



**STRUKTUR ANATOMIS DAN UJI HISTOKIMIA  
KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose)  
ANATOMICAL STRUCTURE AND HISTOCHEMICAL TEST  
OF RED DRAGON FRUIT PEEL (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose)**

**Lily Atiqah Husna, Laurentius Hartanto Nugroho\***

Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jl Teknik Selatan, Sekip Utara Bulaksumur, Yogyakarta 55281

\*Corresponding author: hartantonugroho2005@ugm.ac.id

Naskah Diterima: 14 Desember 2021; Direvisi: 18 April 2023; Disetujui: 20 Juni 2023

**Abstrak**

Kulit buah naga memiliki potensi di berbagai bidang seperti obat-obatan, kosmetik, biopestisida, pewarna, dan perisa pada makanan. Hasil uji fitokimia sebelumnya membuktikan bahwa kulit buah naga merah mengandung senyawa metabolit sekunder. Namun, informasi mengenai struktur anatomis kulit buah naga dari spesies *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose serta analisis histokimianya masih belum ada. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengobservasi struktur anatomis kulit buah naga merah dan mengidentifikasi keberadaan serta menganalisis distribusi senyawa fenolik, flavonoid, tanin, alkaloid, dan terpenoid dengan uji histokimia. Metode penelitian terdiri atas pembuatan preparat awetan dengan metode *non-embedding* dan observasi struktur anatomis kulit buah naga merah, uji histokimia terhadap senyawa fenolik, flavonoid, tanin, alkaloid, dan terpenoid, dan analisis distribusi persebarannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur anatomis kulit buah naga merah terdiri atas bagian eksokarp (jaringan epidermis ganda dengan tipe permukaan cembung pada kulit secara umum dan berpapila pada epidermis atas sisik kulit buah) dan mesokarp (jaringan parenkim air kompak dan non kompak, sel lendir, kristal kalsium oksalat, sklereid, dan trakeid). Adapun senyawa metabolit sekunder yang ditemukan, yaitu fenolik yang terdistribusi pada trakeid, flavonoid pada struktur epidermis, dan alkaloid pada epidermis serta trakeid. Sebaliknya, senyawa tanin dan terpenoid tidak terdeteksi pada kulit buah naga merah.

**Kata Kunci:** Anatomi; *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose; Kulit buah; Metabolit sekunder; Uji histokimia

**Abstract**

Dragon fruit peel has potential in various fields such as medicine, cosmetics, biopesticides, dyes and food flavors. Previous phytochemical test results proved that red dragon fruit peel contains secondary metabolite compounds. However, information regarding the anatomical structure of dragon fruit peel from the species *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose and its histochemical analysis is still missing. This research was carried out with the aim of observing the anatomical structure of red dragon fruit peel and identifying the presence and analyzing the distribution of phenolic compounds, flavonoids, tannins, alkaloids and terpenoids using histochemical tests. The research method consisted of making preserved preparations using the *non-embedding* method and observing the anatomical structure of red dragon fruit peel, histochemical tests on phenolic compounds, flavonoids, tannins, alkaloids and terpenoids, and analyzing their distribution. The results of the research show that the anatomical structure of red dragon fruit peel consists of the exocarp (double epidermal tissue with a convex surface type on the peel in general and papillae on the upper epidermis of the fruit peel scales) and the mesocarp (compact and non-compact water parenchyma tissue, mucus cells, crystals calcium oxalate, sclereids and tracheids). The secondary metabolite compounds found were phenolics distributed in tracheids, flavonoids in the structure of the epidermis, and alkaloids in the epidermis and tracheids. In contrast, tannin and terpenoid compounds were not detected in the peel of red dragon fruit.

**Keywords:** Anatomy; Histochemical tests; *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose; Peel; Secondary metabolites

**Permalink/DOI:** <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v17i1.23602>

## PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang kaya oleh hasil pertanian dan perkebunannya. Salah satu tanaman buah yang dibudidayakan di Indonesia sejak 2000 adalah buah naga merah (Rahayu et al., 2019). Namun, konsumsi masyarakat terhadap buah naga terbatas pada daging buahnya saja, sehingga kulit buah naga masih menjadi limbah buangan. Limbah makanan seperti kulit buah naga menjadi isu pada saat ini karena peningkatan jumlah populasi manusia terus bertambah, sehingga jumlah produksi limbah makanan yang dihasilkan juga pasti bertambah. Berdasarkan data oleh United Nations Department of Economic and Social Affairs (2019), populasi manusia diperkirakan akan mengalami peningkatan dari 7,7 miliar jiwa pada tahun 2019 menjadi 9,7 miliar jiwa pada tahun 2050. Selain itu, menurut data yang dihimpun oleh Cheok et al. (2016), persentase perbandingan bagian daging, kulit, dan biji buah naga secara berturut-turut adalah 54–74%, 22–44%, dan 2–4%. Jika kulit buah naga tidak dimanfaatkan, maka sebanyak 22–44% bagian dari buah naga tersebut akan terbuang menjadi limbah. Namun, jika limbah makanan seperti kulit buah naga dimanfaatkan, maka limbah tersebut akan menghasilkan potensi ekonomi lebih untuk masyarakat.

Beberapa penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa kulit buah naga merah dari spesies *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose mengandung berbagai macam jenis senyawa metabolit sekunder. Berdasarkan hasil penelitian Manihuruk et al. (2017), terungkap bahwa kulit buah naga merah mengandung flavonoid, fenol, hidrokuinon, steroid, triterpenoid, saponin, dan tanin. Penelitian oleh Jawa La et al. (2020) juga mengungkapkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada kulit buah naga merah berdasarkan skrining fitokimia dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) adalah alkaloid, tanin, flavonoid, dan steroid dan berdasarkan penelitian lainnya, telah terbukti bahwa kelompok senyawa metabolit sekunder tersebut memiliki banyak potensi di berbagai bidang seperti, obat-obatan, kosmetik, parfum, insektisida atau biopestisida, pewarna, perisa, dan pemberi aroma pada makanan (Chiocchio et al., 2021; Pagare et al., 2015).

Penelitian yang berkaitan dengan kajian potensi kulit buah naga banyak menggunakan metode uji fitokimia. Namun, kajian mengenai struktur anatomis dan uji histokimia pada kulit buah naga merah khususnya pada spesies *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose belum ditemukan. Sejauh ini, kajian struktur anatomis pada buah naga hanya dilakukan pada spesies *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose. Menurut Almeida et al. (2018), struktur anatomis buah naga dari spesies *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose terdiri atas bagian eksokarp, mesokarp, endokarp, dan daging buah. Bagian eksokarp tersusun atas epidermis tunggal berstomata. Bagian mesokarp tersusun atas hipodermis kolenkim, parenkim kompak dengan sel parenkim penyusun isodiametris yang berukuran besar dengan beberapa ruang sekretori yang memproduksi lendir dan berkas pengangkut yang kecil. Pada sebelah dalam jaringan parenkim kompak, terdapat zona berkas pengangkut besar. Lapisan ini dikelilingi oleh jaringan parenkim non kompak yang terdiri atas sel parenkim penyusun dengan diameter yang lebih kecil, serta bagian endokarp yang tersusun atas bagian epidermis internal yang berasal dari epidermis internal ovarium. Adapun bagian daging buah tersusun atas kombinasi antara funikulus, endokarp, dan beberapa lapis area mesokarp terdalam yang mengalami pelebaran dan telah mengalami kerusakan (Almeida et al., 2018). Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengobservasi struktur anatomis, mengidentifikasi, dan menganalisis distribusi senyawa terpenoid, fenolik, flavonoid, tanin, dan alkaloid pada kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) secara deskriptif dan kualitatif.

## MATERIAL DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam observasi struktur anatomis kulit buah naga *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose di antaranya adalah toples kaca, botol flakon, gelas benda, gelas penutup, cawan petri, pipet tetes, nampan, kotak penyimpanan preparat, pisau kater, pensil, kuas, mikrotom geser Reichert dan Shibuya, mikroskop cahaya binokuler BOECO Germany, kamera Optilab Miconos, dan laptop yang dilengkapi dengan aplikasi Optilab versi 2.2 (Sutikno, 2016). Adapun alat-alat yang digunakan dalam uji histokimia pada kulit buah naga antara lain flakon, gelas benda, gelas penutup, gelas beker, gelas Erlenmeyer, batang pengaduk gelas, kuas, pipet ukur, pipet

tetes, silet Gillete, mikroskop cahaya binokuler BOECO Germany, kamera Optilab Miconos, dan laptop yang dilengkapi dengan aplikasi Optilab versi 2.2.

Bahan-bahan yang digunakan untuk mengobservasi struktur anatomis kulit buah naga di antaranya adalah kulit buah naga merah *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose, alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 95%, dan alkohol 100%, campuran alkohol/xilol dengan perbandingan 3:1, 1:1, dan 1:3, pewarna Safranin 1% dalam alkohol 70%, medium penutup kanada balsam, tisu, dan label (Sutikno, 2016). Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam uji histokimia pada kulit buah naga di antaranya kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) yang didapatkan dari toko buah, akuades, reagen Baljet, reagen Dragendorf, potassium dikromat 10%, FeCl<sub>3</sub> bubuk, NaOH 10%, dan akuades (Gabe, 1968; Ilmiah et al., 2018; Evans, 2009).

### **Observasi Struktur Anatomis Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose)**

Pembuatan preparat struktur anatomis kulit buah naga dilakukan dengan metode *non-embedding*. Menurut Sutikno (2016), metode ini terdiri atas tahap fiksasi, pengirisan sampel, pewarnaan, dehidrasi dan dealkoholisasi, penutupan (*mounting*), pengamatan preparat dengan mikroskop serta dokumentasi dengan kamera Optilab. Tahap-tahap pembuatan preparat dengan metode *non-embedding* diuraikan sebagai berikut.

#### ***Fiksasi***

Sampel kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) dipotong menjadi lembar yang lebih kecil. Potongan kulit buah naga dibentuk dengan arah potongan melintang, membujur, dan potongan sisik kulit buah naga secara melintang. Potongan kulit dan sisik kulit buah naga difiksasi dengan cara merendam kulit buah naga dalam alkohol 70%.

#### ***Pengirisan***

Proses pengirisan kulit buah naga dilakukan setelah kulit buah naga difiksasi. Proses pengirisan dilakukan dengan menggunakan mikrotom geser Riechert dan Shibuya dengan ketebalan 15 µm. Irisan kulit buah naga melintang dan membujur serta irisan sisik kulit buah naga melintang yang teriris dipindahkan ke dalam cawan petri berisikan alkohol 70% menggunakan kuas. Irisan sampel kulit buah naga melintang, membujur, dan sisik kulit buah naga melintang dipilih masing-masing 10 sampel terbaik melalui pengamatan dengan mikroskop. Kemudian sampel dengan tiga penampang berbeda tersebut disimpan di dalam botol flakon yang berisikan alkohol 70% yang telah diberi label.

#### ***Pewarnaan***

Irisan sampel yang telah dipilih diwarnai dengan pewarna Safranin 1% dalam alkohol 70%. Proses pewarnaan dilakukan dengan cara larutan alkohol 70% yang ada di dalam flakon dibuang dan diganti dengan pewarna Safranin 1% dalam alkohol 70% dengan pipet tetes. Proses pewarnaan dilakukan selama 24 jam dalam suhu ruang.

#### ***Dehidrasi dan Dealkoholisasi***

Proses dehidrasi dilakukan setelah proses pewarnaan selama 24 jam. Cairan pewarna Safranin 1% dalam alkohol 70% dalam flakon dibuang ke gelas limbah dan diganti dengan alkohol bertingkat dimulai dari konsentrasi 70, 80, 95, dan 100% sebanyak dua kali dan didiamkan masing-masing selama 10 menit secara berturut-turut. Cairan alkohol tersebut pada konsentrasi tertentu dibuang ke dalam gelas limbah dan diganti dengan alkohol dengan konsentrasi berikutnya.

Setelah proses dehidrasi, dilanjutkan dengan proses dealkoholisasi. Proses dealkoholisasi dilakukan dengan cara mengganti alkohol 100% dengan campuran alkohol/xilol bertingkat, dimulai dengan perbandingan konsentrasi alkohol/xilol 3:1, dilanjutkan dengan perbandingan konsentrasi 1:1, dan diakhiri dengan perbandingan konsentrasi 1:3. Campuran alkohol/xilol masing-masing perbandingan konsentrasi didiamkan selama 10 menit. Setelah 10 menit, campuran alkohol/xilol dibuang dan diganti dengan campuran alkohol/xilol dengan perbandingan konsentrasi berikutnya. Setelah itu, dilanjutkan dengan perendaman sampel dengan xilol murni selama 10 menit sebanyak

dua kali. Setelah proses dealkoholisasi selesai, sampel direndam dengan xilol murni selama 24 jam dalam suhu ruang.

### **Penutupan**

Proses penutupan dilakukan dengan cara menempatkan irisan sampel di atas gelas benda dan ditutup dengan gelas penutup dengan pemberian kanada balsam terlebih dahulu. Preparat tersebut kemudian dikering-anginkan pada suhu ruang pada nampan. Gelas benda yang digunakan terlebih dahulu diberi label etiket pada sisi kiri gelas benda dan menyertakan identitas sampel.

### **Pengamatan dan Dokumentasi**

Preparat yang telah jadi diamati dengan mikroskop binokuler dan didokumentasi dengan kamera Optilab. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan perbesaran 4 x 10, 10 x 10, dan 40 x 10. Tata cara penggunaan kamera Optilab didahului dengan pengunduhan aplikasi Optilab yang terdiri atas Optilab viewer versi 2.2 dan image raster. Aplikasi diunduh melalui website <https://www.miconos.co.id/p/download.html>. Selanjutnya, dilakukan instalasi aplikasi pada laptop yang digunakan. Berikutnya, kamera Optilab dipasangkan dengan mikroskop dengan cara lensa okuler mikroskop dilepas dan diganti dengan kamera Optilab. Kemudian kabel USB kamera Optilab dihubungkan ke laptop. Setelah kamera Optilab terhubung dengan laptop, preparat yang akan diamati dan dianalisis dapat dipotret. File foto dokumentasi preparat tersebut kemudian disimpan dengan keterangan nama preparat sampel dan perbesaran mikroskop yang digunakan. Analisis foto dilakukan dengan bantuan Image Raster yang telah dikalibrasi terlebih dahulu.

### **Uji Histokimia**

Uji histokimia dilakukan pada sampel kulit buah dan sisik kulit buah naga merah segar. Kulit buah dan sisik kulit buah naga merah disayat melintang dengan metode *freehand section*. Sampel penampang melintang kulit buah dan penampang melintang sisik kulit buah naga merah ditetaskan reagen uji alkaloid, fenolik, flavonoid, tanin, dan terpenoid.

### **Terpenoid**

Untuk deteksi senyawa terpenoid, sampel ditetaskan reagen Baljet dan didiamkan sekitar satu-dua menit. Kemudian sampel ditutup dengan dengan gelas penutup. Sampel diamati dengan mikroskop dan didokumentasikan dengan Optilab. Reagen ini akan memberi warna oranye atau merah jika bereaksi positif.

### **Fenolik**

Untuk deteksi senyawa fenolik, sampel yang berupa irisan kulit buah naga sayatan melintang dan sisik kulit buah naga sayatan melintang ditetaskan reagen potassium dikromat 10% dan didiamkan sekitar 5 menit diatas gelas benda. Setelah itu, sampel ditutup dengan dengan gelas penutup. Sampel diamati dengan mikroskop dan didokumentasikan dengan Optilab. Reagen ini akan memberi warna merah-cokelat jika bereaksi positif (Gabe, 1968).

### **Flavonoid**

Untuk deteksi flavonoid digunakan reagen NaOH 5%. Reagen NaOH 5% dibuat dengan cara melarutkan NaOH 10% sebanyak 50 mL dengan akuades sebanyak 50 mL. Sampel yang berupa irisan kulit buah naga sayatan melintang dan sisik kulit buah naga sayatan melintang ditetaskan reagen NaOH 5% dan didiamkan sekitar 10–15 menit di atas gelas benda. Sampel diamati dengan perbesaran mikroskop dan didokumentasikan dengan Optilab. Reagen tersebut akan memberi warna hijau-kuning jika bereaksi positif (Ilmiah et al., 2018).

### **Tanin**

Untuk deteksi tanin digunakan reagen FeCl<sub>3</sub> 10%. Reagen FeCl<sub>3</sub> dibuat dengan cara melarutkan 20 g FeCl<sub>3</sub> bubuk dengan akuades sebanyak 200 mL. Sampel yang berupa irisan kulit buah naga sayatan melintang dan sisik kulit buah naga sayatan melintang ditetaskan reagen FeCl<sub>3</sub> 10% dan

didiamkan sekitar 10–15 menit diatas gelas benda. Sampel ditutup dengan gelas penutup dan diamati dengan mikroskop serta didokumentasikan dengan Outilab. Reagen tersebut akan memberi warna hijau, biru, atau hitam (Ilmiah et al., 2018).

### Alkaloid

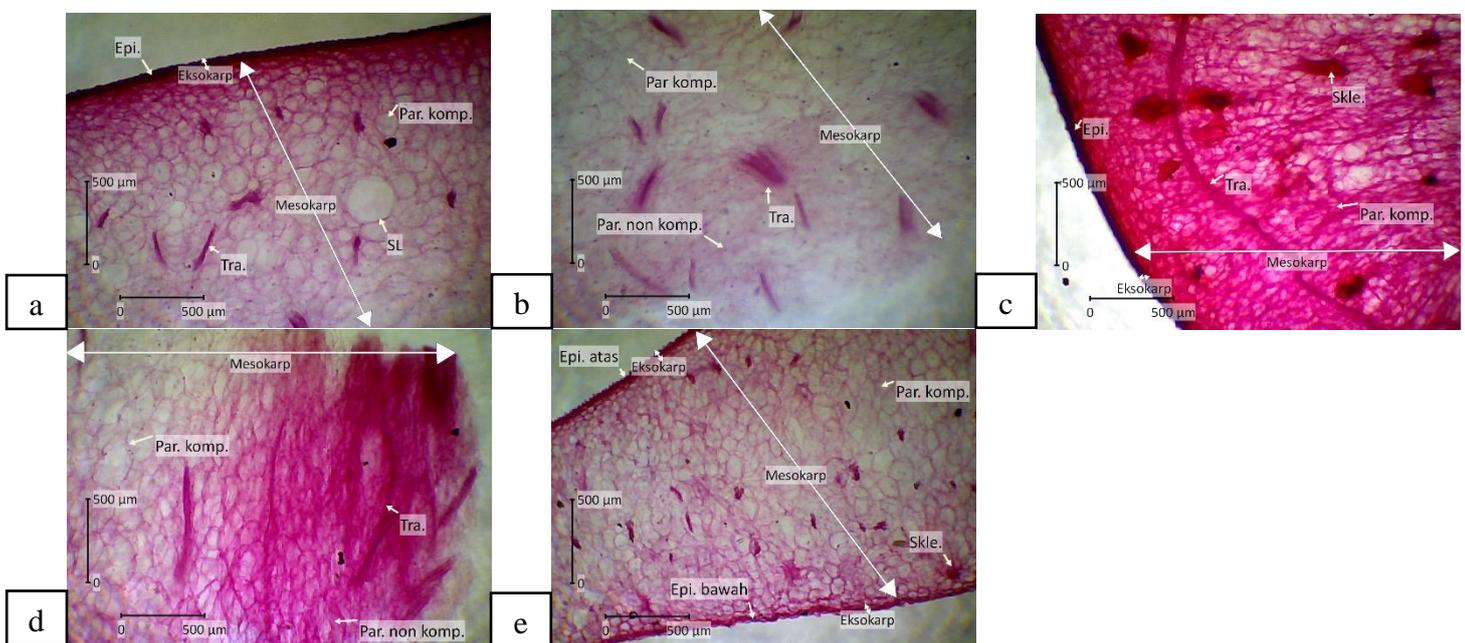
Untuk deteksi senyawa alkaloid, sampel yang berupa irisan kulit buah naga sayatan melintang dan sisik kulit buah naga sayatan melintang diteteskan reagen Dragendorf di atas gelas benda dan didiamkan sekitar 1 menit. Setelah itu, sampel ditutup dengan dengan gelas penutup. Sampel diamati dengan mikroskop dan didokumentasikan dengan Outilab. Reagen tersebut akan memberi warna coklat jika bereaksi positif (Evans, 2009).

### Analisis Data

Analisis data hasil observasi struktur anatomis dan uji histokimia dilakukan secara deskriptif kualitatif.

### HASIL

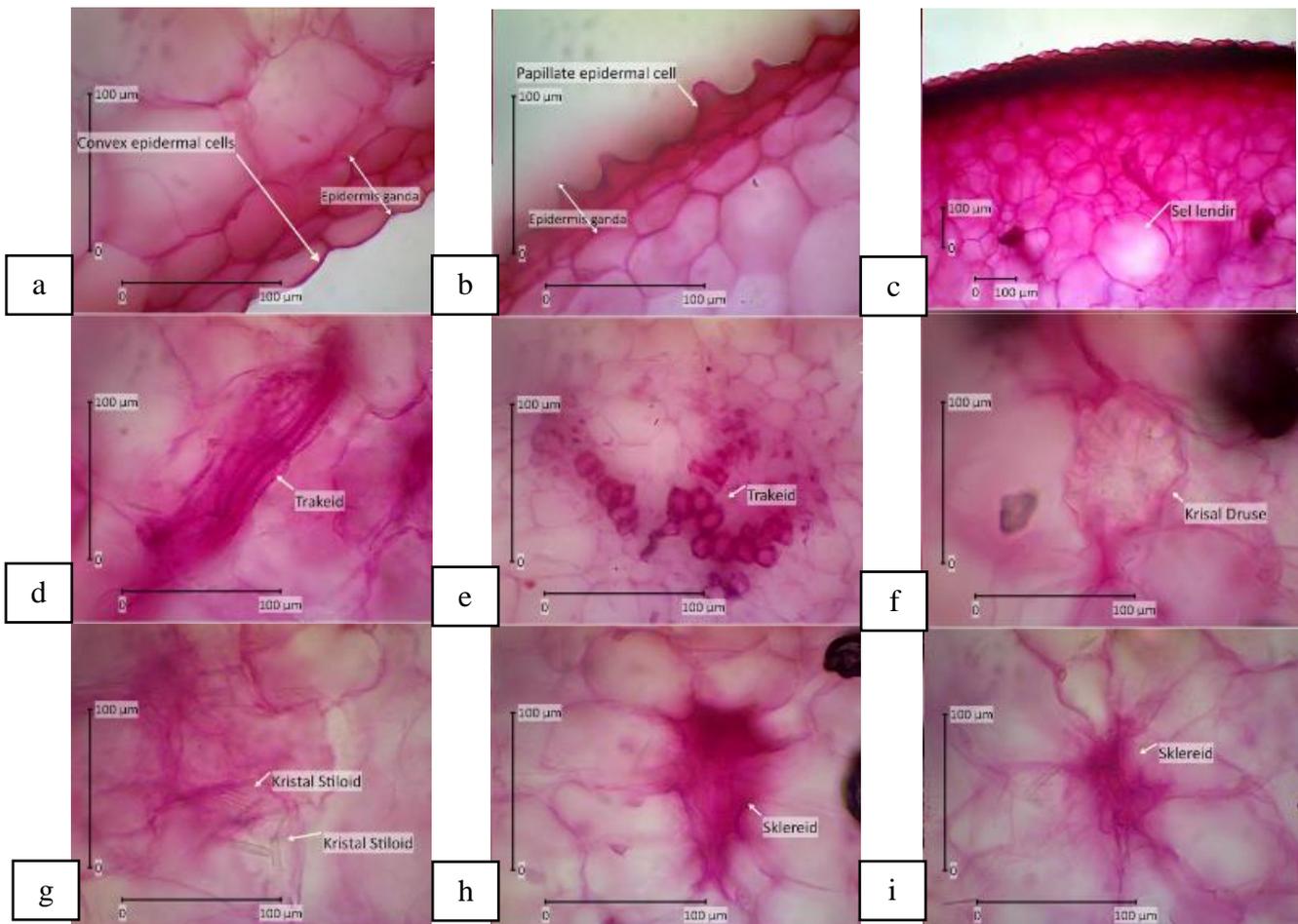
Hasil penelitian terhadap observasi struktur anatomis kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) ditampilkan sebagai berikut pada gambar. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa struktur anatomis kulit buah naga merah *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose sayatan melintang dan sayatan membujur terdiri atas bagian eksokarp dan mesokarp (Gambar 1 a-d). Bagian eksokarp tersusun atas jaringan epidermis dengan struktur permukaan cembung dan bagian mesokarp tersusun atas jaringan parenkim air kompak dan non-kompak, sel lendir, sklereid, kristal kalsium oksalat, dan trakeid.



**Gambar 1.** Struktur anatomis kulit dan sisik kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) dengan pewarnaan Safranin 1%, yaitu penampang melintang kulit buah bagian luar (a), penampang melintang kulit buah bagian dalam (b), penampang membujur kulit buah bagian luar (c), penampang membujur kulit buah bagian dalam (d), penampang melintang sisik kulit buah bagian tengah (e). (Epi= epidermis; Par. komp.= parenkim kompak; Par. non komp.= parenkim non kompak; SL= sel lendir; Skle.= sklereid; Tra.= trakeid)

Struktur anatomis sisik kulit buah naga terdiri atas bagian eksokarp dan mesokarp sebagaimana yang dapat dilihat pada Gambar 1e. Bagian eksokarp sisik kulit buah naga merah tersusun atas jaringan epidermis atas dengan struktur permukaan berpapila dan jaringan epidermis bawah dengan

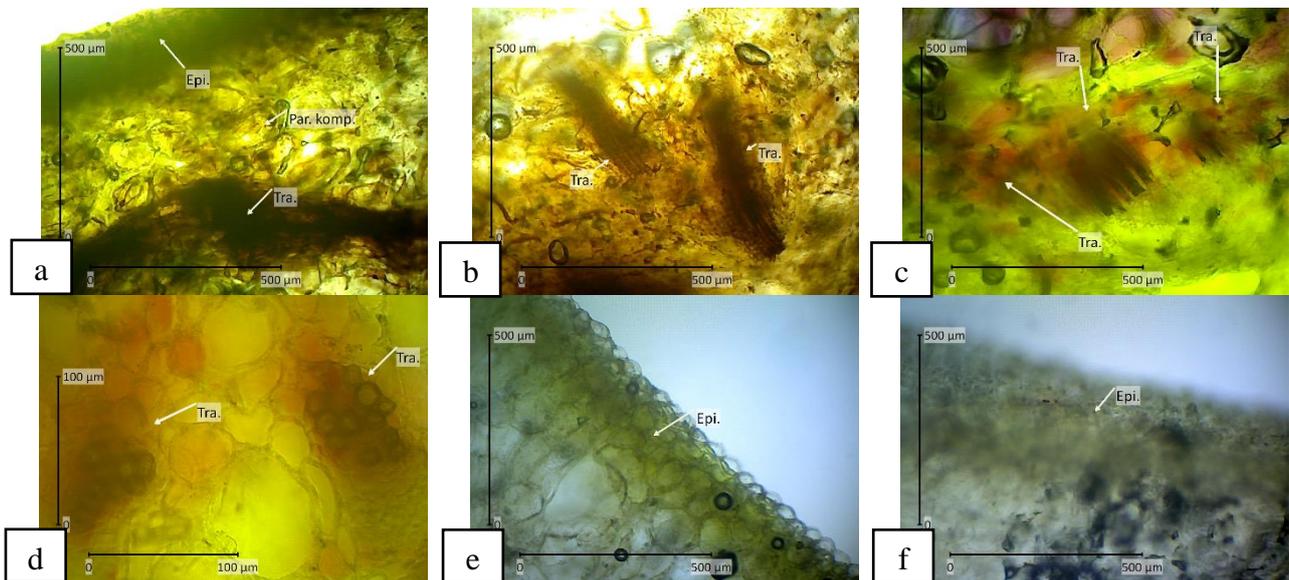
struktur permukaan epidermis cembung. Adapun bagian mesokarp sisik kulit buah naga merah tersusun atas jaringan parenkim air kompak, sklereid, sel lendir, kristal kalsium oksalat, dan trakeid.



**Gambar 2.** Detail struktur anatomis sel dan jaringan penyusun kulit buah naga merah *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose dengan pewarnaan Safranin 1%, yaitu epidermis ganda dengan bentuk permukaan berpapila (a), epidermis ganda dengan bentuk permukaan cembung (b), sel lendir (c), penampang membujur trakeid (d), penampang melintang trakeid (e), kristal drus (f), kristal stiloid (g), dan sklereid (h-i)

Detail struktur anatomis setiap sel dan jaringan penyusun kulit buah naga ditunjukkan pada Gambar 2. Jaringan epidermis ganda dengan bentuk permukaan cembung dapat dilihat pada Gambar 2a dan jaringan epidermis ganda dengan permukaan berpapila pada Gambar 2b. Melalui kedua gambar yang ditunjukkan, dapat dilihat secara jelas perbedaan karakter pada permukaan jaringan, dengan karakter permukaan jaringan epidermis berpapila yang memiliki tonjolan dibandingkan jaringan epidermis cembung. Selain detail struktur anatomis jaringan, detail dari struktur anatomis sel lendir, penampang membujur trakeid, penampang melintang trakeid, kristal kalsium oksalat bertipe drus, kristal oksalat bertipe stiloid, dan sklereid yang tersebar pada jaringan mesokarp buah naga dapat dilihat pada Gambar 2c-2i.

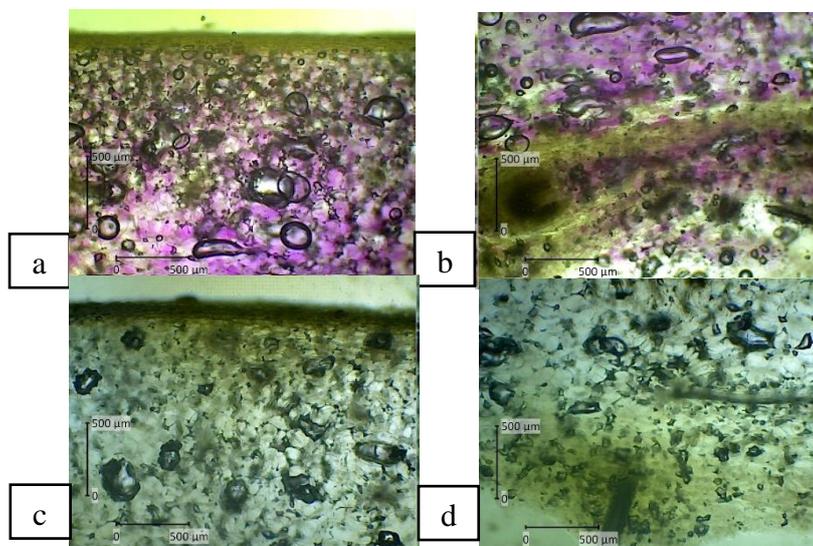
Selanjutnya dipaparkan mengenai hasil uji histokimia terhadap sampel kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose). Hasil uji histokimia positif menunjukkan adanya keberadaan serta daerah distribusi senyawa alkaloid, fenolik, dan flavonoid pada sampel kulit buah naga merah yang ditampilkan pada Gambar 3. Uji histokimia senyawa alkaloid bereaksi terhadap reagen Dragendorff menghasilkan perubahan warna menjadi coklat, sedangkan uji histokimia senyawa fenolik bereaksi terhadap reagen potassium dikromat 10% dan menghasilkan perubahan warna merah-cokelat, serta uji histokimia flavonoid bereaksi terhadap reagen NaOH 10% dan menghasilkan perubahan warna hijau kekuningan.



**Gambar 3.** Distribusi senyawa metabolit sekunder berdasarkan hasil uji histokimia positif, yaitu alkaloid terdistribusi pada epidermis dan trakeid (a-b), fenolik terdistribusi pada trakeid (c-d), flavonoid terdistribusi pada epidermis (e-f). (Epi= epidermis; Par. Komp.= parenkim kompak; Tra.= trakeid)

Hasil uji histokimia yang menunjukkan positif alkaloid, fenolik, dan flavonoid secara berturut-turut ditunjukkan pada Gambar (3a-f). Senyawa alkaloid tampak terdistribusi pada jaringan epidermis dan pada struktur idioblastik trakeid yang ditunjukkan oleh Gambar 3 (a-b) ditandai dengan warna cokelat. Senyawa fenolik terdeteksi pada trakeid yang ditunjukkan oleh Gambar 3 (c-d) ditandai dengan warna merah-cokelat. Senyawa flavonoid terdistribusi pada jaringan epidermis sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 3 (e-f) yang ditandai dengan warna hijau kekuningan.

Meskipun berdasarkan hasil pengujian histokimia pada kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) menunjukkan akan keberadaan senyawa alkaloid, fenolik, dan flavonoid, hasil uji histokimia terhadap senyawa tanin dan terpenoid pada sampel kulit buah naga merah menunjukkan hasil negatif karena tidak ditemukan adanya perubahan warna.



**Gambar 4.** Hasil uji histokimia negatif terhadap tanin (a-b) dan terpenoid (c-d)

Hasil uji histokimia negatif terhadap tanin dan terpenoid secara berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 4 (a-d). Uji histokimia dengan reagen  $\text{FeCl}_3$  menunjukkan hasil negatif terhadap keberadaan tanin karena tidak ditemukan adanya perubahan warna menjadi hijau/biru/hitam. Begitu juga dengan uji histokimia terhadap senyawa terpenoid dengan reagen Baljet. Perubahan warna menjadi oranye

atau merah, yang menjadi penanda keberadaan senyawa terpenoid, tidak ditemukan pada sampel. Berikut ini ditampilkan Tabel 1 untuk meringkas hasil pengujian histokimia terhadap senyawa metabolit sekunder alkaloid, fenolik, flavonoid, tanin, dan terpenoid.

**Tabel 1.** Hasil uji histokimia kulit dan sisik kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) terhadap alkaloid, fenolik, flavonoid, tanin, dan terpenoid

Uji histokimia	Sampel	Reagen	Warna reaksi positif	Distribusi senyawa
Alkaloid	P.L. kulit buah	Dragendorff	Cokelat	Epidermis dan trakeid
	P.L. sisik kulit buah	Dragendorff	Cokelat	Epidermis dan trakeid
Fenolik	P.L. kulit buah	Potassium dikromat 10%	Merah-cokelat	Trakeid
	P.L. sisik kulit buah	Potassium dikromat 10%	Merah-cokelat	Trakeid
Flavonoid	P.L. kulit buah	NaOH 10%	Hijau-kuning	Epidermis
	P.L. sisik kulit buah	NaOH 10%	Hijau-kuning	Epidermis
Tanin	P.L. kulit buah	FeCl <sub>3</sub> 10%	Hijau/biru/hitam	-
	P.L. sisik kulit buah	FeCl <sub>3</sub> 10%	Hijau/biru/hitam	-
Terpenoid	P.L. kulit buah	Baljet	Merah atau oranye	-
	P.L. sisik kulit buah	Baljet	Merah atau oranye	-

Keterangan: P.L.= penampang melintang

## PEMBAHASAN

Secara umum, struktur anatomis kulit dan sisik kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) berdasarkan hasil observasi terdiri atas bagian eksokarp dan mesokarp. Eksokarp tersusun atas jaringan epidermis sebagai jaringan pelindung. Adapun mesokarp tersusun atas jaringan parenkim air sebagai jaringan dasar, trakeid, sklereid, kristal kalsium oksalat, dan sel lendir. Struktur anatomis jaringan penyusun pada kulit dan sisik kulit buah naga merah pada dasarnya sama, tetapi terdapat beberapa karakteristik yang berbeda terutama pada jaringan epidermis. Sebagai perbandingan, menurut kajian Almeida et al. (2018) buah naga (*Hylocereus undatus*) tersusun atas bagian eksokarp, mesokarp, dan endokarp. Bagian endokarp pada buah naga diidentifikasi sebagai jaringan epidermis dalam. Bertolak belakang dengan eksokarp yang tersusun atas jaringan epidermis luar. Adapun bagian mesokarp adalah bagian yang terletak di antara eksokarp dan endokarp.

Berdasarkan hasil observasi, jaringan epidermis kulit buah naga merah terdiri atas beberapa lapis sel. Tipe jaringan epidermis yang demikian disebut dengan jaringan epidermis ganda. Jaringan epidermis ganda terbentuk dari proses pembelahan periklinal sel inisial epidermis yang disebut juga dengan protoderm. Epidermis ganda kulit buah naga merah kemungkinan berfungsi sebagai pelindung dan penyimpan kandungan air (Nugroho, 2017). Pada penampang melintang kulit buah naga, bentuk permukaan jaringan epidermis terlihat cembung. Begitu pula dengan bentuk permukaan jaringan kulit buah naga penampang membujur. Namun, bentuk permukaan jaringan epidermis atas pada sisik kulit buah naga penampang melintang terlihat berbeda. Permukaan jaringan epidermis bagian ini terlihat lebih menonjol dan runcing seperti papila sehingga bentuk permukaan sel epidermis atas pada sisik kulit buah naga dikategorikan sebagai sel epidermis berpapila, sedangkan bentuk permukaan jaringan epidermis bawah berbentuk cembung. Selain itu, lapisan epidermis pada kulit buah naga merah yang diamati tidak memiliki stomata dan kutikula ataupun mengalami proses penebalan lain.

Tipe jaringan parenkim pada sampel kulit buah naga merah adalah parenkim air. Parenkim air biasa ditemukan pada organ tumbuhan cenderung berair. Parenkim air tersusun atas sel-sel parenkim yang berfungsi dalam menyimpan air. Fungsi dari parenkim air pada tumbuhan adalah untuk mempertahankan diri dari kekeringan (Nugroho, 2017). Berdasarkan bentuknya, jaringan parenkim terdiri atas parenkim kompak yang berbentuk isodiametris dengan ukuran dan diameter yang besar

dan parenkim non-kompak di bagian dalam dengan diameter yang lebih kecil. Pada jaringan parenkim ditemukan sklereid, trakeid, kristal kalsium oksalat, dan sel lendir.

Sel lendir muncul akibat hancurnya beberapa sel parenkim dan membentuk suatu ruang interseluler yang mengandung lendir (Almeida et al., 2018). Sel lendir dapat ditemukan baik dalam bentuk sel tunggal maupun berdampingan membentuk jejaring yang melebar. Sel lendir diketahui banyak dijumpai pada tumbuhan anggota family *Bombaceae*, *Dipterocarpaceae*, dan *Cactaceae* (Nugroho, 2017). Lendir yang diproduksi oleh tumbuhan diketahui berfungsi sebagai cadangan makanan, penahan air, perekat, dan penyebaran biji, serta membantu proses perkecambahan biji. Adapun komposisi lendir terdiri atas polimer polisakarida kompleks (Nugroho, 2017). Pada sampel kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose), sel lendir ditemukan dalam bentuk tunggal, menyebar di antara jaringan parenkim air kompak.

Struktur berikutnya adalah sklereid. Sklereid merupakan struktur yang terbentuk sebagai kumpulan sel yang padat pada bagian parenkim yang lunak. Pada organ tertentu pada spesies tumbuhan tertentu, organ tersebut dapat disusun atas sklereid sepenuhnya. Namun, sklereid juga dapat ditemukan sebagai idioblas (Nugroho, 2017). Berdasarkan bentuknya, sklereid dikelompokkan menjadi lima tipe, yaitu brakiosklereid (*spheroidal*), makrosklereid, osteosklereid, asterosklereid, dan trikiosklereid (Nugroho, 2017). Khusus pada sampel kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose), sklereid ditemukan sebagai idioblas yang tersebar diantara jaringan parenkim kompak. Berdasarkan bentuknya, sklereid yang terdapat pada kulit buah naga merah bertipe brakiosklereid (*spheroidal*).

Struktur yang ditemukan pada jaringan parenkim lainnya adalah kristal kalsium oksalat. Tipe kristal kalsium oksalat yang ditemukan pada sampel di antaranya adalah kristal stiloid dan drus. Stiloid adalah kristal kalsium oksalat yang memanjang dengan ujung runcing atau bergerigi. Adapun kristal drus adalah kristal tunggal dengan morfologi bentuk agregat bulat. Secara umum, terdapat lima jenis kristal kalsium oksalat dari segi bentuk morfologinya. Kelima jenis kristal tersebut di antaranya: (1) kristal rafid yang berbentuk jarum; (2) stiloid yaitu kristal dengan bentuk memanjang dengan ujung runcing atau bergerigi; (3) prisma; (4) kristal pasir yaitu sebuah massa yang tersusun atas kristal individu yang berukuran sangat kecil dalam suatu sel; dan (5) kristal drus yaitu kristal tunggal yang berbentuk agregat bulat (Franceschi & Horner, 1980). Apabila dikaitkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Almeida et al. (2018), kristal kalsium oksalat yang terdapat pada kulit buah naga (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) berfungsi untuk mencegah dan menghalangi hewan atau serangga mengunyah organ tersebut (Gibson & Nobel, 1986).

Struktur yang ditemukan pada jaringan parenkim berikutnya adalah trakeid. Trakeid merupakan suatu sel dengan bentuk memanjang dengan ujung sel runcing, ber dinding tipis, dan mengandung sedikit protoplas ketika dewasa bahkan ada yang bersifat mati dan tidak mengandung protoplas. Trakeid berasal dari sel tunggal. Trakeid tidak mengalami perforasi pada ujung selnya (ujung sel tidak berlubang). Namun, bagian ujung trakeid menyatu pada ujungnya membentuk pembuluh yang berisi noktah membentuk saluran transport air dan garam mineral (Nugroho, 2017). Berdasarkan hasil penelitian oleh Almeida et al. (2018), di antara jaringan parenkim kompak kulit buah naga (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) ditemukan banyak jaringan berkas pengangkut kecil. Sehingga trakeid yang terdapat di antara jaringan parenkim kompak pada sampel kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) kemungkinan berperan sebagai jaringan berkas pengangkut kecil.

Struktur anatomis penyusun kulit buah naga merah dari spesies *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose hampir sama dengan struktur anatomis penyusun buah naga dari spesies *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose yang telah diteliti oleh Almeida et al. (2018). Namun, terdapat beberapa sel atau jaringan yang ditemukan pada kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) tetapi tidak ditemukan pada buah naga dari spesies *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose ataupun sebaliknya. Pada penelitian ini, tipe jaringan epidermis adalah epidermis ganda dengan bentuk permukaan cembung dan berpapila, sedangkan pada penelitian oleh Almeida et al. (2018) menyatakan bahwa jaringan epidermis kulit buah *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose bertipe epidermis tunggal berstomata dengan penebalan kutikula dengan bentuk permukaan yang tidak

dijelaskan yang diikuti dengan 1–2 lapisan jaringan kolenkim hipodermis. Selain itu, pada penelitian ini ditemukan adanya struktur lain seperti sklereid dan trakeid, tetapi pada penelitian Almeida et al. (2018) terhadap buah *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose tidak dijelaskan.

Uji histokimia merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi lokasi penimbunan senyawa metabolit sekunder pada jaringan tumbuhan dengan bantuan reagen tertentu (Nugroho, 2017). Pada penelitian ini, dilakukan uji deteksi senyawa metabolit sekunder terpenoid, fenolik, flavonoid, tanin, dan alkaloid. Kelima senyawa itu dipilih untuk dideteksi dengan metode histokimia karena pada penelitian sebelumnya oleh Manihuruk et al. (2017) senyawa metabolit sekunder pada kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) berdasarkan uji fitokimia, didapatkan hasil bahwa kulit buah naga mengandung flavonoid, fenol, hidrokuinon, steroid, triterpenoid, saponin, dan tanin, sedangkan hasil penelitian oleh Jawa La et al. (2020) menyatakan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada kulit buah naga berdasarkan skrining fitokimia dan Kromatografi Lapis Tipis adalah alkaloid, tanin, flavonoid, dan steroid.

Berdasarkan hasil uji histokimia terhadap kelima senyawa metabolit sekunder yang telah disebutkan sebelumnya, hanya senyawa fenolik, flavonoid, dan alkaloid yang terdeteksi pada sampel kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose). Senyawa fenolik terdistribusi pada trakeid, senyawa flavonoid terdistribusi pada jaringan epidermis, dan alkaloid terdistribusi pada jaringan epidermis dan trakeid. Adapun dua jenis senyawa metabolit sekunder lainnya yang terdiri atas terpenoid, dan tanin tidak terdeteksi. Hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya dari segi metode uji fitokimia. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kulit buah naga merah dengan spesies yang sama mengandung senyawa flavonoid, fenol, triterpenoid, tanin, dan alkaloid (Manihuruk et al., 2017; Jawa La et al., 2020).

Hasil uji negatif pada beberapa jenis senyawa tersebut kemungkinan disebabkan oleh dua faktor, yaitu sampel yang kurang segar dan metode uji yang kurang tepat. Sampel dalam kondisi kurang segar karena buah naga merah yang diujikan didapatkan dari toko buah dan kemungkinan masa pasca panen buahnya sudah cukup lama, sehingga aktivitas metabolisme sekresi sel sudah tidak optimal. Adapun faktor kedua, yaitu metode uji yang digunakan terhadap deteksi masing-masing senyawa tidak tepat. Menurut Demarco (2017), banyak substansi yang diproduksi oleh struktur sekretori tumbuhan dapat dideteksi oleh lebih dari satu jenis metode dan hasil uji negatif dari suatu metode belum tentu mengindikasikan bahwa substansi tersebut tidak terdapat pada sampel yang diujikan. Jadi, hasil uji negatif terhadap beberapa senyawa metabolit sekunder seperti terpenoid dan tanin bisa saja terdeteksi melalui metode histokimia dengan reagen uji lain.

## SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah struktur anatomis kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) terdiri dari bagian eksokarp yang tersusun atas jaringan epidermis ganda dengan struktur permukaan cembung pada kulit buah, dan berpapila pada epidermis atas sisik kulit buah; bagian mesokarp yang tersusun atas jaringan parenkim air kompak dan non kompak, sel lendir, sklereid, kristal kalsium oksalat, dan trakeid. Adapun senyawa metabolit sekunder yang ditemukan pada kulit dan sisik kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) di antaranya adalah fenolik, flavonoid, dan alkaloid. Senyawa metabolit sekunder jenis fenolik ditemukan pada trakeid, flavonoid ditemukan pada epidermis, sementara senyawa alkaloid terdistribusi pada jaringan epidermis dan trakeid. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah diperlukan pengkajian lebih lanjut terhadap uji histokimia terhadap senyawa metabolit sekunder lainnya dan pengkajian lebih lanjut terhadap deteksi senyawa tanin dan terpenoid melalui metode histokimia dan reagen yang berbeda.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya haturkan kepada Prof. Dr. L. Hartanto Nugroho, M.Agr. yang telah membimbing selama penelitian serta kepada Ibu Utaminingsih, M.Sc. yang telah membantu penelitian ini.

## REFERENSI

- Cheok, C. Y., Adzahan, N. M., Rahman, R. A., Abedin, N. H. Z., Hussain, N., Sulaiman, R., & Chong, G. H. 2016. Current trends of tropical fruit waste utilization. *Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition*, 1–27. doi: 10.1080/10408398.2016.1176009.
- Chiocchio, I., Mandrone, M., Tomasi, P., Marincich, L., & Poli, F. (2021). Plant Secondary Metabolites: An Opportunity for Circular Economy. *Molecules*, 26(2), 495. doi: 10.3390/molecules26020495.
- Almeida, O. J. G., de Souza, L. A., Paoli, A. A. S., Davis, A. R., & Cota-Sánchez, J. H. (2018). Pericarp development in fruit of epiphytic cacti: implications for fruit classification and macro-morphology in the Cactaceae. *Botany*, 96(9), 621–635. doi: 10.1139/cjb-2018-0074.
- Demarco, D. (2017). Histochemical Analysis of Plant Secretory Structures. In: C. Pellicari, & M. Biggiogera (Eds.), *Histochemistry of Single Molecules. Methods in Molecular Biology* (pp. 313–330). New York, USA: Springer.
- Evans, W. C. (2009). *Trease and Evans Pharmacognosy* (16th ed.). Edinburgh: Saunders.
- Franceschi, V.R. & Horner, H.T. (1980). Calcium Oxalate Crystal in Plants. *Botanical Review*, 46 (4), 361–427.
- Gabe, M. (1968). *Techniques histologiques*. Paris: Masson & Cie.
- Gibson, A., & Nobel, P. (1986). *The cactus primer*. Cambridge: Harvard University Press.
- Ilmiah, H. H., Nuringtyas, T. R., & Nugroho, L. H. (2018). Accumulation of Potential Photo-Protective Compound Groups in Mangrove (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engler.) Leaves. *Pharmacognosy Journal*, 10(3), 576–580. doi: 10.5530/pj.2018.3.94.
- Jawa La, E. O., Sawiji, R. T., & Yuliawati, A. N. (2020). Skrining Fitokimia Dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Etanol Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 3(1), 45–58.
- Manihuruk, F. M., Suryati, T., & Arief, I. I. (2017). Effectiveness of the Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) Peel Extract as the Colorant, Antioxidant, and Antimicrobial on Beef Sausage. *Media Peternakan*, 40(1), 47–54. doi: 10.5398/medpet.2017.40.1.47
- Nugroho, L. H. (2017). *Struktur dan Produk Jaringan Sekretori Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Pagare, S., Bhatia, M., Tripathi, N., Pagare, S., & Bansal, Y. K. (2015). Secondary Metabolites of Plants and their Role: Overview . *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 9(3), 293–304.
- Rahayu, Y. C., Sabir, A. & Setyorini, D. (2019). Antibacterial activity of red dragon fruit extract (*Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose) on *Streptococcus mutans*. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 11(4), 60–63.
- Sutikno. (2016). *Buku Panduan Mikroteknik Tumbuhan (BIO 30603)*. Yogyakarta: Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2019). World Population Prospects 2019: Highlights. (2019, Juni 17). Retrieved from: <https://www.un.org/en/desa/world-population-prospects-2019-highlights>.