

Filtrat kunyit (*Curcuma domestica* Val.) sebagai pewarna alternatif untuk pengamatan jaringan rumput gajah (*Pennisetum purpureum* Schum.)

Zahrina Ikrami ¹; Hafnati Rahmatan ^{2,*}; Wardiah ³; Muhibbuddin ⁴; Nazar Muhammad ⁵

Pendidikan Biologi, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

¹ zahrinaikrami.bio20@fkip.unsyiah.ac.id; ² hafnati_rahmatan@usk.ac.id;

³ wardiah.fkip@usk.ac.id; ⁴ muhibbuddin@usk.ac.id; ⁵ nazarmuhammad@usk.ac.id

* Penulis koresponden

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Riwayat artikel Dikirim 25 Juni 2025 Revisi 8 Juni 2026 Diterima 15 Juni 2026	Pada pengamatan jaringan organ tanaman, penggunaan pewarnaan merupakan salah satu komponen yang perlu diperhatikan. Jika tidak tersedia pewarna sintesis maka dapat digunakan pewarna alami, salah satunya adalah rimpang kunyit. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kelayakan penggunaan filtrat kunyit (<i>Curcuma domestica</i> Val.) sebagai pewarna alternatif pada pengamatan jaringan organ tumbuhan rumput gajah (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.). Penelitian ini menggunakan metode <i>survey</i> dengan jenis penelitian deskriptif. Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati jaringan akar, batang, dan daun rumput gajah menggunakan pewarna filtrat kunyit, safranin, dan aquadest melalui mikroskop. Data dianalisis secara kualitatif berdasarkan penilaian validator ahli terhadap hasil tangkapan layar yang disimpulkan layak atau tidak dengan kriteria persentase kelayakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa filtrat kunyit layak digunakan sebagai pewarna alternatif baik yang disayat secara manual maupun mikrotom berturut-turut pada jaringan akar diperoleh 73,3% dan 73,3%, batang 73,3% dan 93,3%, dan daun 80% dan 73,3% semuanya dalam kategori layak. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan filtrat kunyit sebagai pewarna alternatif memiliki potensi layak dalam memperjelas preparat pada pengamatan jaringan organ tumbuhan rumput gajah melalui mikroskop.
Kata kunci Anatomi tumbuhan Kunyit Organ tumbuhan Pewarnaan Rumput gajah	

Keywords:

Plant anatomy
Turmeric
Plant Organs
Coloring
Elephant Grass

ABSTRACT

Turmeric Filtrate (*Curcuma domestica* Val.) as an Alternative Stain for Observing Elephant Grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) Tissues. When observing plant organ tissue, the use of coloring is one component that needs to be considered. If synthetic dyes are not available, natural dyes can be used, one of which is turmeric rhizome. The aim of this research is to determine the feasibility of using turmeric filtrate (*Curcuma domestica* Val.) as an alternative dye for observing organ tissue of elephant grass plants (*Pennisetum purpureum* Schum.). This research used a survey method with descriptive research type. Data were collected by observing the root, stem and leaf tissue of elephant grass using turmeric filtrate dyes, safranin and distilled water through a microscope. The data was analyzed qualitatively based on the expert validator's assessment of the screenshot results which were concluded to be suitable or not using the criteria of percentage of suitability. The results of the study showed that turmeric filtrate was suitable for use as an alternative dye, both by cutting manually and using a microtome; 73.3% and 73.3% of the root tissue was obtained, 73.3% and 93.3% of the stem, and 80% and 73.3% for the leaves, respectively all categorized as feasible. It can be concluded that the use of turmeric filtrate as an alternative dye has the potential to clarify preparations in observations of elephant grass plant organ tissue under a microscope.

© 2026 The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC-BY-4.0, which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



Pendahuluan

Histologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari jaringan. Jaringan sendiri terbentuk dari sekelompok sel yang memiliki kesamaan asal-usul, struktur, dan fungsi (Apriani, 2016). Komponen struktural ini umumnya berukuran sangat mikro. Oleh karena itu, pengamatan jaringan secara detail memerlukan alat bantu berupa mikroskop (Sutara, 2016).

Mayoritas jaringan tumbuhan bersifat tembus cahaya dan tidak memiliki pigmen alami. Karakteristik tersebut sering kali menyulitkan proses pengamatan mikroskopis. Guna mengatasi kendala ini, peneliti perlu melakukan proses pewarnaan jaringan. Pewarnaan ini berfungsi memperjelas dan mempertajam komponen sel agar tampak kontras di bawah mikroskop (Noor et al., 2020).

Namun, penggunaan pewarna sintetis di lembaga pendidikan (SMP, SMA, maupun perguruan tinggi) masih sangat terbatas. Zat warna buatan tersebut juga memiliki harga jual yang relatif mahal. Di samping itu, pewarna sintetis terbukti membawa dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Zat tersebut bersifat karsinogenik serta toksik (Dafrita & Sari, 2020). Oleh karena itu, dunia pendidikan memerlukan inovasi pewarna alternatif yang lebih aman dan terjangkau (Tika, 2020).

Kunyit merupakan salah satu bahan alam yang potensial sebagai pewarna alternatif (Engelen & Nurhafnita, 2015). Komoditas ini mudah diperoleh di Indonesia dengan harga yang sangat murah. Sifatnya juga ramah lingkungan, tidak karsinogenik, dan bersifat *biodegradable*. Warna kuning pada kunyit dihasilkan oleh pigmen aktif berupa senyawa kurkuminoid (Sa'diyah, 2015). Senyawa dari gugus fenolik ini tersusun atas kurkumin, monodesmetokurkumin, dan bidesmetokurkumin (Saati et al., 2019).

Berbagai penelitian terdahulu telah membuktikan pemanfaatan pewarna alami untuk preparat histologi. Nurwanti et al. (2013) menggunakan filtrat daun muda jati pada batang luntas (*Pluchea indica*). Filtrat tersebut mampu mewarnai jaringan epidermis, parenkim, vaskular, dan sklerenkim dengan baik. Sementara itu, filtrat kunyit berhasil diaplikasikan pada jaringan tumbuhan melinjo (*Gnetum gnemon*) (Sa'diyah, 2015). Penelitian terbaru juga menunjukkan ekstrak kunyit layak menjadi pewarna alternatif untuk preparat awetan bayam (Ode et al., 2022).

Walaupun demikian, beberapa studi tersebut masih memiliki keterbatasan tertentu. Eksperimen oleh Ode et al. (2022) baru sebatas menguji tumbuhan dikotil berupa bayam. Fokus riset mereka juga hanya tertuju pada pengaruh lama waktu pewarnaan. Mereka belum membandingkan efektivitas kunyit dengan pewarna standar seperti safranin. Evaluasi mengenai pengaruh teknik preparasi terhadap kualitas hasil pengamatan juga belum tersedia. Padahal, struktur anatomi monokotil dan dikotil memiliki perbedaan fundamental yang memengaruhi daya serap zat warna (Mauseth, 1988).

Atas dasar tersebut, kajian efektivitas filtrat kunyit pada tumbuhan monokotil sangat mendesak untuk dilakukan. Penelitian ini menganalisis penggunaan filtrat kunyit pada organ vegetatif rumput gajah (*Pennisetum purpureum* Schum.). Kelompok kontrol yang digunakan meliputi akuades sebagai kontrol negatif dan safranin sebagai kontrol positif. Metode preparasi juga divariasikan menggunakan teknik sayatan manual serta sayatan mekanis dengan mikrotom. Hasil riset ini diharapkan memberi kontribusi baru terkait teknik histologi tumbuhan monokotil yang efisien.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Pelaksanaan penelitian berlangsung selama periode Juni hingga Oktober 2024. Lokasi penelitian bertempat di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala. Objek yang dikaji adalah organ vegetatif berupa akar, batang, dan daun dari tumbuhan rumput gajah (*Pennisetum purpureum* Schum.).

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terbagi ke dalam beberapa tahapan sistematis. Tahap awal dimulai dengan pembuatan filtrat kunyit yang dicampur air kapur dengan perbandingan 1:1. Selanjutnya, tahap persiapan pewarna dilakukan dengan menyediakan tiga jenis larutan, yaitu akuades sebagai kontrol negatif, filtrat kunyit sebagai perlakuan utama, dan safranin sebagai kontrol positif.

Tahap berikutnya meliputi proses pewarnaan serta pengamatan jaringan tumbuhan melalui metode sayatan manual. Selain itu, preparasi juga dilakukan dengan metode mikrotom yang mencakup fiksasi, dehidrasi bertingkat, dealkoholisasi bertingkat, infiltrasi bertingkat, penyusupan (*embedding*), dan penyayatan mekanis. Seluruh hasil preparat kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 10 × 10 mm. Dokumentasi visual diselesaikan menggunakan kamera ponsel dan perangkat Optilab.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap hasil pengamatan mikroskopis. Data penelitian yang dikumpulkan berupa gambar struktural dari organ akar, batang, dan daun rumput gajah. Sementara itu, instrumen penelitian yang digunakan meliputi angket penilaian validasi untuk diisi oleh para ahli.

Sampel penelitian mencakup preparat organ vegetatif yang disiapkan melalui dua teknik penyayatan berbeda, yaitu sayatan manual dan sayatan mikrotom. Setiap sampel organ mendapatkan tiga perlakuan pewarnaan yang berbeda. Kombinasi ini menghasilkan total 18 variasi preparat yang siap diamati. Kualitas dari seluruh preparat tersebut dinilai secara objektif oleh tiga validator ahli di bidang anatomi tumbuhan dan pendidikan biologi.

Teknik Analisis Data

Data hasil penilaian dari para validator dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Komponen analisis statistik ini meliputi penghitungan nilai rata-rata, persentase kelayakan, dan standar deviasi. Nilai rata-rata berfungsi untuk menggambarkan kualitas umum dari preparat. Sementara itu, nilai standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat variasi atau persebaran penilaian antarvalidator. Nilai standar deviasi yang semakin kecil menunjukkan tingkat kesepakatan antarvalidator yang semakin tinggi.

Persentase kelayakan preparat dihitung berdasarkan rumus I yang diadopsi dari Herdianawati et al. (2013). Pendekatan persentase kelayakan ini umum digunakan dalam validasi produk pendidikan untuk menginterpretasikan kualitas produk berdasarkan penilaian ahli. Selain itu, reliabilitas antarpemilai (*inter-rater reliability*) dianalisis menggunakan metode *Percentage Agreement*. Pengukuran ini didasarkan pada tingkat kesesuaian skor dari ketiga validator. Nilai kesepakatan yang mencapai $\geq 75\%$ diinterpretasikan memiliki reliabilitas yang baik dan konsisten.

Analisis data kualitatif juga disajikan secara deskriptif dengan memaparkan fenomena yang tampak pada hasil penelitian. Proses penilaian kriteria preparat dilakukan oleh tiga dosen validator ahli bidang ilmu biologi Universitas Syiah Kuala. Penilaian tersebut mengacu pada rubrik penilaian yang terstruktur. Detail rubrik penilaian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Persentase nilai kelayakan kemudian ditentukan secara matematis melalui rumus I.

$$\text{Nilai Kelayakan} = \frac{\text{Rata-rata Skor Validasi}}{\text{Jumlah Skor Maksimal}} \times 100\% \quad (I)$$

Tabel 1. Format Rubrik Penilaian Preparat

Kriteria	Indikator	Skor
Sangat Jelas	Jaringan penyusun preparat dapat dibedakan dan pewarna yang terikat sangat kontras serta terlihat sangat jelas.	5
	Jaringan penyusun preparat dapat dibedakan dan pewarna terikat pada semua jaringan penyusun terlihat jelas.	4
Kurang Jelas	Sebagian jaringan penyusun preparat dapat dibedakan, namun pewarna yang terikat kurang kontras dan terlihat kurang jelas.	3
	Jaringan penyusun preparat tidak dapat dibedakan dan pewarna yang terikat kurang kontras serta terlihat kurang jelas.	2
Tidak Jelas	Jaringan penyusun preparat tidak dapat dibedakan dan pewarna terikat pada sedikit jaringan penyusun serta terlihat tidak jelas.	1
	Jaringan penyusun preparat tidak dapat dibedakan dan pewarna tidak terikat pada semua jaringan penyusun serta terlihat tidak jelas.	1

Setelah nilai persentase kelayakan diperoleh, tahap selanjutnya adalah menentukan kualifikasi kualitas preparat. Penentuan kualitas ini didasarkan pada kriteria penilaian yang diadaptasi dari Dafrita dan Sari (2020). Interval nilai dan kriteria kualifikasi tersebut dicantumkan pada Tabel 2.

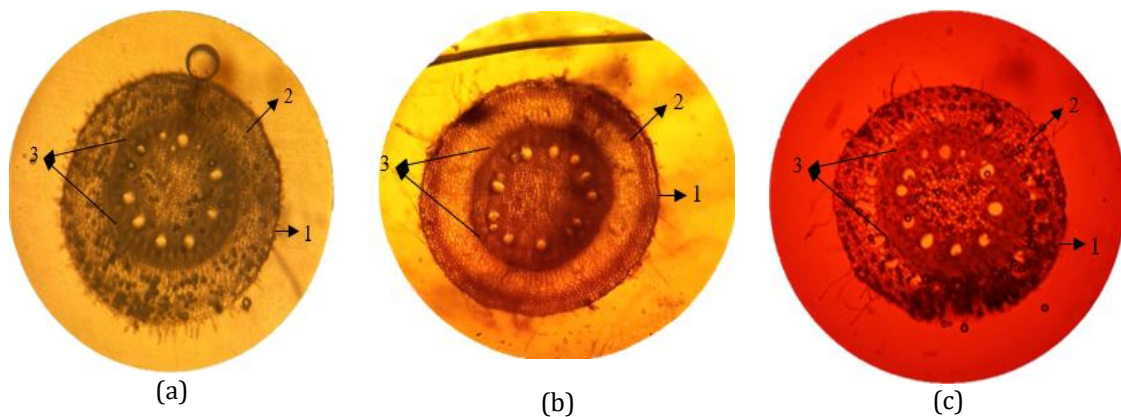
Tabel 2. Kriteria Penilaian Kualitas Preparat

Nilai Kelayakan (%)	Kriteria
81,25–100,00	Sangat Layak
62,50–81,25	Layak
43,75–62,49	Cukup
25,00–43,74	Kurang Layak
<25,00	Tidak Layak

Hasil dan pembahasan

Hasil pengamatan jaringan organ akar rumput gajah dengan sayatan manual

Hasil pengamatan mikroskopis jaringan pada organ akar tumbuhan rumput gajah (*Pennisetum purpureum* Schum.) secara manual disajikan pada Gambar 1. Pengamatan ini melibatkan tiga perlakuan pewarnaan, yaitu akuades sebagai kontrol negatif, filtrat kunyit, dan safranin sebagai kontrol positif. Hasil penilaian validasi untuk kualitas preparat akar sayatan manual tertera pada Tabel 3.



Gambar 1. Hasil sayatan manual organ akar dengan berbagai pewarnaan: (a) dengan akuades/tanpa pewarna, (b) dengan filtrat kunyit, (c) dengan safranin. Keterangan: 1) epidermis; 2) korteks; 3) stele (Perbesaran 10×10 mm)

Tabel 3. Hasil Penilaian Validasi Jaringan Organ Akar Rumput Gajah dengan Sayatan Manual

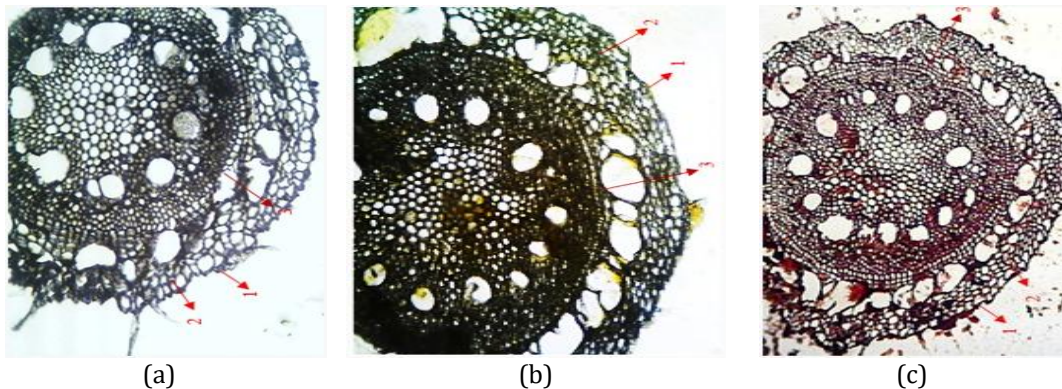
Pewarna	Skor			Rata-rata	Nilai kelayakan (%)	Kriteria
	V 1	V 2	V 3			
Aqudest (P ⁻)	+	++	+++	2	40	Kurang layak
Kunyit	+++	++++	++++	3,6	73,3	Layak
Safranin (P ⁺)	++	+++	+++	2,6	53,3	Cukup

Berdasarkan penilaian validator ahli, struktur jaringan akar seperti epidermis, korteks, dan stele tampak kurang jelas pada perlakuan akuades. Pewarnaan kontrol negatif ini memperoleh nilai kelayakan sebesar 40,0% dengan kriteria kurang layak. Sebaliknya, penggunaan filtrat kunyit menghasilkan nilai kelayakan sebesar 73,3% dan

dikategorikan layak karena memberikan kontras yang baik pada epidermis serta korteks. Namun, jaringan stele terlihat lebih buram akibat variasi ketebalan sayatan manual. Sementara itu, pewarnaan safranin hanya menghasilkan nilai kelayakan sebesar 53,3% dengan kriteria cukup karena absorpsi warna terhambat oleh ketebalan sayatan.

Hasil pengamatan jaringan organ akar rumput gajah menggunakan sayatan mikrotom

Hasil pengamatan mikroskopis jaringan organ akar tumbuhan rumput gajah yang disayat menggunakan mikrotom diperlihatkan pada Gambar 2. Penilaian validasi terhadap kualitas visual preparat dengan metode penyayatan mekanis ini dirangkum dalam Tabel 4. Pengamatan ini membandingkan visualisasi jaringan tanpa pewarna, dengan filtrat kunyit, serta menggunakan safranin.



Gambar 2. Hasil sayatan mikrotom organ akar dengan berbagai pewarnaan: (a) tanpa pewarna, (b) dengan filtrat kunyit, (c) dengan safranin. Keterangan: 1) epidermis; 2) korteks; 3) stele (Perbesaran 10×10 mm).

Tabel 4. Hasil penilaian validasi jaringan organ akar rumput gajah menggunakan sayatan mikrotom

Pewarna	Skor			Rata-rata	Nilai kelayakan (%)	Kriteria
	V 1	V 2	V 3			
Aqudest (P ⁻)	++++	+++++	+++++	4,6	93,3	Sangat layak
Kunyit	++	+++++	++++	3,6	73,3	Layak
Safranin (P ⁺)	+++++	+++++	+++++	5	100	Sangat layak

Hasil penilaian validator menunjukkan bahwa penggunaan filtrat kunyit pada jaringan akar hasil sayatan mikrotom memperoleh nilai kelayakan sebesar 73,3% dengan kriteria layak. Pewarnaan alami ini memberikan warna kuning yang cukup merata pada lapisan epidermis, korteks, dan stele. Struktur jaringan penyusun akar tampak jelas meskipun daya serap warnanya belum maksimal. Di sisi lain, preparat tanpa pewarna memiliki nilai kelayakan sebesar 93,3% dengan kriteria sangat layak karena struktur seluler terlihat sangat tipis dan rapi. Perlakuan safranin mencapai nilai kelayakan sempurna sebesar 100,0% dengan kriteria sangat layak. Pewarna sintetis ini menghasilkan warna merah terang pada epidermis dan korteks sehingga memudahkan diferensiasi visual dengan stele.

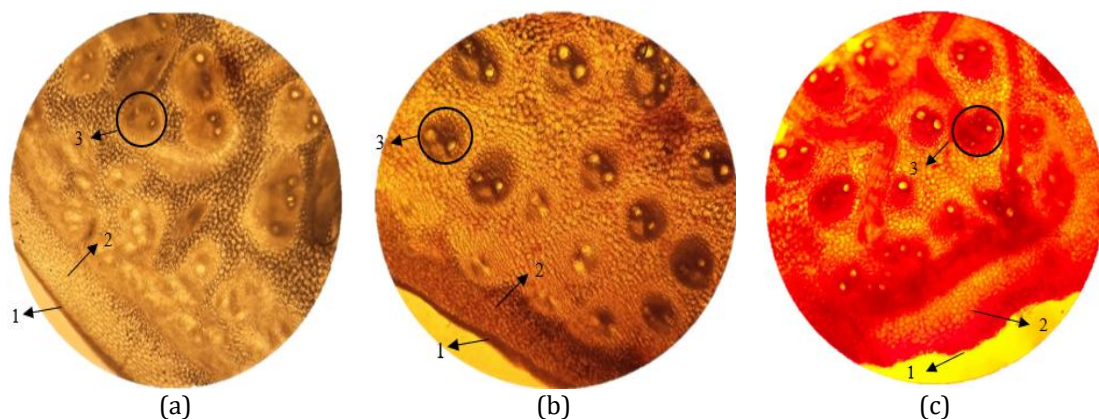
Kualitas preparat histologi secara keseluruhan sangat dipengaruhi oleh teknik penyayatan yang digunakan. Sayatan manual pada organ akar menghasilkan visualisasi jaringan korteks yang kurang jelas. Sebaliknya, penggunaan mikrotom terbukti mampu memperlihatkan detail struktural jaringan penyusun akar secara signifikan. Pada metode

manual, penyerapan warna dari filtrat kunyit paling banyak terakumulasi pada jaringan stele dan epidermis. Secara umum, komponen aktif dari filtrat kunyit dapat terikat pada ketiga lapisan utama akar. Bagian dinding sel epidermis serta trakea dan trakeid pada berkas pengangkut mengikat senyawa warna lebih kuat karena telah mengalami penebalan dinding sekunder.

Tingginya kapasitas absorpsi jaringan xilem dan stele terhadap filtrat kunyit berkaitan erat dengan keberadaan lignin pada dinding sel sekunder. Lignin merupakan polimer aromatik yang mampu berinteraksi dengan senyawa kurkuminoid melalui ikatan hidrofobik dan interaksi elektrostatik. Mekanisme ini mempermudah akumulasi zat warna kunyit pada jaringan yang telah mengalami lignifikasi. Akibatnya, komponen vaskular seperti trakea dan trakeid menunjukkan intensitas warna yang lebih tinggi daripada jaringan parenkim. Kemampuan menyerap pewarna alami pada jaringan berlignin ini juga sejalan dengan temuan Sa'diyah (2015). Namun, stabilitas zat warna kunyit cenderung lebih rendah daripada pewarna sintetis saat diaplikasikan pada jaringan yang sangat tipis sehingga warnanya lebih cepat memudar (Darmakusuma et al., 2022).

Hasil pengamatan jaringan organ batang rumput gajah dengan sayatan manual

Hasil pengamatan mikroskopis pada jaringan organ batang rumput gajah dengan metode sayatan manual disajikan dalam Gambar 3. Evaluasi kualitas dari para validator ahli mengenai hasil pewarnaan tersebut dicantumkan pada Tabel 5. Pengujian ini tetap menerapkan tiga variasi perlakuan, yaitu tanpa warna, filtrat kunyit, dan safranin.



Gambar 3. Hasil sayatan manual organ batang dengan berbagai pewarnaan. Keterangan gambar yaitu (a) dengan aquadest/tanpa pewarna, (b) dengan filtrat kunyit, (c) dengan safranin. 1) epidermis; 2) korteks; 3) berkas pengangkut (Pembesaran 10 x 10 mm).

Tabel 5. Hasil penilaian validasi jaringan organ batang rumput gajah dengan sayatan manual

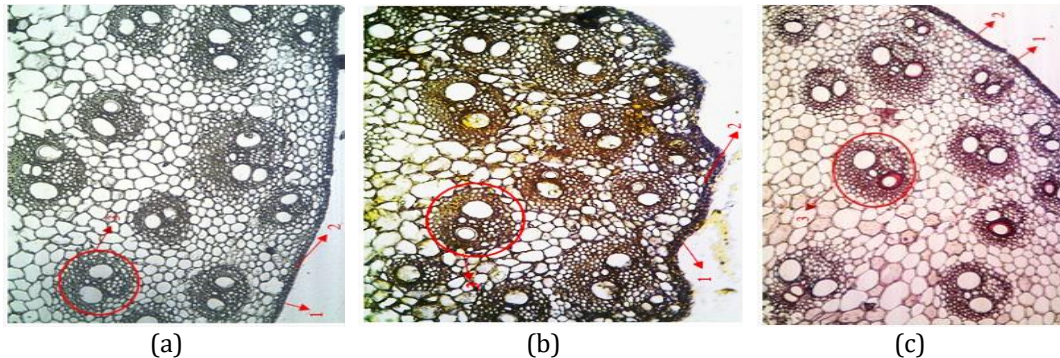
Pewarna	Skor			Rata-rata	Nilai kelayakan (%)	Kriteria
	V 1	V 2	V 3			
Aqudest (P ⁻)	+	+++	+++	2,3	46,6	Cukup
Kunyit	+++	++++	++++	3,6	73,3	Layak
Safranin (P ⁺)	+	++++	+++	2,6	53,3	Cukup

Data hasil validasi menunjukkan bahwa perlakuan akuades dan safranin berturut-turut memperoleh nilai kelayakan sebesar 46,6% dan 53,3% dengan kriteria cukup. Kedua jenis preparat tersebut menampilkan struktur epidermis, korteks, dan berkas pengangkut yang kurang jelas serta sulit diidentifikasi. Di sisi lain, penggunaan pewarna

filtrat kunyit mendapatkan nilai kelayakan sebesar 73,3% dengan kriteria layak. Filtrat kunyit pada batang mampu memperlihatkan batas antarjaringan dengan cukup baik. Meskipun demikian, distribusi warna dinilai kurang merata dan kejelasan struktur sel hanya optimal pada bagian sayatan yang tebal.

Hasil pengamatan jaringan organ batang rumput gajah menggunakan sayatan mikrotom

Struktur mikroskopis jaringan batang rumput gajah yang dipersiapkan dengan sayatan mikrotom dapat dilihat pada Gambar 4. Rincian nilai validasi dari tim ahli mengenai kelayakan preparat tersebut dirangkum dalam Tabel 6. Teknik penyayatan mekanis ini diaplikasikan pada seluruh kelompok perlakuan pewarnaan.



Gambar 4. Hasil sayatan mikrotom organ batang dengan berbagai pewarnaan. Keterangan gambar yaitu (a) dengan tanpa pewarna, (b) dengan filtrat kunyit, (c) dengan safranin. 1) epidermis; 2) korteks; 3) berkas pengangkut (Pembesaran 10 x 10 mm).

Tabel 6. Hasil penilaian validasi jaringan organ batang rumput gajah menggunakan sayatan mikrotom

Pewarna	Skor			Rata-rata	Nilai kelayakan (%)	Kriteria
	V 1	V 2	V 3			
Aqudest (P ⁻)	++++	+++++	+++++	4,6	93,3	Sangat layak
Kunyit	++++	+++++	+++++	4,6	93,3	Sangat layak
Safranin (P ⁺)	+++++	+++++	+++++	5	100	Sangat layak

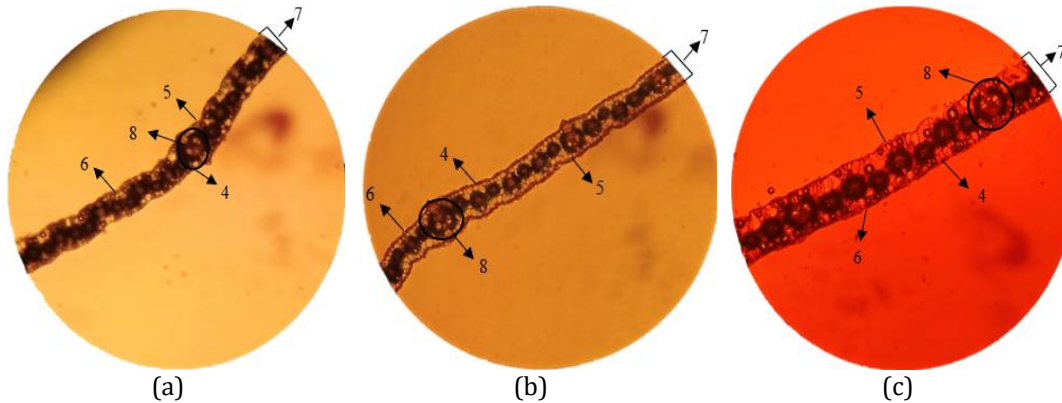
Evaluasi dari validator ahli menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat tinggi untuk seluruh preparat batang hasil sayatan mikrotom. Preparat tanpa pewarna dan preparat dengan filtrat kunyit sama-sama memperoleh nilai kelayakan sebesar 93,3% dengan kriteria sangat layak. Struktur jaringan penyusun pada kedua preparat tersebut terlihat jelas dan mudah dibedakan satu sama lain. Namun, warna kuning dari filtrat kunyit belum mampu memberikan kontras yang kuat pada seluruh komponen jaringan, terutama bagian epidermis. Pewarnaan dengan safranin memperoleh nilai kelayakan sempurna sebesar 100,0%. Pewarna pembanding ini mampu mengontraskan berkas pengangkut secara superior sehingga batas epidermis dan korteks terlihat sangat tegas.

Tingkat kontras dari komponen penyusun batang rumput gajah sangat bergantung pada kualitas sayatan sampel. Metode sayatan manual cenderung menghasilkan visualisasi korteks dan berkas pengangkut yang kurang tajam. Sebaliknya, sayatan mikrotom dapat memperjelas seluruh komponen anatomi batang, khususnya elemen trakeid dan xilem. Aplikasi filtrat kunyit terbukti efektif mengontraskan komponen xilem pada jaringan batang. Hal ini didukung oleh pendapat Bria et al. (2023) yang menyatakan bahwa elemen trakea dan trakeid menyerap zat warna secara intensif akibat adanya

lignifikasi dinding sel. Pada sayatan manual yang lebih tebal, penyerapan warna kunyit justru berlangsung lebih masif pada lapisan epidermis dan korteks.

Hasil pengamatan jaringan organ daun rumput gajah sayatan manual

Visualisasi mikroskopis dari organ daun rumput gajah dengan metode sayatan manual ditampilkan pada Gambar 5. Data kuantitatif mengenai hasil penilaian kelayakan dari para validator ahli disajikan dalam Tabel 7. Pengamatan difokuskan pada kejelasan komponen struktural daun setelah diberi tiga agen pewarna yang berbeda.



Gambar 5. Hasil sayatan manual organ daun dengan berbagai pewarnaan. Keterangan gambar yaitu (a) dengan aquadest/tanpa pewarna, (b) dengan filtrat kunyit, (c) dengan safranin. 4) epidermis atas; 5) epidermis bawah; 6) stomata; 7) jaringan mesofil; 8) berkas pengangkut (Pembesaran 10 x 10 mm).

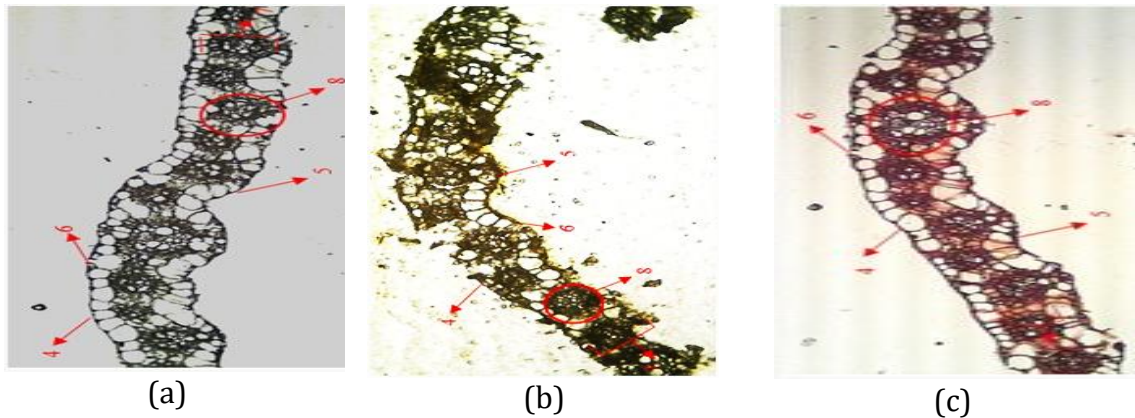
Tabel 7. Hasil penilaian validasi jaringan organ daun rumput gajah dengan sayatan manual

Pewarna	Skor			Rata-rata	Nilai kelayakan (%)	Kriteria
	V 1	V 2	V 3			
Aqudest (P ⁻)	++	+++	+++	2,6	53,3	Cukup
Kunyit	++++	++++	++++	4	80	Layak
Safranin (P ⁺)	+++	+++	+++	3	60	Cukup

Berdasarkan penilaian ahli, preparat kontrol dengan akuades mendapatkan nilai kelayakan sebesar 53,3% dengan kriteria cukup. Jaringan penyusun pada kontrol negatif ini sulit diidentifikasi akibat tidak adanya kontras warna yang memadai. Sementara itu, penggunaan filtrat kunyit memperoleh nilai kelayakan sebesar 80,0% dengan kriteria layak. Zat warna alami ini terserap dengan baik oleh jaringan epidermis, mesofil, berkas pengangkut, dan celah stomata. Namun, komponen stomata dan epidermis masih tampak berupa garis tipis karena ketebalan sayatan manual yang kurang optimal. Perlakuan safranin menghasilkan nilai kelayakan sebesar 60,0% dengan kriteria cukup karena visualisasinya kurang kontras.

Hasil pengamatan jaringan organ daun rumput gajah menggunakan sayatan mikrotom

Pengamatan histologis jaringan daun rumput gajah yang disayat menggunakan perangkat mikrotom diperlihatkan pada Gambar 6. Selanjutnya, hasil rekapitulasi penilaian kelayakan dari para ahli untuk metode ini dicantumkan pada Tabel 8. Seluruh variasi perlakuan dinilai secara objektif untuk mengetahui pengaruh teknik penyayatan mekanis terhadap kualitas visual.



Gambar 6. Hasil sayatan mikrotom organ daun dengan berbagai pewarnaan. Keterangan gambar yaitu (a) dengan tanpa pewarna, (b) dengan filtrat kunyit, (c) dengan safranin. 4) epidermis atas; 5) epidermis bawah; 6) stomata; 7) jaringan mesofil; 8) berkas pengangkut (Pembesaran 10 x 10 mm).

Tabel 8. Hasil penilaian validasi jaringan organ daun rumput gajah menggunakan sayatan mikrotom

Pewarna	Skor			Rata-rata	Nilai Kelayakan (%)	Kriteria
	V 1	V 2	V 3			
Aquadest (P ⁻)	++++	+++++	+++++	4,6	93,3	Sangat layak
Kunyit	++	+++++	++++	3,6	73,3	Layak
Safranin (P ⁺)	+++++	+++++	+++++	5	100	Sangat layak

Hasil penilaian menunjukkan bahwa preparat daun tanpa pewarna memperoleh nilai kelayakan sebesar 93,3% dengan kriteria sangat layak. Struktur seluler terlihat jelas karena lembaran sayatan yang sangat tipis, meskipun pembesaran mikroskop yang kurang optimal membuat epidermis tampak menyerupai garis. Di sisi lain, perlakuan filtrat kunyit mendapatkan nilai kelayakan sebesar 73,3% dengan kriteria layak. Penyerapan warna kunyit pada preparat ini dinilai baik, tetapi struktur jaringan agak sulit dibedakan karena sampel mengalami sedikit kerusakan mekanis saat proses penyayatan. Kelompok safranin mencapai nilai kelayakan tertinggi sebesar 100,0% dengan kriteria sangat layak. Pewarna sintetis ini mampu mengontraskan seluruh komponen daun, seperti mesofil, stomata, dan berkas pengangkut secara sangat jelas.

Analisis komparatif kualitas preparat histologi

Rangkuman statistik deskriptif dari seluruh penilaian validator ahli disajikan secara komprehensif pada Tabel 9. Hasil analisis menunjukkan bahwa mayoritas kombinasi preparat memiliki nilai standar deviasi (*SD*) yang rendah, yaitu $\leq 0,58$. Angka ini mengindikasikan adanya konsistensi atau kesepakatan yang tinggi dalam penilaian antarvalidator. Nilai standar deviasi yang agak tinggi hanya ditemukan pada perlakuan filtrat kunyit dengan sayatan mikrotom untuk organ akar dan daun ($SD = 1,53$). Kondisi tersebut mencerminkan adanya sedikit perbedaan persepsi di antara validator mengenai tingkat kontras warna. Secara umum, variasi penilaian yang minim ini menegaskan bahwa data validasi memiliki reliabilitas yang baik untuk mendukung kesimpulan riset.

Karakteristik penyerapan filtrat kunyit pada jaringan daun sangat dipengaruhi oleh tingkat kerapian sayatan. Metode manual hanya mampu memperlihatkan penyerapan warna pada epidermis, mesofil, dan berkas vaskular. Penggunaan mikrotom secara nyata meningkatkan kejelasan komponen pengangkut serta celah stomata. Selain faktor lignifikasi, keberadaan senyawa pektin pada dinding primer dan lamela tengah sel

mesofil ikut memengaruhi absorpsi warna. Pektin merupakan polisakarida bermuatan yang dapat berinteraksi aktif dengan molekul kurkuminoid sehingga meningkatkan afinitas zat warna alami pada daun. Fenomena ini menjelaskan mengapa jaringan mesofil tetap menunjukkan visualisasi warna yang baik meskipun tidak memiliki kadar lignin setinggi xilem (Hanum et al., 2009).

Tabel 9. Hasil rekapitulasi statistik deskriptif penilaian kualitas preparat

Organ	Teknik	Pewarna	Rata-rata	SD
Akar	Manual	Aquadest	2,0	1,00
Akar	Manual	Kunyit	3,67	0,58
Akar	Manual	Safranin	2,67	0,58
Akar	Mikrotom	Aquadest	4,67	0,58
Akar	Mikrotom	Kunyit	3,67	1,53
Akar	Mikrotom	Safranin	5,00	0,00
Batang	Manual	Aquadest	2,33	1,15
Batang	Manual	Kunyit	3,67	0,58
Batang	Manual	Safranin	2,67	1,53
Batang	Mikrotom	Aquadest	4,67	0,58
Batang	Mikrotom	Kunyit	4,67	0,58
Batang	Mikrotom	Safranin	5,00	0,00
Daun	Manual	Aquadest	2,67	0,58
Daun	Manual	Kunyit	4,00	0,00
Daun	Manual	Safranin	3,00	0,00
Daun	Mikrotom	Aquadest	4,67	0,58
Daun	Mikrotom	Kunyit	3,67	1,53
Daun	Mikrotom	Safranin	5,00	0,00

Penelitian ini membuktikan bahwa kapasitas absorpsi zat warna kunyit bervariasi antarjaringan tumbuhan. Kejelasan dan kontras visual preparat histologi sangat bergantung pada efisiensi pengikatan molekul warna oleh komponen dinding sel (Anisa et al., 2020; Oktaviani et al., 2019). Setiap penyusun anatomi seperti epidermis, korteks, xilem, dan floem memiliki afinitas yang berbeda terhadap zat warna (Ode et al., 2022). Jaringan empulur dan parenkim memiliki kemampuan serap yang relatif rendah, sedangkan jaringan yang mengalami lignifikasi menunjukkan performa pengikatan warna yang jauh lebih baik (Sa'diyah, 2015). Pola tersebut terlihat konsisten dalam riset ini, di mana komponen vaskular pada seluruh organ vegetatif menampilkan kontras yang lebih tajam daripada jaringan dasar.

Komponen anatomis yang telah mengalami lignifikasi dicirikan oleh adanya pembentukan dinding sel sekunder. Salah satu contoh jaringan dengan karakteristik tersebut adalah sklerenkim, khususnya sel sklereid. Sel sklereid memiliki kapasitas absorpsi yang sangat baik terhadap zat warna akibat proses penebalan sekunder ini (Budiono, 1992). Secara kimiawi, dinding sel sekunder tersusun atas 18% hingga 35% lignin dari total material penyusunnya, di samping selulosa, hemiselulosa, dan pektin (Mauseth, 1988). Interaksi elektrostatis antara muatan ion dari agen pewarna dengan komponen kimiawi dinding sel ini memegang peranan krusial dalam menentukan keberhasilan pewarnaan histologi.

Zat warna aktif pada kunyit, yaitu kurkuminoid, memiliki sifat sensitif terhadap perubahan tingkat keasaman (*pH*) larutan. Senyawa ini akan menampilkan warna kuning dalam kondisi asam, tetapi berubah menjadi merah kecokelatan dalam lingkungan basa

(Solehah, 2024). Kurkumin sendiri bersifat hidrofilik dan mampu berikatan langsung dengan komponen seluler yang mengandung selulosa serta protein (Tan et al., 2016). Guna menciptakan kondisi basa, pembuatan filtrat dalam penelitian ini dikombinasikan dengan larutan air kapur. Penambahan larutan kapur tersebut terbukti efektif meningkatkan daya afinitas zat warna terhadap material dinding sel, terutama senyawa selulosa (Sa'diyah, 2015). Selulosa yang bermuatan negatif akan mengalami pengurangan muatan akibat air kapur, sehingga interaksi nonpolar dengan zat warna dapat berjalan secara maksimal (Suheryanto & Dwi, 2010).

Sebagai zat pembanding sintesis, safranin memiliki karakteristik kimiawi sebagai zat warna basa yang bermuatan ion positif. Sifat ini membuatnya sangat reaktif terhadap komponen seluler yang bersifat asam, seperti pektin, hemiselulosa, dan lignin (Hakim, 2019). Pengikatan ion positif safranin oleh dinding sel bermuatan negatif menghasilkan visualisasi warna merah terang yang sangat kontras (Conn, 1925). Indikasi kontras yang kuat ini terlihat jelas pada komponen yang telah mengalami penebalan sekunder. Meskipun filtrat kunyit menghasilkan intensitas warna yang tidak sekuat safranin, visualisasi jaringan yang dihasilkan tetap memadai untuk kebutuhan identifikasi anatomi dasar. Hal ini mempertegas potensi filtrat kunyit sebagai agen pewarna alternatif yang kompeten apabila dikombinasikan dengan teknik sayatan mikrotom.

Secara praktis, filtrat kunyit menunjukkan potensi besar untuk diimplementasikan sebagai pewarna alternatif dalam kegiatan praktikum anatomi tumbuhan. Inovasi ini dapat menjadi solusi aplikatif bagi lembaga pendidikan saat pewarna sintesis seperti safranin sulit diakses atau terlalu mahal. Sebagai bahan alam, kunyit menawarkan keunggulan berupa ketersediaan yang melimpah, harga terjangkau, serta sifat yang ramah lingkungan. Tingkat toksisitas bahan organik ini juga jauh lebih rendah dibandingkan dengan senyawa kimia buatan. Oleh karena itu, pemanfaatan filtrat kunyit dalam kegiatan laboratorium mampu meningkatkan efisiensi anggaran sekaligus menekan dampak pencemari lingkungan.

Guru biologi dan laboran di sekolah disarankan untuk mulai mengoptimalkan penggunaan filtrat kunyit sebagai material penunjang praktikum. Langkah ini mendukung perwujudan sistem pembelajaran sains yang lebih ekonomis, aman, dan berkelanjutan. Untuk mendapatkan visualisasi struktur jaringan yang optimal, penyiapan sampel disarankan menggunakan teknik sayatan setipis mungkin. Jika fasilitas tersedia, penggunaan mikrotom sangat direkomendasikan karena akurasi ketebalan sayatan mekanis terbukti menentukan kejelasan susunan anatomi yang diamati. Melalui pendekatan preparasi yang tepat, kualitas preparat alami ini mampu mendekati standar kualitas pewarna komersial.

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa filtrat kunyit layak digunakan sebagai pewarna alami alternatif dalam pembuatan preparat anatomi tumbuhan. Efektivitas pewarnaan ini terbukti fungsional, baik pada metode penyayatan manual maupun penyayatan mekanis menggunakan mikrotom. Secara spesifik, akumulasi zat warna dari filtrat kunyit terserap paling optimal pada jaringan stele organ akar, jaringan epidermis dan berkas pengangkut organ batang, serta jaringan mesofil dan berkas pengangkut organ daun. Meskipun teknik penyayatan manual cenderung menghasilkan preparat yang lebih tebal, visualisasi struktural jaringan dasar tetap dapat diidentifikasi. Oleh karena itu, aplikasi filtrat kunyit sebagai pewarna alternatif pada organ rumput gajah (*Pennisetum purpureum* Schum.) sangat direkomendasikan menggunakan sayatan mikrotom guna menghasilkan kualitas visual yang lebih jernih dan detail.

Referensi

- Anisa, D. N., Anwar, C., & Afriyani, H. (2020). Sintesis senyawa analog kurkumin berbahan dasar veratraldehida dengan metode ultrasound. *Analytical and Environmental Chemistry*, 5(1), 74–81.
<https://doi.org/10.23960/aec.v5i1.2020.p74-81>
- Apriani, I. (2016). Pengembangan media belajar angkak beras merah dan teh (*Camellia sinensis*) sebagai pewarna alternatif preparat basah jaringan tumbuhan. *Jurnal Pendidikan*, 2(1), 59–65. <https://doi.org/10.19109/bioilmi.v2i1.1140>
- Bria, G. G., Seran, Y. N., & Naisumu, Y. G. (2023). Uji ketahanan pewarna alami kain tenun ikat Kecamatan Noemuti Timur pada preparat basah jaringan tumbuhan. *Jurnal Biologi Indonesia*, 19(2), 155–165. <https://doi.org/10.47349/jbi/19022023/155>
- Budiono, J. D. (1992). *Pembuatan preparat mikroskopis*. University Press IKIP Surabaya.
- Conn, H. J. (1925). *Biological stains: A handbook of the nature and uses of the dyes employed in the biological laboratory*. The Commission.
- Dafrita, I. E., & Sari, M. (2020). Senduduk dan ubi jalar ungu sebagai pewarna preparat squash akar bawang merah. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(1), 46–55.
<https://doi.org/10.31932/jpbio.v5i1.571>
- Darmakusuma, D., Ola, P. D., Manu, A. K. A., Karyawati, A. T., & Amalo, D. (2022). Pengembangan formulasi dasar sediaan praktis pewarna alami merah berbasis biji pinang (*Areca catechu*) untuk tenun ikat. *Jurnal Biotropikal Sains*, 19(1), 20–26.
- Engelen, A., & Nurhafnita. (2015). Sari kunyit (*Curcuma domestica*) sebagai pewarna alami. *Jurnal Techopreneur*, 6(2), 49–54. <https://doi.org/10.30869/jtech.v6i2.194>
- Hakim, M. L. (2019). *Pengaruh lama pemeraman dalam proses fermentasi kulit kacang tanah amoniasi menggunakan starter Aspergillus niger terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin* [Skripsi, Universitas Diponegoro].
- Hanum, E. L., Purwianingsih, W., Atikah, T., Herlina, I., Yani, R., & Peniasiani, D. (2009). *Biologi 2*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Herdianawati, S., Fitrihidajati, H., & Purnomo, T. (2013). Pengembangan lembar kegiatan siswa (LKS) inkuiri berbasis berpikir kritis pada materi biogeokimia kelas X. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 2(1), 99–102.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/1626/1182>
- Mauseth, J. D. (1988). *Plant anatomy*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Noor, R., Tika, N. Y., & Agustina, P. (2020). Preparat jaringan tumbuhan dengan menggunakan pewarna alami sebagai media belajar jaringan tumbuhan praktikum biologi sel. *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian LPPM UM Metro*, 5(2), 136–147. <https://doi.org/10.24127/jlpp.v5i2.1547>
- Nurwanti, M., Budiono, J. D., & Pratiwi, R. P. (2013). Pemanfaatan filtrat daun muda jati sebagai bahan pewarna alternatif dalam pembuatan preparat jaringan tumbuhan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 2(1), 73–76.
<https://core.ac.uk/download/pdf/230676781.pdf>
- Ode, A., Sampulawa, S., & Hulopi, F. (2022). Pemanfaatan ekstrak kunyit (*Curcuma domestica* Val.) sebagai pewarna alami pembuatan preparat awetan jaringan tumbuhan dalam praktikum biologi sel. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 756–766.
<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.5979>

- Oktaviani, D. N., Santoso, H., & Noor, R. (2019). Perbandingan larutan buah pinang (*Areca catechu* L.) dan daun sirih hijau (*Piper betle* L.) terhadap kejelasan jaringan hati sebagai alternatif pewarna alami preparat jaringan sebagai sumber belajar biologi. *Bioedulock*, 1(1), 50–58.
- Sa'diyah, R. A. (2015). Penggunaan filtrat kunyit (*Curcuma domestica* Val.) sebagai pewarna alternatif jaringan tumbuhan pada tanaman melinjo (*Gnetum gnemon*). *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 4(1), 765–769.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/10932>
- Saati, E. A., Wachid, M., Nurhakim, M., Winarsih, S., & Rohman, M. L. A. (2019). *Pigmen sebagai zat pewarna dan antioksidan alami: Identifikasi pigmen bunga, pembuatan produknya serta penggunaannya*. UMM Press.
- Solehah, G. H. (2024). Penerapan kunyit sebagai indikator asam-basa dalam pembelajaran sains di Madrasah Ibtidaiyah Ihya Ulumiddin Banjarmasin: Perspektif siswa. *Bilangan: Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumihan dan Angkasa*, 2(6), 131–143.
<https://doi.org/10.62383/bilangan.v2i6.350>
- Suheryanto, & Dwi. (2010). Optimalisasi celupan ekstrak daun mangga pada kain batik katun dengan iring kapur. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia Proses*. Universitas Diponegoro. <http://eprints.undip.ac.id/28057/>
- Sutara, P. K. (2016). *Penuntun praktikum struktur dan anatomi tumbuhan*. Universitas Udayana.
- Tan, W. H., Lee, Y. L., & Cheong, P. S. (2016). Turmeric as an indicator for acid-base reactions. *Journal of Chemical Education*, 93(4), 706–710.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00987>
- Tika, N. Y. (2020). *Uji kejelasan preparat jaringan akar bawang merah (Allium ascalonicum L.) dengan variasi lama perendaman dalam larutan buah murbei (Morus alba L.) sebagai media belajar jaringan tumbuhan* [Tesis, Universitas Muhammadiyah Metro]. Eprints UM Metro. <https://eprints.ummetro.ac.id/297/>