

Variasi dan Hubungan Fenetik *Passiflora* spp. di Yogyakarta berdasarkan Karakter Morfologis dan Anatomis

Variation and Phenetic Relationship of *Passiflora* spp. in Yogyakarta Based on Morphological and Anatomical Characters

Nur 'Aini Maulidiyah^{1*}, Purnomo¹

¹Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jalan Teknik Selatan, Sekip Utara, Yogyakarta, 55281, Indonesia.

*Corresponding Author: nur.aini.maulidiyah@mail.ugm.ac.id

Abstrak: *Passiflora* spp. atau markisa merupakan tumbuhan tropis yang banyak dimanfaatkan terutama sebagai sumber pangan. Banyaknya variasi morfologi pada spesies *Passiflora* menyebabkan kesulitan dalam identifikasi antar spesiesnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi morfologis dan anatomis pada *Passiflora* spp. di Yogyakarta serta menentukan hubungan kekerabatan fenetik yang berguna untuk identifikasi. Sebanyak 15 sampel *Passiflora* diambil dengan metode *purposive sampling* dari Kabupaten Bantul, Kabupaten Sleman, Kabupaten Kulon Progo, dan Kota Yogyakarta kemudian dilakukan karakterisasi morfologis dan anatomis. Karakter morfologis yang diamati meliputi organ batang, daun, dan bunga sementara untuk karakter anatomis yang diamati adalah organ daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 15 sampel yang diperoleh teridentifikasi sebagai *P. foetida*, *P. vitifolia*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. edulis* f. *edulis*, dan *P. quadrangularis*. Spesies *Passiflora* memiliki variasi morfologis pada bentuk batang muda, bentuk daun, tekstur permukaan daun dan batang, bentuk dan warna braktea, warna sepal dan petal, serta kehadiran cincin ungu pada korona. Variasi anatomis terdapat pada pola berkas pengangkut, bentuk sisi atas dan bawah tulang daun, bentuk dan ukuran sel palisade, serta tipe dan densitas stomata. Berdasarkan analisis fenetik, sampel *Passiflora* membentuk 4 kluster utama pada indeks similaritas 0,8 yaitu *P. foetida*, *P. vitifolia*, *P. edulis*, dan *P. quadrangularis*.

Kata kunci: *Passiflora* spp., morfologis, anatomis, analisis fenetik

Abstract: *Passiflora* spp. or passion fruit is a tropical plant that is often used as a food source. The large morphological variations of *Passiflora* cause difficulties in identifying the species. The objectives of the study are to identify the specific morphological and anatomical characters of *Passiflora* spp. in Yogyakarta and to determine their phenetic relationship for identification. A total of 15 samples of *Passiflora* were taken by purposive sampling technique from Bantul, Sleman, Kulon Progo, and Yogyakarta City, and then carried through the morphological and anatomical characterization. The morphological characters observed stems, leaves, and flowers, while the anatomical characters observed leaves. The results show that the observed samples are identified as four species, *P. foetida*, *P. vitifolia*, *P. edulis*, and *P. quadrangularis*. The *P. edulis* species consists of two forms, *P. edulis* f. *flavicarpa* and *P. edulis* f. *edulis*. The variation of morphological character lie in young stem shape, leaf shape, the texture of stem and leaf surface, bract shape and color, sepal and petal color, and the presence of a purple corona ring. While the variation of anatomical characters lie in the pattern of the vascular bundles, the shape of the upper and lower sides of the leaf veins, the shape and size of the palisade cells, as well as the type and density of stomata. Based on the phenetic analysis on the 0.8 phenon line, four main clusters were formed, *P. foetida*, *P. vitifolia*, *P. edulis*, and *P. quadrangularis*.

Keywords: *Passiflora* spp., morphological, anatomical, phenetic analysis

Dikumpulkan: 22 Desember 2022 Direvisi: 13 Juli 2023 Diterima: 28 Agustus 2024 Dipublikasi: 30 Agustus 2024

Pendahuluan

Passiflora spp. atau markisa (istilah masyarakat umum), merupakan tumbuhan berbunga dari famili Passifloraceae yang kerap dimanfaatkan sebagai bahan makanan, obat-obatan, dan tanaman hias (Ocampo Pérez and d'Eeckenbrugge, 2017; Sanchez *et al.*, 1999). Tumbuhan ini dapat tumbuh di daerah beriklim tropis maupun subtropis dengan pusat keragaman terbesarnya di Colombia dan Brazil yang memiliki setidaknya 170 dan 150 spesies (Cerqueira-Silva *et al.*, 2016). *Passiflora* merupakan tanaman menahun dengan ciri umum yaitu habitus berupa semak atau pohon merambat dengan sulur aksilar yang sederhana, daunnya tersusun spiral dengan pertulangan menyirip atau menjari namun biasanya bertoreh menjari, bunga dengan tipe biseksual dilengkapi korona yang berkembang dengan baik dan warna yang menarik (Backer & Bakhuizen van Den Brink, 1965; Sanchez *et al.*, 1999).

Passiflora memiliki banyak manfaat yaitu sebagai sumber pangan, obat-obatan, bahan produk kecantikan, dan ornamen atau hiasan. Beberapa spesies *Passiflora* seperti *P. edulis* Sims dan *P. ligularis* dibudidayakan karena buahnya mengandung banyak nutrisi seperti serat, gula, kaya zat gizi (protein, vitamin A, tiamin, riboflavin, niasin, vitamin C, Fe, Ca, dan potassium), serta rendah sodium, kolesterol, dan asam lemak jenuh (Muntafiah dkk., 2017). Sementara itu, ekstrak akar, daun, dan buah *P. foetida* dimanfaatkan untuk pengobatan asma, masalah pencernaan, sakit kepala, memiliki efek *sedative* atau mengurangi *nervous*, dan memiliki aktivitas analgesik, antidiare, serta sitotoksik (Asadujjaman *et al.*, 2014). Kulit buah *P. edulis* Sims juga dimanfaatkan sebagai pewarna alami kosmetik karena mengandung antosianin yang menghasilkan warna menarik. *P. edulis* f. *flavicarpa* juga kaya vitamin A sehingga dapat mencerahkan kulit dan membantu regenerasi sel (Xu *et al.*, 2016). Selain itu, *Passiflora* juga kerap dimanfaatkan sebagai ornamen atau hiasan karena memiliki bunga yang cantik, bentuk daun yang unik dan rimbun, serta mudah untuk dirawat. Spesies yang populer dijadikan tanaman hias adalah *P. coccinea* dan *P. vitifolia* (Gilman, 1999).

Budidaya *Passiflora* di Indonesia tergolong sedikit karena tidak terlalu populer jika

dibandingkan buah tropis lain. Menurut data BPS, produksi *Passiflora* di Indonesia khususnya *Passiflora edulis* terus mengalami penurunan dari tahun 2016 hingga 2019 yaitu dari 101.963 ton menjadi 44.977 ton. Pada tahun 2020 produksinya meningkat menjadi 53.319 ton. Adanya penurunan produksi ini menunjukkan bahwa *Passiflora* perlu diteliti lebih lanjut.

Hubungan kekerabatan antar spesies merupakan dasar penelitian untuk memperoleh bibit unggul *Passiflora* sekaligus usaha untuk menjaga kelestariannya (Prasgi dkk., 2022). Keragaman karakter *Passiflora* spp. dapat menggambarkan hubungan kekerabatan pada setiap individu ataupun spesies. Individu dengan kekerabatan yang dekat umumnya memiliki banyak kesamaan karakter fenotip terutama pada kenampakan morfologis.

Passiflora yang dijumpai di lapangan sering kali tidak memiliki organ yang lengkap sehingga kurang mendukung karakterisasi dan menyebabkan data kurang dapat dipercaya dan identifikasinya menjadi kurang valid. Oleh karena itu, diperlukan adanya karakter lain seperti karakter anatomis untuk memperjelas dan menguatkan karakter morfologis. Karakter anatomis sendiri berperan penting untuk menentukan kekerabatan fenetik (alami) ataupun secara filogenetik. Selain itu, karakter anatomis dapat digunakan untuk mengetahui spesimen dalam tingkat famili dan genus (Diatrinari dan Purnomo, 2019). Menurut Qarunia *et al.* (2012), data pendekatan anatomi seperti stomata dapat mendukung ciri morfologis dalam klasifikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi morfologis dan anatomis pada *Passiflora* spp. di Yogyakarta serta menentukan hubungan kekerabatan fenetikanya.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai Februari s.d. November 2022. Pengambilan sampel dilakukan di Daerah Istimewa Yogyakarta meliputi kawasan Kabupaten Sleman, Bantul, Kulon Progo, dan Kota Yogyakarta. Pembuatan dan pengamatan preparat anatomi daun dilakukan di Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Fakultas Biologi UGM.

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel beberapa spesies *Passiflora* meliputi bagian daun, batang, dan bunga yang ditemukan di Yogyakarta. Bahan kimia yang digunakan untuk pembuatan preparat antara lain alkohol dengan berbagai konsentrasi (70%, 80%, 95%, dan 100%), larutan FAA, larutan alkohol : xilol (konsentrasi 3:1, 1:1, 1:3), larutan xilol, campuran xilol : parafin (1:9), parafin, larutan safranin 1% dalam alkohol 70%, gliserin jeli, kanada balsam, dan kloralhidrat.

Alat yang digunakan untuk koleksi sampel dan dokumentasi antara lain *ziplock* dengan berbagai ukuran, toples plastik dengan berbagai ukuran, kertas label, milimeter blok, pisau atau *cutter*, kamera, *logbook*, penggaris, *metline*, dan pensil. Alat yang digunakan pada pembuatan preparat antara lain silet atau *cutter*, gelas benda, gelas penutup, cawan Petri, pinset, pipet tetes, pompa pengisap (*syringe*), kuas, gelas beker, *scalpel*, bunsen, meja pemanasan (*hot plate*), *rotary microtome*, *staining jar*, oven, mikroskop, jarum preparat, dan optilab. Alat yang digunakan untuk pengukuran parameter lingkungan antara lain *thermometer*, *soil tester*, *hygrometer*, altimeter, dan luxmeter.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan survey eksploratif. Sebanyak 15 sampel *Passiflora* spp. berhasil dikumpulkan dari 4 kabupaten/kota di Yogyakarta. Sampel yang diperoleh diidentifikasi menggunakan kunci identifikasi dari buku "*Flora of Java*" oleh Backer & van Den Brink (1965). Sampel daun diambil sebanyak 3 bagian dari setiap tanaman kemudian disimpan dalam *ziplock* dan dipreparasi dalam alkohol 70%.

Karakterisasi Morfologis

Penentuan karakter morfologis dilakukan dengan pengamatan langsung serta dilakukan pengambilan foto pada karakter spesifik. Masing-masing karakter dicatat dan diurutkan berdasarkan analisis deskripsi menurut buku

petunjuk *International Union For The Protection Of New Varieties Plants* (UPOV) dan dimodifikasi dengan karakterisasi oleh Hutabarat dkk. (2016). Daftar karakter morfologis yang diamati dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakter morfologis terpilih yang digunakan dalam analisis fenetik *Passiflora* spp.

No.	Karakter	No.	Karakter
1.	Jenis batang	13.	Lebar helaian daun
2.	Bentuk batang muda	14.	Diameter bunga
3.	Permukaan batang	15.	Bentuk braktea
4.	Diameter batang	16.	Warna braktea
5.	Warna sulur	17.	Bentuk sepal
6.	Bentuk daun	18.	Warna sepal bagian luar
7.	Pertulangan daun	19.	Warna sepal bagian dalam
8.	Bentuk ujung daun	20.	Kehadiran <i>sepal awn</i>
9.	Bentuk tepian daun	21.	Bentuk petal
10.	Bentuk pangkal daun	22.	Warna petal
11.	Tekstur permukaan daun	23.	Panjang filamen korona (<i>radii</i>)
12.	Panjang helaian daun	24.	Kehadiran cincin ungu pada <i>radii</i>

Pembuatan dan Pengamatan Preparat Anatomis Daun

Pembuatan preparat anatomis penampang melintang daun mengacu pada metode parafin oleh Maruzy dkk. (2020). Preparat penampang paradermal dibuat dengan mengacu pada metode *leaf clearing* oleh Santosa *et al.* (2018) dan *free hand section* atau penyayatan langsung. Preparat diamati dengan perbesaran 4x, 10x, 40x, dan 100x kemudian hasil pengamatan difoto menggunakan optilab. Pengukuran dilakukan dengan aplikasi Image Raster 3.0.

Karakterisasi Anatomis Daun

Karakter-karakter anatomis daun diamati kemudian diberi nilai (*scoring*) berdasarkan analisis deskripsi menurut Wosch *et al.* (2015). Daftar karakter anatomis yang diamati dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakter anatomis terpilih yang digunakan dalam analisis fenetik *Passiflora* spp.

No.	Karakter
1.	Tipe stomata
2.	Densitas stomata
3.	Lebar stomata
4.	Ketebalan epidermis bawah tulang daun
5.	Ketebalan epidermis atas helaian daun
6.	Ketebalan epidermis bawah helaian daun
7.	Ketebalan mesofil palisade
8.	Ketebalan mesofil bunga karang
9.	Ketebalan helaian daun
10.	Ketebalan tulang daun
11.	Bentuk sisi atas tulang daun
12.	Bentuk sisi bawah tulang daun
13.	Pola jaringan pembuluh tulang daun
14.	Kehadiran trikoma

Analisis Data

Data karakter morfologis dan anatomis dicatat secara deskriptif kemudian dibuat menjadi data biner untuk penyusunan diagram dendrogram dalam penentuan hubungan kekerabatan fenetik antar sampel. Penyusunan diagram dendrogram menggunakan program MVSP versi 3.1 dan diolah menggunakan prosedur UPGMA berdasarkan metode *Gower General Similarity Coefficient*.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di Daerah Istimewa Yogyakarta ditemukan 4 spesies *Passiflora* dan terdapat 2 forma dari spesies *P. edulis*. Daftar sampel dan titik lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data spesies *Passiflora* yang telah diidentifikasi di Yogyakarta.

No.	Nama Spesies	Sinonim	Nama Lokal	Lokasi
1	<i>Passiflora foetida</i> L.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Decaloba obscura</i> M.Roem. • <i>Dysosmia fluminensis</i> M.Roem. • <i>Dysosmia foetida</i> M.Roem. • <i>Dysosmia gossypifolia</i> M.Roem. • <i>Dysosmia polyadena</i> M.Roem. • <i>Granadilla foetida</i> Gaertn. (World Flora Online, 2022) 	Rambusa, permot	Sewon (Bantul), Srandakan (Bantul), dan Brosot (Kulon Progo)
2	<i>Passiflora vitifolia</i> H.B.K	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Macrophora sanguinea</i> Raf. • <i>Passiflora buchananii</i> Triana & Planch. • <i>Passiflora punicea</i> Ruiz & Pav. ex DC. • <i>Passiflora sanguinea</i> Sims. • <i>Passiflora servitensis</i> H.Karst. • <i>Passiflora servitensis</i> var. <i>bracteosa</i> H.Karst. (World Flora Online, 2022) 		Kasihani (Bantul), Jetis (Yogyakarta), dan Jetis (Bantul)
3	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Passiflora edulis</i> var. <i>verrucifera</i> (Lindl.) Mast. (World Flora Online, 2022) 	Markisa kuning, siuh	Tegalrejo (Yogyakarta) dan Kasihan (Bantul)

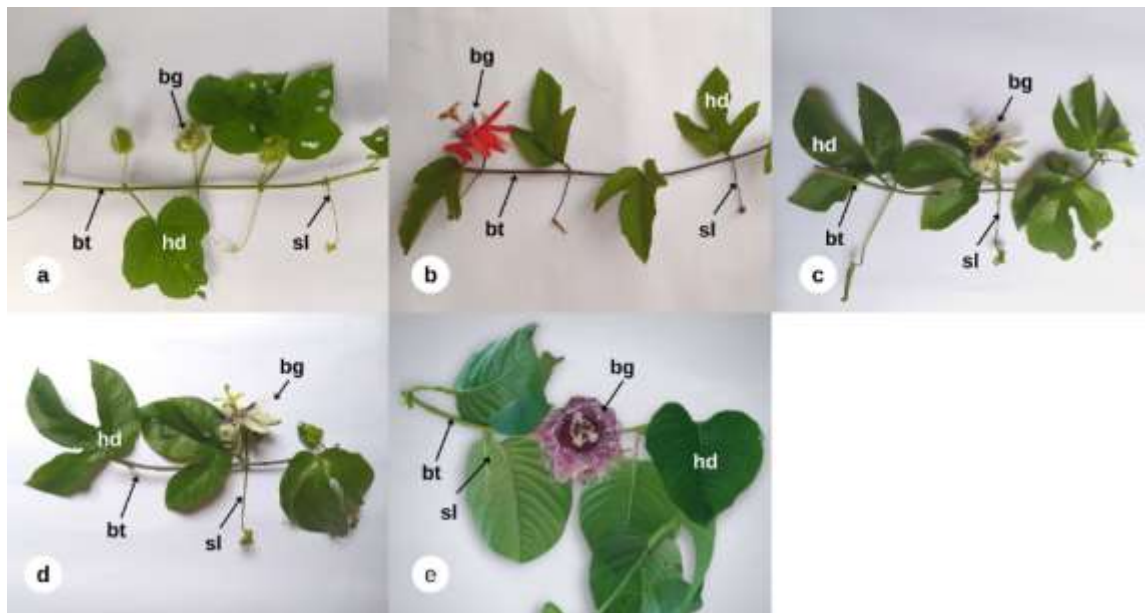
Tabel 3. Data spesies *Passiflora* yang telah diidentifikasi di Yogyakarta (lanjutan).

4	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>edulis</i> Sims.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Passiflora cuneifolia</i> Cav. • <i>Passiflora edulis</i> var. <i>pomifera</i> (Roem.) Mast. • <i>Passiflora edulis</i> var. <i>rubricaulis</i> (Jacq.) Mast. • <i>Passiflora gratissima</i> A.St.-Hil. (World Flora Online, 2022) 	Markisa ungu, siuh	Seyegan (Sleman), Kasihan (Bantul), dan Tegalarjo (Yogyakarta)
5	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Granadilla quadrangularis</i> Medik. • <i>Passiflora grandiflora</i> Salisb. • <i>Passiflora hexangularis</i> Raeusch. • <i>Passiflora macrocarpa</i> Mast. • <i>Passiflora macroceps</i> Mast. (World Flora Online, 2022) 	Markisa besar, markisa sayur, erbis	Kalasan (Sleman)

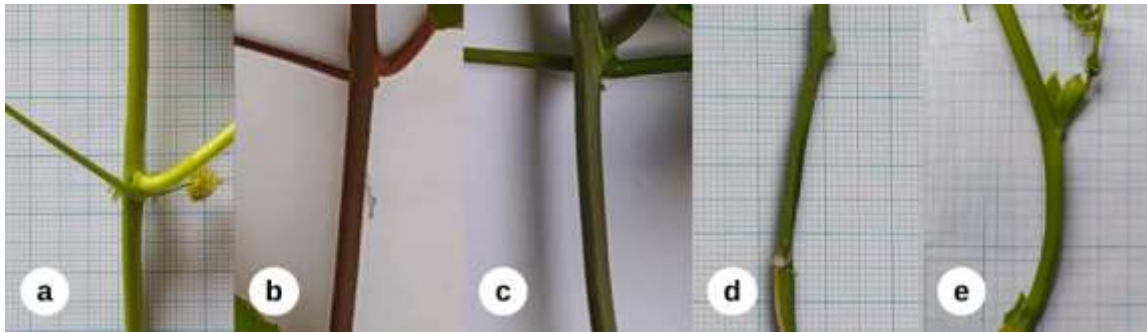
1. Variasi Morfologis *Passiflora* spp.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap spesies *Passiflora* di Yogyakarta dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan morfologis yang jelas diantara

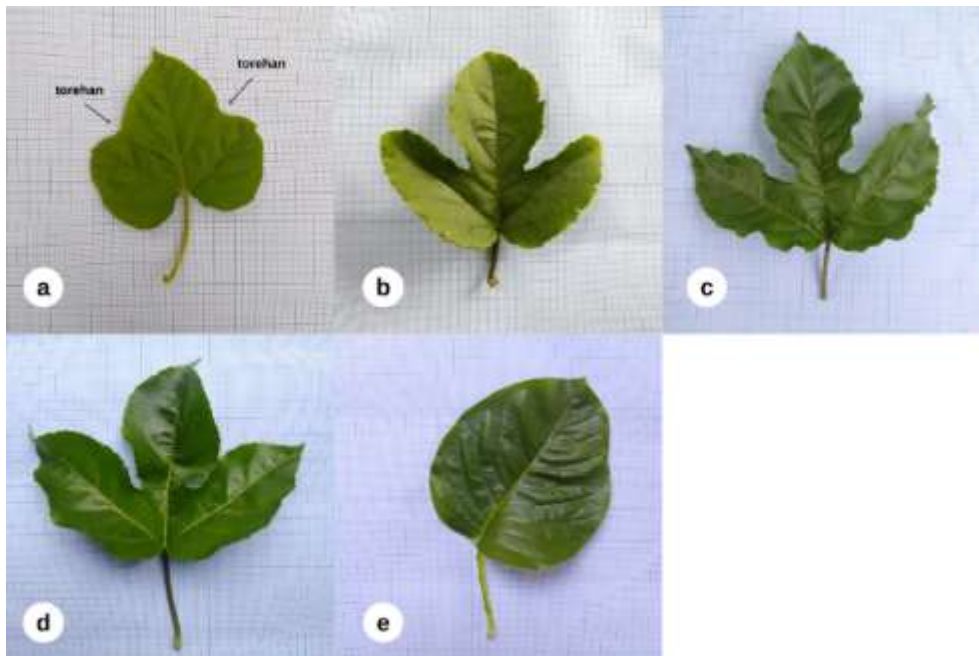
spesies-spesies tersebut meliputi bagian batang, daun, dan bunga. Variasi morfologis dan habitus spesies *Passiflora* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Habitus 4 spesies *Passiflora* yang ditemukan di Yogyakarta (a) *P. foetida* (b) *P. vitifolia* (c) *P. edulis* f. *flavicarpa* (d) *P. edulis* f. *edulis*. (e) *P. quadrangularis*. Keterangan: (hd) helai daun, (bt) batang, (sl) sulur, dan (bg) bunga (dokumentasi pribadi, 2022).



Gambar 2. Variasi warna dan bentuk batang (a) *P. foetida* batang silinder berwarna hijau, (b) *P. vitifolia* batang silinder berwarna hijau kecoklatan, (c) *P. edulis* f. *flavicarpa* batang silinder berwarna hijau kemerahan, (d) *P. edulis* f. *edulis* batang silinder berwarna hijau, (e) *P. quadrangularis* batang bersudut empat berwarna hijau (Dokumentasi pribadi, 2022).



Gambar 3. Variasi bentuk tepi daun (a) *P. foetida* bercangap menjari, (b) *P. vitifolia* berbagi menjari, (c) *P. edulis* f. *flavicarpa* berbagi menjari, (d) *P. edulis* f. *edulis* berbagi menjari, dan (e) *P. quadrangularis* tunggal dengan tepi rata (Dokumentasi pribadi, 2022)

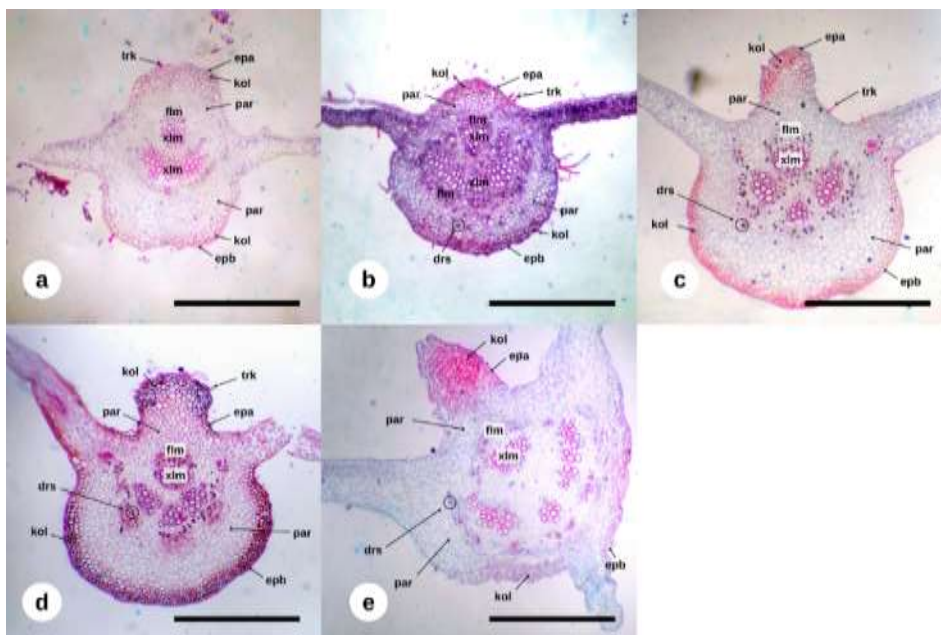


Gambar 4. Variasi bunga (a) *P. foetida*, (b) *P. vitifolia*, (c) *P. edulis* f. *flavicarpa*, (d) *P. edulis* f. *edulis*, dan (e) *P. quadrangularis*. Keterangan: (br) braktea, (sp) sepal, (pt) petal, (cr) korona, (bs) benang sari, (pt) putik, dan (ovr) ovarium (Dokumentasi pribadi, 2022).

2. Variasi Morfologi *Passiflora* spp.

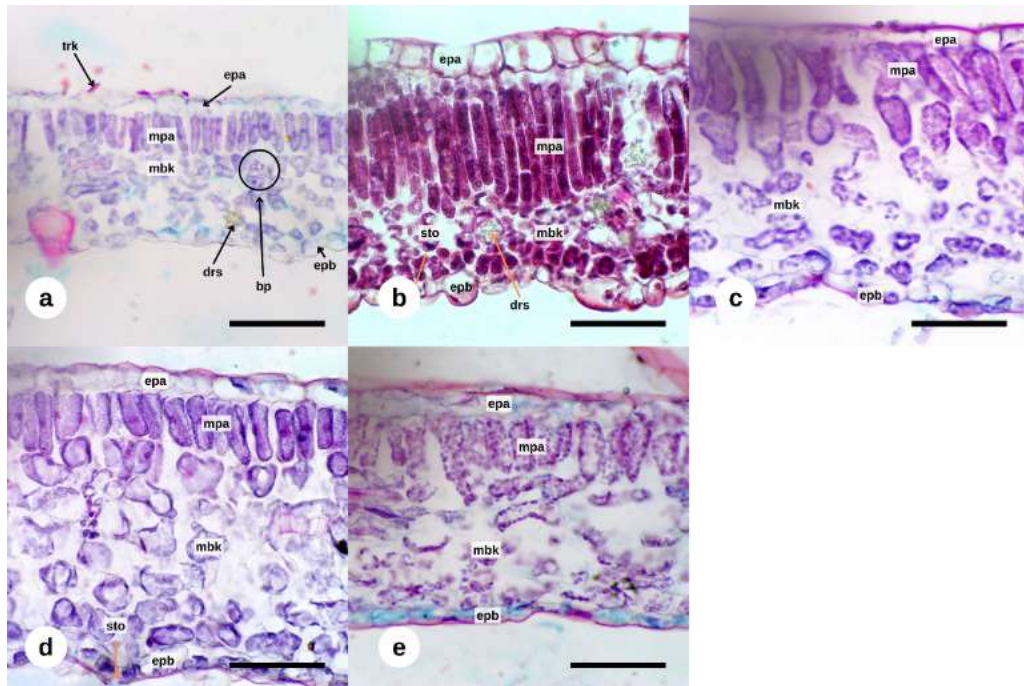
Karakter anatomis spesies *Passiflora* yang diamati meliputi penampang melintang tulang daun dan helaian daun

serta penampang paradermal sisi bawah daun. Berikut adalah variasi karkter anatomis masing-masing spesies *Passiflora*.

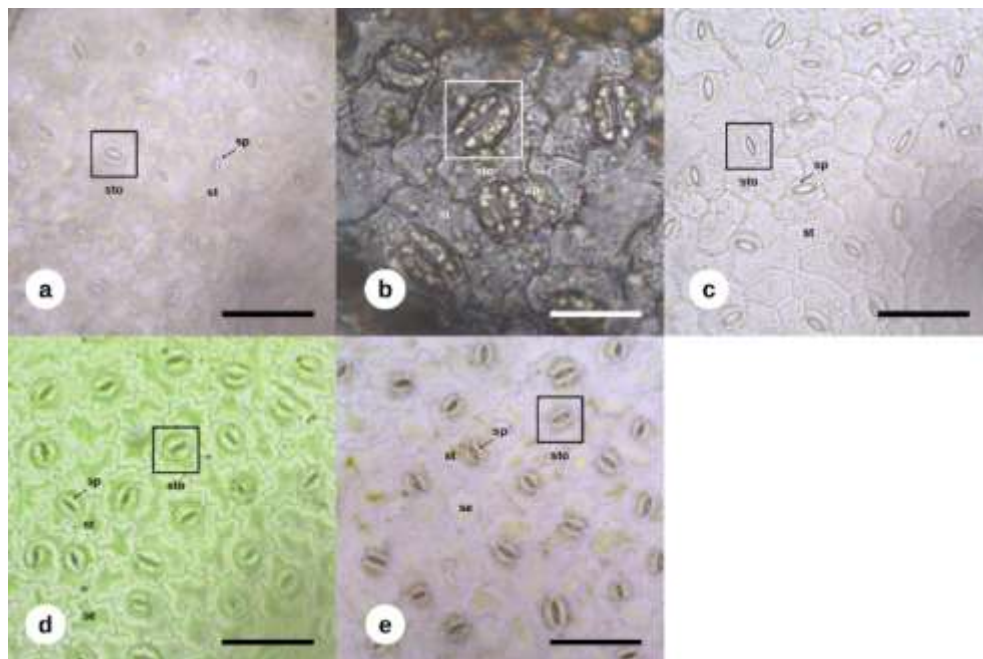


Gambar 5. Variasi penampang melintang tulang daun (a) *P. foetida*, (b) *P. vitifolia*, (c) *P. edulis* f. *flavicarpa*, (d) *P. edulis* f. *edulis*, dan (e) *P. quadrangularis*. Keterangan: (epa) epidermis atas, (kol) kolenkim, (par) parenkim, (flm) floem, (xlm) xylem, (trk) trikoma, (drs) drusen, dan (epb) epidermis bawah. Bar (μm) = 500.

(Dokumentasi pribadi, 2022).



Gambar 6. Variasi penampang melintang helaian daun (a) *P. foetida*, (b) *P. vitifolia*, (c) *P. edulis* f. *flavicarpa*, (d) *P. edulis* f. *edulis*, dan (e) *P. quadrangularis*. Keterangan: (epa) epidermis atas, (mpa) mesofil palisade, (mbk) mesofil bunga karang, (bp) berkas pengangkut, (drs) drusen, (sto) stomata, dan (epb) epidermis bawah. Bar (μm) = 100 (Dokumentasi pribadi, 2022).



Gambar 7. Stomata pada penampang paradermal daun (a) *P. foetida*, (b) *P. vitifolia*, (c) *P. edulis* f. *flavicarpa*, (d) *P. edulis* f. *edulis*, (e) *P. quadrangularis*. Keterangan: (sto) stoma, (sp) sel penjaga, (st) sel tetangga, (se) sel epidermis. Bar (μm) = 100 (acde) dan 50 (b) (Dokumentasi pribadi, 2022).

penjaga, (st) sel tetangga, (se) sel epidermis. Bar (μm) = 100 (acde) dan 50 (b) (Dokumentasi pribadi, 2022).

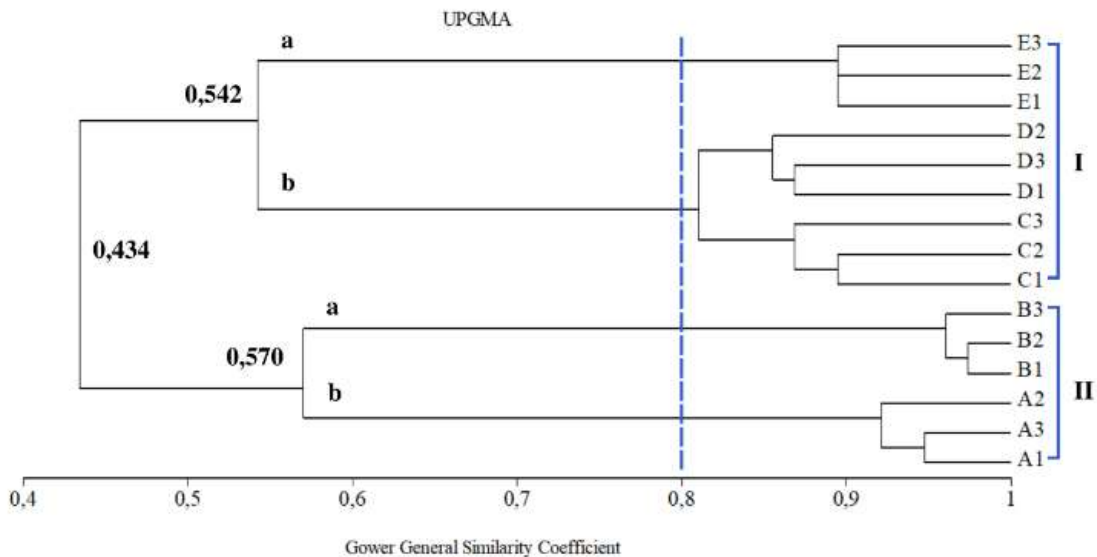
3. Analisis Hubungan Fenetik *Passiflora* spp. berdasarkan Karakter Morfologis dan Anatomis

Berdasarkan analisis hubungan kekerabatan 15 sampel *Passiflora* di

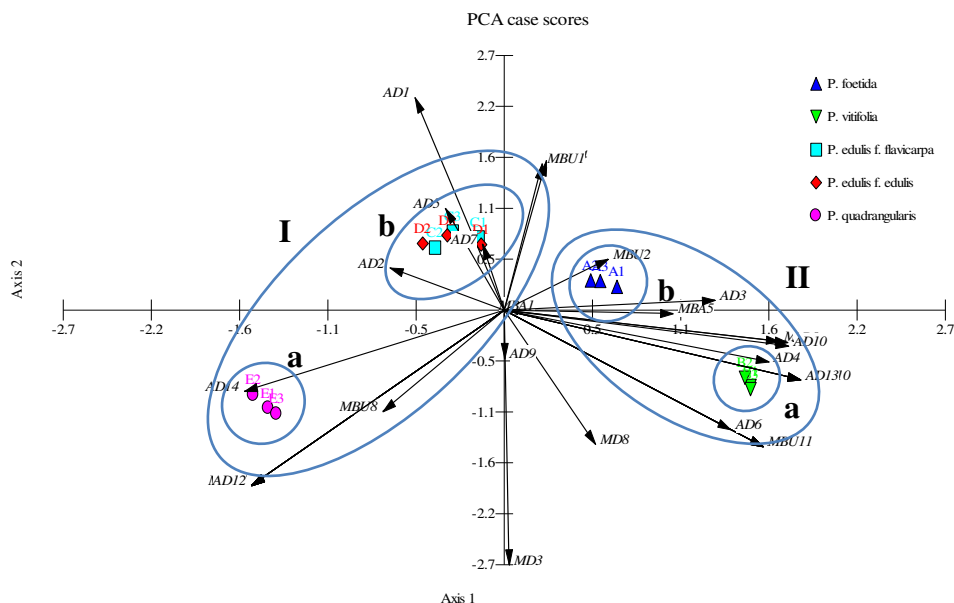
Yogyakarta terbentuk 4 kluster utama pada dendrogram dengan garis ambang batas 0,8. Adapun indeks similaritas, dendrogram hasil analisis fenetik *Passiflora* spp., dan grafis analisis PCA dalah sebagai berikut:

Tabel 4. Indeks similaritas lima belas sampel *Passiflora* spp. berdasarkan karakter morfologis dan anatomis. Keterangan: (A1, A2, A3) *P. foetida*, (B1, B2, B3) *P. vitifolia*, (C1, C2, C3) *P. edulis* f. *flavicarpa*, (D1, D2, D3) *P. edulis* f. *edulis*, dan (E1, E2, E3) *P. quadrangularis*

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3
A1	1,000														
A2	0,895	1,000													
A3	0,947	0,947	1,000												
B1	0,605	0,553	0,553	1,000											
B2	0,579	0,526	0,526	0,974	1,000										
B3	0,632	0,579	0,579	0,974	0,947	1,000									
C1	0,526	0,579	0,526	0,500	0,526	0,474	1,000								
C2	0,474	0,526	0,474	0,447	0,474	0,421	0,895	1,000							
C3	0,579	0,579	0,579	0,395	0,421	0,421	0,895	0,842	1,000						
D1	0,632	0,526	0,579	0,500	0,526	0,474	0,789	0,789	0,789	1,000					
D2	0,526	0,579	0,526	0,395	0,421	0,368	0,789	0,895	0,789	0,842	1,000				
D3	0,553	0,605	0,605	0,421	0,447	0,395	0,816	0,816	0,816	0,868	0,868	1,000			
E1	0,368	0,421	0,368	0,237	0,211	0,263	0,474	0,579	0,526	0,474	0,632	0,500	1,000		
E2	0,316	0,368	0,368	0,184	0,211	0,211	0,526	0,579	0,579	0,526	0,579	0,605	0,895	1,000	
E3	0,368	0,368	0,368	0,289	0,263	0,263	0,474	0,579	0,474	0,526	0,579	0,553	0,895	0,895	1,000



Gambar 8. Dendrogram *Passiflora* spp. berdasarkan karakter morfologis dan anatomis menggunakan *Gower General Similarity Coefficient*. Keterangan: (A1, A2, A3) *P. foetida*, (B1, B2, B3) *P. vitifolia*, (C1, C2, C3) *P. edulis* f. *flavicarpa*, (D1, D2, D3) *P. edulis* f. *edulis*, dan (E1, E2, E3) *P. quadrangularis*.



Vector scaling: 8,38

Gambar 9. Grafik PCA *Passiflora* spp. berdasarkan karakter morfologis dan anatomis.

Tabel 4. Nilai komponen utama pada setiap karakter pembeda spesies *Passiflora* dalam analisis PCA karakter morfologis dan anatomis.

Singkatan	Karakter	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Singkatan	Karakter	Axis 1	Axis 2	Axis 3
MBA1	Jenis batang	0,000	0,000	0,000	MBU10	Panjang filamen korona (radii)	0,219	-0,089	-0,165
MBA2	Bentuk batang muda	-0,187	-0,225	-0,042	MBU11	Kehadiran cincin ungu pada radii	0,192	-0,175	0,153
MBA3	Permukaan batang	0,219	-0,089	-0,165	AD1	Tipe stomata	-0,066	0,273	0,200
MBA4	Diameter batng	0,031	0,192	-0,171	AD2	Densitas stomata	-0,085	0,054	-0,135
MBA5	Warna sulur	0,125	-0,004	0,244	AD3	Lebar stomata	0,156	0,013	0,128
MD1	Bentuk daun	-0,187	-0,225	-0,042	AD4	Ketebalan epidermis bawah tulang daun	0,196	-0,066	-0,040
MD2	Pertulangan daun	-0,187	-0,225	-0,042	AD5	Ketebalan epidermis atas helaian daun	-0,044	0,131	-0,116
MD3	Bentuk ujung daun	0,003	-0,327	0,090	AD6	Ketebalan epidermis bawah helaian daun	0,167	-0,153	-0,171
MD4	Bentuk tepian daun	-0,187	-0,225	-0,042	AD7	Ketebalan mesofil palisade	-0,016	0,085	-0,256
MD5	Bentuk pangkal daun	-0,187	-0,225	-0,042	AD8	Ketebalan mesofil bunga karang	0,210	-0,041	-0,118
MD6	Tekstur permukaan daun	0,219	-0,089	-0,165	AD9	Ketebalan helaian daun	0,000	-0,062	-0,257
MD7	Panjang helaian daun	0,203	-0,040	-0,141	AD10	Ketebalan tulang daun	0,210	-0,046	-0,133
MD8	Lebar helaian daun	0,067	-0,172	-0,240	AD11	Bentuk sisi atas tulang daun	-0,187	-0,225	-0,042
MBU1	Diameter bunga	0,028	0,188	-0,210	AD12	Bentuk sisi bawah tulang daun	-0,187	-0,225	-0,042
MBU2	Bentuk braktea	0,077	0,066	-0,356	AD13	Pola jaringan pembuluh tulang daun	0,219	-0,089	-0,165
MBU3	Warna braktea	0,192	-0,175	0,153	AD14	Kehadiran trikoma	-0,193	-0,104	0,048
MBU4	Bentuk sepal	0,192	-0,175	0,153					
MBU5	Warna sepal bagian luar	0,192	-0,175	0,153					
MBU6	Warna sepal bagian dalam	0,192	-0,175	0,153					
MBU7	Kehadiran sepal awn	-0,187	-0,225	-0,042					
MBU8	Bentuk petal	-0,090	-0,130	-0,325					
MBU9	Warna petal	0,192	-0,175	0,153					

Pembahasan

1. Variasi Morfologis *Paassiflora* spp.

Variasi Morfologis Batang

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa terdapat banyak variasi morfologis pada 4 spesies *Passiflora* yang ada di Yogyakarta. *Passiflora* memiliki habitus berupa liana yang merambat dengan batang herba namun sedikit berkayu pada bagian bawah (*semi woody*). Berdasarkan Gambar 2. diketahui bahwa 4 spesies *Passiflora* yaitu *P. foetida*, *P. vitifolia*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, dan *P. edulis* f. *edulis*, memiliki batang muda dengan bentuk silinder (*terete*) sementara *P. quadrangularis* memiliki batang muda bersudut empat (*quadrangular*). Bentuk batang muda yang bersudut empat pada *P. quadrangularis* ini merupakan salah satu karakter khusus yang dapat membedakan spesies ini dengan spesies lain (Deshmukh *et al.*, 2017).

Pada permukaan batang *P. foetida* dan *P. vitifolia* dijumpai rambut-rambut halus (*pubescent*) sedangkan pada *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. edulis* f. *edulis*, dan *P. quadrangularis* permukaan batangnya licin (*glabrous*). Rambut halus yang menutupi permukaan batang *P. foetida* berwarna kuning dan pada *P. vitifolia* berwarna merah kecoklatan (Bisht *et al.*, 2020; Patil *et al.*, 2015).

Berdasarkan diameter batangnya, *P. foetida* merupakan spesies dengan batang paling kecil dengan kisaran rerata 0,38 – 0,49 cm sedangkan *P. vitifolia* dan *P. quadrangularis* memiliki batang yang cukup besar yaitu 2,26 – 4,57 dan 2,6 – 3,76. Adanya perbedaan ukuran diameter batang ini selain disebabkan karena ketiga spesies merupakan spesies berbeda dapat juga dipengaruhi oleh sifat tumbuh. *P. foetida* di Indonesia hanya dianggap tumbuhan liar oleh masyarakat sehingga sering dibasmi bersama gulma lain (Patil *et al.*, 2015). Sementara itu, *P. vitifolia* dan *P. quadrangularis* yang ditemukan merupakan tanaman budidaya sehingga kondisinya terawat dan berumur panjang.

Spesies *Passiflora* juga memiliki warna batang dan sulur yang beragam. *P. foetida*, *P. edulis* f. *edulis*, dan *P. quadrangularis* memiliki batang dan sulur berwarna hijau, *P. vitifolia* berwarna hijau dengan corak kecoklatan, dan *P. edulis* f. *flavicarpa* berwarna hijau dengan corak

keungun. Deshmukh *et al.* (2017) menyatakan bahwa *P. edulis* f. *edulis* memiliki batang dan sulur berwarna hijau tanpa adanya jejak warna kemerahan. Sementara itu, pada *P. edulis* f. *flavicarpa* terdapat warna kemerahan atau keunguan pada batang, sulur, dan daunnya. Adanya perbedaan warna ini menjadi salah satu kunci untuk membedakan kedua spesies tersebut selain dilihat dari warna buahnya.

Variasi Morfologis Daun

Berdasarkan Gambar 3. diketahui bahwa terdapat tiga bentuk daun pada 4 spesies yang diamati yaitu *P. foetida* dengan bentuk daun bercangap menjari, *P. vitifolia*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, dan *P. edulis* f. *edulis* memiliki bentuk daun berbagi menjari, serta *P. quadrangularis* memiliki bentuk daun tunggal dengan tepian rata dengan pertulangan daun menyirip. Pada dasarnya, bentuk helaian daun *Passiflora* adalah bulat telur namun sangat dipengaruhi oleh kedalaman torehan tepi daun dan tipe pertulangan daunnya sehingga menimbulkan variasi.

P. foetida memiliki daun bercangap menjari dengan bentuk dasar bulat telur (*ovate*), panjang helaian daunnya 7,67 – 9,63 cm dan lebar 8,27 – 9,63 cm. Ujung daunnya meruncing (*acuminate*), tepi daun bergerigi (*serrate*), pangkal daun bertoreh (*cordate*), dan permukaannya ditutupi rambut halus (*pubescent*) (Gambar 3a). Spesies ini memiliki daun dengan kedalaman torehan sedang (bercangap) dengan tekstur permukaan berambut halus. Selain itu, daun *P. foetida* juga memiliki ketebalan daun paling tipis dan tidak kaku jika dibandingkan dengan spesies lain yang diamati. Adapun morfologis daun yang serupa juga disebutkan oleh Patil *et al.* (2015).

P. vitifolia memiliki bentuk daun berbagi menjari dengan kisaran panjang helaian daun 9,87 – 10,47 cm dan lebar 10,1 – 11,5 cm. Ujung daun runcing (*acute*), tepi daun bergerigi (*serrate*), pangkal daun bertoreh (*cordate*), dan permukaan daunnya ditutupi rambut halus (*pubescent*) (Gambar 3.b.). Pada penelitian Ocampo & d'Eeckenbrugge (2017) juga disebutkan bahwa *P. vitifolia* memiliki daun berlobus tiga, ujung daunnya runcini, tepi daun bergerigi, dan pangkal daun bertoreh.

P. edulis f. *flavicarpa* dan *P. edulis* f.

edulis pada dasarnya memiliki morfologi daun yang serupa karena merupakan satu spesies. Bentuk daun kedua spesies ini adalah berbagi menjari dengan ujung daun meruncing (*acuminate*), tepi daun bergerigi (*serrate*), pangkal daun bertoreh (*cordate*), dan tekstur permukaan daun yang licin (*glabrous*) (Gambar 3.c. dan Gambar 3.d.). Karakter yang membedakan kedua spesies ini adalah ukurannya, *P. edulis* f. *flavicarpa* (markisa kuning) memiliki daun yang lebih besar daripada *P. edulis* f. *edulis* (markisa ungu). *P. edulis* f. *flavicarpa* memiliki panjang daun 12,97 – 15,3 cm dan lebar 16,57 – 19,93 cm sementara *P. edulis* f. *edulis* memiliki panjang daun 9,3 – 11,8 cm dan lebar 13,6 – 16,9 cm. Hal ini sesuai dengan pernyataan Deshmukh *et al.* (2017) bahwa *P. edulis* f. *flavicarpa* memiliki daun yang lebih besar dibandingkan *P. edulis* f. *edulis* karena *P. edulis* f. *flavicarpa* lebih kuat dan dapat tumbuh dengan baik pada lingkungan tropis sementara *P. edulis* f. *edulis* lebih cocok pada kondisi lingkungan yang lebih sejuk yaitu daerah subtropis ataupun dataran tinggi tropis.

P. quadrangularis memiliki daun tunggal dengan tepi tanpa torehan, pertulangan daun menyirip, serta panjang helaian daunnya sekitar 11,5 – 13,37 cm dan lebar 10,13 – 11,87 cm. Ujung daunnya runcing (*acute*), tepi daun rata (*entire*), pangkal daun membulat (*rounded*), dan tekstur permukaan daunnya licin (*glabrous*) (Gambar 3e). Spesies ini memiliki karakter morfologis daun yang paling berbeda karena tepi daunnya tidak bertoreh. Penelitian Anjana *et al.* (2021) menunjukkan bahwa *P. quadrangularis* memiliki daun tunggal dengan permukaan licin (*glabrous*) dan tepian daun rata (*entire*).

Variasi Morfologis Bunga

Pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa *Passiflora* memiliki karakter bunga yang sangat bervariasi. *P. foetida* memiliki sepal dan petal berwarna putih dengan korona berwarna putih dan terdapat cincin ungu (Gambar 4.a.). *P. vitifolia* memiliki sepal dan petal berwarna merah dengan korona berwarna merah dan tidak dijumpai cincin ungu, namun bagian *palii* terlihat jelas dan berwarna putih (Gambar 4.b.). *P. edulis* f. *flavicarpa* dan *P. edulis* f. *edulis* memiliki sepal dan petal berwarna putih dengan korona berwarna putih dan teramati adanya cincin ungu

(Gambar 4.c. dan Gambar 4.d.). Sementara itu, *P. quadrangularis* memiliki sepal dan petal berwarna putih dengan semburat keunguan, koronanya berwarna ungu dan terdapat cincin ungu gelap di bagian dasarnya (Gambar 5.e.).

Berdasarkan pengukuran diameter bunganya dapat diketahui variasi ukuran bunga dari *Passiflora* spp. yaitu mulai dari 2,9 – 3,4 cm pada *P. foetida* hingga 10,8 – 12,1 cm pada *P. quadrangularis*. Hasil pengukuran panjang *radia* menunjukkan bahwa *P. foetida* memiliki filamen paling pendek yaitu 0,6 – 0,9 cm sedangkan *P. quadrangularis* memiliki filamen paling panjang yaitu 6,6 – 6,9 cm.

P. foetida memiliki braktea berbentuk *pinnatifid* berwarna hijau, sepal bulat telur, bagian luar berwarna hijau, bagian dalam berwarna putih, dan terdapat struktur tambahan berupa *sepal awn* (Gambar 4.a.). Braktea yang unik pada *P. foetida* memiliki peran khusus yaitu untuk menangkap serangga dan dapat mengeluarkan enzim pencernaan sekaligus menjadi karakter khas pada spesies ini dibandingkan spesies yang lain (Patil *et al.*, 2015).

P. vitifolia memiliki braktea berbentuk *linear* dan berwarna merah muda, sepal berbentuk *linear* dengan bagian luar dan dalam sepal berwarna merah serta terdapat *sepal awn* berwarna kuning, dan petal berbentuk bulat telur dan berwarna putih, serta petal berbentuk bulat memanjang dan berwarna merah (Gambar 4.b.). Karakter khusus pada braktea *P. vitifolia* adalah memiliki kelenjar nektar ekstrafloral (*extrafloral nectaries*) pada bagian tepi dekat pangkal. Hasil ini sesuai dengan karakterisasi dalam penelitian Sunarmi *et al.* (2021) yaitu *P. vitifolia* memiliki braktea dengan warna merah muda dan memiliki kelenjar pada bagian tepinya.

P. edulis f. *flavicarpa* dan *P. edulis* f. *edulis* memiliki braktea bulat telur dan berwarna hijau, sepal berbentuk bulat memanjang dengan bagian luar sepal berwarna hijau dengan bagian dalam berwarna putih dan terdapat *sepal awn*, serta petal dengan bentuk bulat memanjang dan berwarna putih (Gambar 4.c. dan Gambar 4.d.). Perbedaan morfologis bunga kedua spesies ini hanyalah pada ukuran bagian bunga dan diameter bunga. Hal ini sesuai dengan penjelasan Deshmukh *et al.* (2017) bahwa *P. edulis* f. *flavicarpa* lebih kuat dan dapat tumbuh dengan

baik pada lingkungan tropis sementara *P. edulis* f. *edulis* lebih cocok pada kondisi lingkungan yang lebih sejuk yaitu daerah subtropis ataupun dataran tinggi tropis.

Sementara itu, *P. quadrangularis* memiliki braktea bulat telur dan berwarna hijau, sepal berbentuk bulat telur dengan bagian luar sepal berwarna hijau dan bagian dalam berwarna putih serta tidak terdapat adanya *sepal awn*, serta petal berbentuk bulat telur dan berwarna putih dengan semburat ungu pada bagian bawahnya (Gambar 4.e.). Adapun hasil ini sesuai dengan penelitian Anjana *et al.* (2021).

2. Variasi Anatomis *Paassiflora* spp.

Variasi Penampang Melintang Tulang Daun

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa terdapat banyak variasi anatomis pada 4 spesies *Passiflora* yang ada di Yogyakarta. Pada penampang melintang tulang daun terlihat bahwa berkas pengangkut *Passiflora* memiliki tipe kolateral dan tersusun atas xilem dan floem yang terletak pada bagian pusat tulang daun dengan berbagai pola. *P. foetida* dan *P. vitifolia* memiliki berkas pengangkut yang membentuk lengkungan datar disertai adanya jejak dorsal (Gambar 5a dan 5b). Sementara itu, spesies *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. edulis* f. *edulis*, dan *P. quadrangularis* memiliki pola berkas pengangkut yang membentuk cincin pusat (Gambar 5.c., Gambar 5.d., dan Gambar 5.e.). Hasil pengamatan karakter anatomis ini sesuai dengan hasil pengamatan pada penelitian Wosch *et al.* (2015).

Terkait bentuk sisi atas tulang daun, semua sampel memiliki bentuk cembung (*convex*) namun dengan proyeksi yang bervariasi. Proyeksi silindris atau membulat dijumpai pada spesies *P. foetida* dan *P. vitifolia*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, dan *P. edulis* f. *edulis* (Gambar 5.a., Gambar 5.b., Gambar 5.c., dan Gambar 5.d.) sedangkan pada *P. quadrangularis* bentuk sisi atas tulang daunnya cembung dengan stuktur tambahan *keel* (bentuk seperti kapal) (Gambar 5.e.). Semua sampel memiliki bentuk *concave* untuk sisi bawah tulang daunnya. Sisi bawah tulang daun *P. foetida*, *P. vitifolia*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, dan *P. edulis* f. *edulis* memiliki bentuk *concave* membulat (Gambar 5.a., Gambar 5.b., Gambar 5.c., dan Gambar 5.d.) sedangkan *P. quadrangularis* bentuk sisi bawah tulang

daunnya adalah *concave* dengan stuktur tambahan *keel* (bentuk seperti kapal) (Gambar 5.e.). Adapun hasil pengamatan serupa juga ditemukan pada penelitian Wosch *et al.* (2015).

Pada penampang melintang tulang daun *Passiflora* juga teramati adanya alat tambahan berupa trikoma. Trikoma non-glanduler teramati pada sampel *P. foetida*, *P. vitifolia*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, dan *P. edulis* f. *edulis* (Gambar 5.a., Gambar 5.b., Gambar 5.c., dan Gambar 5.d.). Sementara itu, pada sampel *P. quadrangularis* tidak menunjukkan adanya trikoma. Kristal Ca-oksalat dalam bentuk drusen juga teramati pada penampang melintang tulang daun sampel *Passiflora*. Kristal Ca-oksalat tersebar pada seluruh jaringan parenkim tulang daun. Namun pada *P. foetida*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, dan *P. edulis* f. *edulis* kristal ini hanya ditemukan di sekitar berkas pengangkut saja (Gambar 5.a., Gambar 5.c., dan Gambar 5.d.).

Passiflora memiliki ukuran dan bentuk tulang daun serta pola berkas pengangkut yang beragam. Tulang daun *Passiflora* tersusun dari epidermis atas, kolenkim, parenkim, berkas pengangkut, dan epidermis bawah. Epidermis atas memiliki ukuran yang kecil dibandingkan epidermis bawah. ketebalan epidermis bawah tulang daun sampel *Passiflora* berkisar antara 0,011 – 0,024 mm. Ketebalan epidermis bawah tulang daun lima spesies *Passiflora* berturut-turut adalah 0,015 – 0,020 mm untuk *P. foetida*; 0,011 – 0,016 mm untuk *P. vitifolia*; 0,018 – 0,020 mm untuk *P. edulis* f. *flavicarpa*; 0,016 – 0,018 mm untuk *P. edulis* f. *edulis*; dan 1,019 – 0,024 mm untuk *P. quadrangularis*. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, diketahui bahwa *P. foetida* memiliki ukuran tulang daun paling kecil dan *P. quadrangularis* memiliki ukuran tulang daun paling besar. Sedangkan *P. edulis* f. *flavicarpa* memiliki ukuran tulang daun lebih besar daripada *P. edulis* f. *edulis*. Hasil pengukuran ini selaras dengan hasil pengukuran karakter morfologis daun. Berdasarkan Taneda & Tarehima (2012), jumlah dan diameter xilem pada tulang daun berhubungan positif dengan luas helaian daun pada daun dewasa, sehingga semakin besar ukuran tulang daun maka dimensi daun juga semakin luas.

Variasi Penampang Melintang Helaian Daun

Helaian daun *Passiflora* memiliki tipe

dorsiventral sehingga tersusun dari epidermis atas, jaringan mesofil yang terdiferensiasi menjadi palisade dan bunga karang, dan epidermis bawah. Karakter anatomis yang diamati pada penampang melintang helaian daun yaitu ketebalan helaian daun, epidermis atas dan bawah, mesofil palisade, dan bunga karang.

Ketebalan helaian daun dipengaruhi oleh ketebalan epidermis, palisade, dan bunga karang. Ketebalan helaian daun lima spesies *Passiflora* yang diamati memiliki rentang rerata 0,113 – 0,223 mm. Spesies dengan helaian daun paling tebal adalah *P. edulis* f. *edulis* yaitu 0,180 – 0,223 mm (Gambar 6.c.) sedangkan lamina paling tipis dimiliki spesies *P. foetida* yaitu 0,113 – 0,129 mm (Gambar 6.a.).

Ketebalan epidermis atas helaian daun sampel *Passiflora* yang diamati memiliki kisaran rerata 0,04 – 0,030 mm. Epidermis atas paling tebal dimiliki oleh *P. vitifolia* yaitu 0,023 – 0,033 mm dan epidermis atas paling tipis dimiliki oleh *P. foetida* yaitu 0,04 – 0,021 mm. Sementara itu, untuk ketebalan epidermis bawah berkisar pada rentang 0,008 – 0,021 mm. Sampel dengan epidermis bawah paling tebal adalah *P. edulis* f. *edulis* yaitu 0,015 – 0,021 mm dan sampel dengan epidermis bawah paling tipis adalah *P. foetida* yaitu 0,008 – 0,013 mm. Ketebalan palisade sampel *Passiflora* memiliki rentang rerata 0,027 – 0,087 mm. Palisade paling tebal ditemukan pada spesies *P. vitifolia* yaitu 0,057 – 0,087 mm dan sedangkan palisade paling tipis ditemukan pada *P. foetida* yaitu 0,027 – 0,039 mm. Sementara itu, ketebalan bunga karang memiliki rentang 0,044 – 0,135 mm. Sampel dengan jaringan spons paling tebal adalah *P. edulis* Sims. sebesar 0,113 – 0,135 mm dan jaringan spons paling tipis ada pada sampel *P. foetida* yaitu 0,113 – 0,129 mm.

Variasi anatomis juga teramati pada bentuk dan susunan sel-sel palisade daun *Passiflora*. Sel-sel palisade pada sampel *P. vitifolia* terlihat sangat mencolok dibandingkan sampel lain karena memiliki bentuk sangat kolumnar dengan ukuran yang panjang dan tersusun rapat (Gambar 6.b.). Sampel *P. foetida* memiliki sel-sel palisade dengan bentuk kolumnar dengan ukuran yang pendek dan tersusun agak renggang (Gambar 6.a.). Sementara itu, pada sampel *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. edulis* f. *edulis*, dan *P.*

quadrangularis sel-sel palisadanya berbentuk kolumnar dan pendek namun tidak sekolumnar sampel *P. vitifolia* dan *P. foetida* (Gambar 6.c., Gambar 6.d., dan Gambar 6.e.). Susunan sel-sel palisade ketiga spesies tersebut juga sangat renggang dengan banyak ruang antar sel. Gotoh *et al.* (2018) menyatakan bahwa pada tumbuhan yang terkena paparan matahari secara langsung daunnya akan lebih tebal dan sel-sel palisadanya lebih kolumnar dibandingkan tumbuhan yang ternaungi.

Variasi Penampang Paradermal

Karakter anatomis yang diamati pada penampang paradermal berfokus pada stomata yaitu tipe, densitas, panjang, dan lebar stomata. Pada lima spesies *Passiflora* yang diamati stomata hanya ditemukan di sisi abaksial atau sisi bawah daun. Berdasarkan pengamatan pada preparat penampang paradermal 15 sampel *Passiflora* ditemukan dua tipe stomata yaitu stomata anomositik dan parasitik.

Stomata tipe anomositik dijumpai pada *P. foetida*, *P. vitifolia*, dan *P. quadrangularis* (Gambar 7.a., Gambar 7.b., dan Gambar 7.e.) sedangkan pada *P. edulis* f. *flavicarpa* dan *P. edulis* tipe stomata adalah parasitik (Gambar 7.c. dan Gambar 7.d.). Menurut Rindyastuti *et al.* (2018), setiap spesies tumbuhan memiliki karakter stomata yang berbeda baik dalam ukuran, bentuk, susunan, ataupun posisinya sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan. Hasil pengamatan ini juga sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Wosch *et al.* (2015).

Densitas stomata pada sampel yang diamati sangatlah tinggi, yaitu berkisar antara 252,11 – 944,06 stomata per mm². Sampel dengan densitas stomata terendah yaitu *P. edulis* f. *flavicarpa* dengan rerata 232,90 – 377,92 stomata per mm² sedangkan sampel dengan densitas stomata tertinggi yaitu *P. vitifolia* dengan rerata 731,95 – 944,06 stomata per mm². Densitas stomata yang tinggi pada sampel *Passiflora* ini disebabkan karena ukuran stomatanya kecil dan jarak antar stomata cukup dekat (Gambar 7.).

Pengukuran terhadap panjang dan lebar stomata juga dilakukan pada sampel yang diperoleh. Lebar stomata 15 sampel memiliki kisaran rerata 0,014 – 0,023 mm. Sampel dengan

lebar stomata paling kecil adalah *P. vitifolia* yaitu 0,014 – 0,015 mm sedangkan sampel dengan lebar stomata paling besar adalah *P. quadrangularis* yaitu 0,021 – 0,023 mm. Berdasarkan hal ini diketahui bahwa densitas stomata berbanding terbalik dengan ukuran stomata. Pada sampel *P. vitifolia* densitas stomatanya sangat tinggi yaitu 731,95 – 944,06 stomata per mm² namun dilihat dari lebar stomatanya sampel ini memiliki ukuran paling kecil yaitu 0,014 – 0,015 mm. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Camargo & Marengo (2011) bahwa pada kebanyakan spesies pohon di hutan hujan Amazonia ditemukan hubungan negatif antara denistas stomata dengan ukuran stomata.

3. Analisis Hubungan Fenetik *Passiflora* spp. berdasarkan Karakter Morfologis dan Anatomis

Setiap spesies *Passiflora* dikelompokkan dalam masing-masing klaster berdasarkan indeks similaritas (IS) dari karakter morfologis dan anatomis yang telah diamati. Nilai IS 15 sampel *Passiflora* bervariasi dari 0,4348 – 0,974. Pada dendrogram ditarik garis ambang batas pada indeks simialritas 0,8 untuk menentukan pengelompokkan dan persamaan OTU sesuai Sneath & Sokal (1973) dan Singh (2004). Berdasarkan garis mabang batas tersebut dihasilkan 4 klaster pada dendrogram (Gambar 8.). Selain itu, sampel E3, E2, dan E1; sampel D2, D3, dan D1; sampel C3, C2, dan C1; sampel B3, B2, dan B1; serta sampel A2, A3, dan A1 masing-masing membentuk klaster dengan nilai IS >80% sehingga sampel pada masing-masing kelompok merupakan spesies yang sama. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa data karakter morfologis dan anatomis berhasil mengelompokkan 15 sampel *Passiflora* spp. di Yogyakarta kedalam 4 spesies sesuai hasil identifikasi.

Berdasarkan dendrogram pada Gambar 8., 15 sampel *Passiflora* membentuk dua klaster utama yaitu klaster I dan klaster II. Klaster I terdiri dari 9 sampel yang selanjutnya membentuk klaster Ia dan klaster Ib sedangkan 6 sampel lainnya membentuk klaster II yang selanjutnya membentuk klaster IIa dan klaster IIb. Klaster Ia terdiri dari sampel E3, E2, dan E1 dengan IS 0,895. Klaster Ib terdiri dari sampel

D2, D3, D1, C3, C2, dan C1 dengan IS 0,855. Klaster IIa c terdiri dari sampel B3, B2, dan B1 dengan IS 0,961. Klaster IIb terdiri sampel A2, A3, dan A1 dengan IS 0,921.

Berdasarkan Sari *et al.* (2016), panjang dan arah panah pada *scatter plot* menunjukkan karakter-karakter yang paling mempengaruhi pengelompokan. Semakin panjang panah maka karakter tersebut semakin berpengaruh. Klaster I dan II saling bergabung pada IS 0,434 karena adanya persamaan karakter pada 15 sampel *Passiflora* yaitu jenis batang herba dengan sedikit bagian berkayu pada pangkalnya. Klaster I terdiri dari 9 sampel yang membentuk klaster Ia dan Ib. Klaster Ia terdiri dari sampel E3, E2, dan E1 yang merupakan spesies *P. quadrangularis* sedangkan klaster Ib terdiri dari sampel D2, D3, D1, C3, C2, dan C1 di mana sampel D merupakan sampel *P. edulis* f. *edulis* dan sampel C merupakan *P. edulis* f. *flavicarpa*. Klaster Ia dan Ib saling bergabung dan membentuk klaster I pada IS 0,542 karena memiliki persamaan pada karakter tekstur permukaan batang dan daun serta lebar daun. Klaster Ia terdiri dari sampel *P. quadrangularis* yang saling menyatu pada IS 0,895 karena memiliki beberapa karakter khusus yang membedakannya dari klaster Ib yaitu bentuk daun, bentuk petal, serta bentuk sisi bawah dan atas tulang daun. Pada spesies ini bentuk daunnya adalah daun tunggal dengan pertulangan daun menyirip dan tepi rata (Gambar 3.), petal berbentuk bulat telur, dan pada sisi atas serta bawah tulang daunnya memiliki proyeksi khas yang disebut *keel* atau bentuk seperti kapal (Gambar 5.).

Sementara itu, klaster Ib terbentuk pada IS 0,810 berdasarkan persamaan pada karakter bentuk daun berbagi menjari, bentuk petal bulat memanjang, sisi atas tulang daun cembung dengan proyeksi silindris atau membulat, serta sisi bawah tulang daunnya *concave* membulat. Berdasarkan *scatter plot* PCA komponen utama pembentuk klaster ini adalah tipe stomata, denistas stomata, ketebalan epidermis atas helaian daun, dan ketebalan mesofil palisade. Klaster Ib terbagi lagi menjadi 2 klaster lebih kecil yang memisahkan sampel C dan D. Keduanya saling terpisah karena memiliki beberapa perbedaan terutama pada karakter kuantitatif. Sampel C (*P. edulis* f. *flavicarpa*) memiliki daun dan bunga yang lebih besar

dibandingkan sampel D (*P. edulis* f. *edulis*). Adanya perbedaan ukuran pada diameter bunga ini disebabkan oleh faktor lingkungan terutama altitude atau ketinggian dan intensitas cahaya. Deshmukh *et al.* (2017) menyatakan bahwa *P. edulis* f. *flavicarpa* lebih kuat dan dapat tumbuh dengan baik pada lingkungan tropis sementara *P. edulis* f. *edulis* lebih cocok pada kondisi lingkungan yang lebih sejuk yaitu daerah subtropis ataupun dataran tinggi tropis.

Berdasarkan Li *et al.* (2011) *Passiflora edulis* menunjukkan variabilitas morfologi yang cukup besar dan perbedaan paling nyata antar populasi adalah warna kulit buah. Oleh karena itu, Degener (1933) kemudian mengusulkan untuk membedakan populasi dalam spesies terutama menurut warna buah dan menamai populasi buah kuning sebagai *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*. Secara alami, bentuk khas dari spesies *Passiflora edulis* f. *edulis* adalah mapan, yang memiliki buah ungu dan sesuai dengan *Passiflora edulis* utama deskripsi oleh Sims.

Klaster II terbentuk pada IS 0,570 dan terdiri dari 6 sampel. Klaster ini terbentuk karena memiliki persamaan karakter berupa permukaan batang dan daun yang ditutupi rambut halus. Klaster II terbagi menjadi 2 yaitu klaster IIa yang terdiri dari sampel B3, B2, dan B1 yang merupakan spesies *P. vitifolia* serta klaster IIb terdiri sampel A2, A3, dan A1 yang merupakan spesies *P. foetida*. Klaster IIa terbentuk pada IS 0,961 dan berdasarkan *scatter plot* PCA klaster ini terbentuk karena memiliki karakter khusus yaitu bentuk braktea *linear* dan stomata yang berukuran kecil. Klaster IIb terbentuk pada IS 0,921 karena memiliki karakter khusus yaitu braktea *pinnatifid*, bentuk daun bercangap menjari, memiliki cincin ungu pada *radial*, ukuran jaringan penyusun daun yang relatif kecil dibandingkan spesies lain.

Hasil pengelompokan klaster berdasarkan karakter morfologis dan anatomis ini berhasil mengelompokkan sampel-sampel *Passiflora* sesuai dengan klasifikasi infragenerik oleh Feuillet & MacDougal (2003) yang merupakan salah satu acuan penting dalam klasifikasi *Passiflora*. Feuillet & MacDougal (2003) mengelompokkan genus *Passiflora* kedalam 4 subgenus yaitu *Astropheia*, *Decaloba*, *Deidamioides*, dan *Passiflora*. Mengacu pada klasifikasi Feuillet & MacDougal (2003) dan

penjelasan Ocampo Pérez & d'Eeckenbrugge (2017), kelima spesies *Passiflora* yang ditemukan merupakan subgenus *Passiflora*. Klaster I yang terdiri dari spesies *P. quadrangularis*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, dan *P. edulis* f. *edulis* termasuk kedalam subgenus *Passiflora* supersection *Passiflora*. Sementara itu, klaster IIa yang terdiri dari spesies *P. vitifolia* termasuk dalam subgenus *Passiflora* supersection *Distephana* dan klaster IIb yang terdiri dari spesies *P. foetida* termasuk dalam subgenus *Passiflora* section *Dysosmia*.

Berdasarkan pada nilai IS masing-masing klaster dapat diketahui jarak hubungan kekerabatan lima spesies *Passiflora* yang ditemukan di Yogyakarta. Spesies dengan kekerabatan paling dekat adalah *P. edulis* f. *flavicarpa* dan *P. edulis* f. *edulis* karena keduanya merupakan spesies yang sama. Kedua spesies *P. edulis* f. *flavicarpa* dan *P. edulis* f. *edulis* memiliki hubungan kekerabatan yang dekat dengan *P. quadrangularis* karena masih termasuk dalam *supersection* yang sama. Sementara itu, *P. vitifolia* dan *P. foetida* memiliki hubungan kekerabatan yang jauh dengan ketiga spesies lain meskipun kelima spesies ini masih termasuk dalam satu subgenera yang sama yaitu *Passiflora*.

Berdasarkan nilai komponen utama analisis PCA, karakter morfologis dan anatomis yang berperan dalam pemisahan 15 sampel *Passiflora* spp. di Yogyakarta adalah bentuk batang muda, bentuk daun, pertulangan daun, bentuk ujung daun, bentuk tepian daun, bentuk pangkal daun, kehadiran sepal *awn*, tipe stomata, serta bentuk sisi atas dan bawah tulang daun. Sementara itu, karakter yang cukup mendukung dalam pemisahan klaster adalah bentuk braktea, bentuk petal, ketebalan mesofil palisade, dan ketebalan daun (Tabel 4).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa 4 spesies *Passiflora* yang ditemukan di Yogyakarta memiliki variasi morfologis pada bentuk batang muda, bentuk daun, tekstur permukaan daun dan batang, bentuk dan warna braktea, warna sepal dan petal, serta kehadiran cincin ungu pada korona. Variasi anatomis

terdapat pada pola berkas pengangkut, bentuk sisi atas dan bawah tulang daun, bentuk dan ukuran sel palisade, serta tipe dan densitas stomata. Berdasarkan analisis fenetik, sampel *Passiflora* membentuk 4 klaster utama pada indeks similaritas 0,8 yaitu *P. foetida*, *P. vitifolia*, *P. edulis*, dan *P. quadrangularis*.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan dan Laboratorium Sistematika Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

Referensi

- Asadujjaman M., A.U. Mishuk., M.A. Hossain., U.K. Karmakar. (2014). Medicinal Potential of *Passiflora foetida* L. Plant Extracts: Biological and Pharmacological Activities. *Journal of Integrative Medicine*, 12(2): 121-126. DOI: 10.1016/S2095-4964(14)60017-0.
- Backer, C. A., & Bakhuizen van den Brink. (1965). *Flora of Java*. Wolters-Noordhoff NV. Groningen. pp.288-292.
- Bisht, T., R. Vinod, B. Himani. (2020). A Review on Genus *Passiflora*: An Endangered Species. *IOSR Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS)*, 15(4): 17-21. DOI: 10.9790/3008-1504011721.
- Camargo, M. A. & R. A. Marengo. (2010). Density, size and distribution of stomata in 35 rainforest tree species in Central Amazonia. *Acta Amazonica*, 41:205-212. DOI: 10.1590/S0044-9672011000200004.
- Cerqueira-Silva, C.B.M., Faleiro, F.G., Jesus, O.N.D., Santos, E.S.L.D. and Souza, A.P.D. (2016). The genetic diversity, conservation, and use of passion fruit (*Passiflora* spp.). In *Genetic diversity and erosion in plants* (pp. 215-231). Springer, Cham.
- Deshmukh, N. A., R. K. Patel, S. Okram, H. Rymbai, S. S. Royand, A. K. Jha. (2017). *Passion fruit (Passiflora* spp.). In: S. N. Ghosh, A. Singh and A. Thakur (eds.). *Un-derutilized fruit crops: importance and cultivation*. JAYA Publishing House, Delhi, India. pp. 979–1005.
- Diatrinari, F. and Purnomo, P. (2019). Hubungan Kekerbatan Fenetik Kultivar Krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) Di Pakem, Daerah Istimewa Yogyakarta Berdasarkan Karakter Anatomis Daun dan Batang. *Bioma*, 15(1): 21-26. DOI: 10.21009/Bioma15(1).3.
- Feuillet C & J.M. MacDougal. (2003). A new infrageneric classification of *Passiflora* L. (Passifloraceae). *Passiflora*, 13: 34-3.
- Gilman, E.F. (1999). *Passiflora coccinea*. https://hor.ifs.ufl.edu/database/documents/pdf/shrub_fact_sheets/pascoca.pdf. (Accessed on March 28, 2021)
- Gotoh, E., N. Suetsugu, T. Higa, T. Matsushita, H. Tsukaya, M. Wada. (2018). Palisade cell shape affects the light-induced chloroplast movements and leaf photosynthesis. *Scientific Report* 8, 1472. DOI: 10.1038/s41598-018-19896-9.
- Hatubarat, R.C., R. Tarigan., S. Barus., F. Nasution. (2016). Karakterisasi Morfologi dan Anatomi Markisa F1 di Kebun Percobaan Berastagi (Morphology and Anatomy Characterization of Passion Fruit in Berastagi Experimental Farm). *Jurnal Hortikultura*, 26(2): 189-196. DOI: 10.21082/jhort.v26n2.2016.p189-196.
- Li, H., P. Zhou, Q. Yang, Y. Shen, J. Deng, L. Li, & D. Zhao. (2011). Comparative studies on anxiolytic activities and flavonoid compositions of *Passiflora edulis* 'edulis' and *Passiflora edulis* 'flavicarpa'. *Journal of ethnopharmacology*, 133(3): 1085-1090. DOI: 10.1016/j.jep.2010.11.039.
- Maruzy, A., Jannah, D.A.F., Pitoyo, A. and Subositi, D. (2020). Studi Perbandingan Karakter Makroskopis dan Mikroskopis Tiga Jenis *Phyllanthus* L. *Floribunda*, 6(4): 154-166. DOI: 10.32556/floribunda.v6i4.2020.312.
- Muntafiah, A., Ernawati, D.A., Suryandhana, L., Pratiwi, R.D. and Marie, I.A. (2017). Pengaruh Sari Markisa Ungu (*Passiflora edulis* var. *edulis*) Berbagai Dosis terhadap Profil Lipid Tikus Wistar Model Hiperkolesterolemia. *Nutrition and Food Research*, 40(1): 1-8. DOI:

- 10.22435/pgm.v40i1.6090.
- Ocampo Pérez, J. & G. d' Eeckenbrugge. (2017). Morphological characterization in the genus *Passiflora* L.: an approach to understanding its complex variability. *Plant Systematics and Evolution*, 303:531-558. DOI: 10.1007/s00606-017-1390-2
- Patil, A., B. Lade, H. Paikrao. (2015). A scientific update on *Passiflora foetida*. *European Journal of Medicinal Plants*, 5(2):145-155. DOI: 10.9734/EJMP/2015/12015.
- Prasgi, H.C., Pratama, D.S.B., Kapitarauw, A.G.P.C. and Kasmiyati, S. (2021). Analisis Hubungan Kekerbatan Fenetik serta Potensi Kegunaan Varietas *Portulaca oleracea* dan *Portulaca grandiflora* di Desa Grogol, Kelurahan Dukuh, Kota Salatiga. *Jurnal MIPA*, 11(1): 6-11. DOI: 10.35799/jm.v11i1.35054
- Rindyastuti, R., S. Nurfadilah, L. Hapsari, I. K. Abywijaya. (2018). Leaf anatomical characters of four epiphytic orchids of Sempu Island, East Java, Indonesia: The importance in identification and ecological adaptation. *Biodiversitas Journal of Botanical Diversity*, 19(5): 1906-1918. DOI: 10.13057/biodiv/d190543.
- Sánchez, I., Angel, F., Grum, M., Duque, M.C., Lobo, M., Tohme, J. and Roca, W. (1999). Variability of chloroplast DNA in the genus *Passiflora* L. *Euphytica*, 106(1): 15-26. DOI: 10.1023/A:1003465016168.
- Santosa, D., S. Wahyuono, dan S.M. Widyastuti. (2018). Kajian Makroskopi dan Mikroskopi *Scoparia dulcis* L. *Traditional Medicine Journal*, 23(1): 56-61. DOI: 10.22146/mot.31261.
- Sari, N., Purnomo., B. S. Daryono., Suryadiantina., M. Setyowati. (2016). Variation and intraspecies classification of edible canna (*Canna indica* L.) based on morphological characters. *AIP Conference Proceedings* 1744: 1-8. DOI: 10.1063/1.4953515.
- Taneda, H. and I. Terashima. (2012). Co-ordinated development of the leaf midrib xylem with the lamina in *Nicotiana tabacum*. *Annals of botany*, 110:35-45. DOI: 10.1093/aob/mcs102.
- UPOV. (2009). *Granadilla, Passiflora Fruit*. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg256.pdf>. (Accessed on March 26, 2021).
- Wosch, L., D.C. Imig., A.C. Cervi., B.B. Moura., J.M. Budel., C.A.M. Santos. (2015). Comparative Study of *Passiflora* Taxa Leaves: I. A Morpho-Anatomic Profile. *Revista Brasileira de Farmacognosa*, 25: 328-343. DOI: 10.1016/j.bjp.2015.06.004.
- Xu, F.Q., Wang, N., Fan, W.W., Zi, C.T., Zhao, H.S., Hu, J.M. and Zhou, J. (2016). Protective effects of cycloartane triterpenoides from *Passiflora edulis* Sims against glutamate-induced neurotoxicity in PC12 cell. *Fitoterapia*, 115, pp.122-127. DOI: 10.1016/j.fitote.2016.09.013.