



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN ANATOMI TANAMAN BELIMBING MANIS (*Averrhoa carambola* L.) DI TAMAN BUAH MEKARSARI BOGOR

RAHMAH ARFIYAH ULA



**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2016**



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Karakterisasi Morfologi dan Anatomi Tanaman Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.) di Taman Buah Mekarsari Bogor adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2016

Rahmah Arfiyah Ula
NIM G34120004

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



ABSTRAK

RAHMAH ARFIYAH ULA. Karakterisasi Morfologi dan Anatomi Tanaman Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.) di Taman Buah Mekarsari Bogor. Dibimbing oleh HILDA AKMAL dan HADISUNARSO.

Belimbing manis di Indonesia memiliki berbagai macam varietas yang masing-masing memiliki ciri khas tersendiri. Karakterisasi morfologi maupun anatomi terhadap tanaman belimbing manis belum banyak dilakukan sehingga karakter mengenai tanaman belimbing manis belum banyak diketahui. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan karakter morfologi dan anatomi serta melengkapi data tanaman belimbing manis di Taman Buah Mekarsari. Metode yang dilakukan adalah penentuan sampel, pengamatan karakter morfologi dan anatomi, dan pengamatan data sekunder tanaman. Karakter morfologi masing-masing varietas yang diamati menunjukkan ciri khas yang berbeda-beda. Morfologi buah merupakan karakter paling dominan dalam menjelaskan perbedaan pada masing-masing varietas. Karakter anatomi pada dua varietas terpilih (Malaya dan Sembiring) menunjukkan kesamaan pada stomata yang bertipe parasitik dan trikoma yang bertipe uniselular.

Kata kunci: anatomi, belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.), morfologi

ABSTRACT

RAHMAH ARFIYAH ULA. Morphological and Anatomical Characterization of Star Fruit (*Averrhoa carambola* L.) in Mekarsari Fruit Garden. Supervised by HILDA AKMAL and HADISUNARSO.

Indonesian star fruit has many varieties which has specific characteristics for each own. Both morphological and anatomical characterization have not been conducted yet, hence these characteristics are lack of informations. This research aims to describe characteristics and to complete morphologic and anatomic data of star fruit in Mekarsari Fruit Garden. The methodes used in this research were sampling, observating of both morphological and anatomical characteristics, and collecting of support informations. The morphological characteristics on each variety shows different features. Fruit morphology is the prominent characteristics that show the difference of each variety. Anatomical characteristics of two selected varieties (Malaya and Sembiring) show similarities on stomata and trichome types. Their type of stomata are paracytic while their trichome type are unicellular.

Keywords: anatomy, star fruit (*Averrhoa carambola* L.), morphology

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN ANATOMI TANAMAN BELIMBING MANIS (*Averrhoa carambola* L.) DI TAMAN BUAH MEKARSARI BOGOR

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains
pada
Departemen Biologi

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2016**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



Judul Skripsi: Karakterisasi Morfologi dan Anatomi Tanaman Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.) di Taman Buah Mekarsari Bogor

Nama : Rahmah Arfiyah Ula

NIM : G34120004

Disetujui oleh

Dra Hilda Akmal, MSi
Pembimbing I

Ir Hadisunarso, MSi
Pembimbing II

Diketahui oleh



Dr Ir Iman Rusmana, MSi
Ketua Departemen

Tanggal Lulus: 17 0 JAN 2017

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agriculture

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan pada bulan Februari hingga Agustus 2016 ini ialah karakterisasi tanaman, dengan judul Karakterisasi Morfologi dan Anatomi Tanaman Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.) di Taman Buah Mekarsari Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dra Hilda Akmal MSi dan Ir Hadisunarso MSi selaku pembimbing atas arahan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini. Terimakasih penulis sampaikan kepada Dr Puji Rianti MSi sebagai penguji atas saran dan masukan terhadap penulisan karya ilmiah ini. Terima kasih kepada Bapak Junaidi, Bapak Guntoro, Bapak Ahmad, Mas Danu, Mbak Ana, Bapak Holil, Bapak Engkar, Bapak Yudi, Pak Engkus, Pak RT, Pak Aki, Pak Heri, Agri, Reni, Ismi, Shinta, Mas Jan, dan Kak Ayu atas bantuan yang telah diberikan selama di lapangan. Terima kasih kepada kedua orang tua dan saudara atas doa dan dukungan yang telah diberikan. Terima kasih kepada Teh Wiwi, Kak Lina, Rusmiyati, Sholikhah, Afifah, Rofi'ul, Lexy, Yuan dan keluarga Biologi 49 yang telah membantu selama penelitian.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Desember 2016

Rahmah Arfiyah Ula

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	1
METODE	2
Waktu dan Tempat	2
Bahan dan Alat	2
Metode	2
Penentuan dan Pengambilan Sampel	2
Pengamatan Karakter Morfologi Tanaman	2
Pengamatan Data Sekunder Tanaman	3
Pengamatan Karakter Anatomi Tanaman	3
HASIL DAN PEMBAHASAN	4
Gambaran Umum	4
Karakter Morfologi Tanaman Belimbing Manis	6
Morfologi Batang	6
Morfologi Daun	8
Morfologi Bunga	12
Morfologi Buah	15
Karakter Anatomi Daun Varietas Malaya dan Sembiring	17
Tipe dan Indeks Stomata	17
Tipe dan Indeks Trikoma	19
SIMPULAN DAN SARAN	19
Simpulan	19
Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
RIWAYAT HIDUP	23

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR TABEL

1	Usia panen beberapa varietas tanaman belimbing manis	5
2	Tinggi, lingkar, dan diameter batang tanaman belimbing manis	6
3	Bentuk helaian, pangkal, dan ujung anak daun	10
4	Karakter kuantitatif anak daun dan warna daun	11
5	Perlekatan kepala sari, bentuk putik, warna mahkota, dan warna kelopak bunga belimbing manis	14
6	Panjang tangkai dan diameter bunga belimbing manis	15
7	Warna muda, warna tua, warna tepian, rasa, tekstur, dan kandungan air beberapa varietas buah belimbing manis	16
8	Panjang tangkai, panjang buah, lebar buah, bobot, tebal juring, panjang juring, kandungan gula, dan jumlah biji beberapa varietas buah belimbing manis	17
9	Indeks trikoma dan indeks stomata daun belimbing manis Varietas Malaya dan Sembiring	18

DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi pengamatan di Taman Buah Mekarsari	4
2	Hama lalat buah (<i>Bactrocera</i> sp.), <i>Diacrotricha fasciola</i> dewasa, dan larva <i>Diacrotricha fasciola</i>	5
3	Perawakan tanaman belimbing manis	7
4	Percabangan yang dipenuhi lentisel dan kulit batang yang retak	8
5	Helai daun tanaman belimbing manis	8
6	Daun tanaman belimbing manis	9
7	Bagian bunga belimbing manis	12
8	Perlekatan kepala sari pada tangkai sari	12
9	Bunga belimbing manis	13
10	Buah belimbing manis	15
11	Stomata Varietas Malaya dan Sembiring	18
12	Trikoma uniselular Varietas Malaya dan Sembiring	19

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Taman Buah Mekarsari (TBM) merupakan perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang agrowisata yang melakukan pelestarian keanekaragaman hayati buah-buahan tropika unggul dari seluruh daerah di Indonesia. Salah satu tanaman produksi yang dimiliki Taman Buah Mekarsari yaitu belimbing manis. Belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.) merupakan tumbuhan tropis yang termasuk famili Oxalidaceae. Belimbing manis berasal dari Asia Tenggara dan mampu menghasilkan buah hampir sepanjang tahun (Campbell *et al.* 1985). Indonesia adalah salah satu produsen utama belimbing manis. Beberapa varietas belimbing manis yang dikembangkan di Indonesia di antaranya: Demak, Sembiring, Bangkok, Filicina, Dewi, Wulan, Malaya, Penang, dan Rawasari (Priadi dan Cahyani 2011).

Tanaman belimbing manis memiliki banyak manfaat. Buah belimbing manis mengandung vitamin C, antioksidan, dan rendah akan lemak (Bhaskar dan Shastaram 2013). Sukadana (2009) melaporkan, ekstrak buah belimbing manis juga memiliki kandungan anti bakteri dan dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Kandungan saponin pada ekstrak buah ini mampu merusak dinding sel, mengganggu metabolisme, dan berakhir dengan kematian bakteri (Karlina *et al.* 2013; Kurniawan dan Aryana 2015). Selain itu, buah belimbing manis dapat berfungsi sebagai antianalgesik (peredai nyeri) (Das dan Ahmed 2012) dan penurun tekanan darah (Zahroh dan Khasanah 2016). Daun tanaman belimbing manis memiliki kandungan anti inflamasi (anti radang) (Carbini *et al.* 2010) dan digunakan sebagai teh herbal (Vicentini *et al.* 2001) yang juga memiliki potensi menurunkan tekanan darah (Soncini *et al.* 2011). Kandungan kalium tinggi pada belimbing manis (Crane 1994) dapat menurunkan tekanan darah tinggi karena dapat menyeimbangkan kadar Na^+ berlebih dalam darah (Zahroh dan Khasanah 2016) dan mengeluarkannya melalui urin sehingga urin menjadi lebih pekat (Panjaitan dan Bintang 2014).

Karakterisasi morfologi dan anatomi dapat berfungsi sebagai data referensi ilmu pengetahuan dan kekayaan intelektual. Data karakter morfologi suatu organisme dapat memberikan informasi dalam hal pemuliaan dan perakitan bibit unggul (Karsinah *et al.* 2007). Penelitian Nasution *et al.* (2011) menunjukkan bahwa data karakter morfologi memiliki korelasi dan berguna dalam penelitian suatu organisme dari segi genetik. Karakter morfologi telah dimanfaatkan secara langsung dalam pengendalian hama, contohnya pada tanaman kapas. Indrayani (2008) melaporkan bahwa tanaman kapas yang memiliki daun dengan rambut yang rapat, berkorelasi negatif dengan kerusakan tanaman yang diakibatkan oleh hama pengisap daun *Amrasca biguttula*.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan karakter morfologi dan anatomi serta melengkapi data tanaman belimbing manis di Taman Buah Mekarsari.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Agustus 2016 di kebun buah belimbing manis (blok A1 dan A2), Laboratorium Biosari Taman Buah Mekarsari dan Laboratorium Ekologi dan Sumber Daya Tumbuhan (EKO-SDT) Departemen Biologi FMIPA-IPB.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya: tanaman belimbing manis dari koleksi TBM, alkohol 70%, HNO₃ 50%, safranin 1%, gliserin 30%, kloroks, dan akuades. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya: 4in1 *environmental meter*, *soil tester*, kamera digital, lup, silet, tabung film, meteran, hagameter, penggaris, refraktometer, gunting, timbangan digital, kaca objek, kaca penutup, pipet, pinset, mikroskop majemuk OLYMPUS CH20, kamera mikroskop, dan alat tulis.

Metode

Penentuan dan Pengambilan Sampel

Jumlah tanaman belimbing manis yang diamati sebanyak 15 varietas meliputi Taiwan (TWN), Filipin (FPN), Dewi (DW), Penang (PNG), Paris (PRS), Welahan (WLH), Malaya (MLY), Demak Kapur (DKP), Demak Jingga (DJ), Wulan (WLN), Bangkok (BNK), B17, Wijaya (WJY), Demak Kunir (DKN), dan Sembiring (SBG) yang tersebar dalam blok A1 dan blok A2.

Setiap varietas diambil tiga pohon sehingga sampel berjumlah 45 pohon. Tiga pohon pembanding yang berada di luar blok diamati untuk membandingkan tinggi dan bentuk tajuk alami pohon yang tanpa dipangkas, sehingga total sampel pohon yang diamati menjadi 48 pohon. Sampel daun yang diambil adalah daun yang sudah dewasa yang ditandai dengan warna hijau tua, berjumlah lima helai daun per pohon, dan diambil dari berbagai sisi pohon. Bunga yang diambil sebagai sampel adalah bunga yang sudah mekar sempurna. Pengambilan bunga dilakukan antara pukul 08.00 hingga 11.00 WIB sebanyak lima bunga per pohon. Pengamatan morfologi buah dilakukan pada varietas yang berbuah saja, di antaranya: Paris, Malaya, Demak Kapur, Demak Jingga, Wulan, Bangkok, B17, dan Sembiring. Masing-masing varietas diambil tiga buah per pohon.

Pengamatan Karakter Morfologi Tanaman

Karakter morfologi tanaman yang diamati meliputi: perawakan, tinggi pohon, dan bentuk tajuk. Karakter batang meliputi: bentuk, permukaan, arah tumbuh, percabangan, tinggi, diameter, lingkar, warna, dan tipe kulit batang. Pengukuran tinggi pohon dilakukan dengan hagameter, sedangkan untuk lingkar batang diukur menggunakan meteran.

Pengamatan karakter daun meliputi: susunan, struktur, bentuk, pangkal, ujung, tepi, jumlah anak daun, panjang, lebar, panjang tangkai, panjang sumbu

utama, tekstur, permukaan, warna adaksial dan abaksial, warna muda dan tua, dan aroma daun. Karakter bunga meliputi: susunan, simetri, perlekatan bagian-bagian bunga, ciri sepal, ciri petal, struktur benangsari, perlekatan kepala sari pada tangkai sari, bentuk putik, bentuk kepala putik, kedudukan bakal buah, warna mahkota, warna kelopak, letak bunga, tipe perbungaan, panjang tangkai, dan diameter. Karakter buah meliputi: panjang tangkai, bentuk, jenis, panjang, lebar, bobot, warna muda, warna tua, permukaan kulit, warna tepian, tebal juring, panjang juring, padatan total terlarut (PTT) atau kandungan gula, rasa, tekstur, kandungan air, dan jumlah biji.

Pengukuran panjang dan lebar daun, bunga, dan buah dilakukan menggunakan penggaris. Pengukuran padatan total terlarut buah dilakukan menggunakan refraktometer. Pengukuran padatan total terlarut (PTT) dilakukan pada tiga lokasi buah yaitu pangkal, tengah, dan ujung. Masing-masing lokasi buah diambil potongan kecil dengan ukuran yang sama secara konsisten. Potongan buah tersebut selanjutnya diperas di atas prisma refraktometer. Angka kandungan PTT dapat dilihat melalui lensa refraktometer dengan cahaya yang terang (Ihsan dan Wahyudi 2010).

Karakterisasi morfologi yang diamati mengacu pada Murrel (1977), Radford *et al.* (1998), Simpson (2006), Judd *et al.* (2007), dan deskriptor tanaman yang dikombinasikan dengan beberapa karakter tambahan. Identifikasi karakter warna mengacu pada Whelan (1994).

Pengamatan Data Sekunder Tanaman

Data sekunder diperoleh melalui wawancara dengan pengelola kebun buah belimbing manis TBM dan pihak lain yang terkait. Data sekunder yang diamati di antaranya: luas area kebun, cara perbanyak tanaman, waktu panen, hama tanaman, serta cara perawatan tanaman.

Pengamatan Karakter Anatomi Tanaman

Karakter anatomi tanaman yang diamati berupa dua varietas unggulan TBM yaitu Varietas Malaya dan Sembiring. Pengamatan anatomi dilakukan pada daun dengan membuat sayatan paradermal yang mengacu pada Sass (1951). Anak daun pertama diambil dan difiksasi dengan alkohol 70%. Daun dicuci dengan akuades dan direndam dalam HNO₃ 50% selama kurang lebih 27–60 menit hingga tekstur daun agak lunak. Daun dibilas dengan akuades dan disayat pada bagian adaksial dengan silet. Hasil sayatan direndam dalam kloroks kemudian dicuci dengan akuades. Sayatan daun diwarnai dengan safranin 1% kemudian dicuci dengan akuades dan diletakkan di atas kaca objek yang telah diberi larutan gliserin 30%. Objek diamati pada tiga bidang pandang mengacu pada (Tripathi dan Mondal 2012). Karakter anatomi yang diamati berupa tipe stomata dan trikoma, serta indeks stomata dan trikoma. Indeks stomata dan trikoma dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut, mengacu pada Willmer (1983):

$$IS^* = \frac{\Sigma \text{ stomata}}{\Sigma \text{ stomata} + \Sigma \text{ sel epidermis}} \times 100$$

Keterangan: IS: Indeks Stomata. *Rumus yang sama digunakan untuk menghitung indeks trikoma.

Jumlah sel epidermis, stomata, dan trikoma dihitung menggunakan perangkat lunak *Image Raster* selanjutnya data diolah menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

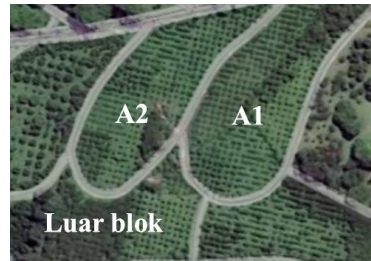
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum

Taman Buah Mekarsari (TBM) secara geografis terletak pada 6–35 °LS dan 52–106 °BT dengan kemiringan lahan 0–8 % serta ketinggian tempat \pm 70 m dpl. Tipe iklim TBM termasuk tipe iklim A dengan curah hujan 2000–4000 mm/tahun. TBM memiliki lahan seluas 264 Ha dan sebesar 88 Ha dialokasikan sebagai kebun buah.



Gambar 1 Lokasi pengamatan di Taman Buah Mekarsari

Kebun belimbing manis terletak pada blok A1 dan A2 yang masing-masing luasnya adalah 1.5 Ha. Blok A1 memiliki pH tanah 5.3–5.8, kondisi tanah termasuk kering pada rentang kelembapan 1–10, suhu udara 34.5–35.6 °C, intensitas cahaya matahari 1053–1811 lux, serta kelembapan udara 53.9–66.5 %. Blok A2 memiliki pH tanah 5.6–6.2, kondisi tanah termasuk sedang hingga lembap pada rentang kelembapan 1–10, suhu udara 33.6–37.4 °C, intensitas cahaya matahari 1152–1328 lux, dan kelembapan udara 57.8–70.4 %. Menurut Campbell *et al.* (1985) belimbing manis dapat dibudidayakan pada berbagai macam jenis tanah, rentang pH 5.5–7.0, akan tetapi tidak toleran terhadap tanah dengan kadar garam tinggi. Tanaman belimbing manis memerlukan tempat tumbuh dengan curah hujan sedang hingga tinggi. Tanaman belimbing manis cocok tumbuh pada lahan yang mendapatkan paparan cahaya matahari yang cukup, minimal penyinaran 7 jam/hari, kecepatan angin sebaiknya tidak terlalu kencang karena dapat menyebabkan gugurnya bunga atau buah. Tempat yang sesuai untuk menanam belimbing manis adalah di dataran rendah hingga ketinggian 500 m dpl (Verheij dan Coronel 1997). Kondisi lingkungan yang terukur di lapangan sangat sesuai dengan syarat tumbuh tanaman belimbing manis.

Sembilan varietas belimbing manis dibudidayakan di blok A1, yaitu: Taiwan, Filipin, Dewi, Penang, Paris, Welahan, Malaya, Demak Kapur, dan Demak Jingga, tujuh varietas dibudidayakan di blok A2, yaitu: Wulan, Bangkok, B17, Wijaya, Demak Kunir, dan Sembiring. Di luar kedua blok tersebut terdapat tanaman belimbing manis yang tidak dibudidayakan, berfungsi sebagai peneduh, dipangkas tajuknya ketika tanaman tersebut sudah terlampaui tinggi (Gambar 1). Varietas yang diunggulkan di TBM di antaranya: Malaya, Wulan, dan Sembiring. Menurut Priadi dan Cahyani (2011), Malaya termasuk tanaman unggul.

Varietas yang diamati tidak semua berbuah. Varietas yang berbuah pada saat pengamatan di antaranya: Paris, Malaya, Demak Kapur, Demak Jingga, Wulan, Bangkok, B17, dan Sembiring. Buah harus dibungkus agar buah terhindar dari berbagai hama (Gambar 2). Hama yang menyerang buah belimbing manis salah

satunya adalah lalat buah (*Bactrocera* sp.) (Larasati *et al.* 2013). Pembungkusan buah belimbing manis dilakukan pada usia kurang lebih 30 hari setelah buah muncul atau ketika buah berukuran sebesar ibu jari orang dewasa (IP2TP 1999). Tujuan lain dari pembungkusan buah yaitu untuk menghindari kerusakan fisik buah (Paull dan Duarte 2012) seperti tergores. Selain buah, bunga belimbing manis juga rentan terhadap serangan hama khususnya *Diacrotricha fasciola*. Larva *D. fasciola* berkembang pada bunga belimbing manis dan mengonsumsi nektar pada bunga tersebut. Gejala yang terlihat pada bunga akibat serangan larva *D. fasciola* yaitu bunga menghitam selanjutnya gugur (Mandasari 2014).



Gambar 2 Hama lalat buah (*Bactrocera* sp.) (a); *Diacrotricha fasciola* dewasa (b); dan larva *Diacrotricha fasciola*

Tanaman belimbing manis di TBM memiliki waktu yang tidak seragam dalam hal pematangan buah. Hal ini dapat dilihat dari waktu panen yang berbeda-beda meskipun tanaman tersebut mulai berbuah pada waktu yang sama. Berdasarkan pengamatan, varietas yang buahnya cepat dipanen adalah Varietas Wulan (68–84 hari setelah bunga mekar), diikuti oleh Varietas Sembiring, Paris, Bangkok, B17, Malaya, Demak Jingga, dan Demak Kapur pada umur 69–74, 69–98, 71–90, 72–85, 78–95, 80–85, dan 92–111 hari setelah bunga mekar (Tabel 1). Buah belimbing yang ditanam pada dataran rendah dengan iklim basah dapat dipanen pada umur 35–60 hari setelah pembungkusan atau umur 65–90 hari setelah bunga mekar (Rienamora 2007).

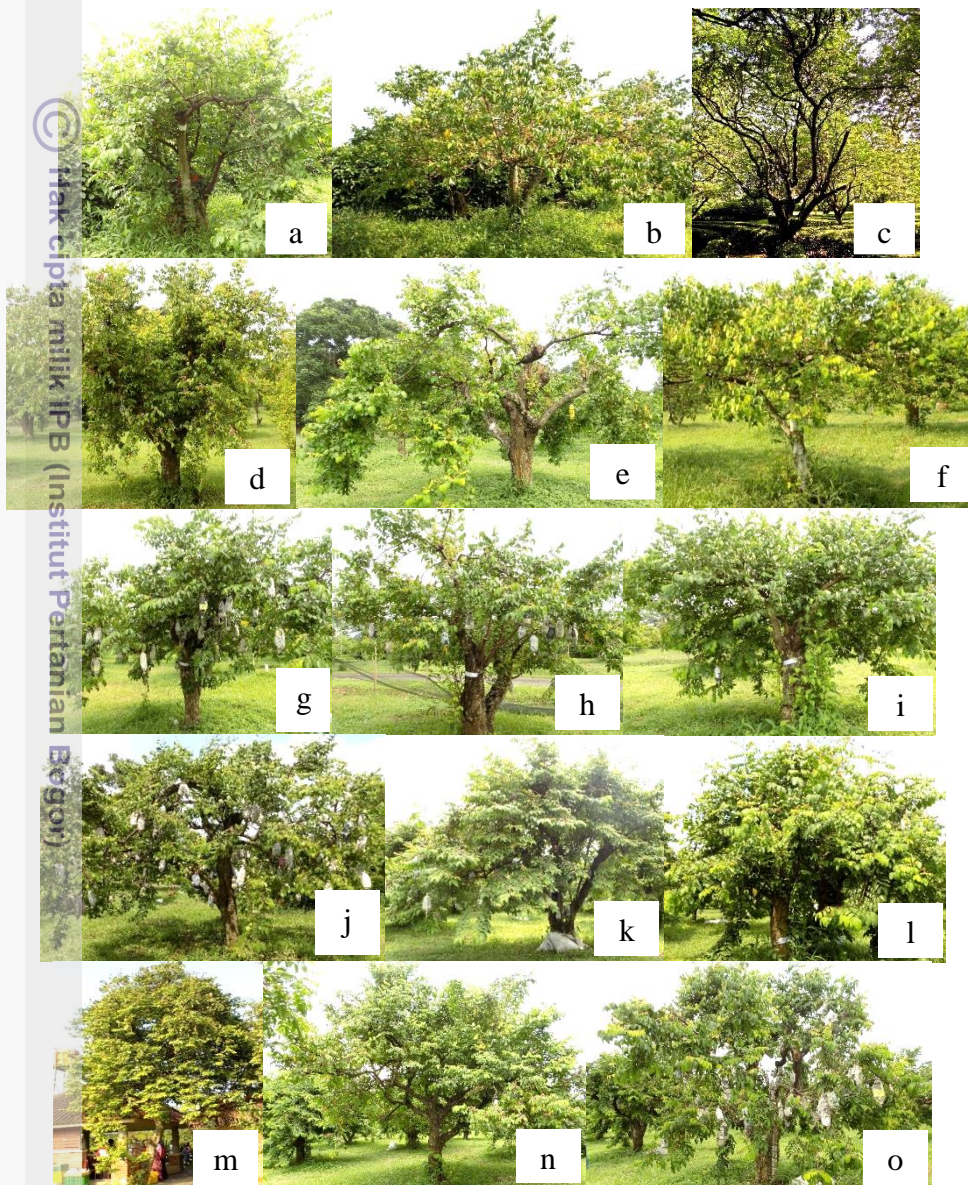
Tabel 1 Usia panen beberapa varietas tanaman belimbing manis

Varietas	Usia panen (hsm)
Wulan	68–84
Sembiring	69–74
Paris	69–98
Bangkok	71–90
B17	72–85
Malaya	78–95
Demak Jingga	80–85
Demak Kapur	92–111

Keterangan: hsm (hari setelah bunga mekar)

Menurut Mitcham dan McDonald (1991), dinding sel buah belimbing manis terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan pektin. Selama pematangan, buah belimbing manis mengalami pembongkaran komponen-komponen penyusun dinding selnya yang menjadikan buah tersebut menjadi lunak. Perbedaan kadar komponen penyusun dinding sel menjadikan laju pembongkaran tersebut berbeda pada masing-masing buah (Chin *et al.* 1999). Hal ini diduga menjadi penyebab perbedaan umur pemanenan buah.

Menurut Paull dan Duarte (2012), pemangkasan cabang atau tunas pohon yang tidak diperlukan, akan memaksimalkan pembungaan dan pembentukan buah. Lingkar batang yang berbeda terutama dipengaruhi oleh umur pohon. Tanaman muda memiliki diameter yang lebih kecil dibanding tanaman tua. Perbedaan umur pada tanaman yang dibudidayakan dikarenakan perbedaan tahun koleksi dan tahun penanaman. Data mengenai tinggi pohon, lingkar, dan diameter batang terdapat pada Tabel 2.



Gambar 3 Perawakan tanaman belimbing manis Varietas Taiwan (a), Filipin (b), Dewi (c), Penang (d), Paris (e), Welahan (f), Malaya (g), Demak Kapur (h), Demak Jingga (i), Wulan (j), Bangkok (k), B17 (l), Wijaya (m), Demak Kunir (n), dan Sembiring (o)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



Gambar 4 Percabangan yang dipenuhi lentisel (a); dan kulit batang yang retak (b)

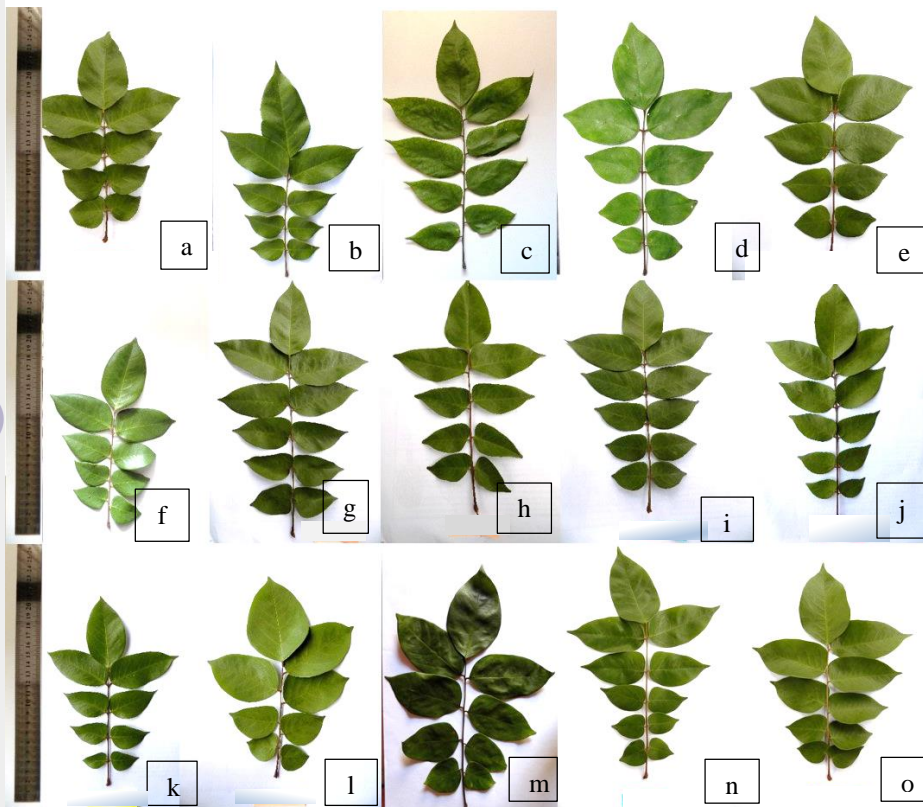
Terdapat perbedaan pada permukaan batang pohon belimbing. Cabang pohon belimbing memiliki permukaan dipenuhi lentisel (Gambar 4a). Fungsi lentisel pada batang yaitu untuk pertukaran gas O_2 dengan CO_2 (Sutrian 2004). Hal ini kemungkinan bertujuan untuk memaksimalkan penyerapan CO_2 dari lingkungan. Menurut Sugito (2012), cahaya matahari melimpah yang diikuti dengan kenaikan CO_2 di udara akan meningkatkan laju fotosintesis pada titik optimum suatu tumbuhan. Batang pohon belimbing memiliki permukaan yang retak-retak bercelah dangkal, hal ini disebabkan oleh adanya penebalan sekunder (Gambar 4b). Penebalan sekunder terjadi karena adanya perkembangan kambium ke arah dalam menjadi xilem sekunder dan ke arah luar menjadi floem sekunder yang merusak epidermis batang sehingga permukaan batang tampak kasar (Fahn 1991).

Morfologi Daun

Tanaman belimbing manis memiliki struktur daun majemuk menyirip gasal dengan jumlah anak daun bervariasi. Anak daun dapat tersusun secara berhadapan maupun berseling pada sumbu utama daun (*rachis*) (Gambar 5). Menurut Tjitrosoepomo (2007), daun majemuk menyirip gasal tidak harus berjumlah ganjil, akan tetapi istilah gasal di sini dilihat dari jumlah daun yang terdapat pada ujung sumbu utama, yaitu satu daun. Anak daun belimbing manis memiliki bentuk yang bermacam-macam (Woodson *et al.* 1980). Bentuk anak daun pertama (serta rasio panjang dan lebar helai daun) dari belimbing manis, di antaranya: bundar telur (3:2), bundar telur melebar (6:5), lonjong (3:2), lonjong melebar (6:5), *rhombic* (3:2), *trullate* (3:2), *lanceovate* (3:2), dan jorong (3:2). Bentuk anak daun yang lain, di antaranya: bundar telur, bundar telur melebar, lonjong, lonjong melebar, *lanceovate*, lanset (3:1), segitiga (2:1), delta (1:1), dan jantung (Tabel 3). Bentuk anak daun segitiga, delta, dan jantung sering dijumpai pada dua pasang daun paling akhir dari urutan anak daun. Bentuk daun yang paling mendominasi adalah bundar telur dan lonjong. Hal ini didukung oleh penelitian Dasgupta *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa bentuk daun ialah bundar telur hingga bundar telur-jorong. Bentuk pangkal daun didominasi oleh bentuk *oblique* (asimetri), hal ini didukung oleh penelitian Priadi dan Cahyani (2011). Tekstur helaian anak daun tanaman belimbing manis yaitu *mesophytic* atau tidak terlalu tebal juga tidak terlalu tipis (Simpson 2006).



Gambar 5 Helai daun tanaman belimbing manis



Gambar 6 Daun tanaman belimbing manis Varietas Taiwan (a), Filipin (b), Dewi (c), Penang (d), Paris (e), Welahan (f), Malaya (g), Demak Kapur (h), Demak Jingga (i), Wulan (j), Bangkok (k), B17 (l), Wijaya (m), Demak Kunir (n), dan Sembiring (o)

Berdasarkan pengamatan, jumlah anak daun yang sering dijumpai adalah 9 helai (Gambar 6). Hal ini berbeda dengan pendapat Paull dan Duarte (2012) yang menyatakan bahwa pada umumnya jumlah anak daun belimbing manis berjumlah 3 hingga 6 helai. Hal ini diduga karena perbedaan lingkungan tumbuh tanaman belimbing manis yang diamati. Beberapa varietas memiliki jumlah anak daun 11, di antaranya: Taiwan, Filipin, Wulan, dan Demak Kunir. Daun dengan morfologi kecil dan berjumlah banyak mampu mengoptimalkan serapan cahaya matahari pada seluruh permukaan daunnya, sehingga energi yang diperoleh akan lebih optimal (Kurniawan *et al.* 2010).

Varietas yang memiliki rata-rata ukuran daun besar adalah B17 dengan panjang 5.7 cm dan lebar 3.6 cm. Panjang tangkai anak daun dapat mencapai 0.5 cm, dijumpai pada Varietas Wulan, Bangkok, dan Wijaya. Varietas Demak Kunir memiliki sumbu utama paling panjang dengan ukuran 14.7 cm (Tabel 4), diikuti dengan Varietas Wulan (13.9 cm), Varietas Malaya (13.2 cm), dan Varietas Demak Kapur (13.0 cm). Woodson *et al.* (1980) melaporkan bahwa panjang sumbu utama daun belimbing manis dapat mencapai 20 cm.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 3 Bentuk helaian, pangkal, dan ujung anak daun

Var.	Karakter			
	Bentuk helaian		PKD	UJD
	Anak daun pertama	Anak daun kedua - akhir		
TWN	bundar telur, bundar telur melebar, lonjong melebar, lonjong	bundar telur, lonjong, jantung	tumpul, asimetri, jantung, membundar	meruncing, runcing, tumpul,
FPN	<i>rhombic</i> , bundar telur	bundar telur, lonjong, <i>lanceovate</i> , segitiga	tumpul, tumpul, asimetri, meruncing, runcing	meruncing
DW	bundar telur, <i>lanceovate</i>	bundar telur, <i>lanceovate</i>	tumpul, runcing, meruncing, tumpul asimetri, asimetri, runcing asimetri	meruncing
PNG	bundar telur, lonjong melebar, lonjong	bundar telur, jantung	tumpul, asimetri, membundar, jantung asimetri, jantung, membundar asimetri, tumpul asimetri, romping	meruncing
PRS	bundar telur, lonjong melebar, <i>trullate</i>	lonjong, bundar telur, segi tiga, jantung	tumpul, runcing, asimetri, membundar, romping, jantung	runcing, meruncing
WLH	bundar telur, lonjong melebar, <i>trullate</i> , jorong	bundar telur, lanset, lonjong, jantung, segitiga, <i>lanceovate</i> , bundar telur melebar	tumpul, membundar, asimetri, tumpul, jantung	runcing, meruncing
MLY	<i>trullate</i> , bundar telur, bundar telur melebar	bundar telur, jantung, lonjong	tumpul, asimetri, jantung	meruncing
DKP	<i>trullate</i> , bundar telur	lonjong, bundar telur, jantung	tumpul, asimetri, jantung	runcing, meruncing
DJ	bundar telur, <i>trullate</i>	bundar telur, lonjong	tumpul, runcing, asimetri, tumpul, membundar, jantung	runcing, meruncing
WLN	lonjong	bundar telur, jantung, delta, lonjong	tumpul, membundar, jantung, asimetri	meruncing
BNK	bundar telur, lonjong	bundar telur, lonjong	tumpul, membundar, asimetri, membundar, jantung	meruncing
B17	bundar telur melebar, lonjong melebar	lonjong, bundar telur, lonjong melebar, bundar telur melebar, delta, jantung	tumpul, membundar, asimetri, jantung	meruncing
WJY	bundar telur melebar, bundar telur	bundar telur, delta	tumpul, runcing, asimetri, membundar	runcing, meruncing
DKN	lonjong, bundar telur	lonjong, bundar telur, jantung	tumpul, membundar, membundar, tumpul, asimetri, jantung	meruncing
SBG	bundar telur, bundar telur melebar, lonjong melebar, lonjong	lonjong, bundar telur, delta, jantung	tumpul, meruncing, asimetri, membundar, jantung	runcing, meruncing

Keterangan: TWN (Taiwan), FPN (Filipin), DW (Dewi), PNG (Penang), PRS (Paris), WLH (Welahan), MLY (Malaya), DKP (Demak Kapur), DJ (Demak Jingga), WLN (Wulan), BNK (Bangkok), B17, WJY (Wijaya), DKN (Demak Kunir), SBG (Sembiring); PKD (pangkal daun), UJD (ujung daun)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 4 Karakter kuantitatif anak daun dan warna daun

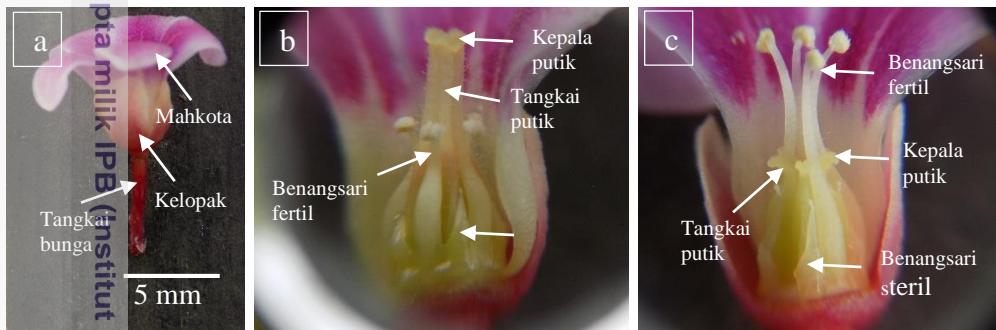
Var.	Karakter						
	JAD (helai)	PJD (cm)	LBD (cm)	PTD (cm)	PSU (cm)	WDM	WDT
TWN	5-11 (11)	1.6-9.6 (4.9)	0.9-5.3 (2.8)	0.1-0.4 (0.2)	4.3-15.9 (10.0)	merah tua (9)	hijau tua (49)
FPN	9-11 (11)	2.4-8.9 (5.2)	1.4-4.3 (2.6)	0.2-0.4 (0.3)	9.0-13.5 (11.4)	merah tua (9)	hijau tua (49)
DW	7-11 (9)	2.0-8.2 (4.9)	1.3-4.2 (2.3)	0.2-0.4 (0.3)	7.3-15.6 (11.6)	merah tua (9)	hijau tua (49)
PNG	7-11 (9)	2.1-8.7 (4.8)	1.7-4.5 (2.8)	0.2-0.4 (0.3)	9.0-15.3 (12.1)	merah tua (9)	hijau tua (49)
PRS	9-11 (9)	2.1-8.1 (4.8)	1.8-4.5 (3.0)	0.2-0.4 (0.3)	10.3-16 (12.0)	merah tua (9)	hijau tua (49)
WLH	7-12 (9)	1.7-7.8 (4.1)	1.2-3.8 (2.2)	0.1-0.3 (0.2)	6.5-17.7 (10.9)	merah tua (9)	hijau tua (49)
MLY	7-11 (9)	2.1-10.0 (5.5)	1.3-5.1 (3.1)	0.2-0.4 (0.3)	8.4-17.9 (13.2)	merah tua (9)	hijau tua (49)
DKP	7-14 (9)	2.4-10.0 (5.3)	1.8-4.7 (2.9)	0.2-0.4 (0.3)	8.7-18.6 (13.0)	merah tua (9)	hijau tua (49)
DJ	7-11 (9)	2.0-9.4 (5.1)	1.1-4.5 (2.8)	0.2-0.4 (0.3)	8.3-15.7 (12.1)	merah kecoklatan (17)	hijau tua (49)
WLN	10-13 (11)	1.2-8.2 (4.4)	1.1-5.1 (2.6)	0.1-0.5 (0.3)	10.1-17.5 (13.9)	merah tua (9)	hijau tua (49)
BNK	7-11 (9)	2.3-11.6 (5.5)	1.3-4.8 (2.8)	0.1-0.5 (0.3)	8.4-16.1 (11.8)	merah tua (9)	hijau tua (49)
B17	7-11 (9)	1.6-9.9 (5.7)	1.5-6.9 (3.6)	0.1-0.4 (0.3)	6.3-16.0 (12.1)	merah tua (9)	hijau tua (49)
WJY	7-9 (9)	2.0-9.0 (5.3)	1.7-5.4 (3.3)	0.2-0.5 (0.3)	8.9-14.4 (11.3)	merah tua (9)	hijau tua (49)
DKN	9-11 (11)	2.2-10.7 (5.4)	2.0-5.1 (3.1)	0.1-0.4 (0.2)	10.9-19.4 (14.7)	merah tua (9)	hijau tua (49)
SBG	5-11 (9)	2.2-9.8 (5.3)	1.8-5.1 (3.0)	0.1-0.4 (0.2)	6.9-15.4 (11.4)	merah tua (9)	hijau tua (49)

Keterangan: TWN (Taiwan), FPN (Filipin), DW (Dewi), PNG (Penang), PRS (Paris), WLH (Wulahan), MLY (Malaya), DKP (Demak Kapur), DJ (Demak Jingga), WLN (Wulan), BNK (Bangkok), B17, WJY (Wijaya), DKN (Demak Kunir), SBG (Sembiring); JAD (jumlah anak daun), PJD (panjang anak daun), LBD (lebar anak daun), PTD (panjang tangkai anak daun), PSU (panjang sumbu utama), WDM (warna daun muda), WDT (warna daun tua). Nilai JAD: kisaran (modus); PJD, LBD, PTD, PSU: kisaran (rata-rata)

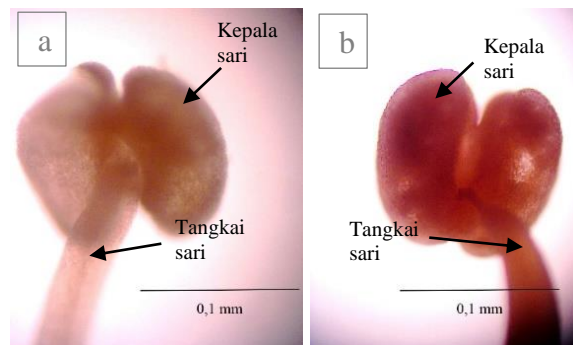
Daun muda tanaman belimbing manis memiliki warna merah hati hingga coklat kehijauan. Daun tanaman belimbing manis yang telah dewasa berwarna hijau tua. Perbedaan warna daun ini dipengaruhi oleh pigmen dominan pada daun tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh Sumenda *et al.* (2011) terhadap daun tanaman mangga pada berbagai umur menunjukkan adanya perbedaan tingkat kandungan klorofil. Daun muda tanaman mangga yang masih berwarna merah memiliki kandungan klorofil yang lebih sedikit dibanding daun dewasa yang berwarna hijau tua. Daun muda didominasi oleh pigmen karotenoid sehingga menjadikan daun tersebut berwarna merah. Warna daun berpengaruh pada kemampuan daun dalam menyerap cahaya matahari. Daun yang berwarna hijau gelap lebih banyak menyerap cahaya matahari dibanding daun yang berwarna hijau terang (Sugito 2012).

Morfologi Bunga

Bunga merupakan alat perkembangbiakan generatif bagi tumbuhan. Bunga belimbing manis memiliki susunan *bisexual* (banci) yang memiliki benang sari dan putik dalam satu bunga serta merupakan bunga lengkap yang memiliki bagian-bagian bunga seperti kelopak, mahkota, benangsari, dan putik (Simpson 2006). Tipe perbungaan belimbing manis yaitu *panicle-like cyme* (cyme seperti malai) dan merupakan bunga terbatas. Bunga belimbing manis memiliki bentuk simetri radial (*aktinomorf*). Bagian-bagian bunga belimbing manis tidak saling berlekatan (*free*). Bunga belimbing manis memiliki 5 helai daun kelopak (*sepal*) yang tidak saling berlekatan (*aposepalous*) serta memiliki 5 helai daun mahkota (*petal*) yang saling berlekatan (*sympetalous*) (Gambar 7a). Crane (1994) mengungkapkan bahwa belimbing manis memiliki lima helai kelopak dan lima helai mahkota. Kelopak belimbing manis berwarna merah dengan berbagai gradasi sedangkan mahkotanya berwarna ungu pucat hingga ungu cerah (Tabel 5).



Gambar 7 Bunga belimbing manis (a); bunga belimbing manis dengan putik panjang (b), dan bunga belimbing manis dengan putik pendek (c)



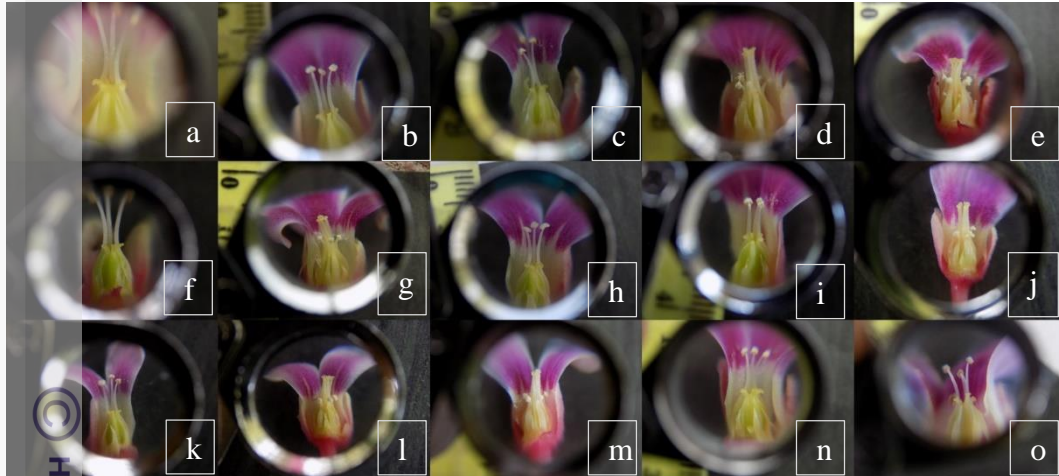
Gambar 8 Perlekatan kepala sari pada tangkai sari *dorsifix* (a), dan *subbasifix* (b)

Benangsari bunga belimbing manis berjumlah 10, lima di antaranya berupa benangsari steril (*staminode*) dan bersifat rudimenter (Verheij dan Coronel 1997). Kepala sari dengan tangkai sari bunga belimbing manis berlekatan secara *dorsifix* (di tengah) dan *subbasifix* (agak tepi) (Gambar 8). Putik bunga belimbing manis terdiri atas lima ruang yang menjadi satu (*connate*) dengan perlekatan bakal buah menumpang. Morfologi bunga belimbing manis dari seluruh varietas yang diamati dapat dilihat pada Gambar 9.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 9 Bunga belimbing manis Varietas Taiwan (a), Filipin (b), Dewi (c), Penang (d), Paris (e), Welahan (f), Malaya (g), Demak Kapur (h), Demak Jingga (i), Wulan (j), Bangkok (k), B17 (l), Wijaya (m), Demak Kunir (n), dan Sembiring (o)

Belimbing manis memiliki bunga yang *distylus* (Gambar 7b dan 7c). Menurut Chi dan Phoon (1982), bunga belimbing manis memiliki dua bentuk tangkai putik yaitu tangkai putik panjang (*pin*) dan tangkai putik pendek (*thrum*) dan hanya ada satu bentuk dalam satu pohon. Judd *et al.* (2007) mengatakan bahwa pembuahan tidak dapat terjadi pada polen yang menyerbuki putik pada bunga yang sama. Hal ini disebabkan adanya protein penghambat yang disekresikan oleh putik untuk menghalangi masuknya polen melalui pori pada putik (Wong *et al.* 1994) sehingga untuk penyerbukan, diperlukan polen dari bunga lain yang memiliki bentuk putik berbeda.

Varietas yang memiliki bentuk tangkai putik panjang di antaranya: Penang, Malaya, Wulan, B17, dan Wijaya, sedangkan varietas dengan tangkai putik pendek di antaranya: Taiwan, Filipin, Dewi, Welahan, Demak Kapur, Demak Jingga, Bangkok, dan Sembiring. Varietas Paris memiliki kedua bentuk tangkai putik yakni panjang dan pendek pada pohon yang berbeda, sedangkan Varietas Demak Kunir memiliki kedua bentuk tangkai putik dalam satu pohon, kemungkinan karena varietas yang diamati telah disambung dengan varietas lain. Adanya dua bentuk tangkai putik yang berbeda disebabkan oleh faktor genetik (Judd *et al.* 2007). Kepala putik bunga belimbing manis memiliki bentuk berlekuk (*lobed*). Bunga belimbing manis dapat terletak di ujung cabang (*terminal*), ketiak daun (*axillary*), serta batang paling tua (*cauliflorous*).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 5 Perlekatan kepala sari, bentuk putik, warna mahkota, dan warna kelopak bunga belimbing manis

Var.	Karakter			
	PKT	BP	WM	WK
TWN	dorsifix, subbasifix	thrum	ungu tua – ungu muda dominan (92–94)	merah (6–7)
FPN	dorsifix, subbasifix	thrum	ungu tua – ungu muda dominan (93–95)	merah (6–7)
DW	dorsifix, subbasifix	thrum	ungu tua dominan – ungu pucat (93–95)	merah (6)
PNG	dorsifix	pin	ungu tua dominan – ungu pucat (92–96)	merah (3–4)
PRS	dorsifix	pin dan thrum	ungu tua (92/93)	merah (4)
WLH	dorsifix, subbasifix	thrum	ungu tua – ungu pucat dominan (93–96)	merah (12)
MLY	dorsifix	pin	ungu tua dominan – ungu pucat (92–96)	merah (10)
DKP	dorsifix, subbasifix	thrum	ungu tua – ungu pucat (92–96)	merah pucat (14)
DJ	dorsifix	thrum	ungu tua – ungu pucat dominan (93–95)	merah (5)
WLN	dorsifix	pin	ungu tua dominan – ungu muda (91–95)	merah (7)
BNK	dorsifix	thrum	ungu tua – ungu pucat dominan (93–96)	merah (3)
B17	dorsifix, subbasifix	pin	ungu tua dominan – ungu pucat (93–96)	merah (3)
WJY	dorsifix	pin	ungu tua dominan – ungu pucat (93–96)	merah (3)
DKN	dorsifix	pin dan thrum	ungu tua dominan – ungu pucat (92–96)	merah (3)
SBG	dorsifix	thrum	ungu tua (92/93)	merah (3)

Keterangan: TWN (Taiwan), FPN (Filipin), DW (Dewi), PNG (Penang), PRS (Paris), WLH (Welahan), MLY (Malaya), DKP (Demak Kapur), DJ (Demak Jingga), WLN (Wulan), BNK (Bangkok), B17, WJY (Wijaya), DKN (Demak Kunir), SBG (Sembiring); PKT (perlekatan kepala sari pada tangkai sari), BP (bentuk tangkai putik), WM (warna mahkota), WK (warna kelopak). Ungu 91: - sangat tua, 92: - tua, 93: - biasa, 94: - agak muda, 95: - muda, 96: - sangat muda. Merah 3: - agak gelap, 4: - cerah, 5: - biasa, 6: - biasa, 7: sangat pudar, 10: - kecoklatan, 12: - oranye cerah, 14: - oranye pudar

Panjang tangkai bunga belimbing manis yang diamati yaitu 0.2–3.7 cm sedangkan diameter bunga yaitu 0.6–1.5 cm. Berdasarkan nilai rata-rata, Varietas Dewi memiliki tangkai terpanjang (1.2 cm) dan Varietas Demak Jingga memiliki diameter bunga terlebar (1.3 cm) (Tabel 6).

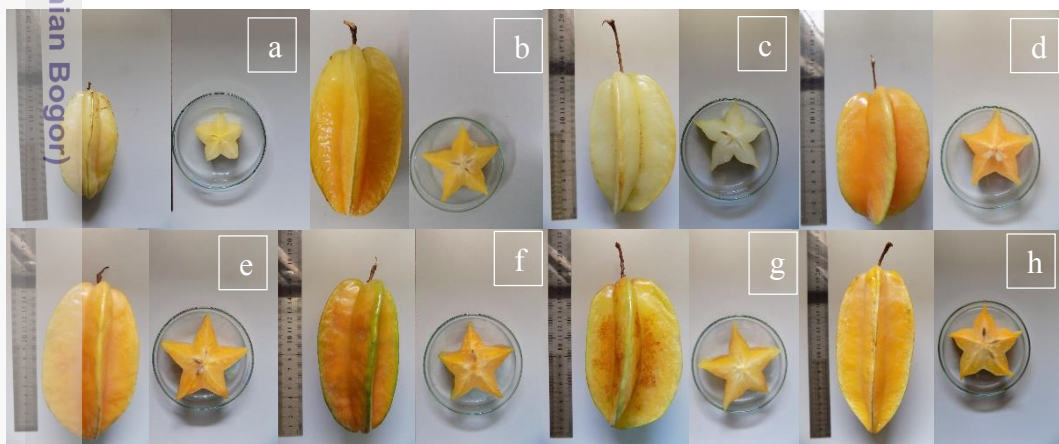
Tabel 6 Panjang tangkai dan diameter bunga belimbing manis

Varietas	Karakter	
	Panjang tangkai bunga (cm)	Diameter bunga (cm)
Taiwan	0.4–1.5 (0.7)	1.0–1.4 (1.2)
Filipin	0.3–0.7 (0.5)	0.8–1.1 (1.0)
Dewi	0.2–3.0 (1.2)	0.7–1.4 (1.1)
Penang	0.2–1.0 (0.5)	1.0–1.5 (1.2)
Paris	0.3–3.7 (0.8)	0.9–1.3 (1.1)
Welahan	0.3–0.6 (0.4)	0.9–1.3 (1.1)
Malaya	0.4–1.6 (0.7)	1.0–1.4 (1.2)
Demak Kapur	0.5–3.2 (1.0)	1.0–1.4 (1.2)
Demak Jingga	0.5–0.8 (0.6)	1.2–1.4 (1.3)
Wulan	0.4–2.3 (0.8)	0.8–1.2 (1.0)
Bangkok	0.3–2.1 (0.7)	0.8–1.3 (1.0)
B17	0.3–0.9 (0.5)	0.9–1.1 (1.0)
Wijaya	0.2–0.5 (0.4)	0.9–1.2 (1.0)
Demak Kunir	0.3–0.6 (0.4)	0.6–1.0 (0.8)
Sembiring	0.3–1.0 (0.5)	1.0–1.3 (1.1)

Nilai panjang tangkai bunga, diameter bunga: kisaran (rata-rata)

Morfologi Buah

Buah belimbing manis termasuk buah *berry* (buni) yaitu buah yang daging buahnya dapat dimakan. Buah ini termasuk buah sejati, yaitu buah yang berkembang dari bakal buah. Buah belimbing berbentuk oval dengan lima juring, jika dipotong melintang akan terlihat bentuk bintangnya (Gambar 10). Panjang tangkai buah belimbing manis yaitu 1.1–12.8 cm. Buah belimbing manis memiliki warna muda dan warna tua, dan warna tepian yang bervariasi (Tabel 7). Menurut Abdullah *et al.* (2005), warna kematangan buah belimbing manis tidaklah seragam.



Gambar 10 Buah belimbing manis Varietas Paris (a), Malaya (b), Demak Kapur (c), Demak Jingga (d), Wulan (e), Bangkok (f), B17 (g), dan Sembiring (h)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 7 Warna muda, warna tua, warna tepian, rasa, tekstur, dan kandungan air beberapa varietas buah belimbing manis

Var.	Karakter					
	WBM	WBT	WT	RB	TB	KA
PRS	hijau muda (43) kekuningan	kuning pucat–kuning cerah (39-29)	kuning pucat (39)	manis	renyah	sedang–sangat banyak
MLY	hijau muda (42)	kuning–oranye (28)	kuning (38)	manis	renyah	sedang–sangat banyak
DKP	hijau muda (43)	kuning pucat (39)	kuning pucat (39)	manis	renyah	sedang–banyak
DJ	hijau muda (43)	kuning oranye (27)	kuning (38)	hambar	renyah	banyak–sangat banyak
WLN	hijau muda (43)	kuning pucat–kuning oranye (35-27)	kuning pucat (38)	manis	renyah	sedang–banyak
BNK	hijau muda (43) dengan bercak coklat	kuning tua (27)	hijau muda (44)	manis	renyah	sedang–sangat banyak
B17	hijau muda (43)	kuning (35)	kuning pucat (39)	manis	renyah	banyak–sangat banyak
SBG	hijau muda (42)	kuning oranye (28)	kuning (38)	manis	renyah	banyak

Keterangan: PRS (Paris), MLY (Malaya), DKP (Demak Kapur), DJ (Demak Jingga), WLN (Wulan), BNK (Bangkok), B17, SBG (Sembiring); WBM (warna buah muda), WBT (warna buah tua), WT (warna tepian), RB (rasa buah), TB (tekstur buah), KA (kandungan air). Hijau 42: - muda gelap, 43: - muda terang. Kuning 39: - sangat pucat, 38: - pucat, 35: - agak cerah, 34: - tua. Oranye 29: - terang, 28: oranye, 27: - gelap.

Buah belimbing memiliki panjang 8.0–16.5 cm, tebal dan panjang juring berturut-turut yaitu 1.5–2.7 cm dan 2.2–5.2 cm. Bobot buah yang terukur yaitu 68–304 gram. Berdasarkan pengamatan, varietas yang memiliki nilai kandungan padatan total terlarut (PTT) tertinggi yaitu Varietas Wulan dengan kandungan PTT 7.13–11.0 °Brix sedangkan varietas yang memiliki kandungan PTT terendah yaitu Varietas Demak Jingga dengan PTT 4.9–7.2 °Brix. PTT yang terukur menunjukkan tingkat konsentrasi sukrosa (Ferlinda 2011). Satuan °Brix yang teramati menunjukkan berat gram sukrosa dari 100 gram larutan sukrosa. Bila yang diamati adalah daging buah, skala ini menunjukkan berat gram sukrosa dari 100 gram daging buah (Ihsan dan Wahyudi 2010). Menurut Delgado dan Saúco (2003), beberapa kriteria buah belimbing yang sesuai untuk dipasarkan secara luas yaitu: bobot buah lebih dari 100 gram, bentuk menarik (memiliki lima juring), PTT lebih dari 10 °Brix, serta memiliki warna yang menarik (kuning atau oranye). Buah belimbing manis akan mencapai kandungan gula optimum pada warna kuning yang tuah (Paull dan Duarte 2012). Data disajikan dalam Tabel 8.

Varietas Malaya memiliki rata-rata bobot buah terbesar (226 gram). Varietas Sembiring memiliki rata-rata panjang 14.9 cm, ukuran tersebut adalah ukuran terpanjang dibanding varietas lain. Varietas Wulan memiliki rata-rata lebar (8.3 cm) yang merupakan ukuran terlebar dibanding varietas lain. Ketiga varietas tersebut memiliki rasa buah manis dan warna yang menarik serta merupakan varietas yang diunggulkan di TBM.

Tabel 8 Panjang tangkai, panjang buah, lebar buah, bobot, tebal juring, panjang juring, kandungan gula, dan jumlah biji beberapa varietas buah belimbing manis

Var.	Karakter							
	PTB (cm)	PB (cm)	LB (cm)	BB (gram)	TJ (cm)	PJ (cm)	PTT (°Brix)	JB (biji)
PRS	–	8.8–10.6 (9.6)	4.6–5.9 (5.2)	68–114 (93)	1.5–2.7 (2.3)	2.4–4.6 (3.2)	8.5–8.9	4–11
MLY	2.5–7.5 (4.8)	10.5–15.5 (13.8)	5.2–8.5 (7.4)	108–304 (226)	1.5–2.3 (2.1)	2.3–5.0 (3.9)	6.6–10.4	3–17
DKP	1.1–5.7 (3.7)	8.0–15.7 (12.1)	5.2–8.7 (7.0)	69–261 (157)	1.7–2.3 (1.9)	2.2–4.7 (3.5)	6.2–8.7	5–13
DJ	1.6–3.4 (2.7)	9.3–11.1 (10.4)	6.5–7.4 (7.0)	101–139 (129)	1.9–2.3 (2.0)	3.0–4.0 (3.6)	4.9–7.2	4–8
WLN	1.3–6.6 (3.9)	12.3–15.0 (13.4)	7.0–9.3 (8.3)	179–287 (225)	1.6–2.6 (2.2)	3.2–5.0 (4.2)	7.1–11.0	4–16
BNK	1.7–12.8 (4.4)	11.0–13.7 (12.4)	7.2–8.3 (7.7)	196–240 (213)	1.9–2.7 (2.3)	3.1–4.5 (3.8)	6.9–9.5	2–9
B17	1.2–5.8 (3.4)	11.0–12.8 (11.9)	6.7–9.2 (8.0)	123–209 (170)	1.7–2.2 (2.0)	3.0–4.9 (3.9)	6.2–10.0	6–18
SBG	2.5–9.2 (4.8)	12.7–16.5 (14.9)	6.3–8.5 (7.8)	155–267 (211)	1.6–2.4 (2.0)	2.8–5.2 (3.8)	6.7–9.8	2–13

Keterangan: PRS (Paris), MLY (Malaya), DKP (Demak Kapur), DJ (Demak Jingga), WLN (Wulan), BNK (Bangkok), B17, SBG (Sembiring); PTB (panjang tangkai buah), PB (panjang buah), LB (lebar buah), BB (bobot buah), TJ (tebal juring), PJ (panjang juring), PTT (padatan total terlarut), JB (jumlah biji)

Salah satu usaha yang dilakukan TBM dalam meningkatkan mutu buah yaitu penjarangan buah. Penjarangan buah dilakukan bersamaan dengan pembungkusan buah. Tujuan dari perlakuan ini yaitu mengurangi adanya kompetisi dalam hal distribusi karbohidrat pada buah (Vaast *et al.* 2006). Buah yang mengalami perlakuan demikian, dilaporkan mengalami peningkatan ukuran buah. Peningkatan ukuran buah dapat dilihat dari jumlah sel, ukuran sel, dan ruang antar sel dari buah tersebut (Link 2000). Link (2000) melaporkan bahwa penjarangan buah pada tanaman apel dapat meningkatkan kekerasan buahnya.

Karakter Anatomi Daun Varietas Malaya dan Sembiring

Tipe dan Indeks Stomata

Stomata merupakan pori yang terdapat pada epidermis yang dibatasi oleh dua buah sel penjaga (Sutrian 2004). Daun belimbing manis Varietas Malaya dan Sembiring memiliki tipe stomata parasitik. Ciri-ciri tipe stomata parasitik, (Gambar 11), yaitu sel tetangga terletak paralel dengan posisi memanjang pori dan sel penjaga (Metcalf dan Chalk 1957). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sunarti *et al.* (2008) yang menunjukkan bahwa stomata daun belimbing manis bertipe parasitik. Stomata daun belimbing manis hanya terdapat pada permukaan bawah daun (*abaxial*) saja atau disebut *hypostomatous* (Willmer 1983), sebagai salah satu bentuk mekanisme adaptasi terhadap lingkungan.

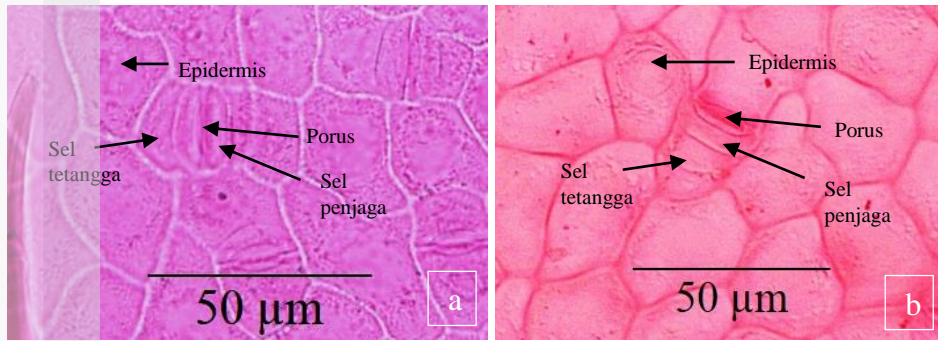
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Egggr Agricultural



Gambar 11 Stomata Varietas Malaya (a), dan Sembiring (b)

Tanaman belimbing manis Varietas Malaya dan Sembiring memiliki bentuk daun bundar telur dengan bentuk ujung daun meruncing, dengan kata lain daun semakin menyempit pada bagian ujung. Pengamatan dilakukan pada tiga lokasi daun, yaitu pangkal, tengah, dan ujung mengacu pada penelitian Rosmilawanti (2016). Indeks stomata menunjukkan perbandingan jumlah stomata dengan sel-sel pada jaringan epidermis. Indeks stomata paling besar berada pada bagian pangkal daun Varietas Malaya (17.61) sedangkan indeks stomata terbesar pada Varietas Sembiring berada pada tengah daun (16.48). Nilai indeks stomata terkecil berada pada bagian ujung daun baik pada Varietas Malaya maupun Sembiring (Tabel 9). Nilai indeks stomata yang tinggi menunjukkan jumlah sel stomata lebih banyak dibanding sel lain pada bagian epidermis. Jumlah sel stomata yang banyak merupakan bentuk adaptasi terhadap tingginya intensitas cahaya matahari yang diterima oleh tumbuhan. Dengan demikian daun dapat melakukan transpirasi secara optimal untuk mempertahankan suhu agar tidak terlalu tinggi, sehingga metabolisme tidak terganggu (Anggarwulan *et al.* 2008).

Indeks stomata yang tinggi dapat menunjukkan bahwa suatu tanaman tersebut mendapatkan banyak cahaya matahari. Banyaknya cahaya matahari dapat meningkatkan laju fotosintesis jika ditunjang dengan ketersediaan CO₂. Tingginya laju fotosintesis akan menghasilkan fotosintat yang tinggi pula untuk tumbuhan, nutrisi tersebut digunakan oleh tumbuhan untuk membentuk stomata (Istiqomah *et al.* 2010).

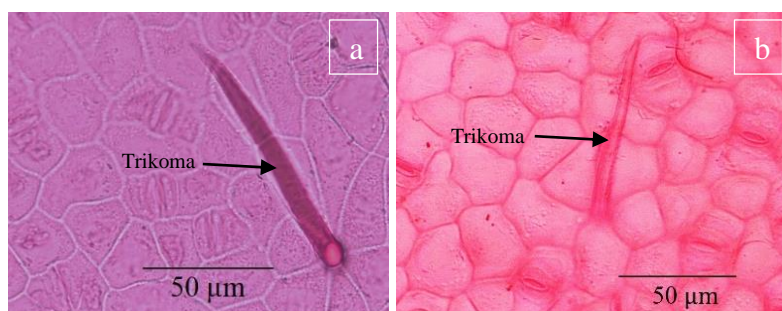
Tabel 9 Indeks trikoma dan indeks stomata daun belimbing manis Varietas Malaya dan Sembiring

Varietas		Indeks trikoma	Indeks stomata
Malaya	pangkal	2.20 ± 0.15	17.61 ± 2.82
	tengah	2.56 ± 0.40	16.98 ± 0.94
	ujung	2.06 ± 0.47	15.00 ± 2.34
Rataan total		2.27 ± 0.34	16.53 ± 1.36
Sembiring	pangkal	2.34 ± 0.33	16.41 ± 1.28
	tengah	2.08 ± 0.45	16.48 ± 1.67
	ujung	2.63 ± 0.35	15.04 ± 0.46
Rataan total		2.38 ± 0.38	15.98 ± 0.81

Keterangan: Nilai indeks (rata-rata ± simpangan baku)

Tipe dan Indeks Trikoma

Trikoma merupakan rambut-rambut yang terdapat pada lapisan epidermis (Sutrian 2004). Trikoma dapat mengurangi kehilangan air dengan cara meningkatkan ketahanan lapisan batas (Willmer 1983). Trikoma yang dijumpai pada Varietas Malaya dan Sembiring bertipe uniselular (Gambar 12). Nilai indeks trikoma tertinggi pada Varietas Malaya (2.56) berada di bagian tengah daun sedangkan pada Varietas Sembiring (2.63) berada di bagian ujung daun, hal ini karena jumlah stomata pada kedua bagian tersebut memiliki perbandingan yang tinggi terhadap jumlah sel epidermis pada bidang yang sama. Nilai indeks trikoma pada masing-masing bagian daun terdapat pada Tabel 9.



Gambar 12 Trikoma uniselular Varietas Malaya (a), dan Sembiring (b)

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Karakter morfologi pada masing-masing organ tanaman belimbing manis memiliki ciri khas tersendiri. Karakter buah merupakan karakter reproduktif yang paling menonjol untuk menjelaskan perbedaan pada masing-masing varietas. Karakter anatomi pada dua varietas terpilih menunjukkan tipe stomata parasitik dan tipe trikoma uniselular.

Saran

Perlu dilakukan pengamatan morfologi sel epidermis dan sel stomata, serta perlu dilakukan pengamatan pada sayatan melintang daun untuk mengukur ketebalan epidermis dan jaringan mesofil daun.



DAFTAR PUSTAKA

- [IP2TP] Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian. 1999. Budidaya Belimbing Manis secara Agribisnis di DKI Jakarta. Jakarta (ID): BPPP.
- Abdullah MZ, Mohamad-Saleh J, Fathinul-Syahir AS, Mohd-Azemi BMN. 2006. Discrimination and classification of fresh-cut starfruit (*Averrhoa carambola* L.) using automated machine vision system. *J Food Eng.* 76(2006):506-523.
- Anggarwulan E, Solichatun, Mudyantini W. 2008. Karakter fisiologi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) pada variasi naungan dan ketersediaan air. *Biodiversitas* 4(9):264-268.
- Bhaskar B, Shantaram M. 2013. Morphological and biochemical characteristics of *Averrhoa* fruits. *Int J Pharm Chem Biol Sci.* 3(3):924-928.
- Campbell CW, Knight RJ Jr, Olszack R. 1985. Carambola production in Florida. *Proc Fla State Hort Soc.* 98:145-149.
- Carbini DA, Moresco HH, Imazu P, Da Silva CD, Pietrovski EF, Mendes DAGB, Prudente AD, Pizzolatti MG, Brighente IMC, Otuki MF. 2010. Analysis of the potential topical anti-inflammatory activity of *Averrhoa carambola* L. in mice. *eCAM.* (2011):1-7.doi:10.1093/ecam/neq026.
- Chin HF, Phoon ACG. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of carambola, durian and rambutan. *Pertanika* 5(2):234-239.
- Chin LH, Ali ZM, Lazan H. 1999. Cell wall modifications, degrading enzymes and softening of carambola fruit during ripening. *J Experimental Bot.* 335(50):767-775.
- Crane JH. 1994. *The carambola (star fruit)*. Florida (US): University of Florida.
- Das BN, Ahmed M. 2012. Analgesic activity of the fruit extract of *Averrhoa carambola*. *Int J LifeSc Bt & Pharm Res.* 1(3):22-26.
- Dasgupta P, Chakraborty P, Bala NN. 2013. *Averrhoa carambola*: an update review. *IJPRR.* 2(7):54-63.
- Delgado PMH, Saúco VG. 2003. Evaluation of carambola cultivars in the Canary Islands. *Fruits* 58(1):19-26.
- Fahn A. 1991. *Anatomi Tumbuhan*. Soediartha A, Koesoemaningrat MT, Natasaputra M, Akmal H, penerjemah; Tjitrosomo SS, editor. Yogyakarta (ID): UGM Pr. Terjemahan dari: *Plant Anatomy*. Ed ke-3.
- Ferlinda FF. 2011. Analisis sudut putar jenis pada sampel larutan sukrosa menggunakan *portable brix meter* [skripsi]. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Ihsan F, Wahyudi A. 2010. Teknik analisis kadar sukrosa pada buah pepaya. *Bul Teknik Pertanian* 15(1):10-12.
- Indrayani IGAA. 2008. Peranan morfologi tanaman untuk mengendalikan pengisap daun, *Amrasca biguttula* (Ishida) pada tanaman kapas. *Perspektif* 7(1):47-54.
- Istiqomah AR, Mudyantini W, Anggarwulan E. 2010. Pertumbuhan dan struktur anatomi rumput mutiara (*Hedyotis corymbosa* [L.] Lamk.) pada ketersediaan air dan intensitas cahaya berbeda. *Ekosains* 2(1):55-64.
- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF, Donoghue MJ. 2007. *Plant Systematics A Phylogenetic Approach 3th ed.* Sunderland (US): Sinauer Associates.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Karlina CY, Ibrahim M, Trimulyono G. 2013. Aktivitas antibakteri ekstrak herba krokot (*Portulaca oleracea* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *LenteraBio* 2(1):87-93.
- Karsinah, Silalahi FH, Manshur A. 2007. Eksplorasi dan karakterisasi plasma nutfah tanaman markisa. *J Hort.* 17(4):297-306.
- Kurniawan B, Aryana WF. 2015. Binahong (*Cassia alata* L) as inhibitor of *Escherichia coli* growth. *J Majority* 4(40):100-104.
- Kurniawan M, Izzati M, Nurchayati Y. 2010. Kandungan klorofil, karotenoid, dan vitamin C pada spesies tumbuhan akuatik. *Bul Anatomi Fisiologi* 18(1):28-40.
- Larasati A, Hidayat P, Buchori D. 2013. Keanekaragaman dan persebaran lalat buah Tribe Dacini (Diptera: Tephritidae) di Kabupaten Bogor dan sekitarnya. *J Entomol Indones.* 10(2):51-59.doi:10.5994/jei.10.2.51.
- Link H. 2000. Significance of flower and fruit thinning of fruit quality. *Plant Growth Regulation* 31:1-26.
- Mandasari AD. 2014. Biologi *Diacrotricha fasciola* Zeller (Lepidoptera: Pterophoridae) hama pada tanaman belimbing (*Averrhoa carambola* L.) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Metcalf CR, Chalk L. 1957. *Anatomy of the Dicotyledons*. London (GB): Oxford University Pr.
- Mitcham EJ, McDonald RE. 1991. Characterization of the ripening of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit. *Proc Fla State Hort Soc.* 104:104-108.
- Murrel ZE. 1977. *Vascular Plant Taxonomy 6th ed*. Dubuque (US): Kendall Hunt.
- Nasution MA, Nur BK, Razak Z. 2011. Keragaman genetik beberapa aksesori markisa berdasarkan penanda *inter simple sequence repeat* (ISSR). *J Agrivigor* 10(2):157-167.
- Panjaitan RGP, Bintang M. 2014. Peningkatan kandungan kalium urin setelah pemberian ekstrak sari buah belimbing manis (*Averrhoa carambola*). *J Veteriner* 15(1):108-113.
- Paul RE, Duarte O. 2012. *Tropical Fruit. Vol 2. Ed 2*. London (GB): CAB International.
- Prastowo NH, Roshetko JM, Maurung GES, Nugraha E, Tukan JM, Harum F. 2006. *Teknik Pembibitan dan Perbanyakkan Vegetatif Tanaman*. Bogor (ID): ICRAF & Wirrock International.
- 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.
- Radford AE, Dickison WC, Massey JR, Bell CR. 1998. *Vascular Plant Systematics*. Chapel Hill (US): HarperCollins.
- Rienamora F. 2007. Pengembangan algoritma image processing untuk klasifikasi mutu belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rosmilawanti R. 2016. Studi anatomi daun, analisis struktur sekretori dan histokimia rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sass JE. 1951. *Botanical Microtechnique*. Iowa (US): Iowa State Collage Pr.
- Simpson MG. 2006. *Plant Systematics*. Canada (US): Elsevier Academic Pr.
- Soncini R, Santiago MB, Orlandi L, Moraes GOI, Peloso ALM, Dos Santos MH, Alves-da-Silva G, Paffaro VA Jr, Bento AC, Giusti-Paiva A. 2011. Hypotensive

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- effect of aqueous extract of *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae) in rats: An *in vivo* and *in vitro* approach. *J Ethnopharmacology* 133(2011):353-357.
- Sugito Y. 2012. *Ekologi Tanaman*. Malang (ID): UB Pr.
- Sukadana IM. 2009. Senyawa antibakteri golongan flavonoid dari buah belimbing manis (*Averrhoa carambola* Linn.L.). *J Kim.* 3(2):109-116.
- Sumenda L, Rampe HL, Mantiri FR. 2011. Analisis kandungan klorofil daun mangga (*Mangifera indica* L.) pada tingkat perkembangan daun yang berbeda. *Bioslogos* 1(1):20-24.
- Sunarti S, Rugayah, Tihuraa EF. 2008. Studi anatomi daun jenis-jenis *Averrhoa* di Indonesia untuk mempertegas status anatominya. *Berita Biol.* 9(3):253-257.
- Sutrian Y. 2004. *Pengantar Anatomi Tumbuh-tumbuhan*. Jakarta (ID): Rineka Cipta.
- Tjitrosoepomo G. 2007. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Pr.
- Tripathi S, Mondal AK. 2012. Taxonomic diversity in epidermal cells (stomata) of some selected anthophyta under the Order Leguminales (Caesalpniaceae, Mimosaceae & Fabaceae) based on numerical analysis: a systematic approach. *ISJN.* 3(4):788-798.
- Vaast P, Bertrand B, Perriot JJ, Guyot B, Génard. 2006. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *J Sci Food Agric.* 86:197-204.doi:10.1002/jsfa.2338.
- Verheij EWM, Coronel RE. 1997. *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2: Buah-buahan yang dapat Dimakan*. Danimihardja S, Sutarno H, Utami NW, Hoesen DSH, penerjemah; Verheij EWM, Coronel RE, editor. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari: *Plant Resources of South-East Asia 2: Edible Fruits and Nuts*.
- Vicentini VEP, Camparoto ML, Teixeira RD, Mantovani MS. 2001. *Averrhoa carambola* L., *Syzygium cumini* (L.) Skeel and *Cissus sicyoides* L.: medicinal herbal tea effect on vegetal and animal test systems. *Maringá* 23(2):593-598.
- Whelan BM. 1994. *Color Harmony 2: A Guide to Creative Color Combinations*. Gloucester (US): Rockport Publishers.
- Willmer CM. 1983. *Stomata*. New York (US): Longman.
- Wong KC, Watanabe M, Hinata K. 1994. Fluorescence and scanning electron micriscop study on self-incompatibility in distylous *Averrhoa carambola* L. *Sex Plant Reprod.* 7:116-121.
- Woodson RE, Schery RW, Lourteig A. 1980. Flora of Panama. *Annals Missouri Bot Gard.* 67(4).823-850.
- Zahroh R, Khasanah N. 2016. Jus belimbing manis (*Averrhoa carambola*) kombinasi wortel (*Daucus carota*) menurunkan tekanan darah. *J Ners Comm.* 7(1):15-20.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Tuban pada tanggal 31 Mei 1993 dari Ayah M. Zaqin dan Ibu Nursholihah. Penulis adalah anak pertama dari empat bersaudara. Tahun 2012 penulis lulus dari SMA Unggulan BPPT Al-Fattah Lamongan dan mengikuti Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Undangan. Penulis diterima di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor (IPB).

Selama kuliah, Penulis aktif sebagai Staf Pendidikan dan Latihan (Diklat) Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) KSR PMI Unit I IPB pada tahun 2013-2014, kemudian menjabat sebagai Komandan pada tahun 2014-2015, dan menjadi Badan Pengembangan Organisasi (BPO) pada tahun 2015-2016. Penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan di antaranya: Staf Divisi Dana dan Usaha Lomba Cepat Tepat Biologi (LCTB) tahun 2013, Staf Divisi Medis Grand Biodiversity Departemen Biologi tahun 2014, Staf Divisi Medis SPIRIT FMIPA tahun 2014, Staf Divisi Tata Tertib MORFOLOGI 50 tahun 2014, serta Ketua Divisi Medis SPIRIT FMIPA tahun 2015. Penulis menjadi perwakilan IPB dan kontingen PMI Kabupaten Bogor dalam kegiatan Jumbara dan Temu Karya (JUMTEK) Relawan pada tahun 2014 serta berhasil menjadi Juara 2 Simulasi Siaga Bencana dan Juara Umum.

Penulis melaksanakan Studi Lapangan pada tahun 2014 dengan judul Cendawan Saproba pada Serasah Daun *Pinus* di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabungsi serta melaksanakan Praktik Lapangan pada tahun 2015 dengan judul Reklamasi Lahan Pascatambang dan Penghijauan di Pabrik Semen Tuban PT Semen Indonesia. Penulis berkesempatan menjadi asisten praktikum Botani Umum dan Biologi Lingkungan pada tahun 2016.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.