

Pengaruh Lokasi Tumbuh Terhadap Kadar Flavonoid, Fenolik, Klorofil, Karotenoid Dan Aktivitas Antioksidan Pada Tumbuhan Pecut Kuda (*Stachytarpheta Jamaicensis*)

The Effect of Growth Location on Flavonoid, Phenolic, Chlorophyll, Carotenoid and Antioxidant Activity Levels in Horse Whip (*Stachytarpheta Jamaicensis*)

Daniel Setyo Utomo, Elizabeth Betty Elok Kristiani dan Anggara Mahardika

Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana,
Universitas Kristen Satya Wacana, Jalan. Diponegoro No.52-60, Salatiga
Corresponding Author: danielsetyo8282@gmail.com

Abstract

Indonesia is a tropical country with high biodiversity of flora and fauna. Jamaica vervain (*Stachytarpheta Jamaicensis*) is abundance in Indonesia. The purpose of this study is to compare the effect of the habitats to the product of secondary metabolite. Samples were collected from different locations in Central Java: Kopeng (K) (1350 mdpl) and Plamongan Indah, Semarang City (S) (4 mdpl). Fresh leaves are macerated at the room temperature for 48 hours in ethanol solvent. The level of compound were determined by spectrophotometry, while antioxidant activity were analyzed with DPPH method. Data were analyzed using SPSS with the T-test. Levels of flavonoids, phenolic, chlorophyll, and carotenoids (respectively) in the S sample are: 37.11; 8.74; 122.49 and 9.76 mg/L, while the K sample: 20.44; 3.81; 103.74 and 10.23 mg/L. The IC₅₀ value of S sample is 1.17 mg/ml and 2.17 mg/ml in K sample. The results of measurements of environmental conditions in S and soil pH values are 7.0 and 6.8; light intensity of 6300 and 6150 lx, temperatures in the range of 27-38°C and 13-24°C. The growing location affect the levels of flavonoids, phenolics, and antioxidant activity in *S. jamaicensis* but do not affect levels of chlorophyll and carotenoids.

Key words: *Secondary Metabolites, Growth Location, Jamaica Vervain (Stachytarpheta jamaicensis), Pigments*

Abstrak

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis sehingga mempunyai tingkat keanekaragaman flora dan fauna tinggi. Salah satu keanekaragamannya adalah tumbuhan pecut kuda (*Stachytarpheta Jamaicensis*). Tujuan penelitian untuk membandingkan efek lokasi tumbuh terhadap kadar flavonoid, diambil dari pada lokasi berbeda di Jawa Tengah. Dua lokasi tersebut yaitu Kopeng (K) (1350 mdpl) dan Plamongan Indah, Kota Semarang (S) (4 mdpl). Daun segar diekstraksi secara maserasi pada suhu ruang selama 48 jam menggunakan pelarut etanol. Kadar senyawa ditentukan secara spektrofotometri sedangkan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Data dianalisis menggunakan SPSS dengan *t test*. Kadar flavonoid, fenolik, klorofil, dan karotenoid pada sampel S sebesar 37,11; 8,74; 122,49 dan 9,76 mg/L sedangkan pada K sebesar 20,44; 3,81; 103,74 dan 10,23 mg/L. Nilai IC₅₀ sebesar 1,17 mg/ml pada sampel S dan 2,17 mg/ml pada K. Hasil pengukuran kondisi lingkungan pada S dan K meliputi pH tanah bernilai 7,0 dan 6,8; intensitas cahaya sebesar 6300 dan 6150 lx, suhu pada kisaran 27-38°C dan 13-24°C. Lokasi yang tumbuh mempengaruhi tingkat flavonoid, fenolik, dan aktivitas antioksidan dalam *S. jamaicensis* tetapi tidak mempengaruhi kadar klorofil dan karotenoid.

Key words: *metabolit sekunder, Growth Location, Jamaica Vervain (Stachytarpheta jamaicensis), Pigments*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada di sepanjang garis ekuator beriklim tropis sehingga mempunyai tingkat keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi (Cecep and Agus 2015). Keanekaragaman tersebut membuat Indonesia memiliki kelimpahan hayati yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, seperti bahan makanan, bahan kosmetik, obat dan lain sebagainya (Adawiah et al. 2015). Tumbuhan

pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*) merupakan salah satu kelimpahan flora di Indonesia. Tumbuhan pecut kuda merupakan gulma yang dapat tumbuh dimana saja dan belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Tumbuhan ini mampu hidup di daerah yang beriklim tropis sepanjang tahun, baik di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi (Setiawan 2019; Kumala et al. 2016). Tumbuhan ini tergolong keluarga *Verbenaceae* yang mempunyai tinggi sekitar 0,6 –

1,2 m, dan berwarna hijau gelap, serta daun yang berwarna hijau. Setiawan (2019) melaporkan bahwa *S. jamaicensis* mempunyai kandungan berbagai senyawa metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai sumber antioksidan. Kandungan biokimia yang terdapat pada tumbuhan ini antara lain, flavonoid, fenol, tanin, alkaloid, saponin dan antioksidan (Liew and Yong 2016)

Pemanfaatan pecut kuda saat ini oleh masyarakat oleh masyarakat yaitu pada daunnya yang dapat mengobati penyakit radang, batuk, dan hepatitis A dengan cara direbus (Anas and Harry 2016). Kandungan biokimia flavonoid dan fenolik yang terdapat di *S. jamaicensis* dapat digunakan sebagai sumber antioksidan (Setiawan 2019). Antioksidan merupakan senyawa yang mampu untuk mengatasi dampak negatif dari oksidasi pada makhluk hidup seperti kerusakan elemen vital dari sel dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidatif sehingga aktifitasnya bisa terhambat. Antioksidan berperan dalam sistem pertahanan radikal bebas yang disebabkan oleh faktor dari luar seperti suhu, pH tanah, radiasi UV, polusi udara di lingkungan, dan pencemaran yang lain (Neldawati et al. 2013). Fenolik merupakan senyawa yang berperan sebagai antioksidan dengan cara menangkap dan mengikat senyawa radikal bebas dan ion logam yang bersifat merusak (Aning et al. 2013). Senyawa fenolik berperan dalam pelindung bagi tumbuhan terhadap sinar UV-B dan kematian sel yang disebabkan oleh dimerisasi DNA (Sembiring et al. 2018). Fenolik dapat digunakan sebagai agen pencegahan dan pengobatan berbagai penyakit bagi manusia (Lai and Lim 2011). Selain antioksidan dan fenolik, tumbuhan pecut kuda juga mengandung senyawa flavanoid (Anas and Harry 2016). Flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa yang paling banyak ditemukan di dalam jaringan tumbuhan yang termasuk dalam senyawa fenolik. Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogen dan menghambat oksidasi lipid (Olivia and Teresita 2015).

Faktor yang mempengaruhi produksi metabolit sekunder adalah kondisi lingkungan. Salah satu faktor yang mempengaruhi produksi metabolit sekunder adalah suhu dan CO₂, semakin tinggi suhu dan kadar CO₂ maka akan semakin tinggi produksi metabolit sekunder yang dihasilkan (Nichola et al. 2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan metabolit sekunder dari tumbuhan pecut kuda yang tumbuh di dua tempat berbeda yang berlokasi di Jawa tengah. Lokasi tumbuh yang pertama adalah di daerah Kopeng,

Kabupaten Semarang. Kopeng merupakan dataran tinggi dengan udara sejuk dan bersih. Lokasi yang kedua adalah Plamongan Indah, Kota Semarang. Plamongan Indah merupakan dataran rendah di kota Semarang dengan kondisi suhu yang panas, kualitas udara yang kotor karena polusi dari kendaraan dan industri

BAHAN DAN METODE

Subjek Penelitian

Subyek dalam penelitian ini adalah kandungan metabolisme sekunder pada tanaman pecut kuda yang tumbuh dari dua lokasi berbeda.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Biologi Molekuler, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga pada bulan November sampai Desember 2019. Tumbuhan pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*) diambil dari dua tempat yang berbeda yaitu di Kopeng, Kabupaten Semarang dengan ketinggian lokasi 1350 mdpl yang mewakili dataran tinggi dan Plamongan Indah, Kota Semarang dengan ketinggian lokasi 4 mdpl yang mewakili dataran rendah. Parameter pigmen dan metabolit sekunder yang diukur meliputi kadar flavonoid, fenol, klorofil, dan karotenoid. Selain itu diukur juga aktivitas antioksidan. Parameter lingkungan yang diukur antara lain pH tanah, suhu, intensitas cahaya dan ketinggian lokasi.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah neraca analitik (Shimadzu TXB 620), rotary evaporator (Eyela N-1100SWD), UV-Vis (Shimadzu UV-mini 1240), mikropipet (Thermo Scientific Finnpiptette F3), berbagai peralatan gelas (pipet ukur, gelas beaker, gelas ukur, pipet volume, kuvet, erlenmeyer), sendok pengaduk. Bahan yang digunakan adalah daun tumbuhan pecut kuda (*S. jamaicensis*), aluminium foil, akuades, metanol 96%, etanol 96%, NaNO₂ 5%, AlCl₃ 10%, Na₂CO₃ 7%, reagen folin, NaOH 1 M, kuersetin, asam galat, DPPH (1,1-Diphenyl-2-picryl Hidrazil).

Prosedur Penelitian

Ekstraksi

Daun segar dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan anginkan tanpa sinar matahari. Sampel berupa daun dipotong menjadi kecil. Sampel diekstraksi secara maserasi menggunakan pelarut etanol 96% selama 48 jam pada suhu ruang dengan kondisi gelap. Pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil maserasi selanjutnya diuapkan dengan rotary evaporator sehingga volume menjadi 50%.

Penentuan Kadar Flavonoid

Penentuan kadar flavonoid total diukur menggunakan metode kolorimetri AlCl_3 (John et al. 2014). Sampel hasil maserasi diambil 1 ml dan diencerkan dengan metanol sebanyak 10 kali. 1 ml sampel yang sudah diencerkan diambil dan ditambah dengan 0,3 ml NaNO_2 5 % dan didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya campuran ditambah dengan 0,3 ml aluminium klorida 10% dan diinkubasi selama 5 menit. Selanjutnya ditambahkan 2 ml NaOH 1 M dan akuades hingga tepat 10 ml. Serapan cahaya dari larutan tersebut dibaca pada panjang gelombang 510 nm menggunakan Spektrofotometer (Shimadzu UV-mini 1240). Kurva standar kuersetin dibuat dengan mengukur absorbansi berbagai konsentrasi kuersetin: 20, 40, 60, 80, 100 mg/L. Selanjutnya ditentukan persamaan regresi linier dari hasil pengukuran absorbansi. Kadar flavonoid yang telah diperoleh ditetapkan sebagai ekuivalen mg kuersetin per gram sampel menggunakan rumus Total flavonoid QE = c (V/m). QE = kuersetin ekuivalen; c = konsentrasi total flavonoid berdasarkan kurva standar kuersetin (mg/l); V = volume ekstrak (l); m = berat ekstrak (g).

Penentuan Kadar Fenolik

Penentuan kadar fenolik diukur menggunakan metode spektrofotometri dengan reagen Folin– Ciocalteu (Almey et al. 2010). Sebanyak 1 ml sampel hasil maserasi dilarutkan dengan metanol kedalam labu takar hingga menjadi 10 ml, sampel sebanyak 1 ml kemudian dimasukkan kedalam labu takar 25 ml selanjutnya ditambah dengan 1 ml reagen Folin-Ciocalteu dan didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya campuran ditambah dengan 10 ml Na_2CO_3 7% dan campuran ditambah akuades sampai volume tepat tanda 25 ml. Larutan tersebut diinkubasi selama 90 menit kemudian absorbansi campuran dibaca pada panjang gelombang 550 nm menggunakan spektrofotometer. Setiap pengukuran dibuat tiga kali ulangan. Pada standar asam galat, kurva standar dibuat dengan mengukur absorbansi berbagai konsentrasi asam galat: 20, 40, 60, 80, 100 mg/L. Selanjutnya ditentukan persamaan regresi linier dari larutan standar. Kadar fenolik total yang diperoleh hasilnya didapat sebagai mg ekuivalen asam galat/g sampel menggunakan rumus Total fenol GAE = c (V/m). c = konsentrasi fenol total dari kurva standar asam galat (mg/l); V = volume ekstrak (l); m = berat ekstrak (g).

Penentuan Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (Chan et al. 2007)

yang menggunakan spektroskopi UV-Vis yang Tahapan sebagai berikut di ambil larutan hasil ekstraksi dan larutan standart dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10 mg/ml. Sampel diambil 1 ml kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml DPPH 0,002% dalam metanol dan divorteks agar larutan menjadi homogen. Sampel kemudian diinkubasikan selama 30 menit dan diukur absorbansi pada panjang gelombang 517 nm, kemudian dihitung nilai % inhibisi dan IC50 yang diperoleh.

Penentuan Kadar Klorofil dan Karotenoid

Pengujian klorofil dan karotenoid total menggunakan metode spektrofotometer (Sumanta et al. 2014). Tumbuhan dipotong-potong kecil kecil, selanjutnya ditimbang sebanyak 0,5 gram, kemudian dimasukkan ke botol film, dimasukkan etanol sebanyak 10 ml, dan disimpan di tempat gelap 48 jam, selanjutnya ekstrak disaring dengan kertas saring dan corong, dan diukur absorbansi pada 470 nm, 665 nm, dan 649 nm.

$$\text{Klorofil a } (\mu\text{g/ml}) = (12,47A665 - 3,62A649)$$

$$\text{Klorofil B } (\mu\text{g/ml}) = (25,06A649 - 6,5A665)$$

$$\text{Klorofil total} = a + b$$

$$\text{Karotenoid} = (1000A470 - 2,13 \text{ Klorofil a} - 97,63 \text{ Klorofil b})/209$$

Penentuan Kondisi Lingkungan

Pada pengukuran parameter suhu digunakan termometer udara yang diletakkan pada kedua lokasi dan diamati pada pukul 08.00, 12.00, 15.00, dan 18.00 kemudian dibuat rata-rata kisaran suhu di kedua lokasi. Pengukuran pH tanah dengan digunakan pH meter dan diletakkan pada kedua lokasi tumbuh. Pengukuran intensitas dengan digunakan *Luxmeter* yang di letakkan pada kedua lokasi pada pukul 12.00. pengukuran ketinggian lokasi dengan digunakan aplikasi Barometer yang terkoneksi dengan *Google Earth*.

Analisis Data

Data yang di peroleh dianalisis dengan menggunakan SPSS uji *t test* untuk mengetahui lokasi tumbuh mempengaruhi kadar flavonoid, fenolik, klorofil, karotenoid dan aktivitas antioksidan pada tumbuhan pecut kuda

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada Tabel 1 menyajikan kandungan metabolit sekunder aktivitas antioksidan *S. Jamaicensis* pada lokasi tumbuh yang berbeda sedangkan Tabel 2 menyajikan kondisi lingkungan tempat pengambilan sampel.

Tabel 1: Kadar Metabolit Sekunder Daun *S. jamaicensis* dari Dua Lokasi Pengambilan Sampel dengan Ketinggian Tanah Berbeda

Lokasi	Nilai parameter uji				
	Flavonoid (mg/L)	Fenol (mg/L)	Klorofil (mg/L)	Karotenoid (mg/L)	Nilai IC ₅₀ (mg/ml)
Plamongan Indah Semarang	37,11 ± 6,93 ^a	8,74 ± 1,54 ^a	122,49 ± 61,91 ^a	9,76 ± 2,10 ^a	1,17 ± 0,17 ^a
Kopeng	20,44 ± 1,92 ^b	3,81 ± 0,33 ^b	103,74 ± 68,47 ^a	10,23 ± 3,49 ^a	2,17 ± 0,27 ^b

keterangan:

- angka dalam kolom yang sama yang diikuti huruf berbeda menunjukkan ada beda nyata
- angka dalam kolom yang sama diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata.

Kadar flavonoid dan fenol di perumahan Plamongan Indah, Semarang lebih besar secara signifikan daripada di Kopeng, sedangkan kadar klorofil dan karotenoid di Kopeng dan Semarang hampir sama. Nilai IC₅₀ di Semarang lebih rendah dibandingkan di Kopeng. semakin rendah Nilai

IC₅₀ maka nilai aktivitas antioksidan semakin tinggi yang artinya bahwa sampel *S. jamaicensis* yang diambil dari daerah Semarang memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat.

Tabel 2: Nilai Parameter Lingkungan di Lokasi Pengambilan Sampel

	Satuan	Kopeng	Plamongan Indah Semarang
Suhu	°C	13-24°C	27-38°C
pH tanah	-	7	6,8
Intensitas cahaya	Lx	6510 lx	6300 lx
Ketinggian lokasi	Mdpl	1350 mdpl	4 mdpl

Suhu di Plamongan Indah, Semarang lebih tinggi di Semarang daripada di Kopeng, ketinggian lokasi lebih tinggi di Kopeng daripada di Semarang, sedangkan pH tanah dan intensitas cahaya dikedua lokasi relatif sama



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel di Kopeng, Kabupaten Semarang



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel di Plamongan Indah, Kota Semarang

Pada kedua lokasi pengambilan sampel di Semarang dan Kopeng seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 memiliki suhu lokasi di Plamongan Indah, Semarang memiliki suhu yang lebih tinggi sebaliknya di Kopeng memiliki suhu yang lebih rendah. Parameter pH tanah, dan intensitas cahaya

tidak jauh berbeda di kedua lokasi tersebut. Suhu lingkungan yang tinggi dipengaruhi juga oleh CO₂ yang terdapat di lingkungan (Pujiastuti 2010). Suhu yang tinggi akan memberikan cekaman dan sebagai respon akan melakukan adaptasi terhadap lingkungan dengan memproduksi metabolit sekunder (Abdullah et al. 2006). Pada suhu lingkungan yang tinggi akan menekan tumbuhan untuk memproduksi metabolit sekunder untuk melawan radikal bebas yang ada di lingkungan (Goh et al. 2016).

Faktor yang mempengaruhi produksi metabolit sekunder yang termasuk faktor lingkungan adalah cekaman suhu dalam hal ini wilayah Plamongan Indah Semarang memiliki suhu yang lebih panas dari pada Kopeng. Kadar rata-rata flavonoid dari sampel yang diambil dari Semarang adalah 37,11 mg/L dan lebih tinggi dari kadar sampel yang diambil dari Kopeng yaitu 20,44 mg/L. Pada kondisi lingkungan dengan suhu yang tinggi akan terjadi peningkatan radikal bebas yang berupa *reactive oxygen species* (ROS) pada tumbuhan yang reaktif dalam jaringan tumbuhan sehingga memicu kerusakan sel (Supriyanto 2010). Sebagai bentuk adaptasi terhadap suhu lingkungan yang tinggi, tumbuhan akan memproduksi senyawa yang bersifat antioksidan (Abdillah et al. 2015). Pada suhu yang lebih tinggi akan menghasilkan total flavonoid yang lebih tinggi sebagai ekstra sinergi pertahanan terhadap cekaman pada lingkungan (Shamloo et al. 2017). Kadar flavonoid pada tumbuhan pecut kuda kemudian dilakukan pengujian menggunakan uji *t test* untuk mengetahui ada perbedaan secara nyata di kedua lokasi. Hasil uji dengan *t test* menunjukkan bahwa kadar flavonoid pada Semarang dan Kopeng berbeda secara nyata. Suhu juga berpengaruh terhadap kadar fenolik yang akan dan peningkatan aktivitas antioksidan sebagai sinergi pertahanan dalam menangkal radikal bebas di lingkungan (Wang, 2015). Kadar fenolik pada sampel dari Semarang sebesar 8,74 mg/L lebih besar dan terdapat beda nyata dari sampel yang diambil dari Kopeng yang hanya sebesar 3,81 mg/L.

Kadar klorofil pada daun tumbuhan pecut kuda dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang dapat diserap oleh tumbuhan di lokasi tersebut. Intensitas cahaya di kedua lokasi pada tabel 2 yang diukur di kedua lokasi tidak menunjukkan perbedaan yang jelas karena jumlah intensitas cahaya di Kopeng sebesar 6510 lux dan di Semarang sebesar 6300 lux. Kadar klorofil yang ditampilkan pada table 1 menunjukkan kadar klorofil di Semarang dan Kopeng tidak berbeda

jauh. Pada pengujian statistik menggunakan uji *t test* didapatkan bahwa jumlah kandungan klorofil di lokasi Semarang dan salatiga tidak ada beda nyata.

Karatenoid tidak berelasi dengan antioksidan karena intensitas cahaya di kedua lokasi tidak jauh berbeda. Pada pengukuran kadar karatenoid yang ditampilkan pada table 1 menunjukkan bahwa kadar karatenoid di Kopeng sebesar 10,23 mg/ml dan di Semarang sebesar 9,79 mg/ml. Kandungan karatenoid dalam daun tumbuhan dipengaruhi oleh intensitas cahaya pada lingkungan. Fungsi karatenoid adalah untuk melindungi klorofil dari sinar UV supaya tetap mampu memaksimalkan proses fotosintesis, dan semakin tinggi intensitas cahaya maka kandungan karatenoid akan semakin banyak (Lancui and Masaya 2015). Pada pengujian statistik menggunakan uji *t test* yang ditampilkan menunjukkan bahwa jumlah kandungan karatenoid di lokasi Semarang dan salatiga tidak berbeda secara nyata.

Aktivitas antioksidan didapatkan bahwa aktivitas antioksidan dari sampel Semarang lebih tinggi dari pada sampel dari Kopeng. Nilai IC 50 semakin rendah menunjukkan aktivitas antioksidan semakin tinggi. Hasil ini menunjukkan dengan konsentrasi yang lebih kecil mampu menghambat 50% dari radikal bebas. Nilai rata-rata IC50 sampel Semarang adalah 1,17 mg/ml sedangkan nilai rata-rata IC50 dari sampel Kopeng adalah 2,17mg/ml. Aktivitas antioksidan juga dipengaruhi oleh jumlah total flavonoid dan fenolik yang terdapat pada daun pecut kuda sehingga bersinergi dalam penghambatan radikal bebas yang terbentuk dari cekaman lingkungan (Sharma et al. 2015). Pada aktivitas antioksidan dilakukan pengujian menggunakan uji *t test* menggunakan spss bahwa ada beda secara nyata pada aktivitas antioksidan dari sampel yang diambil di Semarang dan sampel yang diambil dari Kopeng.

KESIMPULAN

Kondisi lingkungan mempengaruhi kadar flavonoid, fenol, dan aktivitas antioksidan pada daun *S. jamaicensis*. Semakin tinggi cekaman suhu yang berada dalam lingkungan, maka kadar flavonoid, fenolik, dan aktivitas antioksidan yang dihasilkan semakin tinggi. Kondisi lingkungan tidak mempengaruhi kadar klorofil dan karotenoid

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dr. Dr. Elizabeth Betty Elok Kristiani, M.Si., Anggara

Mahardika, Ph.D., Joko Sulistiyanto, S.Si., atas arahan dan bimbingannya selama penelitian. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Biologi Angkatan 2016 dan History Maker Impact yang telah memberi motivasi untuk menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Dede, Raden Soedradjad, and Tri Agus Siswoyo. 2015. "Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Kandungan Fenolik Dan Antioksidan Tanaman Sorgum (*Sorghum Bicolor* L . Moench) Pada Fase Awal Vegetatif." *Berkala Ilmiah Pertanian* 1 (1): 1–4.
- Abdullah, Mohammad; Muhamad, Babar; Kee, Won Yu; Eun, Joo Hahn; Kee, Yoeup Paek. 2006. "Effect of Temperature on Secondary Metabolites Production and Antioxidant Enzyme Activities in *Eleutherococcus Senticosus* Somatic Embryos." *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 85: 219–28.
- Adawiah, Adawiah, Dede Sukandar, and Anna Muawanah. 2015. "Aktivitas Antioksidan Dan Kandungan Komponen Bioaktif Sari Buah Namnam." *Jurnal Kimia VALENSI* 1 (November): 130–36. <https://doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3155>.
- Almey, Azlim, C Ahmed, Jalal Khan, I. Syed, Zahir, Mustapha, K Suleiman, and M.R. Kamarul Rahim K Aisyah. 2010. "Total Phenolic Content and Primary Antioxidant Activity of Methanolic and Ethanolic Extracts of Aromatic Plants' Leaves." *International Food Research Journal* 17: 1077–84. [http://www.ifrj.upm.edu.my/17\(04\)2010\(28\)ifrj-2010-035kamarul\[1\].pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/17(04)2010(28)ifrj-2010-035kamarul[1].pdf).
- Anas, Badrunasar, and Budi Santoso Harry. 2016. *Tumbuhan Liar Berkhasiat Obat*. Bogor: Forda Press.
- Aning, Ayucitra, Indraswat Nani, M Yulianus Kurniawan D Viska, Francisco Gideon, and Yudha Aditya. 2013. "POTENSI SENYAWA FENOLIK BAHAN ALAM SEBAGAI ANTIOKSIDAN ALAMI MINYAK GORENG NABATI." *Widya Teknik* 10 (1): 1–10. <https://doi.org/10.33508/wt.v10i1.155>.
- Cecep, Kusuma, and Hikmat Agus. 2015. "Keanekaragaman Hayati Flora di Indonesia." *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan* 5 (2): 187–98. <https://doi.org/10.19081/jpsl.5.2.187>.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y. and Omar, M. 2007. "Antioxidant and Antibacterial Activity of Leaves of *Etlingera* Species (Zingiberaceae) in Peninsular Malaysia." *Food Chemistry* 104 (4): 1586–93. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.03.023>.
- Goh Khairudin K., Sukiran., Normah., Baharum. 2016. "Metabolite Profiling Reveals Temperature Effects On The Vocs And Flavonoids Of Different Plant Populations." *Plant Biol (Stuttg)* 1: 130–39. <https://doi.org/10.1111/plb.12403>.
- John, Biju, C T Sulaiman, Satheesh George, and V R K Reddy. 2014. "Total Phenolics And Flavonoids In Selected Medicinal Plants From Kerala." *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences and Pharmaceutical Sciences* 6 (1): 0–2.
- Kumala et al. 2016. "Aktivitas Antibakteri Dan Antioksidan Daun Pecut Kuda (*Stachytarpheta Jamaicensis* L .) Secara Invitro" 8 (2): 137–43.
- Lai, How Yee, and Yau Yan Lim. 2011. "Table I: Ferns Investigated and Their Ethnomedicinal Uses." *International Journal of Environmental Science and Development* 2 (6): 2–7. <http://www.ijesd.org/papers/166-e004.pdf>.
- Lancui, Zhang, and Kato Masaya. 2015. "Effext of Blue LED Light Intensity on Caratenoid Accumulation in Citrus Juice Sans." *Journal of Plant Physiology* 188: 56–63. <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2015.09.006>.
- Liew, Pearl Majorie, and Yoke Keong Yong. 2016. "Stachytarpheta Jamaicensis (L.) Vahl: From Traditional Usage to Pharmacological Evidence." *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7842340>.
- Neldawati, Gusnedi, and Ratnawulan. 2013. "Analisis Nilai Absorbansi Dalam Penentuan Kadar Flavonoid Untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat." *Pillar of Physics* 2: 76–83. <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/fis/article/viewFile/756/513>.
- Nichola, Austen, J. Walker Heather, Ann Lake Janice, K. Phoenix Gareth, and Drummond Cameron Duncan. 2019. "No Title." *Plant Sci*. <https://doi.org/10.3389/Fpls.2019.01463>.
- Olivia, C Ruma, and B. Zipagang Teresita. 2015. "Determanition of Secondary Metabolites

- and Antibacterial Property of Extract from Leaves of *Stachytarpheta Jamaicensis* (L.) Vahl.” *Journal of Medicinal Plants Studies* 3 (4): 79–81. http://www.plantsjournal.com/vol3issue4/issue_july_2015/html/3-3-36.1.html.
- Pujiastuti, Dwi. 2010. “Analisis Efek Karbon Dioksida (CO₂) Terhadap Kenaikan Temperatur Di Bukit Kototabang tahun 2005 – 2009.” *Jurnal Ilmu Fisika / Universitas Andalas* 2 (2): 56–67. <https://doi.org/10.25077/jif.2.2.56-67.2010>.
- Sembiring, Elin Novia, Berna Elya, Rani Sauriasari, Elin Novia Sembiring, Berna Elya, and Rani Sauriasari. 2018. “Phytochemical Screening , Total Flavonoid and Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Different Parts of *Caesalpinia Bonduc* (L .) Roxb” 10 (1): 123–27. <https://doi.org/10.5530/pj.2018.1.22>.
- Setiawan, Fendi. 2019. “Isolasi Dan Karakterisasi Senyawa Flavonoid Daun Tanaman Pecut Kuda (*Stachytarpheta Jamaicensis*) Serta Penentuan Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode Voltametri Siklik.” *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Lampung*.
- Shamloo, Maryam, Elizabeth A. Babawale, Robert J. Agnelo Furtodo, Peter K. Eck Henry, and Peter J. H. Jones. 2017. “Effect of Genotype and Temperature on Accumulation of Plant Secondary Metabolites in Canadian and Australian Wheat Grown Under Controlled Enviroments. University of Manitoba.” *Scientific Report* 7 (9133): 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09681-5>.
- Sharma, Kavita, Eun Young, Awraris D Assefa, Soyoun Ha, Shivraj H Nile, Eul Tai, and Se Won. 2015. “ScienceDirect Temperature-Dependent Studies on the Total Phenolics , Flavonoids , Antioxidant Activities , and Sugar Content in Six Onion Varieties.” *Journal of Food and Drug Analysis* 23 (2): 243–52. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.10.005>.
- Sumanta, Nayek, Choudhury Imranul Haque, Jaishee Nishika, and Roy Suprakash. 2014. “Spectrophotometric Analysis of Chlorophylls and Carotenoids from Commonly Grown Fern Species by Using Various Extracting Solvents.” *Research Journal of Chemical Science* 4 (9): 63–69. www.isca.in.
- Supriyanto. 2010. Pengembangan Sorgum Di Lahan Kering Untuk Memenuhi Kebutuhan Pangan, Pakan, Energi Dan Industri. Simposium Nasional 2010: Menuju Purworejo Dinamis dan Kreatif Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, SEAMEO – BIOTROP, Bogor .
- Wang, Guibin. 2015. “Role of Temperature and Soil Moisture Conditions on Flavonoid Production and Biosynthesis-Related Genes in Ginkgo (*Ginkgo Biloba* L.) Leaves.” *Natural Products Chemistry & Research* 3 (1): 1–6. <https://doi.org/10.4172/2329-6836.1000162>.