

## Anatomi Daun Varietas Belimbing (*Averrhoa carambola* L.) Lokal di Taman Buah Mekarsari Bogor

### Leaf Anatomy of Local Variety Starfruit (*Averrhoa carambola* L.) at Mekarsari Fruit Garden, Bogor

TILA MARDHATILLAH, DORLY, NINA RATNA DJUITA\*

Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima 25 Oktober 2021/Disetujui 2 Juni 2022

Sweet star fruit (*Averrhoa carambola* L., belimbing manis) is one of Indonesia's most popular fruit plants. Anatomically, the characters of the local sweet star fruit of Mekar Sari Fruit Garden are not widely known, so this study aims to observe the anatomical structure of the leaves. The materials used were star fruit leaves of varieties Demak Jingga, Demak Kapur, Demak Kunir, Welahan, and Wulan. The leaves of star fruit varieties were made microscopic preparations in paradermal incisions using the whole mount method and transverse incisions using the paraffin method. The observation result of the paradermal incision of sweet star fruit leaves showed that the type of epidermal cell wall is straight and shallow grooved. The leaf stomata of five sweet star fruit varieties were paracytic. The calculation of the index value, size and density of stomata varied between varieties. The highest stomata density and index were found in the Welahan variety. The results of the transverse incision of sweet starfruit leaves showed that the five local sweet star fruit varieties have mesophyll tissue of the dorsiventral type. Wulan variety has leaves and mesophyll tissue which tends to be thicker than other varieties.

Key words: star fruit, characterization, stomata index, trichomes

#### PENDAHULUAN

Belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.) merupakan tumbuhan tropis yang termasuk ke dalam famili Oxalidaceae. Tumbuhan ini berasal dari Asia Tenggara dan mampu menghasilkan buah hampir sepanjang tahun (Mitcham dan MacDonald 1991). Tinggi pohon belimbing dapat mencapai 7 m (Dasgupta *et al.* 2013). Daun belimbing termasuk daun majemuk menyirip gasal dengan jumlah anak daun yang beragam. Bentuk daun belimbing yaitu bundar telur, dengan ujung daun meruncing dan membulat pada bagian pangkal daun, berwarna hijau, dan tepi daun rata (Priadi dan Cahyani 2011). Buah belimbing mengandung vitamin C serta banyak mengandung antioksidan yang mampu mencegah penyakit kanker (Bhaskar dan Shantaram 2013). Belimbing manis secara tradisional dapat digunakan dalam pengobatan sakit kepala, demam, dan sakit tenggorokan (Saghir *et al.* 2013), dan mempunyai potensi sebagai gastroprotektor (Vastra *et al.* 2020). Selain itu, kandungan kalium dan seratnya yang tinggi dapat menurunkan tekanan darah. Kandungan kalium

dalam satu buah belimbing dengan berat 127 g adalah sebesar 207 mg (Berawi dan Pasya 2016).

Studi anatomi menjadi salah satu pendekatan untuk membantu pemecahan masalah taksonomi yang secara morfologi sulit dibedakan (Sunarti *et al.* 2008). Varietas belimbing lokal di Taman Buah Mekarsari secara morfologi memiliki karakter yang mirip, namun belum diketahui apakah secara anatomi sama atau tidak. Pengenalan varietas berdasarkan karakter morfologi dan karakter anatomi membantu pemulia tanaman untuk memperoleh tanaman yang berkualitas. Taman Buah Mekarsari melakukan pelestarian keanekaragaman hayati terhadap buah-buahan tropis, salah satunya tanaman produksi yaitu belimbing manis. Varietas belimbing manis yang dikembangkan di antaranya Demak Jingga, Demak Kapur, Demak Kunir, Sembiring, Bangkok, Filipina, Dewi, Wulan, Malaya, Penang, Welahan, dan Rawasari.

Penelitian mengenai karakterisasi morfologi 14 varietas dan anatomi dua varietas tanaman belimbing manis di Taman buah Mekarsari telah dilakukan sebelumnya oleh Ula (2016) menggunakan dua varietas yaitu Malaya dan Sembiring. Berdasarkan penelitiannya, karakter anatomi pada dua varietas terpilih ini menunjukkan kesamaan pada stomata

\*Penulis korespondensi:

E-mail: ninadj@apps.ipb.ac.id

yang bertipe parasitik dan trikoma uniseluler. Hal ini menimbulkan pertanyaan apakah varietas belimbing manis lainnya akan beragam dari segi anatomi daun. Penelitian ini bertujuan mengamati struktur anatomi daun lima varietas belimbing manis lokal di Taman Buah Mekarsari.

## BAHAN DAN METODE

**Pengambilan Sampel.** Sampel daun belimbing diambil dari Taman Buah Mekarsari, Bogor. Daun diambil dari tiga ulangan pohon untuk masing-masing varietas Demak Jingga, Demak Kapur, Demak Kunir, Welahan, and Wulan. Sampel yang diambil yaitu daun dewasa pada posisi keempat dari tiap cabang. Sampel daun difiksasi di dalam etanol 70%.

**Pembuatan Sediaan Mikroskopis Sayatan Paradermal dan Transversal Daun.** Sayatan paradermal dibuat dengan metode wholemount (Sass 1951). Sampel diberi media gliserin 30 % lalu ditutup dengan gelas penutup. Sayatan transversal dibuat dengan metode parafin (Johansen 1940). Blok parafin direndam dalam larutan Gifford selama dua minggu. Blok disayat setebal 10  $\mu\text{m}$  dengan mikrotom putar Yamato RV-240. Hasil sayatan direkatkan pada gelas objek yang telah diolesi albumin dan dikeringkan pada hot plate selama semalam. Sampel diwarnai dengan safranin 2% dan anilin blue 1%, kemudian diberi *entellan* lalu ditutup dengan gelas penutup, selanjutnya diamati di bawah mikroskop yang dilengkapi dengan kamera *Indomicro*.

**Parameter Pengamatan Sediaan Mikroskopis Sayatan Paradermal.** Parameter yang diamati pada sediaan sayatan paradermal daun berupa bentuk sel epidermis, tipe, bentuk, ukuran, kerapatan, dan indeks stomata, serta tipe dan kerapatan trikoma. Sampel diamati pada lima bidang pandang pada setiap ulangan untuk stomata dan trikoma. Pengamatan penentuan kerapatan dan indeks stomata dihitung dengan menggunakan rumus Willmer (1983) sebagai berikut:

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

$$\text{Indeks stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Jumlah stomata} + \text{Jumlah sel epidermis}} \times 100\%$$

Kerapatan trikoma dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kerapatan trikoma} = \frac{\text{Jumlah trikoma}}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

Pengukuran panjang dan lebar stomata menggunakan kamera indomikro yang terhubung ke layar komputer, setelah itu akan muncul ikon-ikon yang dapat dipilih untuk digunakan dalam pengukuran stomata, kemudian hasilnya disimpan dalam soft file excel.

**Parameter Pengamatan Sediaan Mikroskopis Sayatan Transversal.** Parameter yang diamati pada sayatan transversal daun yaitu tebal: lapisan kutikula, epidermis, jaringan palisade, jaringan bunga karang, dan tebal daun. Sampel diamati pada empat bidang pandang untuk setiap ulangan.

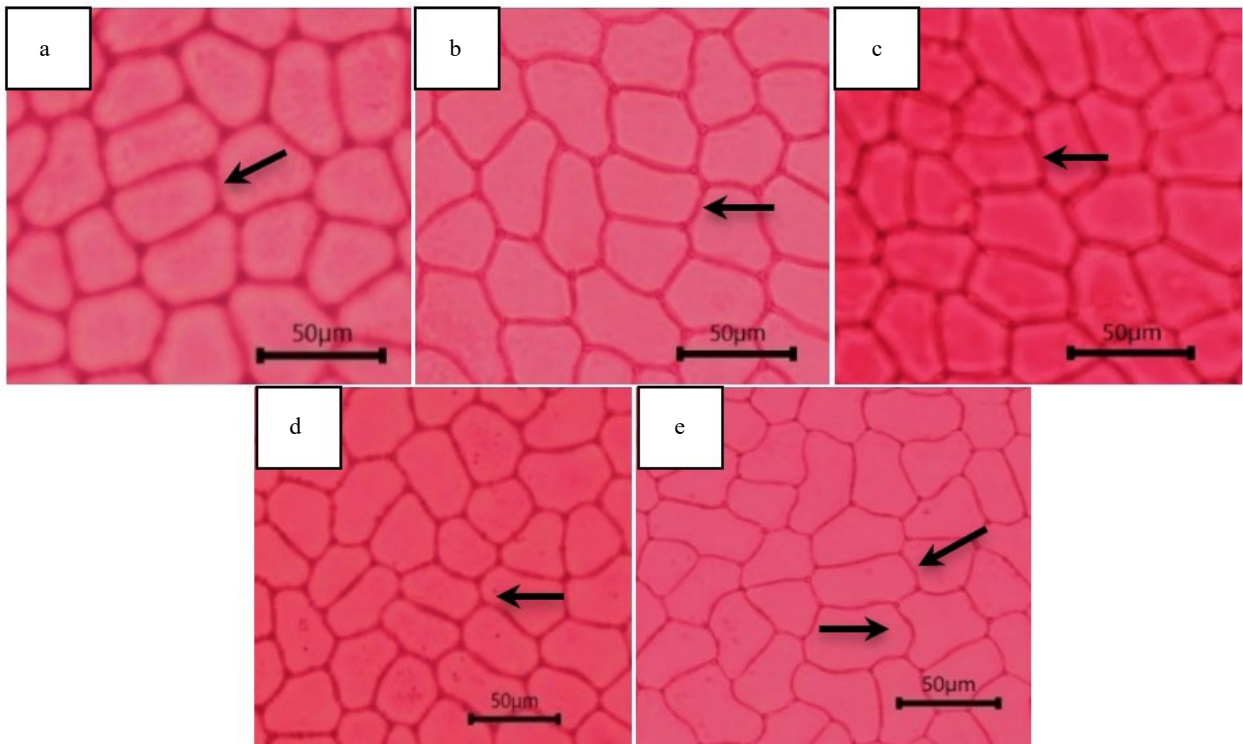
## HASIL

**Pengamatan Sayatan Paradermal Daun Belimbing.** Sayatan paradermal sisi adaksial varietas Demak Jingga, Demak Kapur, Demak Kunir, dan Wulan memiliki tipe dinding sel epidermis berlekuk lurus sedangkan varietas Welahan terdapat dinding sel berlekuk lurus dan berlekuk dangkal (Gambar 1). Stomata tidak dijumpai pada sisi adaksial daun. Tipe dinding sel epidermis sisi abaksial daun belimbing yaitu berlekuk lurus. Bentuk sel epidermis beragam antar satu varietas dengan varietas lainnya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa bentuk sel epidermis yang dijumpai dalam lima varietas belimbing manis adalah bersegi 4, bersegi 5, dan bersegi banyak (Gambar 1).

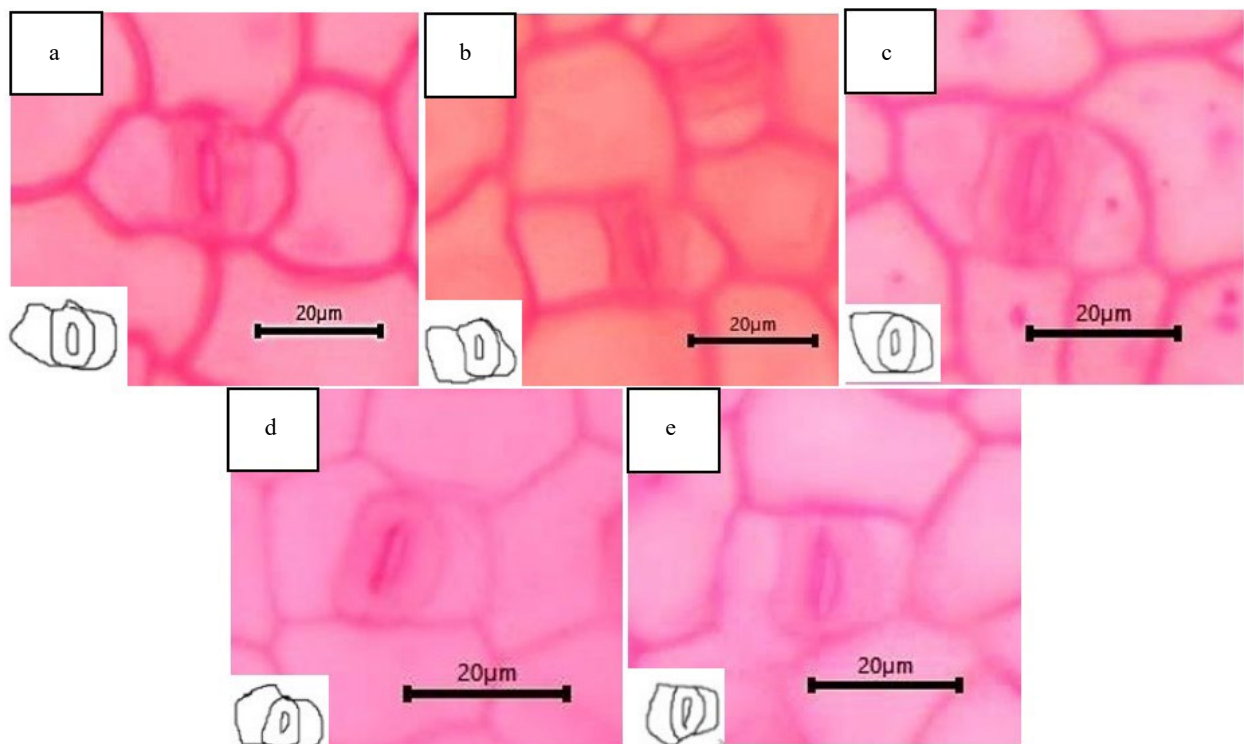
Berdasarkan pengamatan sayatan paradermal daun belimbing manis, stomata daun hanya dijumpai pada sisi permukaan abaksial (Gambar 2). Stomata pada sisi abaksial ditemukan menyebar secara acak. Kelima varietas belimbing manis yang diamati memiliki tipe stomata yang sama yaitu parasitik.

Ukuran panjang dan lebar stomata pada kelima varietas daun belimbing manis beragam (Tabel 1). Panjang stomata berkisar antara 16,67-18,89  $\mu\text{m}$ , sedangkan lebar stomata berkisar antara 11,86-13,11  $\mu\text{m}$ . Panjang dan lebar stomata terbesar terdapat pada Demak kunir dan terkecil pada Demak Jingga (Tabel 1). Varietas Demak Kunir dan Welahan memiliki kerapatan stomata yang berbeda. Hasil pengamatan menunjukkan kerapatan stomata yang paling tinggi dijumpai pada varietas Welahan sebesar 350,48  $\text{mm}^{-2}$  sebaliknya kerapatan stomata terendah pada varietas Demak Kunir sebesar 293,33  $\text{mm}^{-2}$  (Tabel 2). Nilai kisaran indeks stomata kelima varietas daun belimbing manis yaitu antara 16,23-18,12. Indeks stomata varietas Demak Kunir berbeda dengan Welahan. Varietas Welahan memiliki nilai indeks stomata tertinggi yaitu 18,12 sedangkan nilai indeks stomata terendah terdapat pada varietas Demak Kunir sebesar 16,23 (Tabel 2).

Kerapatan trikoma varietas Demak Jingga dan Welahan berbeda. Kerapatan trikoma yang paling



Gambar 1. Tipe sel epidermis lima varietas belimbing manis, a-d berlekuk lurus (Demak Jingga, Demak Kapur, Demak Kunir, Wulan, e.berlekuk lurus dan berlekuk dangkal (Welahan). Skala 50 μm



Gambar 2. Tipe stomata parasitik pada sisi abaksial daun belimbing manis varietas (a). Demak Jingga, (b) Demak Kapur, (c) Demak Kunir, (d) Welahan, (e) Wulan. Skala 20 μm

Tabel 1. Ukuran stomata daun lima varietas belimbing manis

daun	Sampel	Ukuran stomata	
		Panjang ( $\mu\text{m}$ )	Lebar ( $\mu\text{m}$ )
jingga	Demak	16,67 $\pm$ 0,96	11,86 $\pm$ 0,66
	Demak kapur	18,02 $\pm$ 0,11	11,61 $\pm$ 0,86
	Demak kunir	18,89 $\pm$ 1,14	13,11 $\pm$ 0,73
	Welahan	18,24 $\pm$ 0,81	12,11 $\pm$ 0,41
	Wulan	17,58 $\pm$ 1,74	12,65 $\pm$ 0,78

Nilai rata-rata diambil dari tiga ulangan pohon  $\pm$  standar deviasi

Tabel 2. Kerapatan dan indeks stomata daun lima varietas belimbing manis

Sampel daun	Kerapatan stomata ( $\text{mm}^{-2}$ )	Indeks stomata
Demak jingga	330,48 $\pm$ 32,87	16,77 $\pm$ 1,08
Demak kapur	315,24 $\pm$ 5,95	17,26 $\pm$ 0,76
Demak kunir	293,33 $\pm$ 47,15	16,23 $\pm$ 2,32
Welahan	350,48 $\pm$ 67,03	18,12 $\pm$ 1,78
Wulan	320,95 $\pm$ 16,50	17,33 $\pm$ 0,31

Nilai rata-rata diambil dari tiga ulangan pohon  $\pm$  standar deviasi

tinggi dijumpai pada varietas Welahan yaitu 57,45  $\text{mm}^{-2}$  sedangkan kerapatan trikoma terendah ditemukan pada varietas Demak Jingga yaitu 23,86  $\text{mm}^{-2}$  (Tabel 3). Hasil pengamatan trikoma pada lima varietas belimbing manis hanya ditemukan pada sisi abaksial yaitu trikoma non kelenjar uniselular (Gambar 3).

**Pengamatan Sayatan Transversal Daun Belimbing.** Hasil sayatan transversal daun belimbing manis varietas Demak Jingga, Demak Kapur, Demak Kunir, Welahan, dan Wulan dapat dilihat pada Gambar 4. Bagian daun belimbing yang teramati terdiri atas lapisan kutikula, epidermis atas, jaringan palisade, bunga karang, dan epidermis bawah berupa papil. Ukuran tebal daun lima varietas belimbing manis beragam (Tabel 4). Daun paling tebal dijumpai pada varietas Wulan yaitu 427,56  $\mu\text{m}$ , sedangkan varietas Demak Kunir memiliki ukuran tebal daun terkecil yaitu 311,36  $\mu\text{m}$ .

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa daun belimbing manis mempunyai tebal kutikula atas yang tidak jauh berbeda antar varietas. Tebal kutikula bagian bawah yang sangat tipis sehingga tidak diukur. Tebal kutikula atas antara varietas Demak Jingga dengan Wulan berbeda. Kutikula paling tebal dijumpai pada varietas Demak Jingga sebesar 3,42  $\mu\text{m}$  dan yang terendah pada varietas Wulan sebesar 2,94  $\mu\text{m}$  (Tabel 5).

Epidermis belimbing manis terdiri atas satu lapis sel pada bagian atas dan bagian epidermis bawah berupa papil. Tebal epidermis varietas Demak Kapur dan Wulan berbeda. Epidermis daun pada varietas Wulan lebih tebal dibandingkan dengan epidermis daun varietas lainnya yaitu 31,68  $\mu\text{m}$ . Ketebalan epidermis daun terendah terdapat pada varietas Demak Kapur (Tabel 6).

Jaringan palisade terdiri atas 2-4 lapis pada daun belimbing manis. Tebal palisade dan bunga karang pada varietas Wulan cenderung lebih besar dibandingkan dengan varietas lainnya yaitu 101,97  $\mu\text{m}$  dan 224,43  $\mu\text{m}$  (Tabel 7). Di samping memiliki jaringan mesofil yang besar, varietas Wulan juga mempunyai helaian daun yang tebal.

## PEMBAHASAN

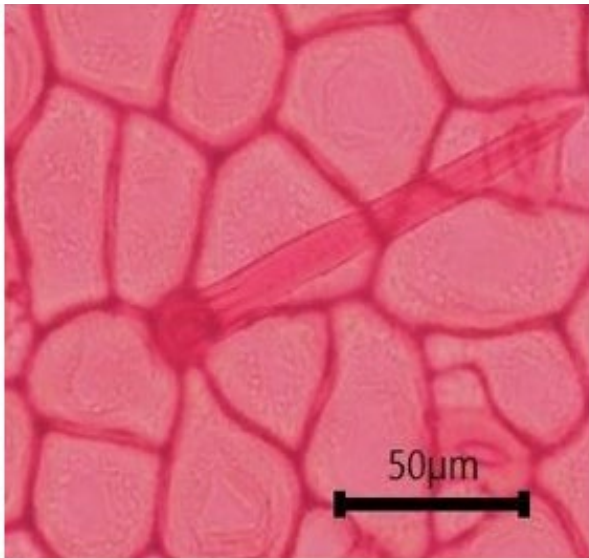
Epidermis merupakan lapisan terluar dari tanaman yang berfungsi untuk melindungi sel yang ada di dalamnya. Selain itu, sel epidermis juga berperan dalam perlindungan pertama terhadap serangan patogen. Sel epidermis lima varietas belimbing manis memiliki dua tipe dinding sel yaitu berlekuk lurus dan berlekuk dangkal. Menurut Sunarti (2007), tipe dinding sel epidermis berdasarkan pola dinding sel antiklinal terdiri atas tipe berlekuk lurus, berlekuk dangkal, dan berlekuk dalam. Bentuk sel epidermis dibedakan menjadi bersegi 4, bersegi 5, bersegi banyak, dan tidak beraturan (Sunarti *et al.* 2008). Epidermis pada kelima varietas belimbing manis terdiri atas satu lapisan sel. Hal yang sama dijumpai juga pada penelitian Sa *et al.* (2019).

Stomata merupakan lubang pada permukaan adaksial atau abaksial daun yang dikelilingi oleh dua sel penutup. Stomata biasanya ditemukan pada bagian abaksial (Willmer 1983), tetapi pada beberapa jenis tanaman, stomata dapat dijumpai pada bagian adaksial dan abaksial daun (Rompas *et al.* 2011). Tipe stomata pada belimbing manis berupa tipe parasitik. Hal ini sesuai dengan penelitian Sunarti *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa stomata daun belimbing manis bertipe parasitik. Tipe stomata ini juga dijumpai pada kerabat dekat belimbing manis yaitu belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). Hal ini dilaporkan dalam penelitian Hari *et al.* (2020).

Nilai ukuran panjang stomata berbeda pada varietas Demak Jingga dan Demak Kunir sedangkan nilai ukuran lebar stomata tidak berbeda (Tabel 1). Nilai kerapatan stomata dipengaruhi oleh besarnya ukuran stomata. Semakin besar ukuran stomata, maka nilai kerapatan stomata semakin kecil (Willmer 1983; Croxdale 2000). Dampak fisiologi dari karakter anatomi berupa variasi dalam ukuran stomata dapat mempengaruhi pertukaran gas (Bertolino *et al.* 2019) dan konduktansi stomata (Dow *et al.* 2014).

Kerapatan stomata pada kelima varietas belimbing bervariasi. Perbedaan kerapatan stomata menjadi salah satu respons tanaman terhadap lingkungan (Adelina dan Hasriyanty 2017). Kerapatan stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, semakin tinggi intensitas cahaya maka kerapatan





Gambar 3. Trikona non-kelenjar uniselular pada sayatan paradermal daun belimbing manis. Skala 50 μm

Tabel 3. Kerapatan trikoma lima varietas belimbing manis

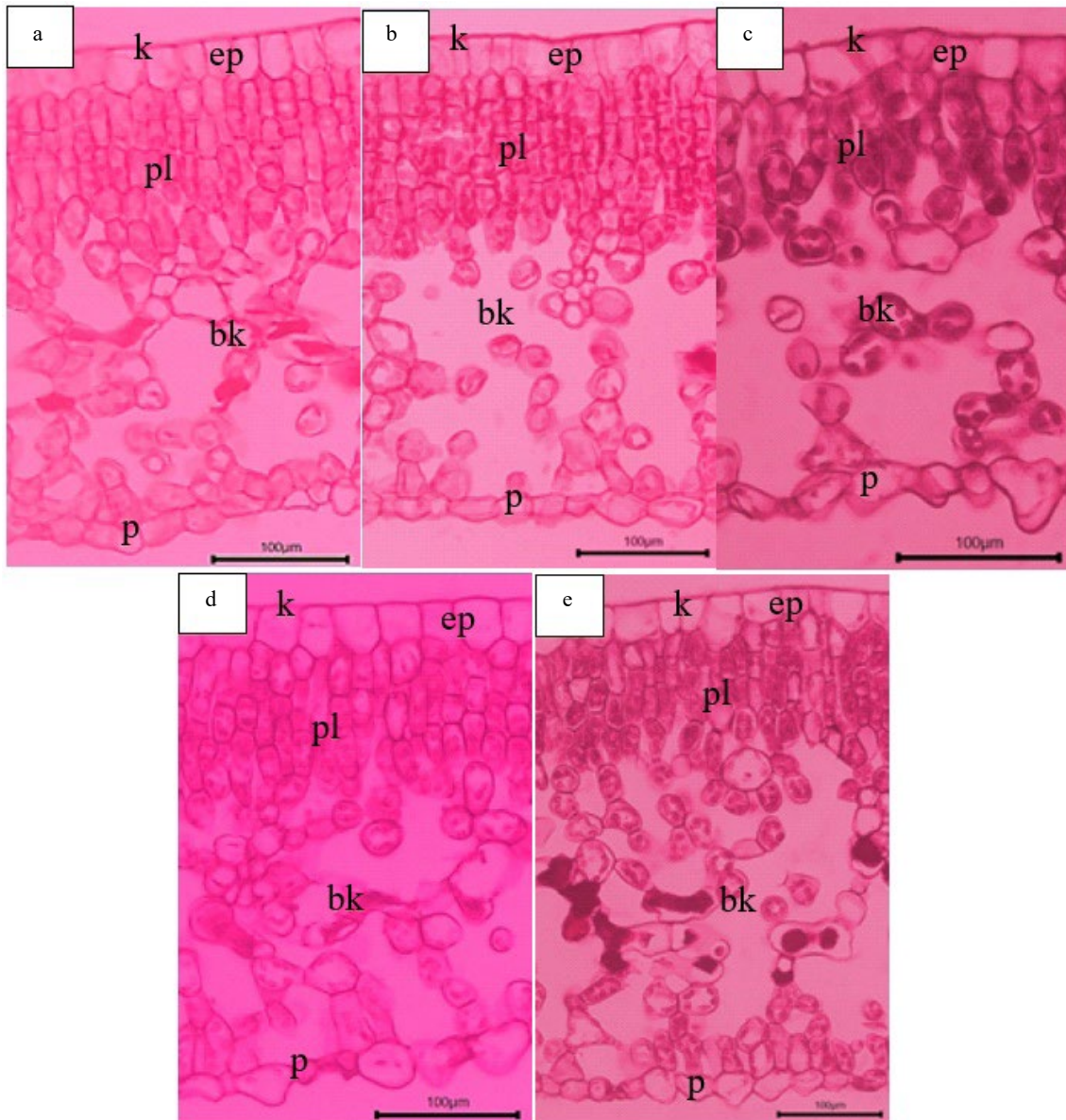
Sampel daun	Kerapatan trikoma (mm <sup>-2</sup> )
Demak jingga	23,86±9,59
Demak kapur	24,24±5,12
Demak kunir	32,83±7,50
Welahan	57,45±10,54
Wulan	38,94±4,01

Nilai rata-rata diambil dari tiga ulangan pohon ± standar deviasi

Tabel 4. Tebal daun lima varietas belimbing manis

Sampel daun	Rataan tebal daun (μm)
Demak jingga	328,64±5,64
Demak kapur	337,30±5,12
Demak kunir	311,36±15,59
Welahan	377,36±34,94
Wulan	427,56±44,98

Nilai rata-rata diambil dari tiga ulangan pohon ± standar deviasi



Gambar 3. Sayatan transversal lima varietas belimbing manis (a) Demak Jingga, (b) Demak Kapur, (c) Demak Kunir, (d) Welahan, (e) Wulan. Skala 100 μm (k: kutikula, ep: epidermis, pl: palisade, bk: bunga karang, p: papil)

Tabel 5. Tebal kutikula daun lima varietas belimbing manis

Sampel daun	Rataan tebal kutikula ( $\mu\text{m}$ )
Demak jingga	3,42 $\pm$ 0,03
Demak kapur	3,16 $\pm$ 0,09
Demak kunir	3,02 $\pm$ 0,16
Welahan	3,14 $\pm$ 0,84
Wulan	2,94 $\pm$ 0,26

Nilai rata-rata diambil dari tiga ulangan pohon  $\pm$  standar deviasi

Tabel 6. Tebal epidermis daun lima varietas belimbing manis

Sampel daun	Rataan tebal epidermis ( $\mu\text{m}$ )	
	Adaksial	Abaksial (papil)
Demak jingga	28,54 $\pm$ 4,26	21,07 $\pm$ 3,44
Demak kapur	26,38 $\pm$ 3,81	18,04 $\pm$ 2,68
Demak kunir	31,21 $\pm$ 1,99	18,53 $\pm$ 1,51
Welahan	30,46 $\pm$ 1,42	18,40 $\pm$ 3,00
Wulan	31,68 $\pm$ 5,47	21,30 $\pm$ 2,01

Nilai rata-rata diambil dari tiga ulangan pohon  $\pm$  standar deviasi

Tabel 7. Tebal palisade dan bunga karang pada lima varietas belimbing manis

Sampel daun	Rataan tebal palisade ( $\mu\text{m}$ )	Rataan tebal bunga karang ( $\mu\text{m}$ )
Demak jingga	83,49 $\pm$ 4,63	167,79 $\pm$ 5,33
Demak kapur	91,47 $\pm$ 10,15	166,73 $\pm$ 12,2
Demak kunir	80,07 $\pm$ 9,18	158,11 $\pm$ 2,26
Welahan	84,23 $\pm$ 22,57	206,19 $\pm$ 32,77
Wulan	101,97 $\pm$ 2,93	224,43 $\pm$ 21,94

Nilai rata-rata diambil dari tiga ulangan pohon  $\pm$  standar deviasi

stomata juga meningkat (Kimball 2001; Batos *et al.* 2010). Tingkat ketersediaan air yang sedikit dan banyak mendapatkan penyinaran matahari akan mempunyai kerapatan stomata yang lebih besar (Bosabalidis dan Kofidis 2002). Peningkatan kerapatan stomata untuk mengimbangi berkurangnya luas daun tanaman yang tercekam air bertujuan untuk mengurangi transpirasi (Lestari 2006). Kerapatan stomata yang tinggi diduga berkaitan dengan resistensi terhadap kekeringan (Perwati 2009).

Perubahan jumlah stomata dan epidermis dapat dilihat melalui indeks stomata. Indeks stomata adalah perbandingan antara jumlah stomata dengan jumlah total epidermis ditambah jumlah stomata (Willmer 1983). Indeks stomata kelima varietas daun belimbing manis bervariasi antara 16,23-18,12. Hasil ini lebih tinggi jika dibandingkan dari penelitian Sunarti *et al.* (2008) yang mengambil sampel belimbing manis dari Kebun Raya Bogor dengan nilai indeks stomata 11,47 $\pm$ 2,23. Nilai indeks stomata yang tinggi menunjukkan bahwa jumlah sel stomata lebih banyak (Anggarwulan *et al.* 2008). Perbedaan indeks stomata terjadi akibat perbedaan genotipe dan naungan yang berbeda (Sundari dan Atmaja 2011).

Trikoma pada lima varietas belimbing manis hanya ditemukan pada sisi abaksial yaitu trikoma non kelenjar uniseluler. Namun demikian, pada penelitian Sa *et al.* (2019), trikoma dijumpai pada kedua sisi permukaan daun. Trikoma merupakan rambut-rambut

halus yang terdapat pada lapisan epidermis. Kerapatan trikoma berkorelasi positif dengan perlindungan terhadap serangga pada tanaman (Cho *et al.* 2017) dan berperan untuk mengurangi penguapan (Weker 2000).

Varietas belimbing manis memiliki ketebalan daun yang bervariasi. Perbedaan ini disebabkan karena setiap varietas memiliki sifat genetik yang berbeda-beda (Finlay dan Wilkinson 1993). Cahaya menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan daun. Cahaya berperan penting dalam proses fisiologi tanaman, terutama fotosintesis, respirasi, dan transpirasi (Istiqomah *et al.* 2010). Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan tanaman beradaptasi dengan memiliki helaian daun lebih tebal. Sebaliknya semakin berkurang intensitas cahaya menyebabkan tebal daun semakin rendah (Kisman *et al.* 2007). Daun di tempat ternaung biasanya lebih lebar dan tipis yang memungkinkan penangkapan cahaya lebih banyak untuk diteruskan ke bagian bawah daun dengan cepat sehingga proses fotosintesis berlangsung maksimal (Evans dan Poorter 2001). Selain itu, ukuran daun yang kecil dan tebal juga menjadi salah satu adaptasi tumbuhan untuk menghindari layu pada daun akibat transpirasi yang dipicu oleh paparan intensitas cahaya yang tinggi.

Kutikula terdapat di bagian luar sel epidermis. Lapisan kutikula berperan penting dalam melindungi tanaman dari kehilangan air (Ristic dan Jenks 2002). Kutikula yang tebal dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Aliah *et al.* 2015). Di bawah kutikula terdapat epidermis. Epidermis terletak di bagian adaksial dan abaksial dari daun. Jaringan epidermis berfungsi sebagai pelindung bagian dalam organ tumbuhan (Fahn 1991).

Jaringan mesofil daun terbagi menjadi dua bagian yaitu palisade dan bunga karang. Jaringan mesofil pada kelima varietas belimbing manis bertipe *dorsiventral*. Palisade banyak mengandung kloroplas yang sangat penting dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis (Tihuraa *et al.* 2020). Jaringan palisade pada belimbing manis berbentuk persegi panjang dan memanjang secara vertikal, terdiri atas 2-4 lapisan. Namun demikian, dalam penelitian Hari *et al.* (2020), palisade belimbing manis dijumpai tiga lapis. Palisade berfungsi untuk melakukan proses fotosintesis pada daun (Ivanova dan P'yankov 2002). Jaringan bunga karang berbentuk tidak beraturan dan memiliki banyak ruang antar sel, berfungsi dalam pertukaran gas interseluler.

Sayatan paradermal daun menunjukkan epidermis daun lima varietas belimbing manis berlekuk lurus dan berlekuk dangkal. Ukuran panjang, lebar, kerapatan dan indeks stomata bervariasi antar varietas. Satu jenis trikoma hanya ditemukan pada sisi abaksial yaitu trikoma non-kelenjar uniseluler. Sayatan transversal daun belimbing manis menunjukkan bagian daun yang diamati memiliki jaringan mesofil bertipe *dorsiventral*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan dan staf Taman Buah Mekarsari yang telah menyediakan sampel penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adelina SO, Hasriyanty. 2017. Identifikasi morfologi dan anatomi jeruk lokal (*Citrus* sp.) di Desa Doda dan Desa Lempe Kecamatan Lore Tengah Kabupaten Poso. *E J Agrotekbis* 5:58-65.
- Aliah NU, Sulistyowati L, Muhibbudin A. 2015. Hubungan ketebalan lapisan epidermis daun terhadap serangan jamur (*Mycosphaella musicola*) penyebab penyakit bercak daun sigatoka pada sepuluh kultivar pisang. *J HPT* 3:35-43.
- Anggarwulan E, Solichatun, Mudyantini W. 2008. Karakter fisiologi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) pada variasi naungan dan ketersediaan air. *Biodiversitas* 4:264-268. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d090405>
- Batos BD, Vilotic D, Milkovic. 2010. Inter and intra population variation of leaf stomatal traits of *Quercus robur* L. In northern Serbia. *Arch Biol Sci* 62:1125-1136. <https://doi.org/10.2298/ABS1004125B>
- Berawi KN, Pasya AV. 2016. Pengaruh pemberian jus belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.) untuk menurunkan tekanan darah. *J Majotiry* 5:24.
- Bertolino LT, Caine RS, Julie E, Gray JE. 2019. Impact of stomatal density and morphology on water-use efficiency in a changing world. *Front Plant Sci* 10:225. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00225>
- Bhaskar, Shantaram. 2013. Morphological and biochemical characteristics of *Averrhoa* fruits. *Int J Pharm Chem Sci* 3:924-928.
- Bosabalidis AM, Kofidis G. 2002. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant Sci* 63:375-379. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00135-8](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00135-8)
- Cho KS, Kwon M, Cho J, Im J, Park Y, Hong S, Hwang I, Kang J. 2017. Characterization of trichome morphology and aphid resistance in cultivated and wild species of potato. *Hortic Environ Biotechnol* 58:450-457. <https://doi.org/10.1007/s13580-017-0078-4>
- Croxdale JL. 2000. Stomatal patterning in Angiosperms. *Am J Bot* 87:1069-1080. <https://doi.org/10.2307/2656643>
- Dasgupta P, Chakraborty P, Bala NN. 2013. *Averrhoa carambola*: an update review. *Int J Pharma Res* 2:54-63.
- Dow G J, Bergmann DC, Berry J A. 2014. An integrated model of stomatal development and leaf physiology. *New Phytol* 201:1218-1226. <https://doi.org/10.1111/nph.12608>
- Evans JR, Pooter H. 2001. Photosynthetic accumulation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant Cell Environ* 24:755-767. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2001.00724.x>
- Fahn A. 1991. Anatomi Tumbuhan. Ed ke-3. Soediartha A, Koesoemaningrat RMT, Natasaputra M, Akmal H, penerjemah; Tjitrosomo SS, editor. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Pr.
- Finlay KW, Wilkinson. 1993. The analysis of adaptation in plant breeding programme. *Aust J Agric Res* 14:742-754. <https://doi.org/10.1071/AR9630742>
- Hari N, Priya C, Besteena C, Kavya V. 2020. A comparative morpho-anatomical study of leaf and stem in *Averrhoa bilimbi* L. and *Averrhoa carambola*. *Int J Life Sci Res* 7:53-60.
- Istiqomah AR, Mudyantini W, Anggarwulani E. 2010. Pertumbuhan dan struktur anatomi rumput mutiara (*Hedyotis corymbosa* L.) pada ketersediaan air dan intensitas cahaya berbeda. *J Ekosains* 2:56-64.
- Ivanova LA, P'yankov VIP. 2002. Structural adaptation of the leaf mesophyll to shading. *Russ J Plant Physiol* 49:419-431. <https://doi.org/10.1023/A:1015513607202>
- Johansen DA. 1940. Plant Microtechnique. New York: McGraw-Hill.
- Kimball JW. 2001. Biologi Edisi kelima Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Kisman, Khumaida N, Trikoesoemaningtyas, Sobir, Sopandie D. 2007. Karakter morfo-fisiologi daun penciri adaptasi kedelai terhadap intensitas cahaya rendah. *Bul Agron* 35:96-102.
- Lestari EG. 2006. Hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada somaklon padi Gajahmungur, Towuti, dan IR 64. *Biodiversitas* 7:44-48.
- Mitcham EJ, McDonald RE. 1991. Characterization of the ripening of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit. *Proc Fla State Hort Soc* 104:104-108.
- Perwati LK. 2009. Analisis derajat ploidi dan pengaruhnya terhadap variasi ukuran stomata dan spora pada *Adiantum radicans*. *Bioma* 11:39-44.
- Priadi D, Cahyani Y. 2011. Keanekaragaman varietas belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.) di Kebun Plasma Nutfah Tumbuhan dan Hewan Cibinong. *Berk Penel Hayati* 5A:73-77.
- Ristic Z, Jenks MA. 2002. Leaf cuticle and water loss in maize lines differing in dehydration avoidance. *J Plant Physiol* 159:645-651. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-0743>
- Rompas Y, Rampe HL, Rumondor MJ. 2011. Struktur sel epidermis dan stomata daun beberapa tumbuhan suku Orchidaceae. *Jurnal Bioslogos* 1:1-19. <https://doi.org/10.35799/jbl.1.1.2011.371>
- Sa RD, Vasconcelos AL, Santos AV, Padilhac RJR, Alves LC, Soares LAL, Randau KP. 2019. Anatomy, histochemistry and oxalic acid content of the leaflets of *Averrhoa bilimbi* and *Averrhoa carambola*. *Rev Bras Farmacogn* 29:11-16. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.09.005>
- Saghir SAM, Sadikun A, Khawi KY, Murugaiyah V. 2013. Star fruit (*Averrhoa carambola* L.): from traditional uses to pharmacological activities. *B Latinoam Caribe Pl* 12:209-219.
- Sass JE. 1951. Botanical Microtechnique. Iowa: Iowa State College Pr. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.5706>
- Sunarti S. 2007. Anatomi daun dan taksonomi *Syzygium zippelianum* Miq., *S. javanicum* Miq., dan *S. racemosum* (BL) DC. *Floribunda* 3:104-108.
- Sunarti S, Rugayah, Tihurua EF. 2008. Studi anatomi daun jenis-jenis *Averrhoa* di Indonesia untuk mempertegas status anatominya. *Berita Biol* 9:253-257.
- Sundari T, Atmaja RP. 2011. Bentuk sel epidermis, tipe dan indeks stomata 5 genotipe kedelai pada tingkat naungan berbeda. *J Biologi Indonesia* 7:67-79.
- Tihurua EF, Agustiani, Rahmawati K. 2020. Karakter anatomi daun sebagai bentuk adaptasi tumbuhan penyusun zonasi Mangrove di Banggai Kepulauan Provinsi Sulawesi Tengah. *J Kelaut Trop* 23:255-264. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i2.7048>
- Ula RA. 2016. Karakteristik morfologi dan anatomi tanaman belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.) di Taman Buah Mekarsari Bogor [Skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Vastra AR, Susilo MY, Prameswari NP, Pratama B. 2020. The potential of sweet starfruit as a gastroprotector of gaster damage due to free radicals. *IJGHR* 2:1-6. <https://doi.org/10.37287/ijghr.v2i1.55>
- Weker E. 2000. Trichome diversity and development. *Adv Bot Res* 31:1-35. [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(00\)31005-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(00)31005-9)
- Willmer CM. 1983. Stomata. New York: Longman Group Limited.