



## Anatomy and Histochemistry of Alliaceae and Iridaceae Species: Quality Control of Traditional Medicine Raw Materials

Anatomi dan Histokimia spesies Alliaceae dan Iridaceae: Kontrol Kualitas Bahan Baku Obat Tradisional

Reny Syahrani<sup>1</sup>, Abdul Halim Umar<sup>1\*</sup>, Nur Afiah Ramadhani Halim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Pharmaceutical Biology, Faculty of Health Sciences, University of Almarisah Madani, Perintis Kemerdekaan Street Km. 13.7, Paccerrakkang, Biringkanaya, Makassar 90242, South Sulawesi, Indonesia

\*Corresponding author: [ahuhlim76@yahoo.com](mailto:ahuhlim76@yahoo.com); (+62)85242868483

Received September 8, 2023; Accepted February 15, 2024; Available online February 28, 2024

### ABSTRACT

Alliaceae (*Allium cepa* and *Allium ascalonicum*) and Iridaceae (*Eleutherine bulbosa*) are widely used as spices, condiments, and traditional medicine. These three species are vulnerable to adulteration because they are morphologically similar in shape and colour. This study aims to identify and authenticate the three samples through anatomical and histochemical approaches. Anatomical and histochemical analyses were performed on fresh sections of the bulbs samples according to standard anatomical procedures with a razor blade and identification of the main compound groups using specific reagents. Anatomically, the three samples had similar patterns and cell organelles (cell nucleus, cytoplasm, and cell wall). Histochemical techniques identified the presence of alkaloids, phenolics, lipophilics, and terpenoids groups. Histochemical techniques can be applied in identifying the compound groups of the three samples and can be used as an alternative in testing the quality control of traditional medicine raw materials.

**Keywords:** *Allium cepa*, *Allium ascalonicum*, *Eleutherine bulbosa*, traditional medicine, standardisation

### ABSTRAK

Alliaceae (*Allium cepa* dan *Allium ascalonicum*) dan Iridaceae (*Eleutherine bulbosa*) banyak digunakan sebagai rempah, bumbu, serta obat tradisional. Ketiga spesies ini, rentan terhadap pemalsuan karena secara morfologi memiliki bentuk dan warna yang mirip. Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi dan autentikasi ketiga sampel tersebut melalui pendekatan anatomi dan histokimia. Analisis anatomi dan histokimia dilakukan pada sayatan segar bulbus sesuai prosedur standar anatomis dengan silet dan identifikasi golongan senyawa utama menggunakan pereaksi spesifik. Secara anatomi, ketiga sampel memiliki pola dan organel sel (inti sel, sitoplasma, dan dinding sel) yang sama. Teknik histokimia mengidentifikasi adanya golongan alkaloid, fenolik, lipofilik, dan terpenoid. Teknik histokimia dapat diaplikasikan dalam mengidentifikasi golongan senyawa ketiga sampel dan dapat dijadikan alternatif dalam pengujian kontrol kualitas bahan baku obat tradisional.

**Kata Kunci:** *Allium cepa*, *Allium ascalonicum*, *Eleutherine bulbosa*, obat tradisional, standarisasi

### PENDAHULUAN

Bawang merah atau *Allium cepa* var. *Aggregatum* (Alliaceae) secara lokal dimanfaatkan sebagai bumbu dan obat tradisional, seperti antimikroba, antiplatelet, antikanker, antidiabetik,

antihiperkolesterolemia, dan antioksidan (Chakraborty et al., 2022; M. Kumar et al., 2022). Bawang bombay merah atau *Allium ascalonicum* (Alliaceae), memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba, antifungi, diabetes mellitus, dan anti kanker (Raeisi et al., 2016; Moldovan et al., 2022).

Senyawa dengan kandungan sulfur (alil trisulfida, alil sistein, dan dialil sulfida) dan flavonoids paling banyak dilaporkan untuk kedua spesies *Allium* tersebut (Raeisi et al., 2016; Chakraborty et al., 2022; Moldovan et al., 2022). Selain bawang merah dan bombay merah, secara morfologi terdapat spesies yang sangat mirip dengan kedua tanaman tersebut, namun berbeda family yaitu bawang dayak atau *Eleutherine bulbosa* (Iridaceae). Tanaman ini, secara tradisional digunakan untuk mengobati diabetes, kanker payudara, hipertensi, dan stroke dengan senyawa utama, antara lain: naftalen, antakuinon, naftakuinon, dan senyawa volatil organosulfur (Destanoglu, 2022; Kamarudin et al., 2022).

Pemalsuan adalah resiko untuk produk berharga dari ketiga sampel tersebut. Bubuk bawang merah berpotensi dipalsukan dengan jenis spesies yang lain, seperti bawang bombay merah dan bawang dayak, kemungkinan ini sangat besar karena secara morfologi sangat mirip dengan kedua spesies tersebut. Kerentanan seperti penurunan hasil panen dan fluktuasi harga dapat menjadi insentif bagi oknum yang tidak bertanggungjawab untuk memalsukan produk-produk tersebut. Pencampuran untuk mengurangi kadar dari salah satu bahan tersebut telah dilaporkan, yaitu campuran cabe merah, bawang merah, dan bawang putih (Kim & Baik, 2016), dan campuran beberapa jenis bawang (Lee et al., 2017). Pemalsuan bawang paling mungkin terjadi dengan spesies lain dalam bentuk bubuk/serbuk (Kadam et al., 2013; Saviano et al., 2019). Proses penyimpanan yang berbeda dari berbagai varietas bawang merah juga dapat mempengaruhi kandungan metabolit sekundernya (Saviano et al., 2019).

Standardisasi dan kontrol kualitas produk tersebut merupakan tantangan utama dalam meningkatkan kualitas dan keamanannya, sehingga diperlukan teknik analisis yang dapat diterima, efisien, dan murah untuk memvalidasinya. Penerapan berbagai teknik karakterisasi seperti anatomi dan histokimia merupakan teknik yang lebih umum dikenal dalam evaluasi dan kontrol kualitas beberapa bahan pangan, bumbu, rempah-rempah, dan herbal medisn (Umar et al., 2021a, 2021b; P. Kumar et al., 2022; Syahrini et al., 2023). Metode kombinasi anatomi dan histokimia untuk identifikasi pemalsuan sampel *A. cepa*, *A. ascalonicum*, dan *E.*

*bulbosa* belum pernah dilaporkan sebelumnya. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui tindakan pencegahan pemalsuan dari ketiga sampel tersebut, baik dari segi pemanfaatannya sebagai bumbu atau obat herbal, dalam bentuk segar maupun bentuk serbuk simplisia. Analisis anatomi dan histokimia menggunakan mikroskop cahaya harus dieksplorasi untuk mengevaluasi pengendalian kualitas bawang merah, bawang bombay merah, dan bawang dayak karena efektif, mudah, dan membutuhkan persiapan sampel yang minimal. Secara umum, tujuan dari penelitian ini yaitu penerapan teknik anatomi dan histokimia untuk identifikasi tahap awal terkait pola persamaan dan perbedaan struktur anatomi serta golongan metabolit (kualitatif) utama dari ketiga sampel segar yang digunakan.

## METODE

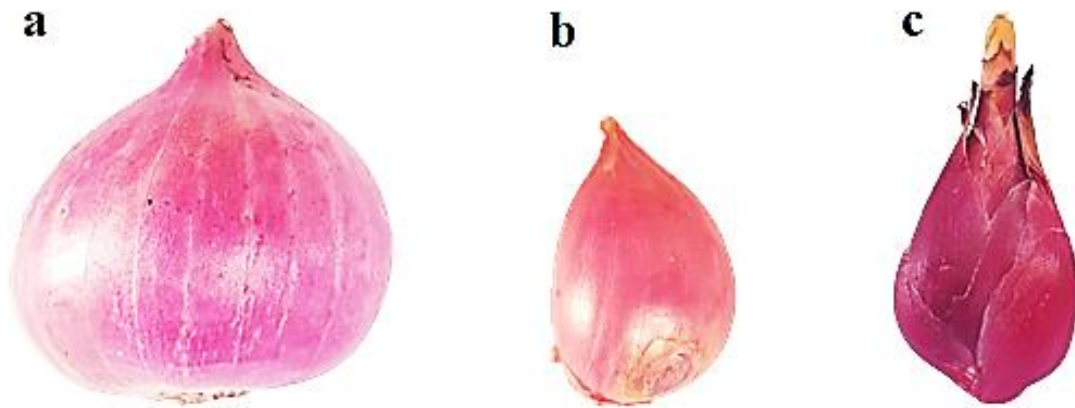
### 1. Uji anatomi dan histokimia

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: *Allium ascalonicum*, *Allium cepa* var. *Aggregatum*, dan *Eleutherine bulbosa*. Morfologi umbi lapis (bulbus) ketiga sampel bawang tersebut tersaji pada **Gambar 1a–c**. Sampel uji diperoleh dari daerah Malino (1.500 mdpl), Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Sampel ditanam dengan sistem konvensional (bedengan) yang dipanen pada kisaran umur 3 bulan setelah masa tanam (Januari–Februari).

### 2. Prosedur pengamatan mikroskopik

Sampel segar disayat menggunakan silet, sesuai dengan prosedur anatomi. Hasil sayatan diletakkan pada medium air:gliserin (1:1 v/v) 30% (P & G Chemicals, Buona Vista, Singapura) pada kaca objek, kemudian ditutup dengan kaca penutup. Semua preparat diamati di bawah mikroskop cahaya Olympus CX23Led (Olympus Corporation, Tokyo, Jepang), dan dokumentasi gambar menggunakan OptiLab Viewer® ver: 2.1.

Pereaksi spesifik (Merck, Darmstadt, Jerman) (**Tabel 1**) digunakan untuk memverifikasi golongan senyawa utama pada sampel. Semua uji histokimia dilakukan tiga kali untuk mengkonfirmasi kebenaran setiap uji yang dilakukan.



**Gambar 1.** Morfologi bulbus dari *A. ascalonicum* (a), *A. cepa* var. *Aggregatum* (b), dan *E. bulbosa* (c)

**Tabel 1.** Pereaksi spesifik yang digunakan untuk mengidentifikasi golongan senyawa utama pada sampel *A. cepa*, *A. ascalonicum*, dan *E. bulbosa*.

Pereaksi	Metabolit	Reaksi positif	Sumber pustaka/acuan
Dragendorff dan Wagner	Alkaloid	Kuning keemasan/jingga dan Merah kecoklatan	(Brechú-Franco et al., 2016; Furr & Mahlberg, 1981)
Besi klorida	Fenolik	Hitam kehijauan atau hitam	(Johansen, 1940)
Sudan III	Lipofilik	Jingga	(Boix et al., 2012; Sass, 1951)
NADI	Minyak esensial dan terpenoid	Biru dan ungu	(David & Carde, 1964)
Magnesium asetat	Terpenoid	Merah kecoklatan atau coklat kekuningan	(Harborne, 1998)

## HASIL & PEMBAHASAN

### 1. Pengamatan anatomi

Sel pada *A. cepa* (Gambar 2a, 2b), *A. ascalonicum* (Gambar 2c, 2d), dan *E. bulbosa* (Gambar 2e, 2f), memiliki pola dan struktur yang sama. Perbedaan hanya teridentifikasi pada ukuran, bentuk, dan jumlah selnya. *A. cepa* dan *A. ascalonicum* (Gambar 2a, 2c) memiliki ukuran sel dan bentuk kotak yang tidak seragam, sedangkan *E. bulbosa* (Gambar 2e) bentuk dan ukurannya lebih seragam. Sel epidermis terbanyak, secara berurutan dimiliki oleh *A. cepa*, *E. bulbosa*, dan *A. ascalonicum*. Pada epidermis ketiga sampel sayatan paradermal segar tersebut teridentifikasi inti sel, dinding sel, dan sitoplasma. Ketiga organel sel tersebut umum ditemukan pada *Allium* sp. (Assani et al., 2009; Ślusarczyk et al., 2015). Sitoplasma pada *Allium* sp., umumnya berfungsi sebagai pengatur kinetika dehidrasi osmotik (Assani et al., 2009).

### 2. Hasil uji histokimia

#### a. Alkaloid

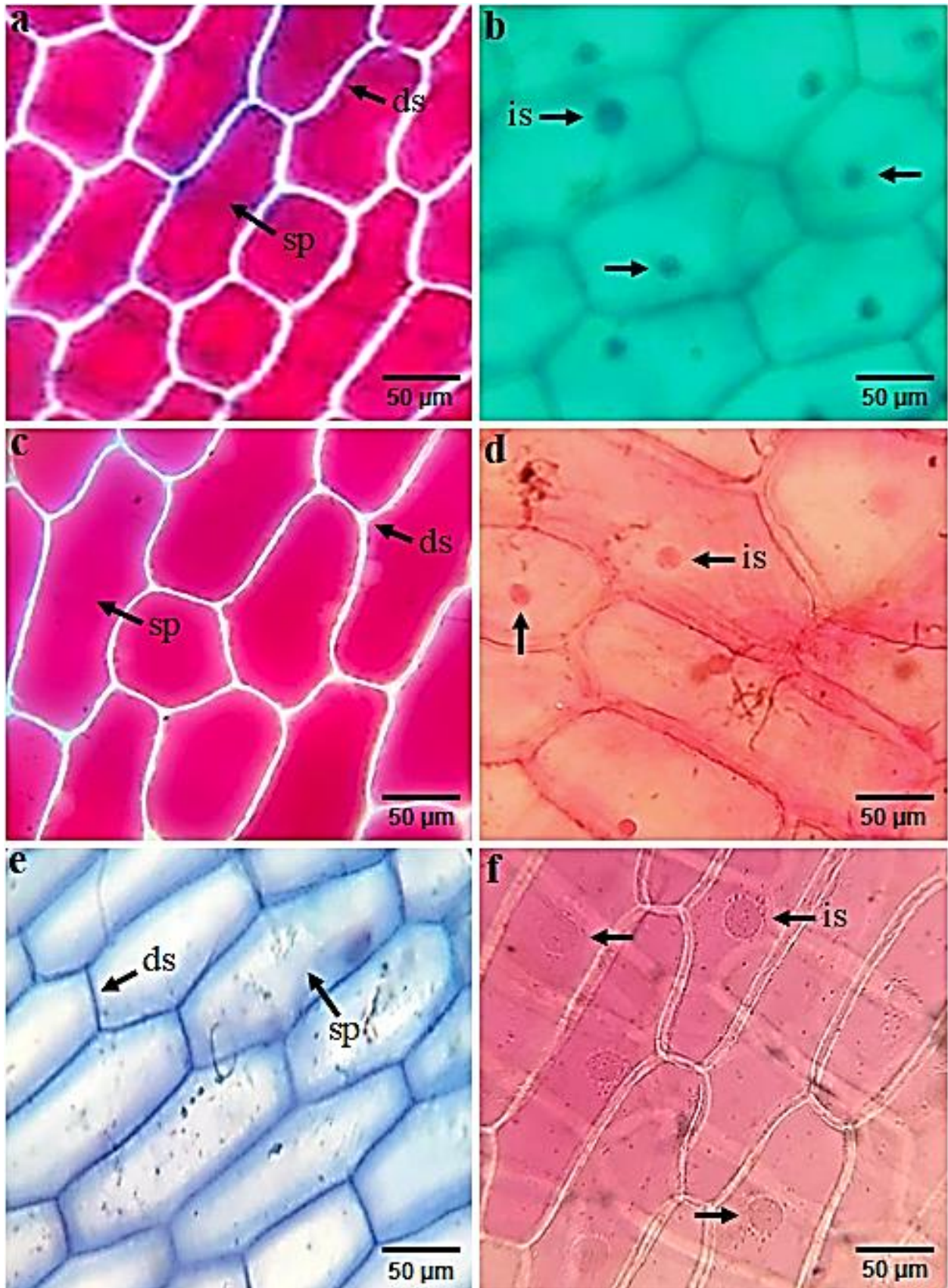
Uji alkaloid menggunakan pereaksi *Dragendorff* pada sayatan paradermal *A. cepa* (Gambar 3a), *A.*

*ascalonicum* (Gambar 3b), dan *E. bulbosa* (Gambar 3c) diidentifikasi pada sitoplasma dan dinding sel. Dengan pereaksi *Wagner*, senyawa ini juga terdapat pada sitoplasma dan dinding sel *A. cepa* (Gambar 3d), *A. ascalonicum* (Gambar 3e), dan *E. bulbosa* (Gambar 3f).

#### b. Fenolik

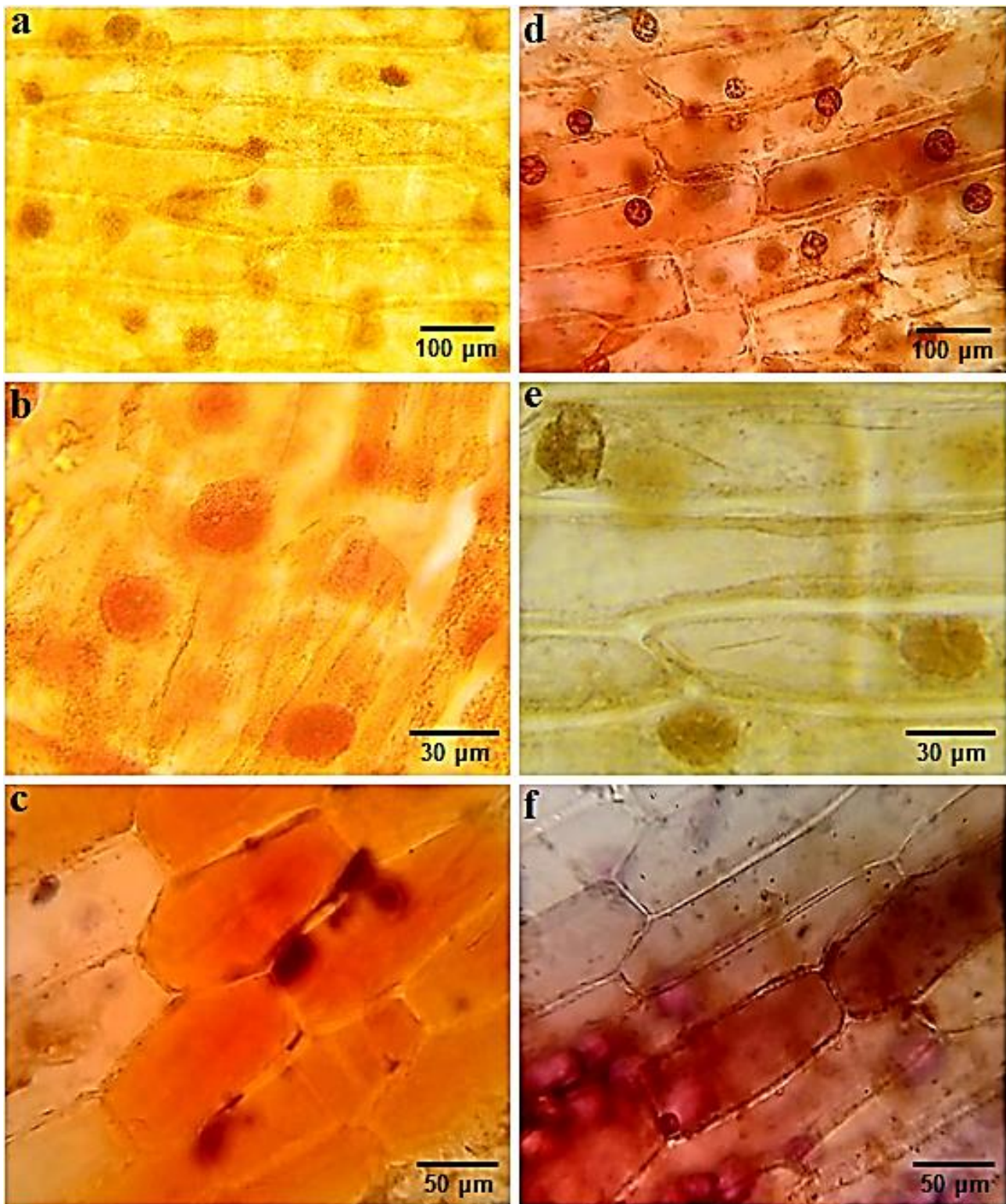
Sayatan paradermal ketiga sampel teridentifikasi adanya golongan fenolik. Pada *A. cepa*, senyawa ini teridentifikasi di dinding sel (Gambar 4a), sitoplasma pada *A. ascalonicum* (Gambar 4b), serta dinding sel pada *E. bulbosa* (Gambar 4c). Sitoplasma dilaporkan menjadi salah satu tempat akumulasi metabolit pada *Allium* sp. (Bora & Sharma, 2009). Golongan fenolik juga teridentifikasi pada ekstrak *Allium* sp. (Chakraborty et al., 2022; M. Kumar et al., 2022; Marrelli et al., 2019), *A. ascalonicum* (Moldovan et al., 2022), dan *E. bulbosa* (Kamarudin et al., 2021). Senyawa fenolik diakumulasi pada *Allium* sp., sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan, berupa stres osmotik dan kekeringan (Ghodke et al., 2020; Golubkina et al., 2023).



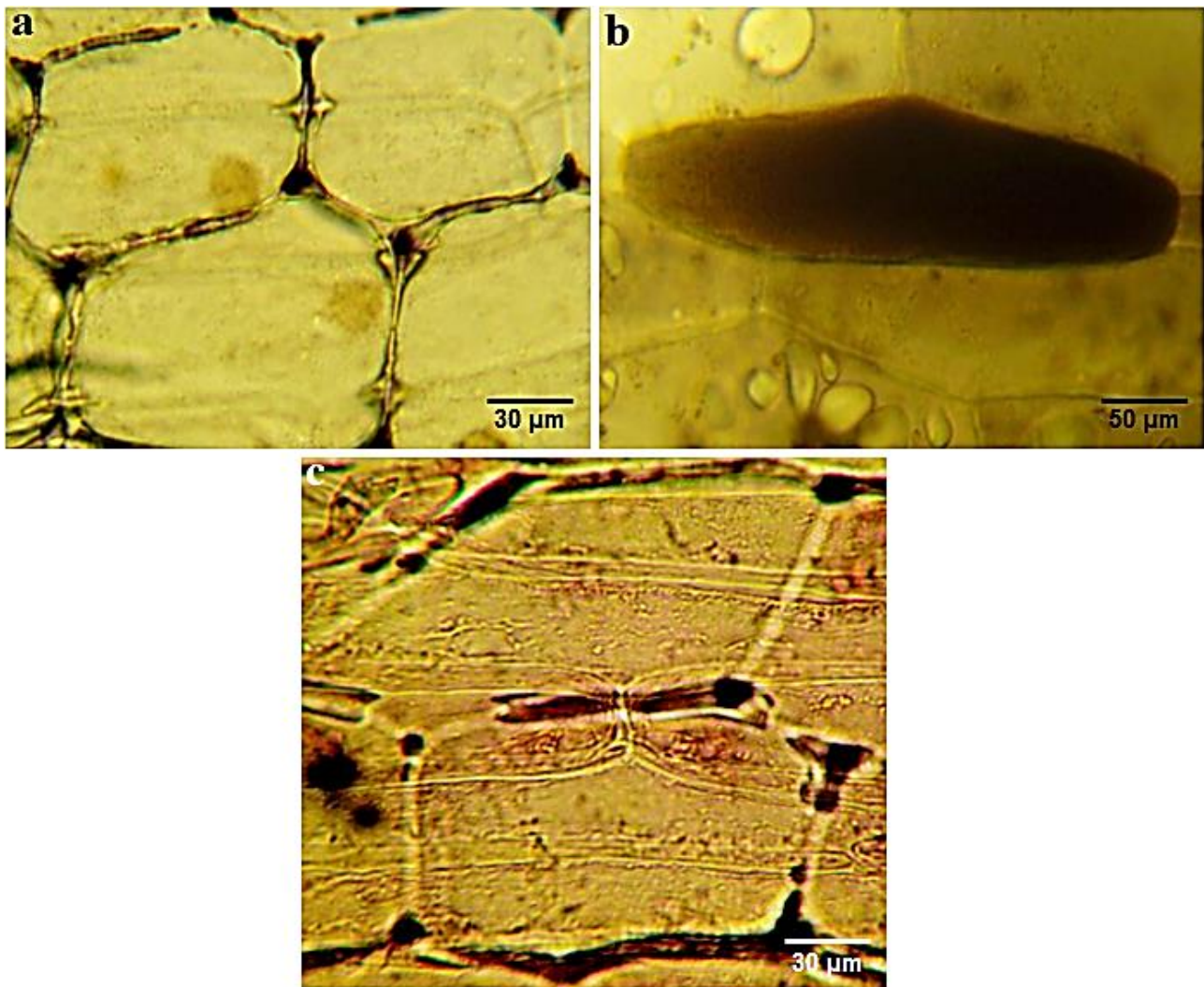


**Gambar 2.** Anatomi dari sayatan paradermal bulbus *A. cepa* (a dan b), *A. ascalonicum* (c dan d), dan *E. bulbosa* (e dan f). Inti sel, sitoplasma, dan dinding sel (tanda panah) pada epidermis teridentifikasi dari masing-masing sampel. Sayatan (a) menggunakan pereaksi safranin O (a, c, d, dan f), metilen biru (b dan e). Singkatan: is = inti sel, ds = dinding sel, sp = sitoplasma.





**Gambar 3.** Identifikasi golongan alkaloid pada *A. cepa* (a dan d), *A. ascalonicum* (b dan e), dan *E. bulbosa* (c dan f). Sayatan sampel yang positif mengandung alkaloid dengan menggunakan pereaksi *Dragendorff* (a–c) dan *Wagner* (d–f).



**Gambar 4.** Identifikasi golongan fenolik menggunakan pereaksi besi klorida. Fenolik teridentifikasi di dinding sel pada *A. cepa* (a), sitoplasma pada *A. ascalonicum* (b), dan dinding sel pada *E. bulbosa* (c).

### c. Lipofilik

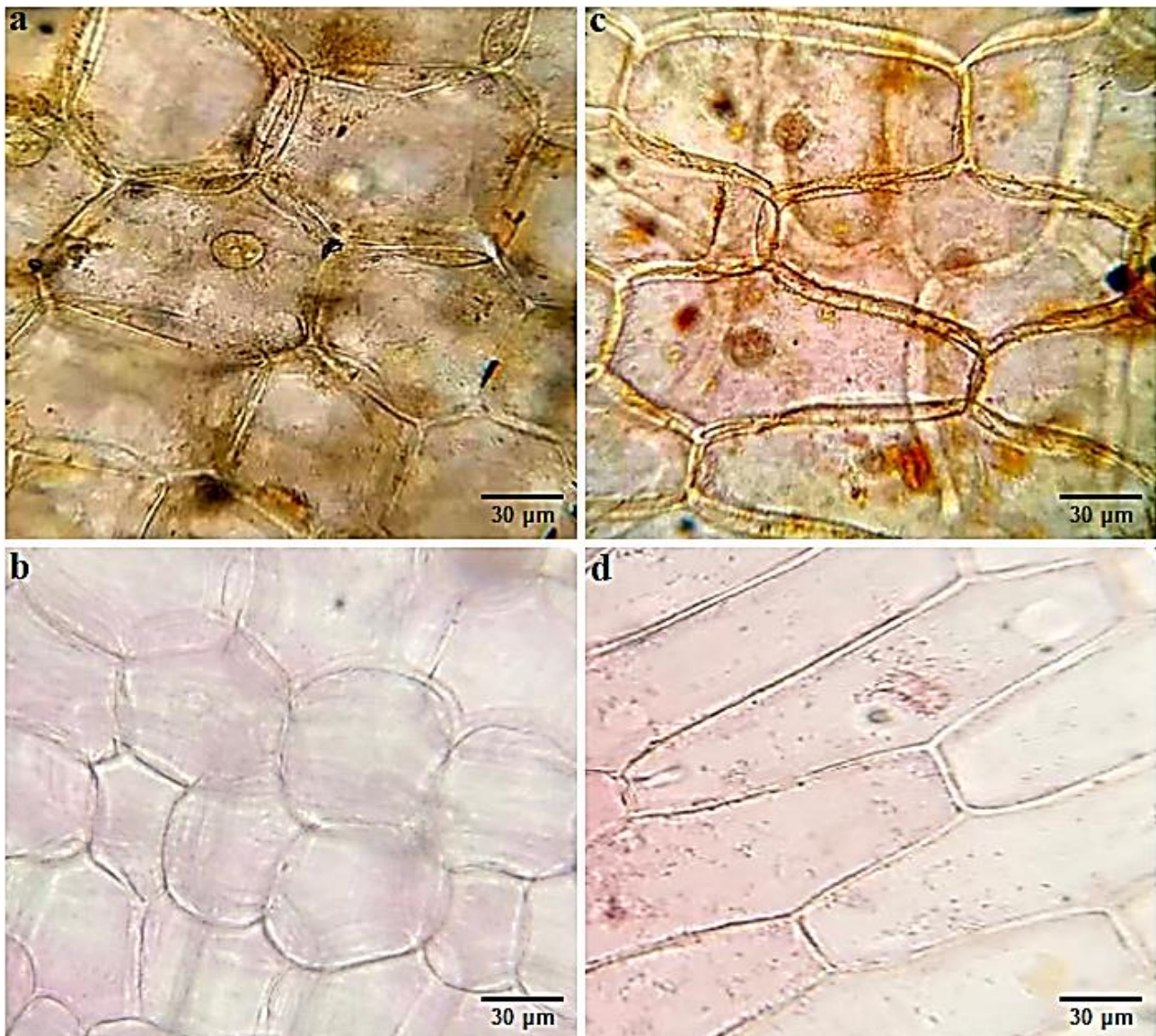
Lipofilik teridentifikasi di dinding sel pada sayatan paradermal *A. cepa* (**Gambar 5a**) dan *A. ascalonicum* (**Gambar 5b**). Senyawa lipofilik ini tidak teridentifikasi pada *E. bulbosa*. Namun, Kamaruddin et al. (2021, 2022) melaporkan adanya kandungan senyawa lipofilik pada ekstrak *E. bulbosa* dan *E. palmifolia*. Pereaksi Sudan III, yang memiliki gugus azo ( $-N=N-$ ) dan hidroksil (OH), digunakan untuk mengidentifikasi steroid, minyak, dan lemak (zat nonpolar) dalam sampel karena afinitasnya yang tinggi terhadap senyawa nonpolar, yang membentuk warna jingga. Rendahnya kadar senyawa dalam sampel, dapat menyebabkan tidak terdeteksinya senyawa tersebut. Di sisi lain, pereaksi yang digunakan dalam pengujian histokimia mungkin

spesifik untuk senyawa kimia tertentu saja (Oliveira et al., 2018; Syahrini et al., 2023).

### d. Terpenoid

Terpenoid teridentifikasi di sitoplasma dari *A. cepa* (**Gambar 6a**), *A. ascalonicum* (**Gambar 6b**), dan *E. bulbosa* (**Gambar 6c**). Senyawa ini juga teridentifikasi pada ekstrak *A. cepa* (Fernandes et al., 2020), *A. ascalonicum* (Raeisi et al., 2016), dan *E. bulbosa* (Kamarudin et al., 2022; Moldovan et al., 2022). Plastida, mitokondria, peroksisom, dan sitosol menjadi tempat biosintesis dari metabolit sekunder (Wu et al., 2021). **Tabel 2**, merangkum hasil identifikasi histokimia, kelompok senyawa, dan tempat akumulasinya pada sampel *A. cepa*, *A. ascalonicum*, dan *E. bulbosa*.



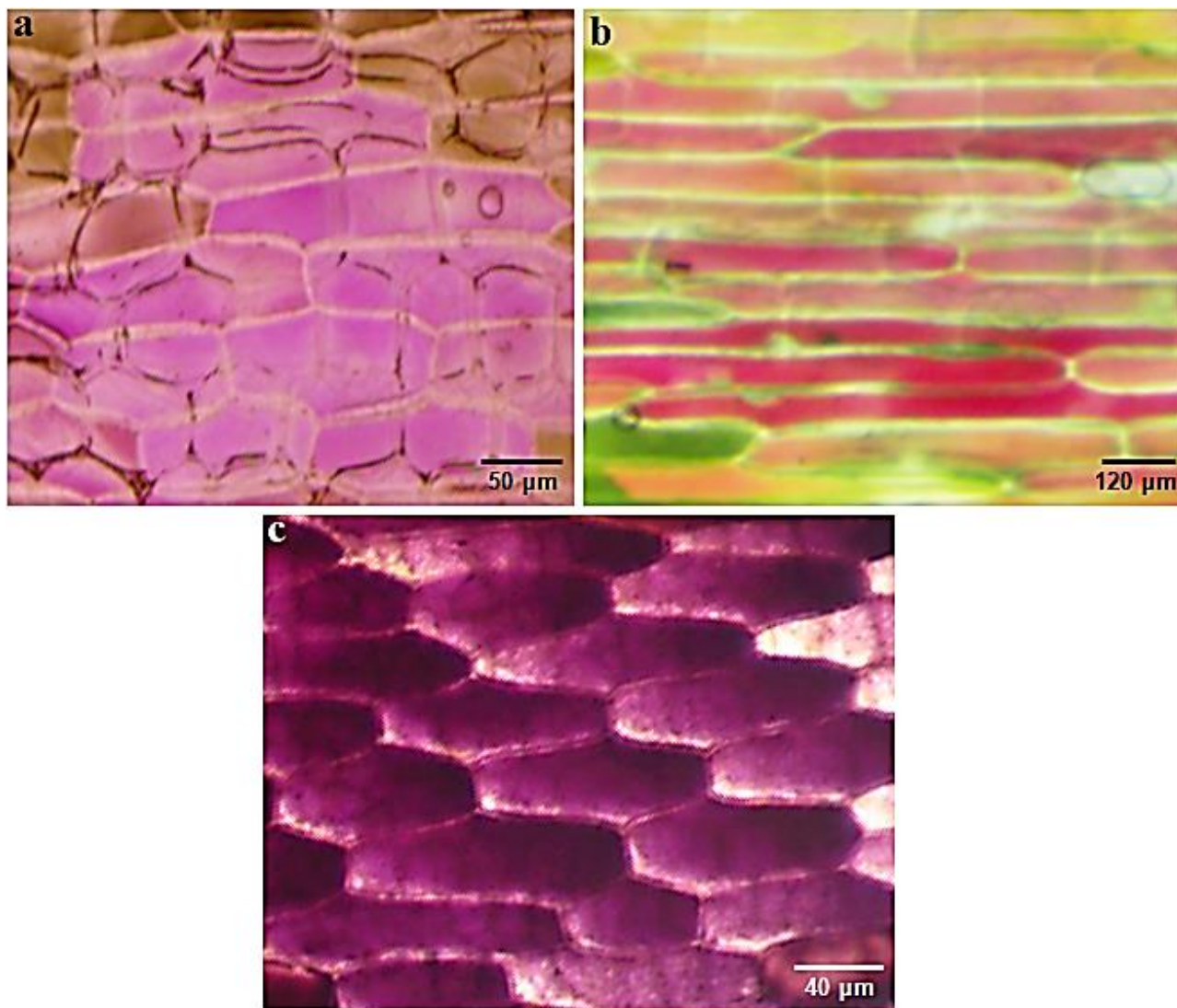


**Gambar 5.** Identifikasi golongan lipofilik menggunakan pereaksi Sudan III pada *A. cepa* (a) dan *A. ascalonicum* (b). Senyawa ini teridentifikasi di dinding sel dari kedua sayatan paredermal sampel.

**Tabel 2.** Reaksi histokimia sampel *A. cepa*, *A. ascalonicum*, dan *E. bulbosa*.

Pereaksi	Senyawa	Warna	Akumulasi	Spesies		
				<i>A. cepa</i>	<i>A. ascalonicum</i>	<i>E. bulbosa</i>
Dragendorff	Alkaloid	Kuning keemasan /jingga	Sitoplasma	+	+	+
			Dinding sel	+	+	+
Wagner	Alkaloid	Merah kecoklatan	Sitoplasma	+	+	+
			Dinding sel	+	+	+
Besi klorida	Fenolik	Hitam kehijauan atau hitam	Sitoplasma	-	+	-
			Dinding sel	+	-	+
Sudan III	Lipofilik	Jingga	Sitoplasma	-	-	-
			Dinding sel	+	+	-
NADI	Minyak esensial	Biru	Sitoplasma	-	-	-
			Dinding sel	-	-	-
Magnesium asetat	Terpenoid	Ungu	Sitoplasma	+	+	+
			Dinding sel	-	-	-
	Terpenoid	Merah kecoklatan atau coklat kekuningan	Sitoplasma	-	-	-
			Dinding sel	-	-	-

+ = reaksi positif, - = reaksi negatif



**Gambar 6.** Identifikasi golongan terpenoid menggunakan pereaksi NADI. Senyawa ini teridentifikasi pada sitoplasma yang ditandai dengan warna ungu dari *A. cepa* (a), *A. ascalonicum* (b), dan *E. bulbosa* (c).

## KESIMPULAN

Semua sampel secara anatomi memiliki organel sel (inti sel, sitoplasma, dan dinding sel) yang sama, namun ukuran, bentuk, dan jumlah selnya berbeda. *A. cepa* dan *A. ascalonicum* memiliki ukuran sel dan bentuk kotak yang tidak seragam, sedangkan *E. bulbosa* lebih seragam. Secara histokimia, dinding sel dan sitoplasma dari sampel *Allium* sp. mengakumulasi alkaloid, fenolik, lipofilik, dan terpenoid, sedangkan *E. bulbosa*, hanya mengandung alkaloid, fenolik, dan terpenoid.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assani, A., Moundanga, S., Beney, L., & Gervais, P. (2009). Vesicle formation in the membrane of onion cells (*Allium cepa*) during rapid osmotic dehydration. *Annals of Botany*, 104(7), 1389–1395. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp256>
- Boix, Y. F., Victório, C. P., Defaveri, A. C. A., Arruda, R. D. C. D. O., Sato, A., & Lage, C. L. S. (2012). Glandular trichomes of *Rosmarinus officinalis* L.: Anatomical and phytochemical analyses of leaf volatiles. *Plant Biosystems*, 145(4), Article 4. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.584075>
- Bora, K. S., & Sharma, A. (2009). Phytoconstituents and therapeutic potential of *Allium cepa* Linn.– A review. *Pharmacognosy Reviews*, 3(5), 170–180.
- Brechú-Franco, A. E., Laguna-Hernández, G., De la Cruz-Chacón, I., & González-Esquinca, A. R. (2016). In situ histochemical localisation of alkaloids and acetogenins in the endosperm and embryonic axis of *Annona macrophyllata* Donn. Sm. Seeds during germination. *European Journal of Histochemistry*, 60(1), Article 1. <https://doi.org/10.4081/ejh.2016.2568>
- Chakraborty, A. J., Uddin, T. M., Matin Zidan, B. M. R., Mitra, S., Das, R., Nainu, F., Dhama, K., Roy, A., Hossain, M. J., Khusru, A., & Emran, T. B. (2022). *Allium cepa*: A treasure of bioactive phytochemicals with prospective health benefits. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, 4586318. <https://doi.org/10.1155/2022/4586318>



- David, R., & Carde, J. (1964). Histochemie—Coloration differentielle des inclusions lipidiques et terpeniques des pseudophylles du pin maritime au moyen du reactif Nadi. *Comptes Rendus Hebdomadaires Dês Séances de l'Academie Dês Sciences Paris*, 258, 1338–1340.
- Destanoglu, O. (2022). Discrimination and authentication of geographical origin of Turkish Taşköprü garlic by investigating volatile organosulfur compound profiles and multivariate analyses. *Turkish Journal of Chemistry*, 46(4), 1152–1163. <https://doi.org/10.55730/1300-0527.3423>
- Fernandes, S., Gois, A., Mendes, F., Perestrelo, R., Medina, S., & Câmara, J. S. (2020). Typicality assessment of onions (*Allium cepa*) from different geographical regions based on the volatile signature and chemometric tools. *Foods*, 9(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/foods9030375>
- Furr, M., & Mahlberg, P. G. (1981). Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. *Journal of Natural Products*, 44(2), Article 2. <https://doi.org/10.1021/np50014a002>
- Ghodke, P., Khandagale, K., Thangasamy, A., Kulkarni, A., Narwade, N., Shirsat, D., Randive, P., Roylawar, P., Singh, I., Gawande, S. J., Mahajan, V., Solanke, A., & Singh, M. (2020). Comparative transcriptome analyses in contrasting onion (*Allium cepa* L.) genotypes for drought stress. *PLOS ONE*, 15(8), e0237457. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237457>
- Golubkina, N., Romanova, O., Romanov, V., Krivenkov, L., Shevchenko, T., Murariu, O. C., Vecchiotti, L., Hamburda, S. B., & Caruso, G. (2023). Varietal differences of yield, morphological, and biochemical parameters of *Allium cepa* L. under precipitation excess in different phenological phases. *Stresses*, 3(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/stresses3030038>
- Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis* (2nd ed.). Chapman & Hall.
- Johansen, D. A. (1940). *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Publications Book Company.
- Kadam, P. V., Yadav, K. N., Karjekar, F. A., Patel, F. A., Patidar, M. K., & Patil, M. J. (2013). Pharmacognostic, phytochemical and physicochemical studies of *Allium sativum* Linn. Bulb (Liliaceae). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4(9), 3524–3531.
- Kamarudin, A. A., Sayuti, N. H., Saad, N., Razak, N. A. A., & Esa, N. M. (2021). *Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb. Bulb: Review of the pharmacological activities and its prospects for application. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/ijms22136747>
- Kamarudin, A. A., Sayuti, N. H., Saad, N., Razak, N. A. A., & Esa, N. M. (2022). Induction of apoptosis by *Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb. Bulb extracted under optimised extraction condition on human retinoblastoma cancer cells (WERI-Rb-1). *Journal of Ethnopharmacology*, 284, 114770. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114770>
- Kim, J.-H., & Baik, S.-H. (2016). Molecular identification of economically motivated adulteration of red pepper powder by species-specific PCR of nuclear rDNA-ITS regions in garlic and onion. *Food Analytical Methods*, 9(12), 3287–3297. <https://doi.org/10.1007/s12161-016-0519-1>
- Kumar, M., Barbhai, M. D., Hasan, M., Punia, S., Dhupal, S., Radha, Rais, N., Chandran, D., Pandiselvam, R., Kothakota, A., Tomar, M., Satankar, V., Senapathy, M., Anitha, T., Dey, A., Sayed, A. A. S., Gadallah, F. M., Amarowicz, R., & Mekhemar, M. (2022). Onion (*Allium cepa* L.) peels: A review on bioactive compounds and biomedical activities. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 146, 112498. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112498>
- Kumar, P., Bhushan, A., Gupta, P., & Gairola, S. (2022). Comparative morpho-anatomical standardization and chemical profiling of root drugs for distinction of fourteen species of family Apocynaceae. *Botanical Studies*, 63(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40529-022-00342-z>
- Lee, M.-S., Su, T.-Y., Lien, Y.-Y., & Sheu, S.-C. (2017). The development of loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assays for the rapid authentication of five forbidden vegetables in strict vegetarian diets. *Scientific Reports*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/srep44238>
- Marrelli, M., Amodeo, V., Statti, G., & Conforti, F. (2019). Biological properties and bioactive components of *Allium cepa* L.: Focus on potential benefits in the treatment of obesity and related comorbidities. *Molecules*, 24(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/molecules24010119>
- Moldovan, C., Frumuzachi, O., Băbăuță, M., Barros, L., Mocan, A., Carradori, S., & Crișan, G. (2022). Therapeutic uses and pharmacological properties of shallot (*Allium ascalonicum*): A systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 903686. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.903686>
- Oliveira, J. P. S., Hakimi, O., Murgu, M., Koblitz, M. G. B., Ferreira, M. S. L., Cameron, L. C., & Macedo, A. F. (2018). Tissue culture and metabolome investigation of a wild endangered medicinal plant using high definition mass spectrometry. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 134(1), Article 1. <https://doi.org/10.1007/s11240-018-1408-7>
- Raeisi, S., Sharifi-Rad, M., Quek, S. Y., Shabanpour, B., & Sharifi-Rad, J. (2016). Evaluation of antioxidant and antimicrobial effects of shallot (*Allium ascalonicum* L.) fruit and ajwain (*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague) seed extracts in semi-fried coated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets for shelf-life extension. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.064>
- Sass, J. E. (1951). *Botanical microtechnique* (2nd ed.). The Iowa State College Press; Constable & Co.
- Saviano, G., Paris, D., Melck, D., Fantasma, F., Motta, A., & Iorizzi, M. (2019). Metabolite variation in three edible Italian *Allium cepa* L. by NMR-based metabolomics: A comparative study in fresh and stored bulbs. *Metabolomics*, 15(8), 105. <https://doi.org/10.1007/s11306-019-1566-6>
- Ślusarczyk, J., Wierzbicka, M., Suchocki, P., & Kuraś, M. (2015). Ultrastructural changes in onion (*Allium cepa* L.) root tip meristem cells treated with selol and sodium selenate (IV). *Caryologia*, 68(4), 306–316. <https://doi.org/10.1080/00087114.2015.1109934>
- Syahrani, R., Umar, A. H., Todingbua, D., Semba, Y., Irmawati, D., & Ratnadewi, D. (2023). Morphology, anatomy, and histochemistry of three species of *Jatropha*: A contribution to plant recognition and selection. *Plant Biology*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1111/plb.13567>

- Umar, A. H., Ratnadewi, D., Rafi, M., Sulistyarningsih, Y. C., & Hamim, H. (2021a). Callus of *Curculigo latifolia* Dryand. Ex W.T.Aiton: Initiation, regeneration, secretory structure and histochemistry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 948(1), Article 1. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/948/1/012051>
- Umar, A. H., Ratnadewi, D., Rafi, M., Sulistyarningsih, Y. C., & Hamim, H. (2021b). Metabolite profiling, distribution of secretory structures, and histochemistry in *Curculigo orchioides* Gaertn. And *Curculigo latifolia* Dryand. Ex W.T.Aiton. *Turkish Journal of Botany*, 45(5), 421–439. <https://doi.org/10.3906/bot-2009-43>
- Wu, T., Kerbler, S. M., Fernie, A. R., & Zhang, Y. (2021). Plant cell cultures as heterologous bio-factories for secondary metabolite production. *Plant Communications*, 2(5), 100235. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2021.100235>

**Citation Format:** Syahruni, R., Umar, A. H., & Halim, N. A. R. (2024). Anatomy and Histochemistry of Alliaceae and Iridaceae Species: Quality Control of Traditional Medicine Raw Materials. *Jurnal Jamu Indonesia*, 9(1), 31–40. <https://doi.org/10.29244/jji.v9i1.309>