

Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Bawang Bombay Merah (*Allium cepa* L.) terhadap Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Telang (*Clitoria ternatea* L.)

*The Effect of Indian Red Onion Extract (*Allium cepa* L.) on Total Phenolic and Antioxidant Activity of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* L.) Plants*

Mirwa Adiprahara Anggarani^{*)}, Dzikra Nasyaya Mahfudhah

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya

^{*)}Penulis untuk korespondensi E-mail: mirwaanggarani@unesa.ac.id

Diajukan: 15 November 2024 **Diterima:** 12 Februari 2025 **Dipublikasi:** 27 Februari 2025

ABSTRACT

*The use of Plant Growth Regulators (PGR) as a step to optimize the cultivation of butterfly pea flowers (*Clitoria ternatea* L.), whose benefits are widely known among the community, is necessary to improve both the quality and quantity, which could increase the economic value of butterfly pea flowers, mainly in the context of plant cultivation and the development of the agricultural industry. Using natural PGR, which is more environmentally friendly and affordable than synthetic PGR, has the potential to pollute the environment in the long term and is one of the suitable options. This study aims to determine the effect of the natural PGR concentration of Indian red onions (*Allium cepa* L.) on butterfly pea flowers' total phenolic and antioxidant activity. Plant cultivation was carried out in Burneh Village, Bangkalan Madura, from June 2023 to October 2023. The research method was quantitative-based, with an experimental design using a one-factor Randomized Block Design (RBD), namely variations in PGR concentration consisting of 0% as a control, 1%, 3%, 5%, 7%, and 10%, where each concentration was replicated four times. The results showed that natural PGRs had a positive effect on the total phenolics and antioxidant activity of butterfly pea flowers, where the highest results were obtained at a 10% PGR concentration variation with total phenolics of 21.570 mg GAE/g extract and an IC_{50} value of 51.04 ppm, which was included in the potent antioxidant category.*

Keywords: antioxidant activity; butterfly pea; Indian red onion; natural PGR; total phenolic

ABSTRAK

Pemanfaatan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) sebagai langkah optimalisasi budidaya tanaman bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) yang khasiatnya telah dikenal massif di tengah-tengah masyarakat diperlukan untuk semakin meningkatkan kualitas dan kuantitas bunga telang, sehingga nilai ekonomi bunga telang juga akan semakin bertambah, utamanya dalam konteks budidaya tanaman dan pengembangan industri pertanian. Penggunaan ZPT alami yang lebih ramah lingkungan dan harga terjangkau jika dibandingkan dengan ZPT sintetik yang berpotensi mencemari lingkungan dalam jangka panjang menjadi salah satu opsi yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ZPT alami bawang bombay merah (*Allium cepa* L.) terhadap total fenolik dan aktivitas antioksidan bunga telang. Budidaya bunga telang dilaksanakan di Desa Burneh, Bangkalan Madura pada bulan Juni 2023 sampai Oktober 2023. Metode penelitian ini berbasis kuantitatif, dengan rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor, yakni variasi konsentrasi ZPT terdiri dari 0% sebagai kontrol, 1%, 3%, 5%, 7%, dan 10%, dimana masing-masing konsentrasi direplikasi 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ZPT alami berpengaruh positif terhadap total fenolik dan aktivitas antioksidan bunga telang, dimana hasil tertinggi

diperoleh pada variasi konsentrasi ZPT 10% dengan total fenolik sebesar 21,570 mgGAE/g ekstrak dan nilai IC₅₀ sebesar 51,04 ppm yang termasuk kategori antioksidan kuat.

Kata kunci: aktivitas antioksidan; bawang bombay merah; telang; total fenolik; ZPT alami

PENDAHULUAN

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang tumbuh secara liar, bahkan terkadang dianggap sebagai gulma perkebunan. Karakteristik pertumbuhan yang merambat dan kebutuhan lahan yang luas turut menjadi faktor hambatan terbatasnya budidaya telang. Padahal, bunga telang merupakan jenis tanaman herbal yang kaya akan khasiatnya bagi kesehatan. Menurut Al-Snafi (2016), bunga telang mengandung flavonoid, alkaloid, fenol, antosianin, tanin, saponin, dan triterpenoid yang berfungsi sebagai antioksidan, antimikroba, antikanker, imunologi, antiinflamasi, dan lain sebagainya. Biji bunga telang mengandung glikosida flavonol, aglikon fenolik dan asam sinamat. Kandungan total fenolik bunga telang mencapai 19,43 ± 1,621 GAE (mg/g sampel) yang termasuk dalam kategori sedang (Andriani & Murtisiwi, 2018).

Kemudahan pertumbuhan bunga telang yang tidak membutuhkan perawatan intensif membuat budidaya tanaman telang sangat diperlukan untuk meningkatkan akses terhadap kebermanfaatannya sebagai tanaman herbal (Sajuri *et al.*, 2023) sekaligus meningkatkan nilai ekonomi bunga telang melalui penjualan hasil panen, sehingga kesejahteraan petani atau masyarakat yang melakukan budidaya meningkat pula (Suryandari *et al.*, 2016). Terlebih, permintaan produksi bunga telang terus menggapai puncak di kalangan masyarakat urban, ditinjau melalui situs penjualan online (Purba, 2020). Hal ini dibuktikan dengan tren popularitas bunga telang antara tahun 2020 hingga Juli 2021 dengan tingkat ketertarikan tinggi berdasarkan *Google Trends* meskipun cukup fluktuatif (Nirmala, 2021).

Berdasarkan permintaan pasar, penjualan dan tingkat popularitas bunga telang yang meningkat, diperlukan pengembangan budidaya secara optimal untuk lebih meningkatkan kualitas bunga telang sebagai kebutuhan akan tanaman herbal, salah satunya dengan memberikan zat tambahan berupa fitohormon atau Zat

Pengatur Tumbuh (ZPT) yang dapat diperoleh dari bahan alami maupun sintetis. Berdasarkan Jamwal *et al.* (2018), ZPT merupakan senyawa yang tidak hanya berfungsi bagi pertumbuhan, melainkan juga meregulasi produksi senyawa metabolit sekunder dan mengontrol potensi antioksidan di dalam jaringan tumbuhan. Studi Wafa *et al.* (2022) menjelaskan bahwa dosis hormon giberelin (GA₃) sebesar 30 ppm secara optimal meningkatkan flavonoid, kandungan total fenolik, aktivitas antioksidan dan jumlah produksi pada buah ciplukan (*Physalis angulate* L.). Pada tanaman dedaunan *Stevia rebaudiana* (Bert.), konsentrasi 2 mg/ml hormon giberelin mampu meningkatkan total flavonoid secara optimal dibanding kontrol (Ahmad *et al.*, 2020).

Pemanfaatan ZPT pada beberapa penelitian di atas yang masih diperoleh dari bahan sintetis kini mulai beralih ke ZPT berbahan alami karena mudah dijangkau, ramah lingkungan dan minim resiko. Beberapa jenis ZPT alami yang telah umum digunakan adalah rebung, air kelapa, buah pisang, dan spesies bawang-bawangan, termasuk bawang merah dan putih (Tanjung & Darmansyah, 2021).

Bawang bombay merah (*Allium cepa* L.) dinilai potensial sebagai ZPT alami karena mengandung senyawa bioaktif berlimpah seperti alkaloid dan terpenoid (Hidayah & Anggarani, 2022) dengan berbagai derivatifnya, diantaranya hormon auksin (Prameswari & Pratomo, 2021) dan giberelin (Ogunyale *et al.*, 2014). Selain itu, kedua fitohormon tersebut pada umumnya terdapat pada seluruh tanaman yang memiliki sistem vaskular, dimana bawang bombay merah merupakan salah satu tanaman yang memiliki sistem tersebut (Hedden, 2020).

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu mengenai penggunaan spesies bawang-bawangan sebagai ZPT alami, pemanfaatan pada bawang bombay merah secara spesifik masih jarang dilakukan. Padahal, kandungan fitohormon pada

bawang bombay merah berperan penting dalam meregulasi setiap aspek pertumbuhan dan perkembangan, termasuk perannya dalam biosintesis senyawa metabolit sekunder seperti fenolik (Rui *et al.*, 2020). Di sisi lain, ditinjau dari segi ekonomi, spesies ini memiliki harga yang lebih terjangkau dibandingkan jenis bawang lain seperti bawang merah dengan kandungan yang tidak jauh berbeda. Ukuran bawang yang lebih besar dan konsistensi bahan yang lebih keras juga membuat efisiensi produksi akan lebih tinggi serta lebih tahan lama saat penyimpanan hingga dalam bentuk ekstrak (Fatwa, 2024). Menurut Poojary *et al.* (2017), kandungan sulfur organik yang tinggi pada bawang merah cenderung mudah terdegradasi saat proses kimiawi atau penyimpanan sehingga khasiatnya dapat menurun dan kurang efektif untuk jangka panjang.

Sejalan dengan hal tersebut, pemilihan organ bunga sebagai objek studi ini yang juga masih jarang dilakukan didasarkan pada fenomena empiris dimana organ bunga yang secara umum hanya dianggap sebagai estetika visual diketahui tidak kalah berperan dalam keberlangsungan ekosistem tanaman, diantaranya memfasilitasi reproduksi melalui perantara serangga sebagai awal penyerbukan dengan tingkat produksi global sebesar 35% (Herlinda & Milinia, 2022). Seiring dengan nutrisi yang cukup, bakal biji dan buah akan tumbuh menjadi individu baru sehingga keragaman spesies tanaman terus terjaga dan meningkat (Kurniawati & Martono, 2015; Syahadat *et al.*, 2022).

Dengan demikian, menjadi suatu kajian yang menarik untuk diteliti lebih lanjut apakah ekstrak bawang bombay merah (*Allium cepa* L.) dapat memengaruhi kualitas bunga melalui parameter total fenolik dan aktivitas antioksidan pada bunga telang (*Clitoria ternatea* L.).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Burneh, Kabupaten Bangkalan Madura pada bulan Mei 2023 – September 2023 dengan lokasi penelitian secara spesifik merupakan pekarangan terbuka yang luas dan memiliki tanah subur serta mendapat akses sinar

matahari yang cukup (iklim cukup panas, namun pada beberapa waktu terakhir mulai memasuki musim penghujan). Lokasi ini dipilih untuk memastikan bahwa tanaman dapat tumbuh secara optimal dan leluasa karena berjauhan dengan lingkungan rerumputan yang dihuni banyak tumbuhan liar atau gulma. Mulyadi *et al.* (2023) menjelaskan bahwa biji bunga telang dapat langsung disemai atau disebar ke lahan secara langsung namun tetap menjaga tanah agar selalu lembab.

Alat yang dibutuhkan diantaranya spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800, Japan), *rotary vacuum evaporator* (Buchi R-300, Swiss), polybag 25 x 25 cm. Adapun bahan yang digunakan meliputi bawang bombay merah yang dibeli di salah satu pasar lokal di Surabaya dengan kondisi segar, bibit bunga telang berkemasan *sachet* yang diperoleh dari *e-commerce*, etanol p.a 96% (Merck, 99%), media tanam berupa campuran tanah, sekam bakar dan pupuk kompos dengan perbandingan 2:1:1, reagen *Folin-ciocalteu* (Merck), reagen DPPH (Sigma-Aldrich, 90%), Na₂CO₃ p.a (Merck, 99%), asam galat (Sigma-Aldrich, 98.5%), kuersetin (Sigma-Aldrich, 95%), dan akuades.

Prosedur penelitian ini diawali dengan ekstraksi bawang bombay merah secara maserasi menggunakan *solvent* etanol 96% lalu ekstrak dievaporasi untuk menghilangkan pelarut. Ekstrak kental diuji fisik dan dibagi menjadi beberapa variasi konsentrasi (0%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 10%) dan diaplikasikan pada tanaman telang dengan cara disiram perlahan di sekeliling media tanam dan sekitar batang, daun serta bunga mulai usia tanaman 8 minggu - 12 minggu (panen) dengan durasi 1 minggu sekali. Setelah masa panen, bunga telang diekstraksi dan dilakukan uji fenolik serta aktivitas antioksidan.

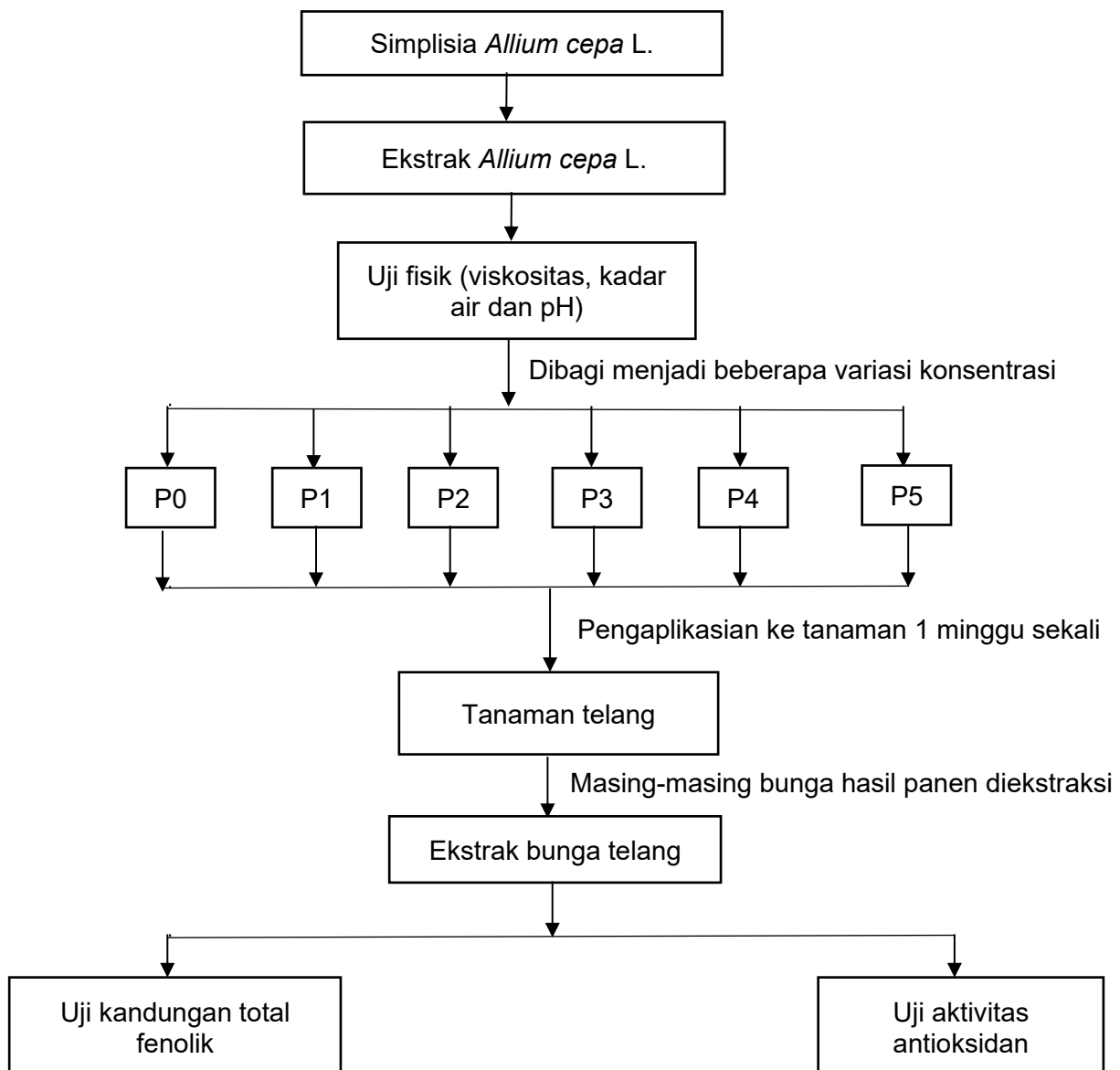
Sistem percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor, yakni variasi konsentrasi dari ZPT terdiri dari 0% sebagai kontrol, 1%, 3%, 5%, 7% dan 10%, masing-masing konsentrasi 4 ulangan dengan denah atau *layout* seperti Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Perlakuan

No.	Konsentrasi ZPT	Ulangan			
		1	2	3	4
1	P0	P0.1	P0.2	P0.3	P0.4
2	P1	P1.1	P1.2	P1.3	P1.4
3	P3	P3.1	P3.2	P3.3	P3.4
4	P5	P5.1	P5.2	P5.3	P5.4
5	P7	P7.1	P7.2	P7.3	P7.4
6	P10	P10.1	P10.2	P10.3	P10.4

Keterangan: P0; P1; P3; P5; P7; P10 masing-masing adalah variasi konsentrasi penggunaan ZPT 0%; 1%, 3%, 5%, 7% dan 10%

Berikut adalah diagram alir proses kerja:



Langkah uji fenolik diantaranya membuat larutan standar asam galat dengan seri konsentrasi 10 ppm; 20 ppm; 30 ppm; 40 ppm; dan 50 ppm. 0,5 ml dari masing-masing deret konsentrasi asam galat dan ekstrak bunga telang dicampurkan dengan 2,5 ml larutan *folin-ciocalteu* dan 2 ml Na_2CO_3 7,5% kemudian diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi diukur dengan instrumen spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 740,5 nm, sampai diperoleh kurva standar asam galat untuk menghitung total fenolik ekstrak bunga telang.

Langkah uji aktivitas antioksidan diantaranya membuat seri konsentrasi kontrol positif kuersetin (2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, 10 ppm dan 12 ppm) dan ekstrak bunga telang (50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm). Perbedaan deret konsentrasi antara kontrol positif dan sampel disebabkan karena kontrol positif merupakan senyawa murni yang telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat walaupun dengan konsentrasi yang rendah, sehingga jika konsentrasinya disamakan dengan sampel, nilai yang diperoleh akan melampaui batas deteksi instrumen. Sementara pada sampel, masih merupakan ekstrak kasar dan belum menjadi isolat murni. 1 ml sampel dicampurkan dengan 2 ml reagen DPPH lalu diinkubasi selama 30 menit. Penyerapan absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 518,20 nm dan dilakukan perhitungan % inhibisi dengan rumus:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \times 100\%$$

Dimana : A_{blanko} adalah absorbansi blanko, A_{sampel} adalah absorbansi sampel.

Data yang diperoleh kemudian diolah secara statistika menggunakan aplikasi SPSS dengan uji normalitas (memastikan distribusi data normal), uji homogenitas (memastikan sebaran data yang homogen), uji koefisien korelasi dan uji t hitung (mengetahui korelasi antar variabel yang diuji).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ekstraksi dan Uji Fisik Bawang Bombay Merah

Bawang bombay merah (*Allium cepa* L.) diekstraksi maserasi

menggunakan pelarut etanol 96% 1:5 selama 2 x 24 jam. Ekstraksi merupakan metode pemisahan senyawa berdasarkan perbedaan kepolarannya (Ambaro *et al.*, 2020). Pada penelitian ini, metode maserasi dipilih karena prosesnya yang mudah dan tidak dibutuhkan pemanasan sehingga meminimalisir kemungkinan bahan alam menjadi rusak atau terurai. Dengan rasio dan waktu ekstraksi yang sesuai, senyawa dapat terekstraksi secara maksimal (Susanty & Bachmid, 2016). Rasio pelarut dan simplisia sebesar 1:5 didasarkan pada standar rasio yang banyak digunakan dalam penelitian, dimana cukup menggambarkan keseimbangan antara efisiensi ekstraksi dan penghematan penggunaan pelarut. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Widyastutik *et al.* (2022), ekstraksi kulit jantung pisang selama 6 jam dengan rasio pelarut etanol 1:9 menghasilkan persen rendemen lebih besar (2,64%) namun tidak berbeda secara signifikan dengan rasio 1:5 (2,52%). Begitu pula ketika waktu ekstraksi selama 24 jam, persen rendemen pada rasio pelarut 1:9 menurun lebih jauh, yakni menjadi 2,28% daripada rasio pelarut etanol 1:5 yakni sebesar 2,51%.

Ekstrak etanol yang diperoleh kemudian dievaporasi untuk menghilangkan pelarut (Mc Manus *et al.*, 2020) sehingga didapatkan ekstrak kental bawang bombay merah dengan rendemen sebesar 59,26%. Persen rendemen yang dihasilkan dari ekstraksi maserasi ini masih lebih besar dibandingkan metode refluks seperti pada studi Musonnifin Aziz *et al.* (2019) dengan rendemen ekstraksi bawang merah hanya sebesar $\pm 1,5\%$. Studi lain oleh Putri. (2023) menjelaskan bahwa metode sokletasi pada proses ekstraksi kulit bawang merah menghasilkan rendemen sebesar 9,55%. Oleh karena itu, pemilihan maserasi sebagai metode ekstraksi sudah tepat karena merupakan salah satu teknik ekstraksi yang sederhana, ekonomis namun tetap efisien.

Tabel 2. Hasil Uji Fisik Ekstrak Bawang Bombay Merah (*Allium cepa L.*)

Ekstrak	Parameter Uji Fisik		
	pH	Kadar Air	Viskositas
Bawang bombay merah	4	2,1	21,085 mPa.s

Karakteristik ekstrak kemudian diukur melalui beberapa uji, yakni uji pH, kadar air dan viskositas dengan hasil sebagaimana Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2. uji pH ekstrak memperoleh hasil pH 4, dimana berdasarkan Bayliak et al. (2016), pH ekstrak yang terlalu basa dapat menyebabkan kandungan senyawanya berkurang dan dapat menurunkan aktivitas antioksidan atau kemampuan bahan alam tersebut dalam mengatasi stress oksidatif dan penyakit lainnya. Uji kadar air pada ekstrak menunjukkan hasil sebesar 2,1 yang sudah sesuai dengan syarat mutu dari BPOM yakni $\leq 10\%$ (BPOM, 2014). Berdasarkan Utami et al. (2017), jika kadar air terlalu tinggi ($>10\%$) dapat menjadi tempat tumbuhnya bakteri atau mikroba sehingga akan mengurangi stabilitas ekstrak dan berpotensi memberikan efek negatif bagi tanaman apabila mikroba yang tumbuh bersifat toksik atau patogen. Marpaung & Septiyani (2020) menjelaskan bahwa kadar air ekstrak kental berkisar antara 5-30%. Uji viskositas pada ekstrak didasarkan pada teori yang menyatakan bahwa nilai viskositas yang tinggi menunjukkan kadar air yang menurun. Hasil uji viskositas ekstrak bawang bombay merah sebesar 21,085 mPa.s, dimana berdasarkan Pratasik et al. (2019), persyaratan viskositas yang baik pada sediaan *semi-solid* adalah 4000-40.000 cPs. Viskositas yang terlalu tinggi akan menyebabkan sediaan sulit didispersikan kembali dan dituang (Pratiwi et al., 2023). Hal ini berkaitan dengan pengaplikasian ZPT alami pada tanaman dengan sistem penyiraman atau penguangan secara langsung sehingga distribusi ZPT dapat merata ke seluruh media tanam dan bagian tanaman.

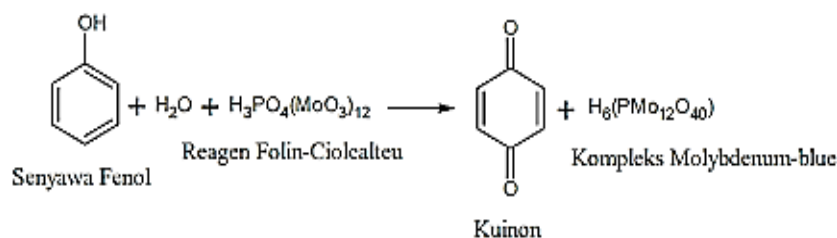
Ekstrak bawang bombay merah lalu dibagi menjadi beberapa variasi

konsentrasi untuk mulai diaplikasikan ke tanaman objek dan dilakukan penyiraman dalam kurun waktu 12 minggu. Hasil panen bunga telang kemudian dilakukan uji fenolik dan aktivitas antioksidan.

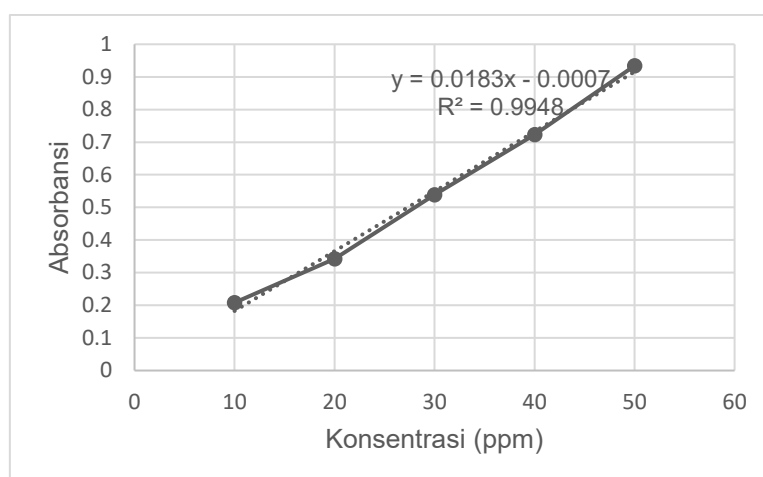
B. Pengukuran Kurva Standar Asam Galat dan Kontrol Positif Kuersetin

Kandungan fenolik dapat diukur dengan pereaksi Folin-Ciocalteu (FCR assay), sebutan lainnya adalah *gallic acid equivalence method* (GAE). Reagen ini merupakan campuran dari fosfomolibdat dan fosfotungstat sebagai uji kolorimetri untuk antioksidan fenolik dan polifenol, dimana terjadi transfer elektron dari senyawa fenolik ke pereaksi Folin-Ciocalteu dalam suasana basa dan diukur jumlah zat yang diperlukan untuk menghambat oksidasi pereaksi (Gulcin, 2020). Prinsip metode Folin-Ciocalteu adalah oksidasi senyawa fenolik menghasilkan warna biru pada larutan uji berwarna biru yang dapat diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang tertentu. Kandungan fenolik total dinyatakan dengan massa ekivalen asam galat (mg ekivalen asam galat per g fraksi air) (Rollando & Monica, 2017).

Standar asam galat dibuat beberapa konsentrasi, kemudian ditambahkan dengan pereaksi folin-ciocalteu yang telah diencerkan sebanyak 1:10 dan Na_2CO_3 7,5% sebagai pemberi suasana basa dengan tujuan agar proton terdisosiasi menjadi ion fenolat (Mukhriani et al., 2019). Reaksi yang terjadi adalah senyawa fenolik akan teroksidasi oleh folin-cicocalteu yang merupakan senyawa campuran dari fosfomolibdat dan fosfotungstat membentuk kompleks molybdenum berwarna biru seperti Gambar 2.



Gambar 2. Reaksi senyawa fenol dan folin-ciocalteu
 Sumber: (Mukhriani *et al.*, 2019)



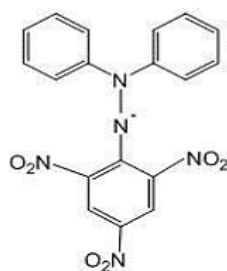
Gambar 3. Kurva hubungan konsentrasi dan absorbansi standar asam galat

Berdasarkan hasil pengukuran, larutan standar asam galat memiliki panjang gelombang maksimum sebesar 740,5 nm. Kemudian diukur serapan pada panjang gelombang tersebut, dan didapatkan kurva standar seperti Gambar 3.

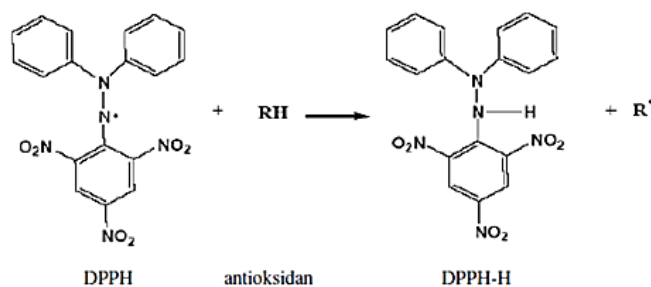
Mengacu pada grafik kurva standar, diperoleh persamaan regresi $y = 0,0183x - 0,0007$ dengan nilai $R^2 = 0,9948$ menunjukkan bahwa konsentrasi dan absorbansi memiliki hubungan yang linear. Semakin tinggi konsentrasi asam galat, maka absorbansinya juga semakin tinggi. Parameter sensitivitas dapat dilihat dari *slope* atau kemiringan garis dengan nilai sebesar 0,0183. Berdasarkan Suntaya (2012), semakin besar nilai *slope*, maka sensitivitas juga semakin besar. Jika dibandingkan dengan studi lain dengan nilai *slope* secara berurutan sebesar 0,0026;

0,0093 (Alimuddin *et al.*, 2023), penelitian ini sudah cukup sensitif karena memiliki nilai *slope* yang lebih besar.

Persamaan regresi yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung kadar fenolik total pada sampel, yang dilanjutkan dengan pengujian aktivitas antioksidan yang dengan mengukur seberapa kuatnya senyawa uji dalam menangkal radikal bebas melalui beberapa metode, salah satunya DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (Aryanti, 2018). Metode DPPH merupakan metode penentuan aktivitas antioksidan yang paling umum digunakan karena sensitif, mudah, murah dan cepat, serta dapat dilakukan di laboratorium sederhana (Isnaeni, 2021) menggunakan senyawa radikal bebas stabil DPPH dengan struktur seperti Gambar 4.



Gambar 4. Struktur senyawa DPPH
Sumber: (Tristantini *et al.*, 2016)



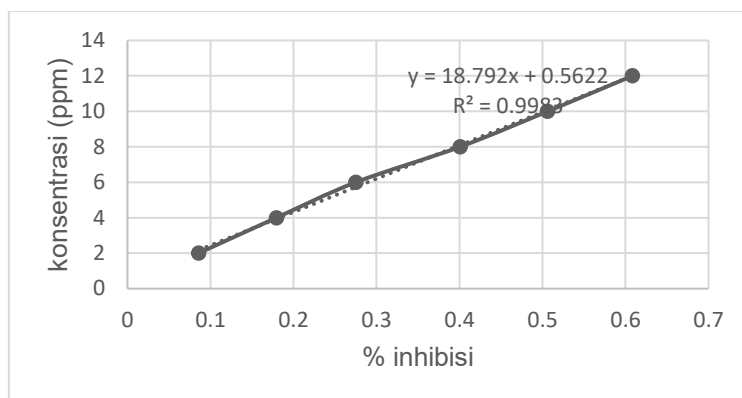
Gambar 5. Reaksi reduksi DPPH dari senyawa antioksidan
Sumber: (Rizkayanti *et al.*, 2017)

Berdasarkan Gambar 4, struktur senyawa DPPH terdiri dari atom nitrogen yang memiliki elektron yang tidak berpasangan (Sukweenadhi *et al.*, 2020) dengan warna senyawa adalah ungu dan bersifat reaktif namun stabil (Ionita, 2021). Prinsip metode uji antioksidan dengan DPPH adalah daya penangkapan senyawa antioksidan terhadap radikal bebas dari senyawa DPPH yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang tertentu sehingga diperoleh nilai aktivitas peredaman radikal bebas IC_{50} (*Inhibitory Concentration*) sebagai besarnya konsentrasi senyawa uji yang mampu meredam radikal bebas sebanyak 50%. Semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas antioksidan semakin tinggi. Dalam proses uji, senyawa uji akan mendonorkan hidrogen pada senyawa DPPH, sehingga terjadi dekolerasi (menjadi kuning) pada senyawa DPPH karena jumlah elektron

meningkat menjadi DPPH-H yang memiliki absorbansi lebih rendah dari DPPH karena jumlah hidrogen yang lebih rendah (Baliyan *et al.*, 2022). Berikut adalah reaksi antioksidan dan DPPH dengan reaksi seperti Gambar 5.

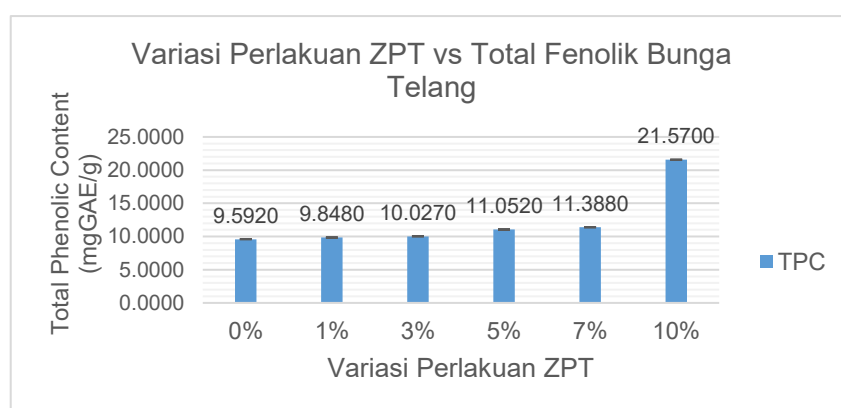
Pada Gambar 6, diperoleh persamaan regresi linear kuersetin yakni $y = 18,792x + 0,5622$ dengan $R^2 = 0,9983$ yang berarti bahwa konsentrasi memiliki korelasi yang linear dengan % inhibisi. Dari persamaan yang telah didapat, maka diperoleh nilai IC_{50} dari kuersetin yakni 2,6307 ppm yang termasuk antioksidan sangat kuat. Nilai IC_{50} kuersetin akan dijadikan sebagai pembandingan pada hasil pengujian aktivitas antioksidan dari ekstrak bunga telang.

Pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan dengan kuersetin sebagai kontrol positif, dimana hasil pengujian dalam bentuk grafik konsentrasi vs % inhibisi dapat dilihat pada gambar 6.

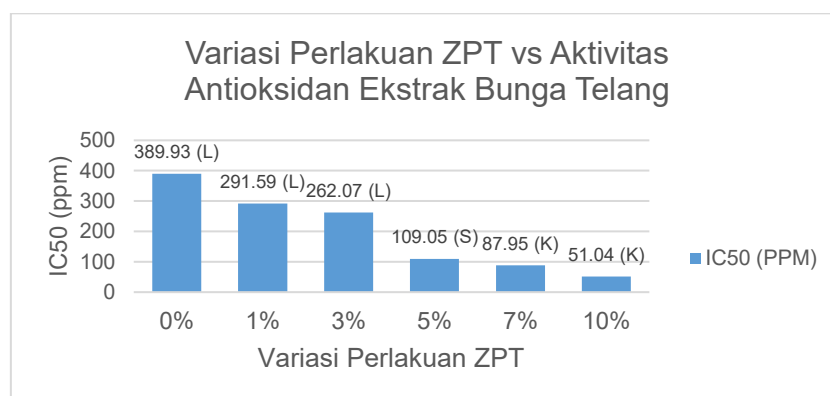


Gambar 6. Kurva hubungan konsentrasi dengan % inhibisi kontrol positif kuersetin

C. Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bunga Telang



Gambar 7. Kurva Total Fenolik pada Variasi Perlakuan ZPT masing-masing Ekstrak Bunga Telang



Gambar 8. Kurva Aktivitas Antioksidan (IC50) pada Variasi Perlakuan ZPT masing-masing Ekstrak Bunga Telang. Kategori antioksidan L = aktivitas antioksidan lemah; S = sedang; K = kuat

Diagram di atas merupakan hasil uji pengaruh pemberian ZPT alami ekstrak bawang bombay merah terhadap total fenolik dan aktivitas antioksidan bunga telang. Data perolehan kadar fenolik total ekstrak bunga telang dilakukan uji statistika yakni uji T yang terdiri dari uji regresi linear untuk mengetahui persamaan regresi, kemudian uji korelasi dan perbandingan t hitung serta t tabel untuk mengetahui tingkat korelasi antara variasi

perlakuan dan peningkatan kadar fenolik. Uji korelasi menghasilkan nilai sebesar 0,827 yang jika mengacu pada tabel koefisien korelasi, terdapat hubungan yang sangat kuat antara variasi perlakuan dan kadar fenolik. Kemudian uji T hitung memperoleh signifikansi sebesar 0,015 atau $< 0,05$ yang artinya data berpengaruh secara signifikan. Hal ini juga bisa dilihat dari perbandingan T hitung dan T tabel, dimana T hitung (2,945) >

T tabel (2,77) sehingga terdapat pengaruh positif dan signifikan antara variasi perlakuan terhadap peningkatan kadar fenolik total ekstrak.

Di samping itu, berdasarkan hasil perhitungan kadar fenolik total sesuai Gambar 7. semakin tinggi variasi perlakuan, maka total fenolik juga semakin meningkat, terutama pada variasi perlakuan ZPT 10% menunjukkan kadar fenolik tertinggi yakni 21,57 mgGAE/g ekstrak jika dibandingkan dengan variasi perlakuan di bawahnya, termasuk ZPT 0% yang hanya menghasilkan total fenolik sebesar 9,592 mgGAE/g ekstrak.

Sejalan dengan hal tersebut, data pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa variasi perlakuan ZPT 10% pada bunga telang menghasilkan nilai IC50 atau aktivitas antioksidan tertinggi yakni 51,04 ppm yang termasuk antioksidan kuat jika dibandingkan dengan variasi perlakuan di bawahnya, terutama pada perlakuan 0% ZPT dengan nilai IC50 sebesar 389,93 ppm yang termasuk antioksidan lemah.

Analisis secara statistik memperoleh hasil uji korelasi sebesar 0,946 menandakan bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara variasi perlakuan dengan nilai IC50, atau semakin tinggi variasi perlakuan, maka kemampuan ekstrak dalam meredam 50% radikal bebas semakin tinggi yang ditunjukkan dengan nilai IC50 yang semakin turun. Kemudian hasil uji T hitung memperoleh signifikansi sebesar 0,004 atau $< 0,05$ yang artinya data berpengaruh secara signifikan. Hal ini juga bisa dilihat dari perbandingan T hitung dan T tabel, dimana T hitung (5,841) $>$ T tabel (2,77) sehingga terdapat pengaruh negatif dan signifikan antara variasi perlakuan terhadap peningkatan aktivitas antioksidan bunga telang. Artinya, semakin besar konsentrasi perlakuan ZPT, konsentrasi antioksidan yang dibutuhkan semakin sedikit untuk meredam 50% radikal bebas.

Berdasarkan hasil uji fenolik dan aktivitas antioksidan, dapat diketahui bahwa semakin tinggi variasi perlakuan ZPT, maka total fenolik juga semakin tinggi, begitu pula dengan aktivitas antioksidan. Hal ini disebabkan oleh bawang bombay merah yang mengandung hormon auksin dan giberelin yang memiliki fungsi untuk meningkatkan kandungan senyawa metabolit sekunder, salah satunya fenolik yang juga

menunjang kualitas pembungaan. Hormon giberelin juga diketahui dapat mempengaruhi produksi asam fenolik, dimana asam yang terakumulasi akan diinduksi oleh konsentrasi hormon giberelin yang tinggi, kemudian nantinya akan berkurang apabila diberi perlakuan rendah (Gundogdu *et al.*, 2021).

Mekanisme pengaruh hormon pertumbuhan terhadap meningkatnya kandungan total senyawa fenolik menurut Jeyasri *et al.* (2023) ialah fitohormon yang bertindak sebagai elisitor. Elisitor merupakan molekul signal yang berfungsi untuk memacu terbentuknya metabolit sekunder dalam sel sebagai rangsangan tumbuhan terhadap kondisi tidak ideal (adanya patogen atau stres oksidatif) sehingga tumbuhan dapat memproduksi sistem pertahanan (Rampe *et al.*, 2019). Senyawa fitohormon yang masuk ke dalam tumbuhan akan diterima oleh reseptor spesifik pada membrane sel, kemudian fitohormon akan mulai mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan enzim yang berperan dalam biosintesis senyawa fenolik (Zhai *et al.*, 2017; Halder *et al.*, 2019), yakni enzim *phenilalanine ammonium lyase* (PAL) pada jalur asam sikimat sehingga senyawa fenolik akan dihasilkan untuk merespon pertahanan tumbuhan, dimana senyawa fenolik yang juga berfungsi sebagai antioksidan alami dapat meredam radikal bebas yang menyebabkan stress oksidatif pada tumbuhan (Wafa *et al.*, 2022). Dengan demikian, kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan memiliki hubungan yang linear, semakin tinggi kandungan fenolik, maka aktivitas antioksidan juga semakin tinggi (Ali *et al.*, 2014; Ahmad *et al.*, 2020).

Penelitian mengenai peran fitohormon, salah satunya giberelin (paling banyak digunakan) dalam meningkatkan kadar fenolik serta antioksidan, diantaranya Ahmad *et al.* (2020) dalam hasil studinya menunjukkan perolehan total fenolik pada tanaman Stevia dengan pemberian konsentrasi hormon giberelin sebanyak 2 mg/L menghasilkan peningkatan tertinggi yakni 9,84 mgGAE/gram jika dibandingkan dengan kontrol dengan total fenolik sebesar 7,22 mgGAE/gram. Penelitian di tahun berikutnya oleh Wafa *et al.* (2022) bahwa pemberian GA3 sebanyak 30 ppm pada tanaman buah ciplukan positif meningkatkan total fenolik sebesar 2,52 mgGAE/gram jika

dibandingkan dengan buah ciplukan yang tidak diberikan hormon GA3 dengan total fenol sebesar 1,45 mgGAE/gram (berbeda nyata berdasarkan pada uji statistik).

Studi lain oleh Ali & Abbasi (2014) menunjukkan bahwa pemberian hormon giberelin (GA) sebesar 1 mg/L meningkatkan total fenolik dan aktivitas antioksidan pada tanaman *Artemisia absinthium* L, dimana pemberian GA dengan konsentrasi yang sama menghasilkan persen inhibisi sebesar 74,1%. Selain pemberian GA, penelitian lain dengan pemberian hormon auksin (NAA) pada tanaman yang sama, juga menunjukkan hasil positif atau meningkatkan total fenolik (7,35 mgGAE/g) serta aktivitas antioksidan (% inhibisi sebesar 61,4%) dengan konsentrasi optimal 1 mg/L yang dikombinasikan dengan Thidiazuron (TDZ) pada 35 hari pertumbuhan (Ali & Abbasi, 2014).

Terkait implikasi ZPT alami untuk optimalisasi budidaya tanaman, pemanfaatannya hingga skala industri tentu menjadi langkah yang memiliki *high possibility* dan efektif bagi peningkatan kualitas tanaman secara luas, tidak hanya pada bunga telang. Oleh karena itu, komersialisasi dalam bentuk suplemen ZPT harus membutuhkan formulasi khusus untuk menjaga stabilitas jangka panjang dan melakukan berbagai uji efikasi terhadap lebih banyak spektrum tanaman.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan ZPT alami bawang bombay merah memiliki pengaruh signifikan terhadap total fenolik dan aktivitas antioksidan bunga telang, dimana perlakuan 10% menunjukkan hasil tertinggi pada total fenolik sebesar 21,570 mgGAE/g ekstrak dan aktivitas antioksidan sebesar 51,04 ppm (antioksidan kuat). Dalam penelitian selanjutnya, skala dapat diperluas dengan cara memperbanyak variasi konsentrasi terutama penggunaan konsentrasi yang lebih tinggi untuk mendapatkan titik optimal dari ZPT tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi S1 Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, khususnya

Laboratorium Biokimia, dan Kimia Organik, serta seluruh mahasiswa, tenaga pendidik, dan kependidikan Universitas Negeri Surabaya yang telah mendukung membantu penyelesaian penelitian dan karya tulis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agboola, D. A., Ogunyale, O. G., Fawibe, O. O., & Ajiboye, A. A. 2014. A Review of Plant Growth Substances: Their Forms, Structures, Synthesis and Functions. *J. Adv. Lab. Res. Biol.*, 5(4): 152–168.
- Ahmad A, Ali H, Khan H, Begam A, Khan S, Ali SS, Ahmad N, Fazal H, Ali M, Hano C, Ahmad N, Abbasi BH. 2020. Effect of gibberellic acid on production of biomass, polyphenolics and steviol glycosides in adventitious root cultures of *Stevia rebaudiana* (Bert.). *Plants*, 9(4). DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9040420>.
- Al-Snafi, A.E. 2016. Pharmacological importance of Clitoria ternatea-A review', *IOSR Journal Of Pharmacy*, 6(3): 68–83. Retrieved from: <www.iosrphr.org>.
- Ali, M. and Abbasi, B.H. 2014. Thidiazuron-induced changes in biomass parameters, total phenolic content, and antioxidant activity in callus cultures of *Artemisia absinthium* L. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 172(5): 2363–2376. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12010-013-0663-7>.
- Alimuddin, A.H., Rudiyanasyah, R. and Masriani, M. 2023. Penetapan Kadar Flavonoid, Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Tabernaemontana Macrocarpa Jack Asal Kalimantan Barat. *Indonesian journal of Pure and Applied Chemistry*, 6(3): 132. DOI: <https://doi.org/10.26418/indonesian.v6i3.63749>.
- Ambaro, F.Y., Darusman, F. and Dewi, M.L. 2020. Prosedur Ekstraksi Maserasi Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) Menggunakan Pelarut Etanol dan Air. *Prosiding Farmasi*, 6(2): 890–893. DOI: <https://doi.org/10.29313/v6i2.24050>.

- Andriani, D. and Murtisiwi, L. 2018. 'Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Dengan Spektrofotometri Uv Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 2(1): 32–38. DOI:<https://doi.org/10.31596/cjp.v2i1.15>.
- Anonim. 2022. *Profil Teguh Arrosid: Mengecap Harumnya Wirausaha lewat Bunga Telang, Untirta*. Retrieved from: <https://untirta.ac.id/2022/06/24/profil-teguh-arrosid-mengecap-harumnya-wirausaha-lewat-bunga-telang/> (Accessed: 13 January 2025).
- Aryanti, R. 2018. Telaah Metode Pengujian Aktivitas Antioksidan Pada Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze)', *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 7(1): 15–24.
- Aziz, A. M., Syahriyah, F. A., Ihya'Ulumuddin, A., & A'yuni, Q. 2019. Isolasi Fitosterol Dari Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Journal of Research and Technology*, 5(1).
- Baliyan S, Mukherjee R, Priyadarshini A, Vibhuti A, Gupta A, Pandey RP, Chang CM. 2022. Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemical Analysis of *Ficus religiosa*. *Molecules*, 27(4). DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27041326>.
- Bayliak, M.M., Burdyliuk, N.I. and Lushchak, V.I. 2016. Effects of pH on antioxidant and prooxidant properties of common medicinal herbs. *Open Life Sciences*, 11(1): 298–307. DOI: <https://doi.org/10.1515/biol-2016-0040>.
- BPOM. 2014. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Persyaratan Mutu Obat Tradisional*, Badan Pengawas Obat dan Makanan. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan RI.
- Fatwa, A. 2024. *Sama-Sama Bawang Merah, Ini Perbedaan Bawang Merah India dan Indonesia*, *Harian Rakyat Bengkulu*. Retrieved from: <https://harianrakyatbengkulu.bacakaran.co/read/19307/sama-sama-bawang-merah-ini-perbedaan-bawang-merah-india-dan-indonesia/30> (Accessed: 28 January 2025).
- Gulcin, İ. 2020. *Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview*, *Archives of Toxicology*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>.
- Gundogdu, M., Berk, S., Yıldız, K., Kaki, B., Tuna, S., Canan, I., Okatan, V., Ercisli, S. 2021. Influence of Foliar Application with Gibberellic Acid on Phenolic and Bioactive Compounds of Strawberry Fruits. *Erwerbs-Obstbau*, 63(1): 15–23. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00543-z>.
- Halder, M., Sarkar, S. and Jha, S. 2019. Elicitation: A biotechnological tool for enhanced production of secondary metabolites in hairy root cultures. *Engineering in Life Sciences*, 19(12): 880–895. DOI: <https://doi.org/10.1002/elsc.201900058>.
- Hedden, P. 2020. The current status of research on gibberellin biosynthesis', *Plant and Cell Physiology*, 61(11): 1832–1849. DOI: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcaa092>.
- Herlinda, S. and Milinia Puspita Sari, J. 2022. Penyerbuk yang Berperan Meningkatkan Produksi Tanaman Semusim dan Tahunan secara Berkelanjutan. in *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 40–60.
- Hidayah, L.A. and Anggarani, M.A. 2022. Determination of Total Phenolic, Total Flavonoid, and Antioxidant Activity of India Onion Extract. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 11(2).

- Ionita, P. 2021. The chemistry of DPPH: free radical and congeners', *International Journal of Molecular Sciences*, 22(4): 1–15. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22041545>
- Isnaeni, N. 2021. Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode Peredaman Radikal Bebas 2, 2-Diphenyl-1- Picrylhydrazyl (DPPH). Depok.
- Jamwal, K., Bhattacharya, S. and Puri, S. 2018. Plant growth regulator mediated consequences of secondary metabolites in medicinal plants', *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 9(June): 26–38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.12.003>.
- Jeyasri, R., Muthuramalingam, P., Karthick, K., Shin H., Choi, SH., Ramesh, M. 2023. Methyl jasmonate and salicylic acid as powerful elicitors for enhancing the production of secondary metabolites in medicinal plants: an updated review. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 153(3): 447–458. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11240-023-02485-8>.
- Kurniawati, N. and Martono, E. 2015. Peran Tumbuhan Berbunga Sebagai Media Konservasi Artropoda Musuh Alami. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 19(2): 53–59.
- Manurung, H., Susanto, D. and Hapsari, R.Z. 2023. Uji Kandungan Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Lai (*Durio kutejensis*) (Hassk.) (Becc.) dengan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 3(2): 65. DOI: <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v3i2.18431>.
- Marpaung, M.P. and Septiyani, A. 2020. Penentuan Parameter Spesifik dan Nonspesifik Ekstrak Kental Etanol Batang Akar Kuning (*Fibraurea chloroleuca* Miers). *Penentuan Parameter Journal of Pharmacopolium*, 3(2): 58–67.
- McManus, T.N., Rosa, A. and Haddad, A. 2020. Development of a method to study evaporation of a volatile solvent in an isolated subsurface structure: A practical exercise in risk minimization. *Infrastructures*, 5(8). DOI: <https://doi.org/10.3390/Infrastructures5080068>.
- Mukhriani, M., Rusdi, M., Arsul, M. I., Sugiarna, R., Farhan, N. 2019. Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Anggur (*Vitis vinifera* L). *Ad-Dawaa Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(2): 95–102.
- Mulyadi, E., Hutahaean R.A.F., Wijaya, A., Kartika, T., Riswandi, A. 2023 'Menjelaskan Tata Cara Penanaman & Perawatan Bunga Telang Yang Baik Pada Masyarakat Kelurahan Depok Jaya. *Jurnal Adibrata*, 3(1): 1–8.
- Nirmala, K.S. 2021. *Pengembangan Pasar Produk Bunga Telang Kering melalui Digital Marketing pada UD Bumiaji Sejahtera Kota Batu*. Bogor Retrieved from: <<https://ereport.ipb.ac.id/id/eprint/8021/4/J3J118319-04-KholisaSyaniaNirmala-Pendahuluan.pdf>>.
- Poojary, M. M., Putnik, P., Kovačević, D. B., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Dias, D. A., & Shpigelman, A. 2017. Journal of Food Composition and Analysis Stability and extraction of bioactive sulfur compounds from *Allium* genus processed by traditional and innovative technologies. 61(April): 28–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.04.007>.
- Prameswari, S. and Pratomo, B. 2021. Pengaruh Ekstrak Bawang Merah dan Zat Pengatur Tumbuh Auksin Terhadap Pertumbuhan Setek *Mucuna bracteata* D.C. *Agrinula*, 4(2): 130–138.
- Pratasik, M.C.M., Yamlean, P.V.Y., Wiyono, W.I. 2019. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Krim Ekstrak Etanol Daun Sesewanua (*Clerodendron squamatum* Vahl.). *Pharmacon*, 8(2): 261. DOI: <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29289>.

- Pratiwi, T.B. *et al.* 2023. Uji Sifat Fisik pH Dan Viskositas Pada Emulsi Ekstrak Bintangur (*Calophyllum soulattri* Burm. F.). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2): 226–234. DOI: <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i2.19466>.
- Purba, E.C. 2020. Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.): Pemanfaatan dan Bioaktivitas', *EduMatSains*, 4(2): 111–124.
- Putri, D.E., Tutik, T. and Winahyu, D.A. 2023. Penetapan Kadar Flavonoid dan Alkaloid Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Menggunakan Metode Refluks dan Sokletasi', *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 10(3): 1643–1652. DOI: <https://doi.org/10.33024/jikk.v10i3.9133>.
- Rampe, H., Umboh, S., Rumondor, M., Rampe, M. 2019. Pemanfaatan Elisitor Ekstrak Tumbuhan dalam Budidaya Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). *VIVABIO: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 1(1): 26–33. DOI: <https://doi.org/10.35799/vivabio.1.1.2019.24747>.
- Rizkayanti, R., Diah, A.W.M. and Jura, M.R. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* LAM). *Jurnal Akademika Kimia*, 6(2), p. 125. DOI: <https://doi.org/10.22487/j24775185.2017.v6.i2.9244>.
- Rollando and Monica, E. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan dan Penetapan Kandungan Fenolik Total Fraksi Air Ekstrak Metanol Kulit Batang Faloak. *Jurnal Permata Indonesia*, 8(2): 12–25.
- Rui, Z., Xiu-Juan, W. and Wei, G. 2020. Regulation mechanism of plant hormones on secondary metabolites. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*, 45(17): 4205–4210. DOI: <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcm.20190129.007>.
- Sajuri, S., Susanti, N., Baihaqi, F. R., Prihanani, N., Fitriani, E., & Anggita, R. 2023. Budidaya Tanaman dan Pencegahan Keluhan Muskuloskeletal Pada Pemanenan Telang (*Clitoria Ternatea*) Dengan Konsep Urban Farming. *Jurnal Surya Abdimas*, 7(3): 357–366.
- Sukweenadhi, J., Setiawan, F., Yunita, O., Kartini, K., & Avanti, C. 2020. Antioxidant activity screening of seven Indonesian herbal extract. *Biodiversitas*, 21(5): 2062–2067. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210532>.
- Suntaya, H. 2012. *Aplikasi Multimode Fiber Coupler sebagai Sensor Ketinggian Permukaan Bensin dan Oli Berbasis Sensor Pergeseran*. Universitas Airlangga.
- Suryandari, R.Y., Kasikoen, K.M. and Martini, E. 2016. Penyuluhan Budidaya dan Pemanfaatan Tanaman Kembang Telang (*Clitoria Ternatea* L.) di Desa Tegaltirto, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. 01: 1–23.
- Susanty, S. and Bachmid, F. 2016. Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Refluks Terhadap Kadar Fenolik Dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Konversi*, 5(2): 87. DOI: <https://doi.org/10.24853/konversi.5.2.87-92>.
- Syhadat, R.M., Saleh, I. and Christalista, A.A.F.A. 2022. Tren Riset Pascapanen Edible Flower. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 1(2): 488–497. DOI: <https://doi.org/10.55681/sentri.v1i2.241>.
- Tanjung, T.Y. and Darmansyah 2021. Pengaruh Penggunaan Zpt Alami Dan Buatan Terhadap Pertumbuhan Setek Tanaman Delima (*Punica granatum* L.). *Jurnal Hortuscoler*, 2(1): 6–13.
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., & Jonathan, J. G. 2016. Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.). in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. 2.

- Utami, Y. P., Umar, A. H., Syahrani, R., & Kadullah, I. 2017. Standarisasi Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun Leilem (*Clerodendrum minahassae* Teijsm. & Binn.). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 2(1): 32–39.
- Wafa, F.D., Ubaidillah, M. and Siswoyo, T.A. 2022. Respon Pemberian Giberelin Terhadap Kandungan Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Pada Buah Tanaman Ciplukan (*Physalis angulata* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 15(02): 114. DOI: <https://doi.org/10.19184/j-agt.v15i02.25391>.
- Widyastutik, Y., Hardani, P. T., & Sari, D. P. 2022. Optimasi perbandingan pelarut dan lama maserasi terhadap kadar total antosianin ekstrak jantung pisang (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*). *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 19(2): 167–175. Retrieved from: <http://journals.ums.ac.id/index.php/pharmacon>.
- Zhai, X., Jia, M., Chen, L., Zheng, C. J., Rahman, K., Han, T., & Qin, L. P. 2017. The regulatory mechanism of fungal elicitor-induced secondary metabolite biosynthesis in medicinal plants. *Critical Reviews in Microbiology*, 43(2): 238–261. DOI: <https://doi.org/10.1080/1040841X.2016.1201041>.