



Pengaruh Waktu Pertumbuhan terhadap Kadar Flavonoid Total pada Ekstrak Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*)

Nurul khotimah¹, Aldi Budi Riyanta², Tya Muldiyana³

^{1,2,3} Program studi D III farmasi, Universitas Harkat Negeri

nurulkhotimah0421@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu pertumbuhan terhadap kadar flavonoid total pada ekstrak bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*) serta menentukan waktu panen yang optimal. Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan variasi waktu panen pada minggu ke-1 hingga minggu ke-4. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%. Selanjutnya, analisis kuantitatif kadar flavonoid total ditetapkan menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan kuersetin sebagai standar pada panjang gelombang maksimum 370 nm. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kadar flavonoid seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Kadar flavonoid total pada minggu ke-1 sebesar 7,28%, minggu ke-2 sebesar 8,35%, minggu ke-3 sebesar 9,01%, dan minggu ke-4 sebesar 9,68%. Persamaan regresi kurva baku yang diperoleh adalah $y = 0,005x + 0,1416$ dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,9846, yang menunjukkan linearitas yang baik antara konsentrasi dan absorbansi. Data tersebut membuktikan bahwa waktu pertumbuhan berpengaruh terhadap kadar flavonoid total pada ekstrak bayam merah. Berdasarkan hasil tersebut, waktu panen optimal diperoleh pada minggu ke-4 karena menghasilkan kadar flavonoid tertinggi dibandingkan minggu lainnya. Dengan demikian, penelitian ini memberikan informasi bahwa peningkatan umur tanaman berkorelasi dengan peningkatan kadar flavonoid total secara signifikan dan konsisten. Hasil penelitian ini berpotensi menjadi dasar dalam pengembangan pangan fungsional serta bahan baku herbal berbasis bayam merah.

Kata kunci: Waktu Pertumbuhan, Kadar Flavonoid Total, Ekstrak Bayam Merah, *Amaranthus Tricolor L.*

1. Latar Belakang

Bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan sekaligus sumber zat besi alami yang penting bagi kesehatan manusia [1]. Tanaman ini dapat tumbuh optimal pada dataran rendah maupun tinggi, dengan siklus hidup relatif singkat, yaitu 3–4 minggu hingga masa panen [2]. Kandungan gizinya meliputi protein, vitamin A, vitamin C, serta berbagai mineral esensial. Warna merah khas pada daunnya berasal dari pigmen antosianin yang berperan sebagai antioksidan, selain keberadaan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid yang efektif menangkal radikal bebas [3].

Flavonoid merupakan golongan metabolit sekunder yang bersifat polar karena memiliki gugus hidroksil (-OH), sehingga mudah larut dalam pelarut polar seperti etanol. Senyawa ini diketahui memiliki aktivitas biologis yang luas, antara lain sebagai antioksidan, antimikroba, antivirus, dan antikanker [4]. Kandungan flavonoid pada tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah waktu pertumbuhan atau umur panen. Perbedaan waktu panen berpotensi memengaruhi kualitas maupun kuantitas rendemen senyawa aktif yang dihasilkan [5].

Penelitian pada beberapa tanaman menunjukkan bahwa variasi umur panen memberikan perbedaan signifikan terhadap kadar flavonoid total. Daun singkong yang dipanen pada umur tiga bulan menghasilkan kadar flavonoid tertinggi dibandingkan umur panen lainnya, demikian pula daun yakon yang menunjukkan kadar optimal pada umur delapan bulan [6]. Fakta tersebut mengindikasikan bahwa setiap tanaman memiliki fase pertumbuhan optimal untuk menghasilkan kandungan metabolit sekunder tertinggi. Namun demikian, kajian ilmiah mengenai pengaruh waktu pertumbuhan terhadap kadar flavonoid total pada bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*) masih terbatas.

Dalam konteks riset berbasis sains dan *evidence-based research*, diperlukan pendekatan analitis yang terstandar untuk mengukur kadar flavonoid secara kuantitatif. Metode ekstraksi yang umum digunakan adalah maserasi, yaitu teknik perendaman simplisia dalam pelarut pada suhu ruang untuk mengekstraksi senyawa bioaktif yang sensitif terhadap panas [7]. Selanjutnya, analisis kadar flavonoid dapat dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis,

yang bekerja berdasarkan prinsip interaksi cahaya dengan molekul melalui pengukuran absorbansi pada panjang gelombang tertentu [8].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu pertumbuhan terhadap kadar flavonoid total pada ekstrak bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*), serta menentukan waktu panen yang paling optimal dalam menghasilkan kandungan flavonoid tertinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan produk pangan fungsional maupun bahan baku herbal berbasis komoditas lokal, sejalan dengan penguatan inovasi pada sektor agribisnis dan bisnis digital berbasis data.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang bertujuan menganalisis pengaruh waktu pertumbuhan terhadap kadar flavonoid total pada ekstrak bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Diploma III Farmasi Universitas Harkat Negeri.

2.1. Objek, Sampel, dan Variabel

Objek penelitian adalah ekstrak bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*) dengan variasi waktu panen 1, 2, 3, dan 4 minggu. Sampel diperoleh dari Kelurahan Pelutan, Kabupaten Pemalang, menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria tinggi tanaman yang seragam.

Variabel bebas adalah Ekstrak waktu panen (1–4 minggu). Variabel terikat adalah kadar flavonoid total ekstrak bayam merah. Variabel kontrol meliputi metode ekstraksi, jenis pelarut, serta kondisi analisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga kali replikasi.

2.2. Penanaman dan Preparasi Sampel

Benih bayam merah ditanam dalam *polybag* ukuran 15 × 15 cm berisi 300 gram media campuran tanah dan sekam (1:1). Setiap *polybag* ditanam ±10 biji dan disiram 100 mL air pada pagi dan sore hari. Panen dilakukan pada minggu ke-1, ke-2, ke-3, dan ke-4.

Daun dicuci dengan air mengalir, kemudian dikeringkan menggunakan sinar matahari secara tidak langsung dengan penutup kain hitam hingga kadar air menurun. Persentase susut pengeringan dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ bobot kering terhadap bobot basah} = \frac{\text{bobot kering}}{\text{bobot basah}} \times 100\%$$

Simplisia kering dihaluskan dan diayak hingga diperoleh serbuk homogen.

2.3. Ekstraksi dengan Metode Maserasi

Sebanyak 20 gram serbuk simplisia dimasukkan ke dalam maserator, ditambahkan 100 mL etanol 96% (rasio 1:5), kemudian diaduk ±5 menit dan ditutup rapat. Proses maserasi dilakukan selama 5 hari pada suhu ruang, terlindung dari cahaya, dengan pengadukan ±5 menit setiap hari. Filtrat disaring dan diuapkan menggunakan *waterbath* pada suhu <50°C hingga diperoleh ekstrak kental. Rendemen dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak kental (y)}}{\text{Berat sampel (x)}} \times 100\%$$

Metode maserasi mengacu pada metode yang telah terstandarisasi dalam literature ilmiah [9].

2.4. Identifikasi Flavonoid

Uji kualitatif dilakukan menggunakan larutan NaOH 10% dan H₂SO₄ pekat. Perubahan warna menjadi kuning kecoklatan (NaOH) dan merah bata hingga coklat kehitaman (H₂SO₄) menunjukkan adanya flavonoid [9].

Analisis kuantitatif kadar flavonoid total dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan kuersetin sebagai standar. Larutan induk kuersetin 1000 ppm dibuat dengan melarutkan 50 mg kuersetin dalam 50 mL metanol hingga homogen. Selanjutnya disiapkan larutan seri standar dengan konsentrasi 60, 70, 80, 90, dan 100 ppm untuk pembuatan kurva baku. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mereaksikan 1 mL larutan standar dengan 1 mL AlCl₃ 10% dan asam asetat 5%, kemudian diukur pada rentang 300–400 nm hingga diperoleh λ maksimum.

Larutan induk ekstrak 1000 ppm dibuat dengan melarutkan 10 mg ekstrak dalam 10 mL metanol. Sebanyak 1 mL larutan ekstrak direaksikan dengan 1 mL AlCl₃ 10% dan 8 mL asam asetat 5%, kemudian didiamkan selama 15 menit pada suhu ruang agar terbentuk kompleks berwarna. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang

maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kadar flavonoid total dihitung berdasarkan persamaan regresi linear kurva baku kuersetin menggunakan hukum *Lambert-Beer*, yaitu $Y = ax + b$, dengan Y sebagai nilai absorbansi, X sebagai konsentrasi, a sebagai *slope*, dan b sebagai intersep.

2.5. Analisis Data

Data absorbansi dianalisis menggunakan regresi linear dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Office Excel. Hasil dinyatakan sebagai kadar flavonoid total dalam satuan mg QE/g ekstrak dan disajikan dalam bentuk rata-rata ± standar deviasi dari tiga kali replikasi.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Pertumbuhan Tanaman dan Susut Pengerinan

Penelitian diawali dengan proses penanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*) menggunakan media tanah dan sekam dengan penambahan nutrisi AB mix setiap tiga hari untuk menjaga keseimbangan unsur hara makro dan mikro yang mendukung metabolisme tanaman [10]. Pemanenan dilakukan pada minggu ke-1 hingga minggu ke-4. Berat segar daun meningkat seiring bertambahnya umur tanaman, yaitu 394,2 g (minggu 1), 436,4 g (minggu 2), 448,3 g (minggu 3), dan 564,2 g (minggu 4).

Setelah proses pengeringan menggunakan sinar matahari tidak langsung, diperoleh data susut pengeringan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Susut Pengerinan


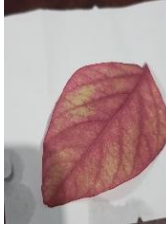


Sampel	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	% Bobot Kering terhadap Bobot Basah
Minggu 1	394,2	30,1	7,63%
Minggu 2	436,4	31,5	7,21%
Minggu 3	448,3	31,6	7,04%
Minggu 4	564,2	36,8	6,52%

Seluruh sampel menunjukkan nilai susut pengeringan <10%, sehingga memenuhi standar simplisia kering. Penurunan persentase kadar air pada minggu ke-4 menunjukkan bahan lebih stabil dan berpotensi memiliki daya simpan lebih lama. Kadar air yang rendah menurunkan risiko degradasi senyawa aktif selama penyimpanan.

3.2. Identifikasi Simplisia

Uji makroskopik menunjukkan perubahan warna daun dari hijau kemerahan (minggu 1) menjadi merah keunguan (minggu 4). Perubahan intensitas warna ini mengindikasikan peningkatan akumulasi pigmen antosianin seiring bertambahnya umur tanaman [11]. Hasil uji Makroskopis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Makroskopis

Makroskopik	Hasil			
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
Bentuk				

Makroskopik	Hasil			
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
Warna	Hijau muda	Merah kehijauan	Merah kehijauan	Merah keunguan
Bau	Bau khas	Bau khas	Bau khas	Bau khas
Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa

Uji mikroskopis dengan pembesaran 10× memperlihatkan fragmen khas berupa rambut penutup kelenjar, rambut penutup, kristal kalsium oksalat bentuk roset dan prisma, epidermis atas dan bawah dengan stomata, serta berkas pengangkut. Fragmen yang ditemukan sesuai dengan deskripsi dalam *Farmakope Herbal Indonesia* edisi II [9], sehingga dapat dipastikan identitas simplisia sesuai standar.

3.3. Rendemen Ekstrak

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% selama 5 hari. Hasil rendemen disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Rendemen Ekstrak

Ekstrak	Berat Sampel (g)	Berat Ekstrak (g)	Rendemen (%)
Minggu 1	20	13,41	44,45%
Minggu 2	20	10,06	50,30%
Minggu 3	20	7,79	38,95%
Minggu 4	20	4,41	22,05%

Rendemen tertinggi diperoleh pada minggu ke-2 (50,30%). Hal ini menunjukkan bahwa pada fase tersebut pelepasan senyawa terlarut ke dalam pelarut berlangsung optimal. Penurunan rendemen pada minggu ke-4 dapat disebabkan oleh perubahan komposisi metabolit akibat proses fisiologis lanjutan tanaman.

3.4. Uji Bebas Etanol

Seluruh ekstrak menunjukkan hasil negatif terhadap bau ester setelah penambahan H₂SO₄ pekat dan asam asetat, menandakan pelarut etanol telah teruapkan sempurna [9]. Hal ini penting untuk memastikan tidak adanya interferensi pelarut pada analisis kuantitatif berikutnya.

3.5. Uji Kualitatif Flavonoid dengan NaOH 10%

Pengujian menggunakan NaOH 10% menghasilkan perubahan warna kuning hingga kecoklatan pada seluruh ekstrak, yang menunjukkan hasil positif flavonoid [9]. Reaksi basa menyebabkan terbentuknya sistem konjugasi pada struktur flavonoid sehingga menghasilkan perubahan warna. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Flavonoid dengan NaOH 10%

Ekstrak	Perlakuan	Hasil Warna	Keterangan
Minggu 1	2 tetes ekstrak + 4 tetes NaOH 10%	Kuning kecoklatan	Positif (+)
Minggu 2	2 tetes ekstrak + 4 tetes NaOH 10%	Kuning kecoklatan	Positif (+)

Ekstrak	Perlakuan	Hasil Warna	Keterangan
Minggu 3	2 tetes ekstrak + 4 tetes NaOH 10%	Kuning kecoklatan	Positif (+)
Minggu 4	2 tetes ekstrak + 4 tetes NaOH 10%	Kuning kecoklatan	Positif (+)

3.6. Uji Kualitatif Flavonoid dengan H₂SO₄ Pekat

Uji kualitatif flavonoid menggunakan H₂SO₄ pekat dilakukan untuk memperkuat identifikasi senyawa flavonoid melalui reaksi oksidasi–reduksi. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Flavonoid dengan H₂SO₄ Pekat

Ekstrak	Perlakuan	Hasil Warna	Keterangan
Minggu 1	2 tetes ekstrak + 4 tetes H ₂ SO ₄ pekat	Coklat kehitaman	Positif (+)
Minggu 2	2 tetes ekstrak + 4 tetes H ₂ SO ₄ pekat	Merah bata	Positif (+)
Minggu 3	2 tetes ekstrak + 4 tetes H ₂ SO ₄ pekat	Coklat kehitaman	Positif (+)
Minggu 4	2 tetes ekstrak + 4 tetes H ₂ SO ₄ pekat	Coklat kehitaman	Positif (+)

Perubahan warna menjadi merah bata hingga coklat kehitaman sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa flavonoid akan membentuk kompleks berwarna dalam suasana asam kuat [13]. Perbedaan intensitas warna antara minggu ke-2 dan minggu lainnya menunjukkan variasi komposisi atau konsentrasi relatif flavonoid, meskipun seluruh sampel teridentifikasi positif.

Jika dibandingkan dengan uji menggunakan NaOH 10%, tampak perbedaan mekanisme reaksi. NaOH menghasilkan warna kuning hingga kecoklatan akibat degradasi struktur flavonoid dalam suasana basa, sedangkan H₂SO₄ pekat membentuk warna lebih gelap akibat pembentukan kompleks melalui reaksi oksidasi–reduksi [14]. Kedua metode tersebut saling menguatkan keberadaan flavonoid pada seluruh waktu panen.

3.7. Analisis Kuantitatif Flavonoid Total

Penetapan kadar flavonoid total dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-Vis berdasarkan hukum *Lambert-Beer*. Hasil pengukuran menunjukkan adanya perbedaan kadar flavonoid pada tiap waktu panen. Secara umum, kadar flavonoid meningkat hingga minggu ke-4.

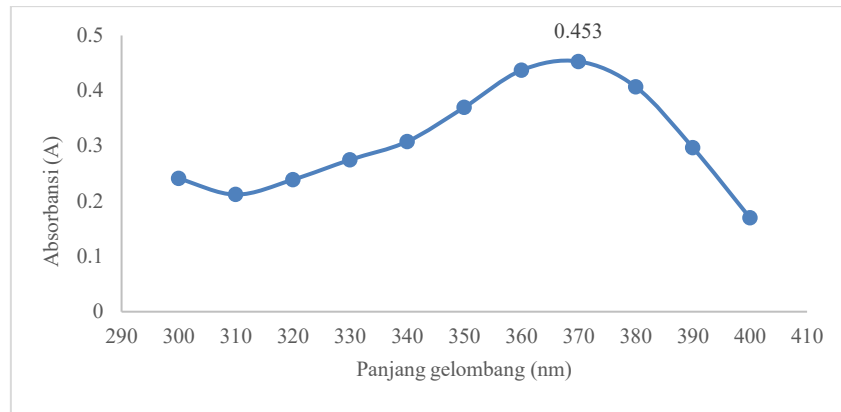
Pola ini menunjukkan bahwa akumulasi flavonoid mencapai fase optimum sebelum tanaman memasuki tahap pertumbuhan lanjut. Hasil tersebut menjawab rumusan masalah bahwa waktu pertumbuhan berpengaruh terhadap kadar flavonoid total pada bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*).

Secara objektif, variasi kecil antar replikasi menunjukkan kemungkinan adanya faktor lingkungan seperti intensitas cahaya dan suhu harian yang memengaruhi biosintesis flavonoid. Namun demikian, tren umum tetap konsisten bahwa waktu panen memengaruhi kadar flavonoid.

Dengan demikian, waktu panen optimal untuk memperoleh kandungan flavonoid tinggi berada pada fase pertumbuhan ke-4, ketika metabolit sekunder terakumulasi maksimal sebelum terjadi penurunan akibat perubahan fisiologis tanaman.

3.8. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan menggunakan standar kuersetin 1000 ppm pada rentang 300–400 nm.



Gambar 1. Spektrum Panjang Gelombang Maksimum Kuersetin

Hasil menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 370 nm dengan nilai absorbansi 0,453. Panjang gelombang ini dipilih karena memberikan sensitivitas dan akurasi tertinggi dalam pengukuran kadar flavonoid.

3.9. Kurva Baku Kuersetin

Seri standar kuersetin 60–100 ppm diukur pada 370 nm dengan tiga kali replikasi. Hasil rata-rata absorbansi disajikan pada Tabel 6.

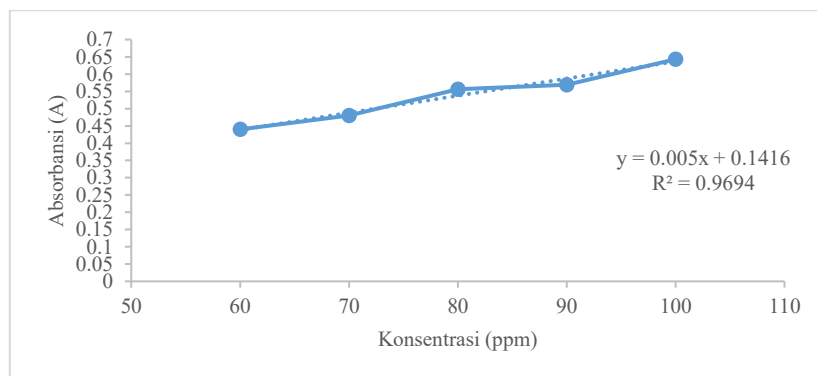
Tabel 6. Rata-rata Absorbansi Larutan Standar Kuersetin

Konsentrasi (ppm)	Rata-rata Absorbansi
60	0,440
70	0,480
80	0,556
90	0,569
100	0,643

Data tersebut menghasilkan persamaan regresi linear:

$$y=0,005x+0,1416$$

dengan koefisien korelasi (r) = 0,9846 dan $R^2 = 0,9694$. Nilai tersebut menunjukkan hubungan linear yang kuat antara konsentrasi dan absorbansi, sehingga kurva baku layak digunakan untuk penentuan kadar flavonoid total.



Gambar 2. Kurva Baku Kuersetin

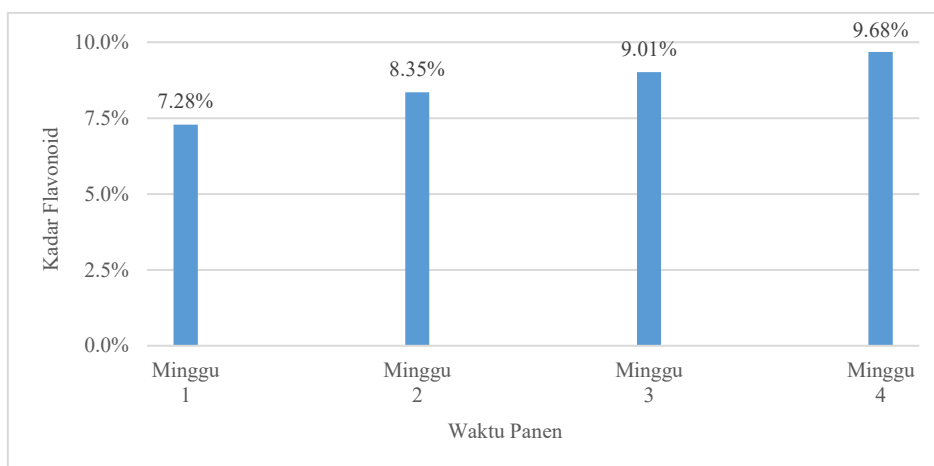
3.10. Kadar Flavonoid Total

Hasil perhitungan kadar flavonoid total berdasarkan persamaan regresi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar Flavonoid Total Ekstrak Bayam Merah

Waktu Panen	Rata-rata Kadar Flavonoid (% \approx mgQE/100 g)
Minggu 1	7,28
Minggu 2	8,35
Minggu 3	9,01
Minggu 4	9,68

Terjadi peningkatan bertahap kadar flavonoid dari minggu pertama hingga minggu keempat. Kenaikan tertinggi terjadi antara minggu pertama dan kedua ($\pm 1,07\%$), sedangkan peningkatan berikutnya relatif lebih stabil.



Gambar 3. Diagram Perbandingan Kadar Flavonoid

3.11. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu panen berpengaruh terhadap kadar flavonoid total pada bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*). Peningkatan kadar flavonoid seiring bertambahnya umur tanaman diduga berkaitan dengan peningkatan intensitas fotosintesis dan akumulasi metabolit sekunder [15].

Secara fisiologis, biosintesis flavonoid berlangsung melalui jalur asam shikimat dan fenilpropanoid yang melibatkan enzim fenilalanin amonia liase (PAL). Aktivitas enzim ini meningkat akibat paparan cahaya matahari, sehingga produksi flavonoid juga meningkat [15]. Hal tersebut menjelaskan tren kenaikan kadar flavonoid dari minggu ke-1 hingga minggu ke-4.

Meskipun terjadi variasi kecil antar replikasi, nilai korelasi kurva standar yang tinggi menunjukkan metode analisis memiliki presisi yang baik. Dengan demikian, minggu ke-4 merupakan waktu panen optimal untuk memperoleh kadar flavonoid tertinggi.

Temuan ini menjawab pertanyaan penelitian bahwa waktu pertumbuhan berpengaruh signifikan terhadap kadar flavonoid total. Secara praktis, hasil ini dapat menjadi dasar penentuan waktu panen optimal dalam produksi bahan pangan fungsional maupun bahan baku herbal berbasis bayam merah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa waktu panen berdasarkan umur pertumbuhan tanaman berpengaruh terhadap kadar flavonoid total pada bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*). Peningkatan umur tanaman menunjukkan tren kenaikan kadar flavonoid secara bertahap. Pada minggu pertama, kadar flavonoid total sebesar 7,28% ($\approx 7,28$ mgQE/100 g), meningkat pada minggu kedua menjadi 8,35% ($\approx 8,35$ mgQE/100 g), kemudian pada minggu ketiga mencapai 9,01% ($\approx 9,01$ mgQE/100 g), dan nilai tertinggi diperoleh pada minggu keempat yaitu 9,68% ($\approx 9,68$ mgQE/100 g). Data tersebut menunjukkan adanya hubungan yang konsisten antara fase pertumbuhan tanaman dan akumulasi metabolit sekunder berupa flavonoid. Secara fisiologis, peningkatan kadar flavonoid ini berkaitan dengan aktivitas metabolisme tanaman yang semakin aktif seiring bertambahnya umur, khususnya dalam jalur biosintesis fenilpropanoid yang dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan kondisi lingkungan. Dengan demikian, semakin mendekati fase pertumbuhan optimal, kandungan flavonoid cenderung meningkat hingga mencapai titik maksimum sebelum kemungkinan mengalami penurunan pada fase selanjutnya. Berdasarkan hasil tersebut, waktu panen yang paling optimal untuk memperoleh kadar flavonoid tertinggi adalah pada minggu keempat masa pertumbuhan. Proses panen yang dilakukan pada pagi hari juga direkomendasikan karena pada waktu tersebut kondisi fisiologis tanaman relatif stabil, kandungan metabolit sekunder masih terjaga, serta belum banyak mengalami degradasi akibat paparan panas matahari. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan mengenai kandungan senyawa metabolit sekunder lainnya yang mungkin dipengaruhi oleh perbedaan waktu panen daun bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*). Hal ini penting untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai potensi fitokimia tanaman tersebut sebagai bahan pangan fungsional maupun bahan baku herbal. Selain itu, diperlukan penelitian lebih lanjut terkait identifikasi jenis flavonoid secara spesifik menggunakan metode analisis instrumen yang lebih mendalam seperti Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS), Nuclear Magnetic Resonance (NMR), dan Infrared Spectroscopy (IR). Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan informasi struktural yang lebih detail sehingga karakterisasi senyawa aktif dapat dilakukan secara lebih akurat dan ilmiah.

Referensi

1. Utama, R. F., Sitohang, R., & Sinaga, T. R. (2021). Pemanfaatan Tanaman Bayam Dan Kailan Untuk Meningkatkan Pemasukan Masyarakat Mekar Jaya Kabupaten Langkat. *Jurnal Abdimas Mutiara*, 2(1), 387–390.
2. Ibrahiah, I., Rubiah, R., Akmal, N., & Izzatun, N. (2021). Pengaruh Penggunaan Em4 Dan Sayur Segar Sebagai Bahan Kompos Cair Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Bayam (*Amaranthus Sp.*). *Jurnal Biology Education*, 9(2), 149–165. <https://doi.org/10.32672/jbe.v9i2.3638>
3. Guntarti, A., & Ruliyani, A. (2020). Penetapan Flavonoid Total Dan Uji Aktivitas Antioksidan Bayam (*Amaranthus Tricolor L.*) Varietas Giti Merah Dan Giti Hijau. *Jurnal Farmasi Sains Dan Praktis*, 6(1), 51–59.
4. Putri, A. O., Hati, M. C., Ishanti, N. P., & Ilham, H. S. (2024). Identifikasi Senyawa Flavonoid Pada Beberapa Jenis Tanaman Dengan Kromatografi Lapis Tipis: Literature Review. *Pharmademica: Jurnal Kefarmasian Dan Gizi*, 3(2), 45–54. <https://doi.org/10.54445/Pharmademica.V3i2.40>
5. Rohmah, U. N., & Yuanita, L. (2022). Pengaruh Waktu Panen Terhadap Kadar Flavonoid Total Dan Aktivitas Anti-Inflamasi Ekstrak Etanol Daun Yakon (*Smallanthus Sonchifolius*) The Effect Of Harvest Time On Total Flavonoid Content And Anti-Inflammatory Activities Of Yacon Leaf Ethanol Extract (Sma. *Unesa Journal Of Chemistry*, 11(2), 136–142.
6. Febrianto, Y., Santari, N. P., & Setyaningsih, W. (2021). Formulasi Dan Evaluasi Handbody Lotion Ekstrak Daun Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) Dengan Variasi Konsentrasi Trietanolamin Dan Asam Stearat Sebagai Emulgator. *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 4(1), 29–35. <https://doi.org/10.52216/Jfsi.V4i1.71>
7. Wahyuningsih, S., & Dkk. (2024). *Buku Ekstraksi Bahan Alam Edisi 2024 (Issue March)*.
8. Atika, R., Riyanta, Budi, A., & Joko, S. (2020). Kulit Bawang Merah, Kulit Bawang Putih, Flavonoid, Spektrofotometri UV-Vis. *Skripsi, Program Studi Diploma III Farmasi Politeknik*, x(x).
9. Wicaksono, S., Santoso, J., & Prabandari, S. (2023). Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi Terhadap Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera L.*) Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, X(X), 1–10.
10. Ii, E. (2017). *Herbal Indonesia Herbal*.
11. Ritonga, A. W., Syaifuk, M., Rosyid, A., Anderson, A., Achmad, M., Pertanian, F., & Merah, B. (2021). Perbedaan Pertumbuhan Dan Produktivitas Varietas Bayam Hijau Dan Bayam Merah Differences In Growth And Productivity Of Green And Red Spinach Varieties. 8(2), 286–297.
12. Depkes RI, I. (2009). *Suplemen I Farmakope Indonesia Edisi IV*. In Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (p. 1470).
13. Misael, J., Masengi, G., Ayu, G., Diah, K., & Wiadnyani, A. A. I. S. (2020). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Cair Daun Turi (*Sesbania grandiflora*). 9(2), 242–250.
14. Pangisian, J., Sangi, M. S., Kumaunang, M., Unsrat, J. K., & Utara, M. S. (2022). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder Dan Uji Aktivitas Antioksidan Serta Antibakteri Biji Buah Pangi (*Pangium Edule Reinw*) Analysis Of Secondary Metabolite Compounds And Determination Of Antioxidant And Antibacterial Activity Of Pangi Seeds (*Pangium Edule Reinw*). 7(1), 11–19.
15. Yulia Widya Sari, & Susilowati. (2023). Pengaruh Variasi Waktu Panen Terhadap Kadar Flavonoid Total Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon Aristatus* (Blume) Miq.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 9(2), 201–210. <https://doi.org/10.51352/Jim.V9i2.685>