

Scientific Article

PERBANDINGAN KARAKTER ANATOMI DAUN PADA EMPAT KULTIVAR NANGKA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) KOLEKSI TAMAN BUAH MEKARSARI, BOGOR

*Comparison of leaf anatomy characteristics on four cultivars of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Mekarsari Fruit Garden collection, Bogor*

Raudya Tuzzahra Ramadhani, Nina Ratna Djuita, Dorly*

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor (IPB University)
 Gedung Biologi, Jalan Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

Informasi Artikel

Diterima/Received : 4 Oktober 2021
 Disetujui/Accepted : 23 Agustus 2022
 Diterbitkan/Published : 30 Agustus 2022

*Koresponden E-mail :
 dorly@apps.ipb.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.55981/bkr.753>

Cara mengutip :
 Ramadhani RT, Djuita NR, Dorly. 2022.
 Perbandingan karakter anatomi daun pada empat kultivar nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Koleksi Taman Buah Mekarsari, Bogor. Buletin Kebun Raya 25(2): 84–95.
 DOI: <https://doi.org/10.55981/bkr.753>

Kontributor

Kontributor Utama/Main author:
 Raudya Tuzzahra Ramadhani

Kontributor Anggota/Author member:
 Nina Ratna Djuita
 Dorly

Keywords: anomocytic, heterobaric, stomata, trichomes

Kata Kunci: anomositik, heterobaric, stomata, trikoma

Abstract

The Mekarsari Fruit Garden developed several jackfruit cultivars, such as Telanjang, Mini, Bubur, and Dulang. These cultivars are categorized according to their fruit characteristics. Many kinds of jackfruit cultivars available, but the study of leaf anatomy from different jackfruit cultivars has not been conducted. This research aimed to investigate the anatomical characters of several jackfruit cultivar's leaves obtained from Mekarsari Fruit Garden. Samples were taken from three trees for each cultivar with three repetitions. Paradermal and transversal sections were made from the fourth leaves of each branch. The paradermal section showed that the epidermal cell had an irregular shape with straight to strongly sinuous anticlinal cell walls. Stomata were hypostomatous with anomocytic type. There were two types of trichomes: non-glandular and glandular trichomes. There were no leaf anatomical differences in all observed jackfruit cultivars. This is due to overlapping range values of the anatomical character among the four cultivars. However, leaf anatomy can be used to distinguish jackfruit cultivars from nangkadak hybrid cv. Bola.

Abstrak

Taman Buah Mekarsari mengembangkan beberapa kultivar nangka, antara lain kultivar Telanjang, Mini, Bubur, dan Dulang. Keempat kultivar tersebut dibedakan berdasarkan keunikan buahnya. Keragaman kultivar nangka sangat banyak, namun studi mengenai anatomi daun kultivar nangka yang berbeda belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan mempelajari karakter anatomi daun beberapa kultivar nangka koleksi Taman Buah Mekarsari, Bogor. Sampel diambil dari tiga pohon untuk tiap kultivar dengan tiga ulangan cabang untuk tiap pohon. Sediaan sayatan paradermal dan transversal dibuat dari daun keempat dari ujung cabang. Hasil pengamatan sayatan paradermal daun menunjukkan sel epidermis berbentuk tidak beraturan dengan dinding sel antiklinal rata hingga berlekuk. Stomata hanya terdapat pada sisi abaksial daun dengan tipe anomositik. Pada kultivar nangka dijumpai dua jenis trikoma, yaitu trikoma kelenjar dan trikoma non kelenjar. Tidak terdapat perbedaan karakter anatomi daun pada semua daun kultivar nangka yang diamati. Hal ini dikarenakan rentang nilai karakter anatomi yang diamati saling tumpang tindih pada keempat kultivar tersebut. Namun demikian, karakter anatomi daun dapat digunakan untuk membedakan kultivar nangka dengan hibrida nangkadak cv. Bola.

PENDAHULUAN

Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) merupakan anggota suku Moraceae. Suku ini terdiri atas 40 marga dengan kurang lebih 1.200 jenis (The Plant List 2013). Tanaman ini diduga berasal dari hutan hujan di Ghat Barat, India dan saat ini telah menyebar luas ke

negara-negara di Asia Tenggara dan wilayah lainnya (Soepadmo 1991). Keanekaragaman genetik nangka merupakan sumber daya yang sangat berharga (Khan *et al.* 2010). Dengan adanya keberagaman ini, para pemulia dapat menggunakannya sebagai sumber untuk mengembangkan kultivar-kultivar baru dengan karakter yang lebih baik dan sesuai dengan harapan.

Taman Buah Mekarsari Bogor mengembangkan beberapa kultivar (cv.) nangka, antara lain cv. Telanjang, Mini, Bubur, dan Dulang (penamaan aksesori berdasarkan hasil komunikasi pribadi dengan staf Taman Buah Mekarsari). Keempat kultivar dibedakan berdasarkan keunikan dalam bentuk, ukuran, dan tekstur daging buahnya. Persilangan nangka (*A. heterophyllus*) cv. Mini sebagai induk betina dengan cempedak (*A. integer*) sebagai induk jantan menghasilkan nangkadak (*A. heterophyllus* x *A. integer*). Generasi kedua hasil persilangan nangka dan cempedak menghasilkan nangkadak cv. Bola yang daunnya lebih mirip dengan nangka dibandingkan dengan cempedak. Nangkadak cv. Bola dijadikan sebagai pembandingan karena merupakan keturunan campuran antara nangka dengan cempedak dan diharapkan mampu memberikan perbedaan secara anatomi meskipun secara morfologi daunnya lebih mirip dengan daun nangka.

Nangka (*A. heterophyllus*) memiliki variasi yang cukup tinggi akibat adanya persilangan secara seksual. Reddy *et al.* (2015) melaporkan hasil penelitian anatomi daun nangka yang berasal dari Desa Duggirala, Andhra Pradesh, India bahwa berkas pembuluh pada daun nangka memiliki tipe amfikribal. Menurut Palupi *et al.* (2021), marga *Artocarpus* memiliki variasi anatomi yang berbeda dalam hal ketebalan kutikula, epidermis, dan mesofil. Variasi lainnya dijumpai pada karakteristik stomata.

Penelitian terhadap koleksi nangka di Taman Buah Mekarsari yang pernah dilakukan adalah studi keragaman berdasarkan morfologi buah (Sulassih *et al.* 2015), sedangkan studi mengenai keragaman nangka berdasarkan anatomi daun belum pernah dilaporkan. Anatomi daun merupakan karakter yang penting dalam identifikasi tumbuhan, karena daun memiliki struktur jaringan yang bervariasi dan dapat digunakan dalam

membedakan marga serta jenis dari suku yang sama (Adedeji *et al.* 2007; Abdel-Raouf 2012; Al-Edany & Al-Saadi 2012). Penelitian anatomi daun dari kultivar yang berbeda juga telah dilakukan pada tanaman pisang dan menunjukkan beberapa perbedaan antar kultivarnya (Sumardi & Wulandari 2010). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan anatomi daun dari beberapa kultivar nangka dan satu kultivar nangkadak sebagai pembandingan yang terdapat di Taman Buah Mekarsari, Bogor.

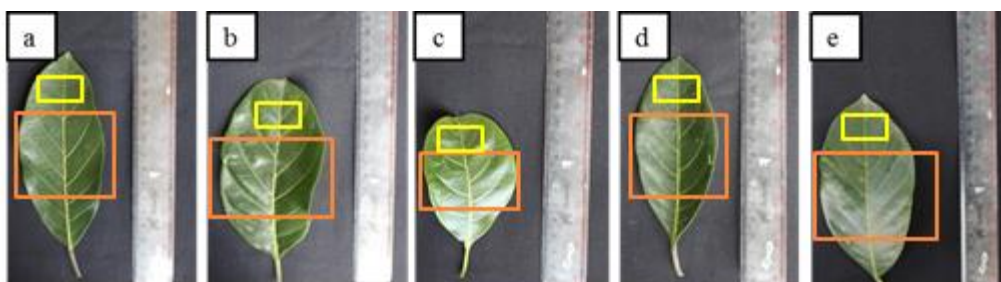
BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari—Juli 2018. Sampel daun nangka diambil dari Taman Buah Mekarsari, Bogor. Pembuatan sediaan mikroskopis sayatan paradermal dan transversal dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Sumber Daya Tumbuhan Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor (IPB).

Bahan dan alat penelitian

Bahan tanaman yang digunakan adalah daun nangka cv. Telanjang, Mini, Bubur, Dulang, dan nangkadak cv. Bola. Sampel daun diambil pada bagian tengah untuk pembuatan sayatan paradermal dan bagian tulang daun utama untuk sayatan transversal (Gambar 1). Bahan kimia yang digunakan adalah etanol, asam nitrat (HNO_3), kloroks, safranin, gliserin, akuades, parafin, larutan seri Johansen I-VII, fast green, xilol, dan entellan. Alat yang digunakan adalah mikroskop cahaya (Olympus), oven, hot plate, mikrotom putar (Yamato RV-240), dan HDMI microscope camera (Indomicro).



Gambar 1. Daun nangka yang digunakan dalam penelitian: (a) cv. Telanjang, (b) cv. Mini, (c) cv. Bubur, (d) cv. Dulang, dan (e) nangkadak cv. Bola

Keterangan: bagian daun yang digunakan pada sayatan paradermal
 bagian daun yang digunakan pada sayatan transversal

Tahapan pelaksanaan

Pengambilan sampel

Daun diambil dari tiga pohon untuk tiap kultivar. Tiga ulangan cabang dengan posisi yang menghadap ke arah timur digunakan untuk masing-masing pohon.

Sampel yang diambil yaitu daun dewasa pada posisi keempat dari ujung cabang. Sampel daun di fiksasi di dalam etanol 70%.

Pembuatan sediaan mikroskopis sayatan paradermal dan transversal daun

Sayatan paradermal dibuat dalam bentuk semi permanen dengan metode *wholemout* (Sass 1951). Sayatan transversal dibuat dengan metode parafin (Johansen 1940). Sampel yang telah dibuat dalam blok parafin direndam dalam larutan *Gifford* selama satu sampai dua bulan. Sampel dalam blok dipotong setebal 10 μm dengan mikrotom putar. Sampel diwarnai dengan safranin 2% dan fast green 0,5%. Sampel diberi media entellan lalu ditutup dengan gelas penutup, kemudian diamati di bawah mikroskop yang dilengkapi dengan kamera Indomicro.

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 tiga bidang pandang untuk trikoma. Penghitungan kerapatan dan indeks stomata dilakukan mengikuti Willmer (1983) sebagai berikut:

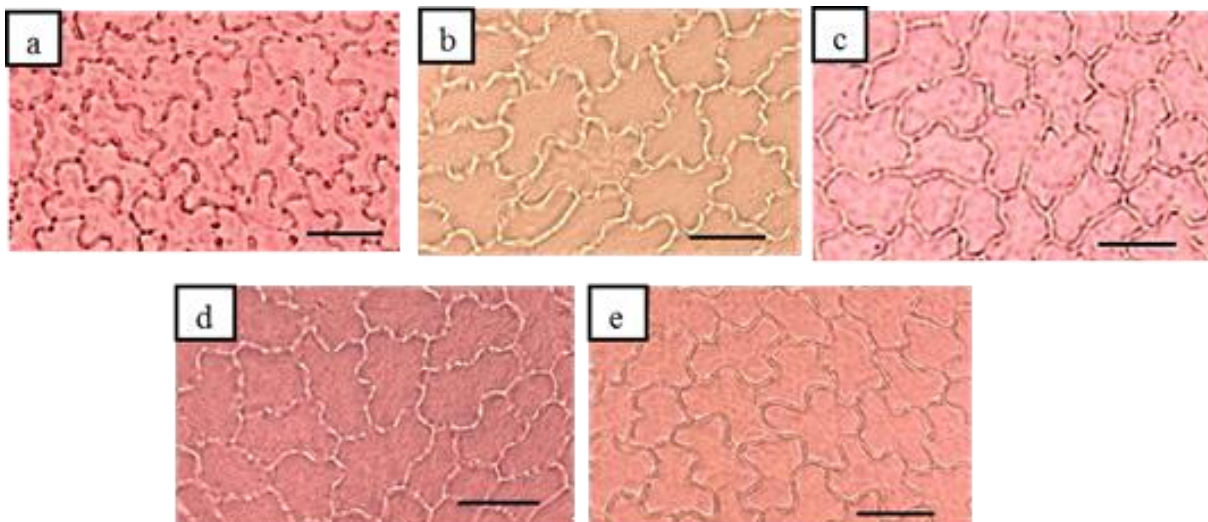
$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\sum \text{stomata}}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

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

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

Sediaan mikroskopis sayatan transversal

Parameter yang diamati pada sayatan transversal daun yaitu tebal kutikula, tebal epidermis adaksial dan abaksial, tebal jaringan palisade, tebal jaringan bunga karang, dan tebal daun. Semua parameter diamati dalam satuan μm . Sampel diamati pada enam bidang pandang pada setiap ulangan.



Gambar 2. Sel-sel epidermis pada sayatan paradermal daun nangka sisi adaksial: (a) cv. Telanjang, (b) cv. Mini, (c) cv. Bubur, (d) cv. Dulang, dan (e) nangkadak cv. Bola. Skala 30 μm

Analisis data

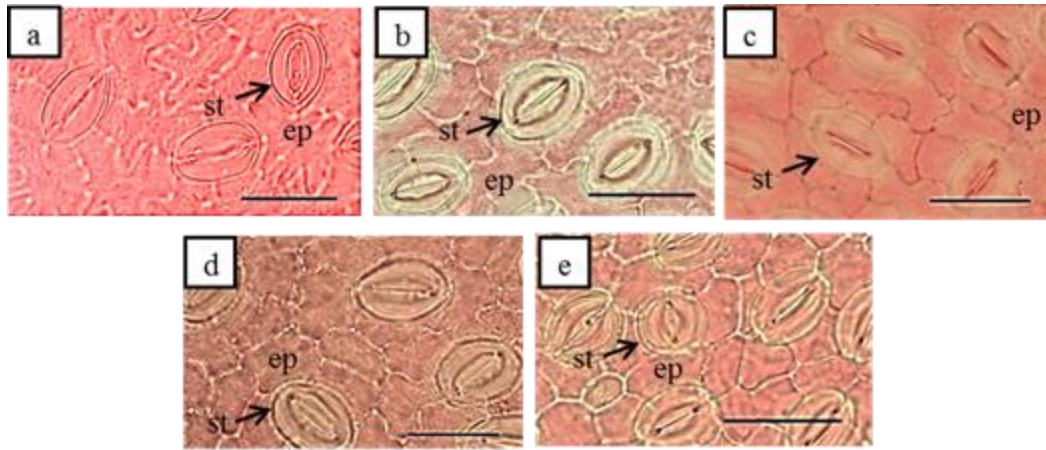
Data ditampilkan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi. Data nilai kisaran diperoleh dengan cara menambah nilai Rerata dengan standar deviasi serta mengurangi nilai Rerata dengan standar deviasi. Nilai kisaran tersebut kemudian dibandingkan satu sama lain dan dianalisis secara deskriptif. Jika nilai tersebut masih dalam rentang yang sama maka dikatakan tidak berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Epidermis

Epidermis adaksial dan abaksial daun nangka dan nangkadak cv. Bola berbentuk tidak beraturan dengan dinding sel antiklinal rata hingga berlekuk dalam (Gambar 2 dan 3). Perbedaan sel epidermis dijumpai pada beberapa ulangan daun nangka cv. Telanjang yakni dinding sel antiklinal yang berlekuk lebih dalam dibandingkan dengan nangka kultivar lain (Gambar 2a dan Gambar 3a). Selain itu, perbedaan juga dijumpai pada dinding sel antiklinal sisi abaksial dari nangkadak cv. Bola dengan dinding sel rata lebih banyak dijumpai dibandingkan dengan kultivar dari nangka (Gambar 3e). Karakter dinding sel antiklinal dari sel epidermis digunakan dalam membedakan tiga jenis yang berbeda dari marga *Syzigium* (Sunarti 2007).

Sel epidermis merupakan penyusun jaringan terluar dari suatu organ tanaman. Sel epidermis memiliki fungsi yang bervariasi, yaitu sebagai tempat deposit material seperti kalsium oksalat atau sebagai tempat penyimpanan air. Organel vakuola yang besar dalam sel epidermis juga berperan dalam menyerap radiasi sinar UV dan radiasi infra merah yang berbahaya untuk menghilangkan panas (Willmer 1983).

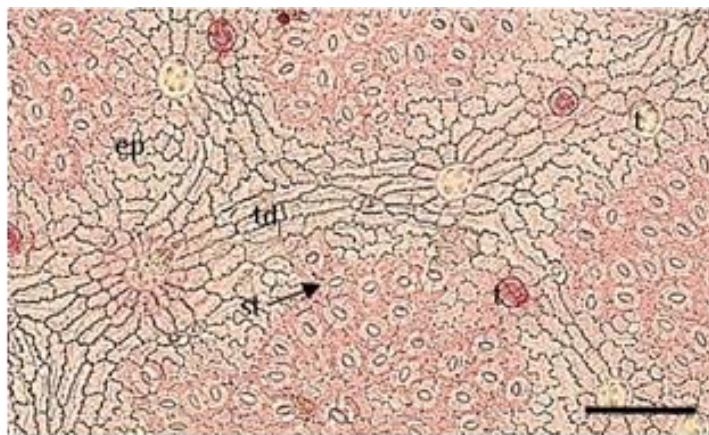


Gambar 3. Sel-sel epidermis pada sayatan paradermal daun nangka sisi abaksial: (a) cv. Telanjang, (b) cv. Mini, (c) cv. Bubur, (d) cv. Dulang, dan (e) nangkadak cv. Bola. ep: epidermis, st: stomata. Skala 30 μ m

Stomata

Berdasarkan pengamatan sayatan paradermal, stomata daun nangka dan nangkadak cv. Bola hanya dijumpai pada sisi abaksial daun (hipostomatous), tersusun tersebar, rapat, dan dibatasi oleh tulang-tulang daun (Gambar 4). Stomata yang terdapat hanya pada sisi

abaksial daun umumnya terdapat pada jenis pepohonan (Willmer 1983). Panas yang diterima pada sisi abaksial daun lebih sedikit dibandingkan dengan sisi adaksial, sehingga kehilangan air melalui transpirasi dapat dikurangi dengan menempatkan stomata pada sisi abaksial (Martin & Glover 2007; Hakim et al. 2013).



Gambar 4. Sayatan paradermal sisi abaksial daun nangka menunjukkan stomata yang tersebar. st: stomata, td: tulang daun, ep: epidermis, t: trikoma. Skala 100 μ m

Kultivar nangka dan nangkadak yang diamati memiliki tipe stomata anomositik. Tipe stomata anomositik dicirikan dengan sel penjaga yang dikelilingi oleh sel-sel yang tidak dapat dibedakan dengan sel-sel epidermis (Willmer 1983) (Gambar 5). Hasil yang berbeda dilaporkan oleh Reddy et al. (2015) yang menyatakan bahwa tipe stomata pada daun nangka adalah diasitik. Stomata dengan tipe anomositik juga ditemukan pada kerabat dekat nangka yakni *A. altilis* (sukun) di Malaysia (Sikarwar et al. 2015). Namun, tipe stomata tersebut bukan merupakan ciri khusus dari marga *Artocarpus* karena didapati pula pada tumbuhan yang berkerabat jauh antara lain dari suku Clusiaceae (Lailati 2017) dan Piperaceae (Sarjani et al. 2017). Bentuk sel penjaga dari kultivar nangka adalah ginjal dengan bentuk stomata elips

dan sedikit stomata membundar, begitu juga pada nangkadak cv. Bola.

Panjang stomata dari nangka cv. Telanjang dan cv. Bubur memiliki kisaran nilai yang tumpang tindih (Tabel 1). Rerata nilai panjang stomata terbesar terdapat pada nangka cv. Telanjang, yaitu $24.44 \pm 0.85 \mu\text{m}$ dan terkecil pada nangka cv. Bubur, yaitu $19.51 \pm 1.24 \mu\text{m}$. Ukuran stomata pada kultivar nangka lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran stomata pada *Ficus elliotiana* di Brazil yang memiliki panjang $30.06 \pm 0.22 \mu\text{m}$ dan lebar $19.83 \pm 1.31 \mu\text{m}$ (Araújo et al. 2014), meskipun keduanya termasuk dalam suku yang sama. Palupi et al. (2021) menemukan bahwa daun nangka memiliki panjang, lebar, dan kerapatan stomata yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun cempedak (*A. integer*).

Tabel 1. Ukuran stomata daun nangka dan nangkadak

Sampel daun	Panjang stomata (μm)		Lebar stomata (μm)	
	Min - Max	Rerata	Min - Max	Rerata
Nangka cv. Telanjang	19.57 - 32.03	24.44 \pm 0.85	14.39 - 20.66	17.60 \pm 0.16
Nangka cv. Mini	16.30 - 31.65	22.12 \pm 1.04	12.71 - 20.62	16.62 \pm 0.90
Nangka cv. Bubur	12.24 - 25.49	19.51 \pm 1.24	11.76 - 21.42	15.79 \pm 0.78
Nangka cv. Dulang	17.25 - 33.00	23.88 \pm 1.03	12.95 - 25.37	17.58 \pm 0.70
Nangkadak cv. Bola	13.77 - 27.62	20.42 \pm 0.86	11.80 - 22.20	15.64 \pm 0.44

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



Gambar 5. Tipe stomata anomositik pada sisi abaksial daun nangka. ep: epidermis, sp: sel penjaga). Skala 20 μm

Kerapatan dan indeks stomata

Kerapatan stomata yang paling tinggi dijumpai pada nangkadak cv. Bola yaitu $673,02 \pm 66,59/\text{mm}^2$ dan kerapatan stomata terendah pada nangka cv. Telanjang yaitu $370,48 \pm 9,94/\text{mm}^2$ (Tabel 2). Karakter kerapatan stomata dapat berubah mengikuti kondisi lingkungan seperti cahaya (Gay & Hurd 1975) dan kadar CO_2 udara (Woodward 1987). Jenis yang berkerabat dekat dengan nangka yakni *A. elasticus* diketahui memiliki kerapatan stomata $371 \pm 128/\text{mm}^2$ di bawah naungan dan $389 \pm 108/\text{mm}^2$ di bawah matahari penuh (Kardiman & Reæbild 2017).

Hasil rerata indeks stomata menunjukkan indeks stomata hampir sama (Tabel 2), meskipun indeks stomata nangka cv. Bubur sedikit lebih tinggi. Indeks stomata pada tanaman nangka di India memiliki nilai yang lebih rendah yakni 15,37 (Khan 1987). Hal ini berarti bahwa nilai indeks stomata dapat berbeda pada jenis yang sama. Hal ini mungkin disebabkan oleh keadaan atmosfer yang sudah berubah seiring berjalannya waktu atau akibat dari perbedaan iklim. Namun demikian, pada helaian daun yang sama, indeks stomata merupakan parameter yang lebih konsisten dibandingkan dengan kerapatan stomata (Willmer 1983).

Tabel 2. Kerapatan dan indeks stomata daun nangka dan nangkadak

Sampel daun	Kerapatan stomata (mm^{-2})		Indeks stomata	
	Min - Max	Rataan	Min - Max	Rataan
Nangka cv. Telanjang	171,43 - 542,86	370,48 \pm 9,94	10,87 - 25,00	17,88 \pm 1,26
Nangka cv. Mini	300,00 - 942,86	530,63 \pm 76,87	11,29 - 24,00	17,65 \pm 0,92
Nangka cv. Bubur	357,14 - 871,43	577,46 \pm 64,75	14,29 - 24,00	18,95 \pm 1,14
Nangka cv. Dulang	285,71 - 714,29	432,86 \pm 39,83	13,04 - 23,64	18,28 \pm 0,65
Nangkadak cv. Bola	442,86 - 871,43	673,02 \pm 66,59	10,61 - 22,73	17,41 \pm 1,88

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

Trikoma

Berdasarkan sayatan paradermal terdapat dua jenis trikoma yang ditemukan pada daun nangka dan nangkadak cv. Bola, yakni (1) trikoma non-kelenjar, uniseluler, ujung meruncing, pangkal membulat, dan dikelilingi oleh beberapa sel epidermis secara radial (Gambar 6) dan (2) trikoma kelenjar, sel kepala multiseluler yang terdiri atas 4–8 sel, dan dikelilingi oleh beberapa sel epidermis secara radial (Gambar 7). Pangkal trikoma dicirikan dengan bentuk segi enam dengan suatu

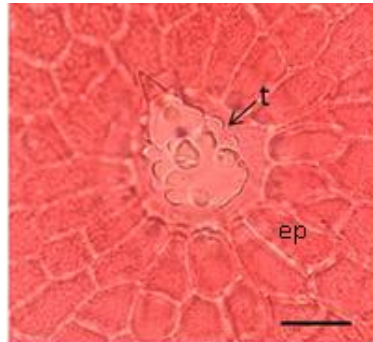
bentuk oval di dalamnya (Gambar 7b). Reddy et al. (2015) menemukan trikoma glandular yang dijumpai pada permukaan atas dan bawah daun nangka, namun keberadaannya sangat jarang.

Trikoma non-kelenjar disebut sebagai trikoma-sistolit (Gambar 6) dan ditemukan pada anggota suku Moraceae dari marga *Ficus*, *Morus*, *Maclura*, dan *Broussonetia* (Azizian 2002) dengan variasi ukuran dan bentuk dengan ciri-ciri dasar yang membulat hingga menggembung dengan ujung meruncing yang pendek.

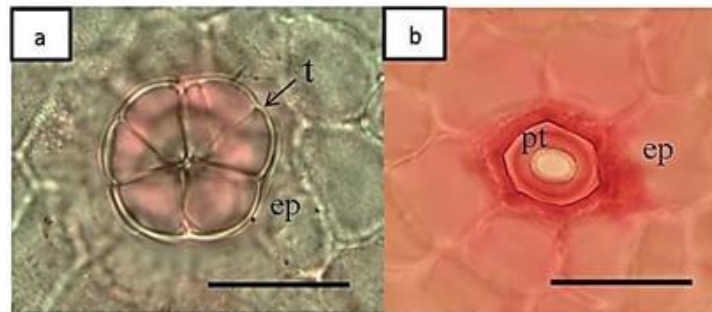
Penamaan dari trikoma ini berdasarkan kandungan trikoma tersebut yang mirip seperti struktur sistolit pada daun. Sistolit merupakan badan terkalsifikasi yang terdispersi pada sel epidermis (Setoguchi *et al.* 1989).

Kedua tipe trikoma dapat ditemukan pada sisi adaksial (Gambar 8) maupun abaksial (Gambar 9).

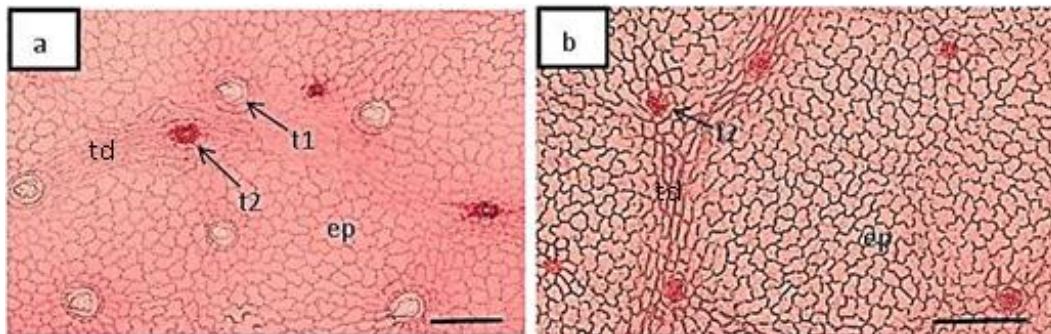
Pengecualian untuk nangkadak cv. Bola dimana trikoma non-kelenjar tidak ditemukan pada sisi adaksial daun. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan nangkadak cv. Bola dari nangka biasa. Letak dari trikoma pada helai daun nangka dan nangkadak cv. Bola berada di atas tulang-tulang daun (Gambar 8 dan Gambar 9).



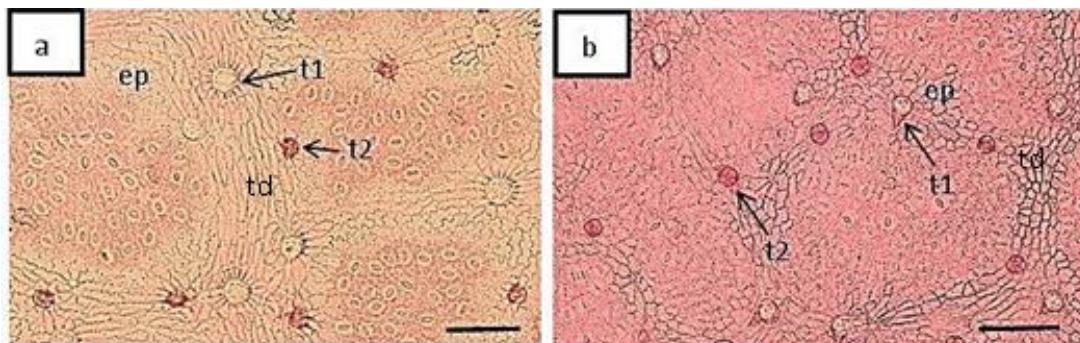
Gambar 6. Trikoma non-kelenjar pada sayatan paradermal adaksial dan abaksial daun nangka. t: trikoma, ep: epidermis. Skala 20 µm



Gambar 7. Trikoma kelenjar (a) dan pangkal trikoma kelenjar (b) pada sayatan paradermal adaksial dan abaksial daun nangka. t: trikoma, pt: pangkal trikoma, ep: epidermis. Skala 20 µm



Gambar 8. Trikoma pada sayatan paradermal sisi adaksial pada: (a) daun nangka cv. Bubur dan (b) nangkadak cv. Bola. ep: epidermis, td: tulang daun, t1: trikoma non-kelenjar, t2: trikoma kelenjar. Skala 100 µm



Gambar 9. Trikoma pada sayatan paradermal sisi abaksial pada: (a) daun nangka cv. Mini dan (b) nangkadak cv. Bola. ep: epidermis, td: tulang daun, t1: trikoma non-kelenjar, t2: trikoma kelenjar. Skala 100 µm

Kerapatan Trikoma

Kerapatan trikoma non-kelenjar lebih tinggi daripada trikoma kelenjar baik pada sisi adaksial maupun abaksial pada daun nangka, sedangkan pada daun nangkadak cv. Bola kerapatan trikoma kelenjar lebih tinggi

daripada trikoma non-kelenjar pada sisi abaksial (Tabel 3). Karakter ini menunjukkan perbedaan nangkadak cv. Bola dengan nangka. Kerapatan kedua tipe trikoma lebih tinggi pada sisi abaksial dibandingkan dengan sisi adaksial.

Tabel 3. Kerapatan trikoma sisi adaksial dan abaksial daun nangka dan nangkadak

Sampel daun	Sisi adaksial (mm ⁻²)		Sisi abaksial (mm ⁻²)	
	Non-kelenjar	Kelenjar	Non-kelenjar	Kelenjar
Nangka cv. Telanjang	15,99 ± 4,69	7,65 ± 0,79	19,83 ± 2,40	10,21 ± 1,39
Nangka cv. Mini	13,90 ± 4,43	7,55 ± 1,95	17,17 ± 8,81	13,03 ± 3,33
Nangka cv. Bubur	15,51 ± 3,27	9,38 ± 2,66	19,63 ± 2,81	13,40 ± 1,65
Nangka cv. Dulang	15,16 ± 5,04	10,92 ± 5,69	20,70 ± 3,36	14,19 ± 3,53
Nangkadak cv. Bola	-	12,58 ± 4,33	13,67 ± 7,46	18,59 ± 8,01

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

Di Malaysia, sebanyak lima dari enam anggota suku Moraceae memiliki trikoma pada daunnya (Ichie et al. 2016). Kerabat dari marga *Artocarpus* yakni *Morus* spp. memiliki kerapatan trikoma rata-rata 16,4/mm² (Chattopadhyay et al. 2011); *Ficus elastica* memiliki trikoma kelenjar sisi abaksial dengan kerapatan 4,64 ± 0,89/mm² akan tetapi ukurannya cukup besar yakni 50,95 ± 9,05 μm (Sosnovsky 2014). Menurut Molina-Montenegro et al. (2006), karakter kerapatan trikoma yang rendah dan daun yang tipis membuat daun lebih disukai oleh serangga herbivora.

Pengamatan sediaan mikroskopis sayatan transversal daun

Tipe daun

Hasil sayatan transversal menunjukkan bahwa daun nangka dan nangkadak cv. Bola memiliki perluasan seludang pembuluh (*bundle-sheath extensions*) (Gambar 10). Menurut Terashima (1992), tipe daun dengan adanya perluasan seludang pembuluh disebut sebagai daun *heterobaric*. *Morus alba* dari suku yang sama dengan nangka juga memiliki daun dengan tipe *heterobaric* (Nikolopoulos et al. 2002). Namun demikian, suku lainnya seperti Dipterocarpaceae juga memiliki daun *heterobaric* pada semua jenisnya (Kenzo et al. 2007).

Berdasarkan tinggi pohon pada suatu areal hutan hujan yang sama, daun bertipe *heterobaric* lebih banyak

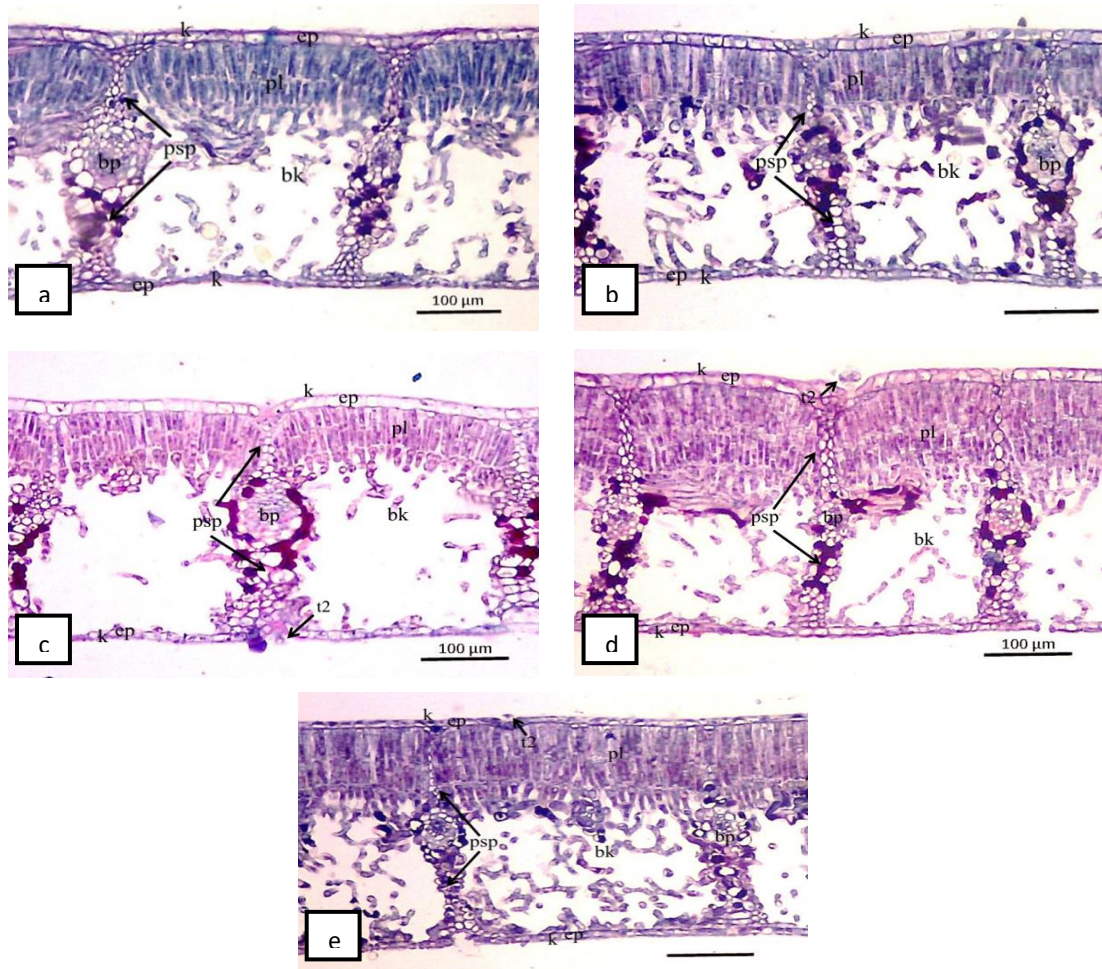
dimiliki oleh jenis pohon dengan tinggi 27,5–42,5 m, sementara daun yang tidak memiliki perluasan seludang pembuluh (*homobaric*) lebih banyak didapati pada jenis dengan kategori *understory* (<12,5 m). Hal ini dikarenakan daun *heterobaric* memiliki keunggulan secara mekanik dan fisiologis pada kondisi yang terpapar cahaya lebih banyak, angin yang lebih kencang, dan suhu serta tekanan uap yang lebih tinggi (Kenzo et al. 2007). Adanya perluasan seludang pembuluh pada daun *heterobaric* berkaitan dengan kanopi yang mengalami stres tinggi. Hal ini ada hubungannya dengan respons stomata yang cepat terhadap sinyal kekeringan seperti pengurangan potensi air di mesofil atau konsentrasi asam absisat (ABA) yang lebih tinggi dengan transportasi cepat sinyal-sinyal ini melalui aliran transpirasi di perluasan seludang pembuluh.

Tebal daun pada keempat kultivar nangka menunjukkan nilai yang relatif serupa (Tabel 4). Hal ini berbeda dengan anggota suku Moraceae yang lain yakni *Morus* sp. yang memiliki tebal daun berbeda antar kultivarnya (Kumar et al. 2012). Perbedaan ketebalan daun juga dapat diakibatkan oleh perbedaan lingkungan, contohnya tumbuhan yang tumbuh pada intensitas cahaya yang tinggi umumnya memiliki daun yang lebih tebal dibandingkan dengan tumbuhan yang tumbuh pada intensitas cahaya yang rendah (Terashima et al. 2005). Oleh karena itu, keempat kultivar nangka diduga telah beradaptasi pada kondisi lingkungan yang relatif serupa.

Tabel 4. Tebal daun nangka dan nangkadak

Sampel daun	Tebal daun (μm)	
	Min - Max	Rerata
Nangka cv. Telanjang	245,30 - 372,08	320,49 ± 26,73
Nangka cv. Mini	257,76 - 366,52	316,26 ± 23,99
Nangka cv. Bubur	261,60 - 357,91	314,14 ± 13,59
Nangka cv. Dulang	239,68 - 379,31	307,94 ± 27,33
Nangkadak cv. Bola	266,89 - 374,02	321,57 ± 9,74

Keterangan: Nilai rerata diambil dari tiga ulangan pohon ± standar deviasi

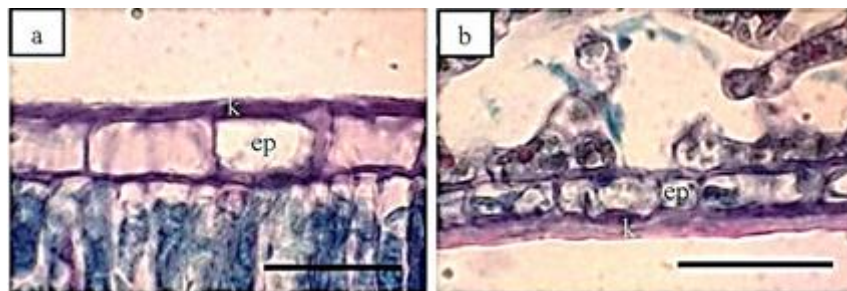


Gambar 10. Sayatan transversal daun nangka: (a) cv. Telanjang, (b) cv. Mini, (c) cv. Bubur, (d) cv. Dulang, dan (e) nangkadak cv. Bola. k: kutikula, ep: epidermis, pl: palisade, bk: bunga karang, bp: berkas pembuluh, psp: perluasan seludang pembuluh, t2: trikoma kelenjar. Skala 100 µm

Kutikula

Kutikula terdapat di bagian luar dari sel epidermis adaksial maupun abaksial (Gambar 11). Daun nangka cv. Telanjang dan nangka cv. Dulang mempunyai tebal kutikula sisi abaksial yang cenderung lebih tebal dibandingkan sisi adaksial (Tabel 5). Kutikula yang

cenderung lebih tebal pada sisi abaksial diduga berhubungan dengan peranan kutikula dalam menjaga kehilangan air akibat proses transpirasi oleh stomata yang hipostomatous. Menurut Ristic & Jenks (2002), lapisan kutikula berperan penting dalam melindungi tanaman dari kehilangan air.



Gambar 11. Kutikula daun nangka pada bagian: (a) adaksial dan (b) abaksial. k: kutikula, ep: epidermis. Skala 20 µm

Tabel 5. Tebal kutikula adaksial dan abaksial daun nangka dan nangkadak

Sampel daun	Tebal kutikula adaksial (µm)		Tebal kutikula abaksial (µm)	
	Min - Max	Rerata	Min - Max	Rerata
Nangka cv. Telanjang	2,27 - 5,62	3,84 ± 0,30	2,40 - 7,24	4,25 ± 0,32
Nangka cv. Mini	2,73 - 5,50	3,70 ± 0,09	2,43 - 5,93	3,81 ± 0,26
Nangka cv. Bubur	2,59 - 6,15	3,99 ± 0,49	2,84 - 7,48	4,15 ± 0,21
Nangka cv. Dulang	2,75 - 5,18	3,71 ± 0,39	3,07 - 6,04	4,07 ± 0,08
Nangkadak cv. Bola	2,73 - 7,34	4,12 ± 0,57	3,03 - 6,18	4,20 ± 0,23

Keterangan: Nilai rerata diambil dari tiga ulangan pohon ± standar deviasi

Tabel 6. Tebal epidermis adaksial dan abaksial daun nangka dan nangkadak

Sampel daun	Tebal epidermis adaksial (μm)		Tebal epidermis abaksial (μm)	
	Min - Max	Rerata	Min - Max	Rerata
Nangka cv. Telanjang	7,44 – 15,86	10,68 \pm 0,43	4,98 – 10,71	7,86 \pm 0,30
Nangka cv. Mini	8,80 – 20,46	12,55 \pm 1,51	5,68 – 12,84	8,80 \pm 0,89
Nangka cv. Bubur	7,66 – 15,84	11,56 \pm 0,10	6,07 – 13,82	8,81 \pm 0,67
Nangka cv. Dulang	8,55 – 17,47	11,94 \pm 1,79	6,16 – 12,09	8,93 \pm 0,82
Nangkadak cv. Bola	5,82 – 14,03	9,49 \pm 0,79	5,45 – 11,56	7,55 \pm 0,75

Keterangan: Nilai rerata diambil dari tiga ulangan pohon \pm standar deviasi

Epidermis

Epidermis sisi adaksial pada daun nangka dan nangkadak cv. Bola lebih tebal dibandingkan dengan epidermis sisi abaksial (Tabel 6). Ketebalan epidermis adaksial daun nangka antar kultivarnya cenderung sama, sedangkan tebal epidermis adaksial nangkadak cv. Bola cenderung lebih rendah dari daun nangka, yaitu 9,49 \pm 0,79 μm . Hasil sayatan transversal menunjukkan bahwa daun nangka mempunyai selapis epidermis pada sisi adaksial dan abaksial. Namun demikian, daun nangka di India memiliki dua lapis epidermis (Khan 1987). Berdasarkan sayatan transversal, sel epidermis berbentuk persegi hingga persegi panjang dengan dinding sel periklinal yang rata hingga sedikit cembung dan dilapisi kutikula (Gambar 11).

Ketebalan epidermis berhubungan dengan fungsinya sebagai pelindung (Fahn 1991), antara lain melindungi dari radiasi sinar UV dan infra-merah. Sisi adaksial daun lebih terpapar cahaya matahari dibandingkan dengan sisi abaksialnya, sehingga memungkinkan epidermis yang lebih tebal pada sisi adaksial.

Mesofil

Jaringan mesofil daun nangka terdiferensiasi menjadi palisade dan bunga karang dengan tipe dorsiventral. Jaringan palisade pada daun nangka dan nangkadak cv. Bola berbentuk persegi panjang, tersusun kompak, dan memanjang secara vertikal, sedangkan jaringan bunga karang berbentuk tidak beraturan dan memiliki banyak ruang antar sel (Gambar 10). Jaringan palisade terdiri atas 1–4 lapis pada semua kultivar nangka dan nangkadak cv. Bola, namun umumnya terdiri atas 1–3 lapis pada nangka cv. Telanjang dan cv. Bubur, 2–3 lapis pada nangka cv. Mini dan nangkadak cv. Bola, dan 1–4 lapis pada nangka cv. Dulang. Tebal jaringan palisade antar kultivar nangka tidak berbeda. Perbedaan hanya terdapat pada tebal palisade nangkadak cv. Bola lebih tinggi dibandingkan dengan daun nangka yaitu 83,44 \pm 9,24 μm (Tabel 7).

Daun dengan sel-sel palisade yang panjang dan kandungan kloroplas per unit area yang tinggi akan menguntungkan bagi tumbuhan yang terpapar intensitas cahaya matahari yang tinggi (Gotoh et al. 2017).

Ketebalan jaringan palisade merupakan faktor utama yang mempengaruhi ketebalan daun (Gratani et al. 2006).

Tabel 7. Tebal palisade pada daun nangka dan nangkadak

Sampel daun	Tebal palisade (μm)	
	Min - Max	Rerata
Nangka cv. Telanjang	44,86 - 107,68	73,61 \pm 16,63
Nangka cv. Mini	46,68 - 94,78	65,30 \pm 4,21
Nangka cv. Bubur	42,93 - 106,44	67,05 \pm 6,37
Nangka cv. Dulang	41,33 - 115,65	70,52 \pm 21,41
Nangkadak cv. Bola	60,99 - 128,75	83,44 \pm 9,24

Keterangan: Nilai rerata diambil dari tiga ulangan pohon \pm standar deviasi

Jaringan bunga karang terdiri atas 6–8 lapis pada semua kultivar nangka dan nangkadak cv. Bola. Tebal bunga karang daun nangka dan nangkadak cv. Bola tidak berbeda (Tabel 8). Sebaliknya, pada anggota suku Moraceae yang lain, seperti *Morus* sp. antar kultivarnya berbeda dengan ketebalan jaringan bunga karang masing-masing 34,04 \pm 1,03 μm , 56,44 \pm 1,86 μm , 71,83 \pm 1,24 μm , dan 72,61 \pm 1,48 μm (Kumar et al. 2012).

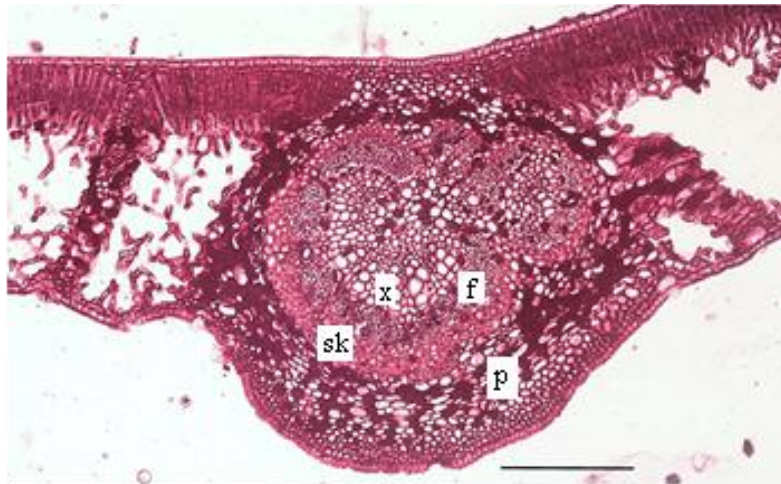
Tabel 8. Tebal bunga karang pada daun nangka dan nangkadak

Sampel daun	Tebal bunga karang (μm)	
	Min - Max	Rerata
Nangka cv. Telanjang	173,60 - 275,64	216,51 \pm 9,63
Nangka cv. Mini	165,16 - 273,47	217,59 \pm 16,59
Nangka cv. Bubur	159,27 - 259,62	213,94 \pm 18,54
Nangka cv. Dulang	157,08 - 247,76	204,49 \pm 6,05
Nangkadak cv. Bola	172,71 - 242,88	209,71 \pm 0,64

Keterangan: Nilai rerata diambil dari tiga ulangan pohon \pm standar deviasi

Susunan pembuluh angkut

Daun nangka memiliki tipe berkas pembuluh angkut yang sama yaitu tipe kolateral, begitu pun dengan nangkadak cv. Bola (Gambar 12). Berkas pembuluh angkut pada tulang daun dikelilingi oleh jaringan sklerenkima. Jaringan sklerenkima yang berada di sekeliling berkas pembuluh angkut berfungsi sebagai jaringan penguat. Berkas pembuluh angkut tipe kolateral yang dikelilingi oleh jaringan sklerenkima juga dijumpai pada jenis *Artocarpus* yang lain, yaitu *A. altilis*, *A. communis* (Akinloye et al. 2015) dan *A. hirsutus* (Nayak et al. 2017).



Gambar 12. Tulang utama daun nangka menunjukkan susunan pembuluh angkut kolateral. p: parenkima, sk: sklerenkima, x: xilem, f: floem. Skala 200 μ m

KESIMPULAN DAN SARAN

Epidermis daun nangka dan nangkadak cv. Bola pada sayatan paradermal berbentuk tidak beraturan dengan dinding sel antiklinal rata hingga berlekuk dalam pada sisi adaksial maupun abaksial. Tidak terdapat perbedaan karakter anatomi daun pada semua daun kultivar nangka yang diamati. Hal ini dikarenakan rentang nilai karakter anatomi yang diamati saling tumpang tindih pada keempat kultivar tersebut. Walaupun demikian, karakter anatomi daun dapat digunakan untuk membedakan kultivar nangka dengan nangkadak cv. Bola. Terdapat dua tipe trikoma (non kelenjar dan kelenjar) pada sisi adaksial dan abaksial daun nangka, namun pada nangkadak cv. Bola tidak dijumpai trikoma non-kelenjar pada sisi adaksialnya. Selain itu diketahui pula bahwa tidak terdapat perbedaan pada tebal daun, tebal palisade, dan tebal bunga karang antar kultivar nangka yang diamati.

Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan mengamati karakteristik buah pada masing-masing kultivar agar bisa melihat perbedaan yang lebih jelas di antara berbagai kultivar nangka yang ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf Taman Buah Mekarsari, Cileungsi, Bogor, yang telah mengizinkan penulis untuk meneliti sampel kultivar nangka.

DAFTAR PUSTAKA

Abdel-Raouf HS. 2012. Anatomical traits of some species of *Kalanchoe* (Crassulaceae) and their taxonomic value. *Annals of Agricultural Sciences* 57(1): 73–79.

Adedeji O, Ajuwon OY, Babawale OO. 2007. Foliar epidermal studies, organographic distribution and taxonomic importance of trichomes in the family Solanaceae. *International Journal of Botany* 3(3): 276–282.

Akinloye AJ, Barokini TI, Adeniji KA, Akinnubi FM. 2015. Comparative anatomical studies of *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg and *Artocarpus communis* (J.R. and G. Forster) in Nigeria. *Sciences in Cold and Arid Regions* 7(6): 709–721.

Al-Edany TY, Al-Saadi SAA. 2012. Taxonomic significance of anatomical characters in some species of the family Myrtaceae. *American Journal of Plant Sciences* 3: 572–581.

Araújo ND, Coelho VPM, Ventrella MC, Agra MF. 2014. Leaf anatomy and histochemistry of three species of *Ficus* sect. *Americanae* supported by light and electron microscopy. *Microscopy and Microanalysis* 20: 296–304.

Azizian D. 2002. Morphology and distribution of trichomes in some genera (*Morus*, *Ficus*, *Broussonetia* and *Maclura*) of Moraceae in Iran. *The Iranian Journal of Botany* 9(2): 195–202.

Chattopadhyay S, Ali KA, Doss SG, Das NK, Aggarwal RK, Bandopadhyay TK, Sarkar A, Bajpai AK. 2011. Association of leaf micro-morphological characters with powdery mildew resistance in field-grown mulberry (*Morus* spp.) germplasm. *AoB Plants* 2011: 1–11. doi: 10.1093/aobpla/plr002.

Fahn A. 1991. Anatomi Tumbuhan (terjemahan). Edisi ke-3. Soedarto A, Koesoemaningrat RMT, Natasaputra M, Akmal H (penerjemah) Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.

Gay AP, Hurd RG. 1975. The influence of light on stomatal density in the tomato. *New Phytologist* 75: 37–46.

Gotoh E, Suetsugu N, Higa T, Matsushita T, Tsukaya H, Wada M. 2017. Palisade cell shape affects the light

- induced chloroplast movements and leaf. Scientific Report 8: 1–9.
- Gratani L, Covone F, Larcher W. 2006. Leaf plasticity in response to light of three evergreen species of the Mediterranean maquis. *Trees* 20(5): 549–558.
- Hakim AR, Dorly, Rahayu S. 2013. Keragaman dan analisis kekerabatan *Hoya* spp. bertipe daun non sukulen berdasarkan karakter anatomi daun. *Buletin Kebun Raya* 16(1): 1-17.
- Ichie T, Inoue Y, Takahashi N, Kamiya K, Kenzo T. 2016. Ecological distribution of leaf stomata and trichomes among tree species in Malaysian lowland tropical rain forest. *Journal of Plant Research* 129(4): 625–635.
- Johansen DA. 1940. *Plant Microtechnique*. McGraw-Hill, New York.
- Kardiman R, Ræbild A. 2017. Relationship between stomatal density, size, and speed of opening in Sumatran rainforest species. *Tree Physiology* 38(5): 696–705.
- Kenzo T, Ichie T, Watanabe Y, Hiromi T. 2007. Ecological distribution of homobaric and heterobaric leaves in tree species of Malaysian lowland tropical rainforest. *American Journal of Botany* 94(5): 764–775.
- Khan R. 1987. Pharmacological-anatomical evaluation of bark and leaf of some arborescent Moraceae. PhD Dissertation, Aligarh Muslim University, Uttar Pradesh.
- Khan R, Zerega N, Hossain S, Zuberi MI. 2010. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) diversity in Bangladesh: Land use and artificial selection. *Economic Botany* 64(2): 124–136.
- Kumar V, Kodandaramaiah J, Rajan MV. 2012. Leaf and anatomical traits in relation physiological characteristic in mulberry (*Morus* sp.) cultivars. *Turkish Journal of Botany* 36(6): 683–689.
- Lailati M. 2017. Karakteristik morfologi dan anatomi daun genus *Garcinia* dataran tinggi. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 3(3): 407–411.
- Martin C, Glover BJ. 2007. Functional aspects of cell patterning in aerial epidermis. *Current Opinion in Plant Biology* 10(1): 70–82.
- Molina-Montenegro MA, Ávila P, Hurtado R, Valdivia AI, Gianoli E. 2006. Leaf trichome density may explain herbivory patterns of *Actinote* sp. (Lepidoptera: Acraeidae) on *Liabum mandonii* (Asteraceae) in a montane humid forest (Nor Yungas, Bolivia). *Acta Oecologica* 30(2): 147–150.
- Nayak M, Nagarajan A, Majeed M. 2017. Pharmacognostic evaluation of leaf and stem wood extracts of *Artocarpus hirsutus* Lam. *Pharmacognosy Journal* 9(6): 887–894.
- Nikolopoulos D, Liakopoulos G, Drossopoulos I, Karabourniotis G. 2002. The relationship between anatomy and photosynthetic performance of heterobaric leaves. *Plant Physiology* 129(1): 235–243.
- Palupi D, Aryani RD, Lestari S. 2021. Comparative anatomical studies on some species of the genus *Artocarpus*. *Bioedukasi: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya* 19(1): 30–36.
- Reddy TJK, Srikanth K, Padmaja S, Babu PS, Karthikeyan R. 2015. Morpho-anatomical, physicochemical evaluation of leaves *Artocarpus heterophyllus* Lam. *Inventi Rapid: Planta Activa* 2015(2): 1–5.
- Ristic Z, Jenks MA. 2002. Leaf cuticle and water loss in maize lines differing in dehydration avoidance. *Journal of Plant Physiology* 159(6): 645–651.
- Sarjani TM, Mawardi, Pandia ES, Wulandari D. 2017. Identifikasi morfologi dan anatomi tipe stomata famili Piperaceae di kota Langsa. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA* 1(2): 182–191.
- Sass JE. 1951. *Botanical Microtechnique*. Iowa State College Press, Iowa.
- Setoguchi H, Okazaki M, Suga S. 1989. Calcification in higher plants with special reference to cystoliths. In: Crick RE (ed). *The Fifth International Biomineralization Symposium*; 1986 Mei 18-23. Plenum Press, New York.
- Sikarwar MS, Hui B, Subramaniam K, Valeisamy BD, Karyean L, Balaji K. 2015. Pharmacognostical, phytochemical and total phenolic content of *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg leaves. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 5(5): 94–100.
- Soepadmo. 1991. *Artocarpus heterophyllus*. In: Verheij EWM, Coronel RE (Eds). *Plant Resources of South East Asia Vol 2, Edible Fruits and Nuts*. Prosea Foundation, Bogor.
- Sosnovsky Y. 2014. Microscopical investigation of the leaf architecture in greenhouse cultivated *Ficus* (Moraceae). *Plant Systematics and Evolution* 301(6): 1669–1692.
- Sulassih, Sobir, Santosa E, Tirtawinata MR. 2015. Studi keragaman genetik nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) berdasarkan marka morfologi. *Prosiding Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Bukittinggi.
- Sumardi I, Wulandari M. 2010. Anatomy and morphology character of five Indonesian banana cultivars (*Musa* spp.) of different ploidy level. *Biodiversitas* 11(4): 167–175.

- Sunarti S. 2007. Anatomi daun dan taksonomi *Syzygium zippelianum* Miq., *S. javanicum* Mic. dan *S. racemosum* (Bl.) DC. Floribunda 3(4): 104–108.
- Terashima I. 1992. Anatomy of non-uniform leaf photosynthesis. Photosynthesis Research 31(3): 195–212.
- Terashima I, Hanba YT, Tazoe Y, Vyas P, Yano S. 2005. Irradiance and phenotype: comparative eco-development of sun and shade leaves in relation to photosynthetic CO₂ diffusion. Journal of Experimental Botany 57(2): 343–354.
- The Plant List. 2013. Moraceae <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Moraceae/> (diakses 7 Agustus 2018).
- Willmer CM. 1983. Stomata. Longman Group Limited, New York.
- Woodward FI. 1987. Stomatal numbers are sensitive to increases in CO₂ from pre industrial levels. Nature 327: 617–618.