021). Antioksidan ini memiliki peran menurunkan stress oksidatif yang berarti keadaan dimana radikal bebas dan antioksidan tidak seimbang (Caliskan & Caliskan, 2021). Tanaman yang memiliki fungsi terapeutik disebut tanaman herbal (Namdeo, 2018) dan merupakan salah satu bentuk pertama pelayanan Kesehatan (Msomi & Simelane, 2019). Bagian dari suatu tanaman yang dapat dipergunakan untuk tujuan terapeutik mencakup daun, batang, bunga dan biji (Barboza et al, 2009) dan mengandung zat aktif seperti flavonoid, alkaloid, saponin, glikosida, dan terpenoid (Saxena et al, 2013).

Bunga merupakan komponen suatu tanaman yang aman dikonsumsi dan mempunyai manfaat antikanker, antimikroba, antioksidan, dan antiinflamasi (Barboza et al, 2009). Bunga yang dapat dikonsumsi atau *edible flower* merupakan objek penelitian yang menarik karena dianggap dapat memperindah suatu hidangan tanpa penggunaan perisa maupun pewarna tambahan dan hal ini banyak menarik minat masyarakat terhadap hidangan yang disajikan dengan *edible flower* (Chen & Wei, 2017). Bunga anyelir ini memiliki kemampuan insektisida, antikanker, antifungal, dan analgesik. Kemampuan atau manfaat tersebut merupakan akibat adanya fitokimia seperti flavonoid, asam fenolat, dan kumarin (Xiao & Bai, 2019). Komponen yang mempunyai sifat antikanker pada anyelir adalah kaempferide triglikosida karena bisa menghambat proliferasi sel kanker kolon (Fernandes et al, 2017). Zhou et al (2022) menemukan bahwa 2 fitokimia tertinggi pada bunga anyelir adalah flavonoid dan fenolik. Bunga anyelir merupakan bunga yang sering digunakan masyarakat Indonesia sebagai bunga hias dan bukan untuk dikonsumsi.

Karena ketersediaan bunga anyelir di Indonesia dan manfaat-manfaat yang dapat didapat dari bunga tersebut, maka studi ini dilakukan untuk menganalisa apakah temuan kandungan fitokimia, kapasitas antioksidan, dan toksisitas bunga anyelir di Indonesia selaras dengan penelitian yang sudah mendahului penelitian ini dan menilai daya tanaman untuk direkomendasikan konsumsinya.

## METODE

Pemeriksaan yang dilakukan pada penelitian ini berupa penelitian *bioassay* menggunakan *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) untuk uji toksisitas, dan untuk uji kapasitas antioksidan bunga anyelir dilakukan pemeriksaan metode DPPH, ABTS, dan FRAP. Selain itu, dilakukan juga uji kandungan fitokimia pada bunga anyelir. Sebelum pemeriksaan-pemeriksaan tersebut dimulai, dilakukan pembuatan ekstrak bunga anyelir dengan langkah sebagai berikut. Pertama, diambil kelopak bunga anyelir yang dikeringkan di atas nampan/wadah dan pada penelitian ini dibutuhkan waktu 14 hari untuk bunga anyelir mencapai

kondisi kering. Selama 14 hari tersebut, perlu dilakukan pemantauan setiap dua hari agar kelopak-kelopak yang berjamur atau busuk bisa segera dikeluarkan dari nampan tersebut. Kemudian, bunga kering tersebut diproses menjadi simplisia dengan cara memblender bunga kering tersebut secara bertahap lalu dilakukan imbibisi dengan cara mengambil simplisia dan methanol yang diletakkan di dalam beaker lalu dibiarkan selama 4 jam. Hasil imbibisi tersebut lalu diletakkan ke dalam perkolator yang sudah diberikan kertas saring pada bagian ujung dalam corong perkolator. Setelah itu, dimasukkan methanol dan ditutup perkolator tersebut dengan pembungkus plastik dan menunggu selama 24 jam. Pada keesokan harinya, siapkan beaker dibawah perkolator dan tabung yang berisikan methanol diletakkan di atas perkolator, lalu *valve* dari kedua wadah disesuaikan dan sama-sama menetes dengan kecepatan 4 tetes/menit. Tabung berisi methanol dibungkus dengan plastik sedangkan percolator dan beaker ditutupi *aluminium foil*.

Setelah proses ekstraksi selesai, dilakukan uji fitokimia untuk memeriksa adanya kandungan seperti alkaloid, glikosida, kardioglikosida, tanin, saponin, flavonoid, kuinon, fenolik, coumarin, terpenoid, steroid, anthosianin dan betasianin. Lalu sisa ekstrak yang tidak digunakan pada uji fitokimia di evaporasi menjadi pasta lalu digunakan untuk pemeriksaan kapasitas antioksidan dengan metode 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) serta penggunaan vitamin C sebagai pembanding hasil uji DPPH, dan *Ferric Ion Reducing Antioxidant Potential* (FRAP) dan uji toksisitas BSLT menggunakan larva *artemia salina*. Larva dari *artemia salina* yang digunakan pada uji toksisitas di studi ini dibiakkan dalam laboratorium dengan bantuan sinar UV dan oksigen. Pada pemeriksaan kapasitas antioksidan ditentukan nilai *Inhibitory Concentration* IC<sub>50</sub> dan pada BSLT dinilai *Lethality Concentration* LC<sub>50</sub>. Penelitian berlangsung di Laboratorium Biokimia dan Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, Jakarta Barat.

## HASIL

### Uji Fitokimia Ekstrak Bunga Anyelir

Pada uji fitokimia yang dilaksanakan pada ekstrak bunga anyelir, kandungan yang terdeteksi positif alkaloid, kardioglikosida, flavonoid, glikosida, fenolik, kuinon, saponin, steroid, terpenoid, tanin, coumarin, dan betasianin. Pada penelitian ini tidak terdeteksi anthosianin (Tabel 1).

**Tabel 1. Kandungan Fitokimia Pada Ekstrak Bunga Anyelir**

Senyawa Fitokimia	Nama Metode	Hasil
Alkaloid	Mayer - Wagner	+
Kardioglikosida	Keller - Killiani	+
Flavonoid	NaOH	+
Glikosida	Modified Borntrager	+
Fenolik	Folin Ciocalteu	+
Kuinon	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	+
Saponin	Foam	+
Steroid	Liebermann Burchard	+
Terpenoid	Liebermann Burchard	+
Tanin	Ferric chloride	+
Coumarin	NaOH + chloroform	+
Antosianin	NaOH	-
Betasianin	NaOH	+

Hasil uji fitokimia ekstrak bunga anyelir menunjukkan positif untuk fitokimia yang diuji kecuali antosianin.

### Uji Antioksidan Menggunakan Metode DPPH, ABTS dan FRAP

Dari uji kapasitas antioksidan menggunakan DPPH, ABTS dan FRAP diperoleh data absorbansi dari masing-masing konsentrasi larutan ekstrak (Tabel 2, Tabel 4, Tabel 5). Dari data tersebut dibuat kurva dan persamaan garis linier yang didapat.

Hasil absorbansi larutan ekstrak bunga anyelir dibaca dengan panjang gelombang 516nm. Persamaan yang didapat pada uji DPPH adalah  $Y = 0.9818X + 19.20$  dan didapatkan nilai  $R^2 = 0,9700$  dimana Y merupakan persentase inhibisi dan X sebagai konsentrasi ekstrak lalu dibuat kurva garis linier dan dihitung IC<sub>50</sub> bunga anyelir dengan hasil 31,371  $\mu\text{g/mL}$  (Tabel 2). Pada pembandingnya yakni vitamin C atau asam askorbat, didapatkan nilai IC<sub>50</sub> 5,40  $\mu\text{g/mL}$ . Serapan asam askorbat dibaca dengan panjang gelombang yang sama yakni 516 nm (Tabel 3) (Leonita et al, 2023)

**Tabel 2. Persentase Inhibisi Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak dan Nilai IC<sub>50</sub> Ekstrak Bunga Anyelir**

Konsentrasi Ekstrak ( $\mu\text{g/mL}$ )	Persentase Inhibisi (%)	IC <sub>50</sub> ( $\mu\text{g/mL}$ )
10	25.636	
20	41.818	
30	50.545	31,371
40	59.273	
50	66.000	

Tabel diatas menyajikan hasil uji DPPH. Persentase inhibisi dari setiap konsentrasi yang digunakan diperoleh melalui perhitungan absorbansi ekstrak dan absorbansi kontrol.

**Tabel 3. Persentase Inhibisi Berdasarkan Konsentrasi Asam Askorbat dan nilai IC<sub>50</sub>**

Konsentrasi Asam Askorbat ( $\mu\text{g/mL}$ )	Persentase Inhibisi (%)	IC <sub>50</sub> ( $\mu\text{g/mL}$ )
2	26,85	
4	39,11	
6	54,97	5,40
8	67,87	
10	81,81	

Tabel diatas menyajikan hasil uji DPPH dengan Vitamin C yang digunakan sebagai pembanding untuk uji DPPH ekstrak bunga anyelir. IC<sub>50</sub> diperoleh 5,4  $\mu\text{g/m}$ .

Hasil absorbansi uji ABTS dibaca dengan panjang gelombang optimal 750 nm. Persamaan yang didapat pada uji ABTS adalah  $Y = 0,8254X - 0,7405$  dengan  $R^2 = 0.9820$ . Y merupakan persentase inhibisi dan X merupakan konsentrasi ekstrak. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan IC<sub>50</sub> sebesar 39,167  $\mu\text{g/mL}$  (Tabel 4)

**Tabel 4. Persentase Inhibisi Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak dan Nilai IC<sub>50</sub> Ekstrak Bunga Anyelir**

Konsentrasi Ekstrak ( $\mu\text{g/mL}$ )	Persentase Inhibisi (%)	IC <sub>50</sub> ( $\mu\text{g/mL}$ )
10	8,466	
30	25,926	
50	38,095	39,167
70	52,381	
90	77,778	

Tabel diatas menyajikan hasil uji ABTS. Persentase inhibisi dari setiap konsentrasi yang digunakan diperoleh melalui perhitungan absorbansi ekstrak dan absorbansi kontrol.

Hasil absorbansi didapatkan dengan spektrofotometer menggunakan panjang gelombang 594 nm. Persamaan yang didapat pada uji FRAP adalah  $Y = 0,7590X + 37,82$  dan  $R^2 = 0,9856$ . Persentase inhibisi sebagai variable Y dan konsentrasi ekstrak sebagai variable X. Setelah perhitungan, didapatkan IC<sub>50</sub> dengan nilai 16,320 µg/mL (Tabel 5)

**Tabel 5. Persentase Inhibisi Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak dan Nilai IC<sub>50</sub> Ekstrak Bunga Anyelir**

Konsentrasi Ekstrak (µg/mL)	Persentase Inhibisi (%)	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
10	43,810	
20	54,962	
30	61,438	16,320
40	67,039	
50	75,720	

Tabel diatas menyajikan hasil uji FRAP. Persentase inhibisi dari setiap konsentrasi yang digunakan diperoleh melalui perhitungan absorbansi ekstrak dan absorbansi kontrol.

#### Uji Toksisitas Menggunakan Metode BSLT

Pada masing-masing tabung berisi larva *artemia salina*, dihitung larva yang mati dan yang hidup serta memperhatikan konsentrasi ekstrak pada setiap tabungnya. Hasil uji BSLT disajikan dalam bentuk LC<sub>50</sub> (Tabel 6). Dari hasil yang diperoleh, dibuat persamaan  $Y = 95,37X - 164,0$  dengan nilai  $R^2 = 0,9776$

**Tabel 6. LC<sub>50</sub> Ekstrak Bunga Anyelir dan Persentase Mortalitas Larva *artemia salina*.**

Konsentrasi Ekstrak (µg/mL)	Log Konsentrasi	Persentase Mortalitas	LC <sub>50</sub> (µg/mL)
50	1,70	4,348	
100	2,00	18,750	174,818
250	2,40	62,963	
500	2,70	97,297	

Tabel ini menyajikan persentase mortalitas dari tabung berisi ekstrak bunga anyelir dengan konsentrasi berbeda dan LC<sub>50</sub> sebesar 174,818 µg/mL.

#### PEMBAHASAN

Perbedaan hasil uji fitokimia yang diperoleh pada penelitian ini dan penelitian yang dilaksanakan Abe et al dan Nakayama et al adalah pada kandungan pigmen anthosianin dan betasianin. Penelitian Abe et al dan Nakayama et al menemukan bahwa pigmen dominan pada spesimen kedua penelitian merupakan anthosianin sementara pada penelitian ini tidak terdeteksi anthosianin dan hanya betasianin yang terdeteksi. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan warna bunga yang digunakan pada masing-masing penelitian. Bunga anyelir yang digunakan oleh Abe et al memiliki kelopak berwarna merah. Nakayama menggunakan bunga yang berwarna merah, merah muda gelap, oranye, dan ungu gelap. Abe et al menyatakan bahwa semakin merah dan semakin gelap suatu warna maka kandungan pigmen anthosianin akan lebih tinggi. Penelitian ini menggunakan bunga yang berwarna merah muda. Ketika dibandingkan dengan temuan Zhou et al, kandungan fitokimia yang didapatkan sejalan dengan hasil penelitian ini. Namun, pada penelitian Zhou et al dilakukan uji fitokimia secara kuantitatif sehingga didapatkan bahwa flavonoid merupakan kadar tertinggi yang ada di

sampel bunga anyelir miliknya. Pada penelitian ini hal tersebut tidak dapat ditentukan karena tidak dilakukan uji kuantitatif terhadap kandungan fitokimia.

Penemuan  $IC_{50}$  pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Zhou et al, dimana  $IC_{50}$  didapatkan sebesar  $37.42\mu\text{g/mL}$  pada metode DPPH dan  $50.43\mu\text{g/mL}$  pada ABTS. Zhou et al menemukan bahwa kemampuan antioksidan bunga anyelir berkaitan juga dengan warna bunga tersebut. Warna bunga yang digunakan dalam penelitian ini hampir menyerupai warna bunga yang digunakan Zhou et al dan hal ini mungkin menjelaskan mengapa data yang didapat mengenai  $IC_{50}$  dari kedua penelitian ini hampir serupa. Menurut klasifikasi yang dipaparkan Surjanto et al, kemampuan antioksidan yang dianggap sangat kuat adalah dibawah 50 ppm maka dengan itu, kapasitas antioksidan bunga anyelir bisa dikategorikan sebagai sangat kuat. Pada uji DPPH dengan pembandingnya yakni asam askorbat, didapatkan bahwa  $IC_{50}$  asam askorbat lebih rendah dari  $IC_{50}$  ekstrak bunga anyelir yang berarti asam askorbat merupakan antioksidan yang lebih kuat dibanding bunga anyelir.

Hasil uji toksisitas ini dalam bentuk *Lethality Concentration 50/ LC50* yang berarti konsentrasi dari ekstrak bunga anyelir yang dapat menyebabkan kematian pada 50% dari larva *artemia salina*. Rentang  $LC_{50}$  yang dianggap toksik adalah 30-1000ppm (Rasyid et al, 2022).  $LC_{50}$  pada penelitian ini adalah 174,818 maka ekstrak bunga anyelir termasuk kategori toksik. Perlu diketahui bahwa yang dimaksud toksik pada penelitian ini adalah kemampuan ekstrak untuk menghambat terjadinya pembelahan sel pada larva *artemia salina* dan tidak mencerminkan bahaya ekstrak bunga anyelir terhadap tubuh atau kesehatan.

## KESIMPULAN

Uji fitokimia terhadap ekstrak bunga anyelir menunjukkan keadaannya senyawa alkaloid, kardioglikosida, flavonoid, glikosida, fenolik, kuinon, saponin, steroid, terpenoid, tanin, coumarin, dan betasianin. Pada uji kapasitas antioksidan menggunakan DPPH, ABTS, dan FRAP, didapatkan hasil  $IC_{50} < 50$  ppm dan memiliki makna bahwa ekstrak merupakan antioksidan yang sangat kuat. Pada uji BSLT didapatkan hasil  $LC_{50}$  sebesar  $174,818\mu\text{g/mL}$  yang menunjukkan bahwa ekstrak bunga anyelir bersifat menghambat terhadap proses membelah dari larva udang *artemia salina*.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih ditujukan kepada dokter pembimbing yang senantiasa menuntun dalam proses penelitian dan pengerjaan naskah penelitian, serta pihak-pihak yang terus memberi dukungan dan bantuan saat pengerjaan penelitian di laboratorium Biokimia dan Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Çalışkan, B., & Çalışkan, A.C. (2021). Antioxidant and Oxidative Stress. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.96643
- Ahmad R. (2022). Reactive oxygen species. IntechOpen
- Namdeo, A. G. (2018). Chapter 20 - Cultivation of Medicinal and Aromatic Plants. In Natural Products and Drug Discovery (pp. 525–553). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102081-4.00020-4>
- Z. Msomi, N., & B.C. Simelane, M. (2019). Herbal Medicine. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.72816

- Barboza, G. E., Cantero, J. J., Núñez, C., Pacciaroni, A., & Ariza Espinar, L. (2009). Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora. *Kurtziana*, 34(1-2), 7–365.
- Saxena, M., Saxena, J., Nema, R., Singh, D., Gupta, A. (2013). Phytochemistry of medicinal plants. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, (6), pp 168-182.
- Chen, N.-H., & Wei, S. (2017). Factors influencing consumers' attitudes towards the consumption of edible flowers. *Food Quality and Preference*, 56, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.10.001>
- Xiao, J., Bai, W. (2019). Bioactive phytochemicals. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(6), 827–829.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2017). Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.03.017>
- Zhou, X., Yang, X., Sun, R., Wang, J., Mao, Y., Cao, G., et al. (2022). Identification of chemical components in *Dianthus* determined by widely targeted metabolomics. *Horticultural Science*, 49(2), 71-77.
- Leonita, A., Ferdinal, F., Limanan, D., Yulianti, E. (2023). Uji fitokimia, kapasitas total antioksidan dan toksisitas ekstrak etanol ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *Tarumanagara Medical Journal*, 5(1), 26-34
- Abe, Y., Tera, M., Sasaki, N., Okamura, M., Umemoto, N., Momose, M., Kawahara, N., Kamakura, H., Goda, Y., Nagasawa, K., & Ozeki, Y. (2008). Detection of 1-O-malylglucose: Pelargonidin 3-O-glucose-6''-O-malyltransferase activity in carnation (*Dianthus caryophyllus*). *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 373(4), 473–477.
- Nakayama, M., Tanikawa, N., Morita, Y., & Ban, Y. (2012). Comprehensive analyses of anthocyanin and related compounds to understand flower color change in ion-beam mutants of cyclamen (*Cyclamen* spp.) and carnation (*Dianthus caryophyllus*). *Plant Biotechnology*, 29(3), 215–221. <https://doi.org/10.5511/plantbiotechnology.12.0102a>
- Zhou, X., Yang, X., Sun, R., Wang, J., Mao, Y., Cao, G., & Wang, M. (2022). Identification of chemical components in *Dianthus* determined by widely targeted metabolomics. *Horticultural Science (Praha)*, 49(2), 71–77. <https://doi.org/10.17221/27/2021-HORTSCI>
- Zhou, X., Wang, M., Li, H., Ye, S., & Tang, W. (2023). Widely targeted metabolomics reveals the antioxidant and anticancer activities of different colors of *Dianthus caryophyllus*. *Frontiers in Nutrition (Lausanne)*, 10, 1166375–1166375. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1166375>
- Surjanto, Batubara, R., Hanum, T. I., & Julianti, E. (2019). Potency of Fresh and Rotten Leaves of Gaharu (*Wikstroemia tenuiramis* Miq) Sumatera Endemic as Raw Material of Antioxidant Rich Tea. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 305(1), 12061–. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/305/1/012061>
- Rasyid, M. I., Yuliani, H., Triandita, N., Angraeni, L., & Anggriawin, M. (2022). Toxicity Test of Laban Fruits (*Vitex pinnata* Linn) by Using Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) Methode. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 1059(1), 12051–. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1059/1/012051>