



HUBUNGAN FENETIK ANTARA *Citrus hystrix* DC., *Citrus x microcarpa* Bunge, DAN *Citrus* sp. KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI DAN ANATOMI

PHENETIC RELATIONSHIP BETWEEN *Citrus hystrix* DC., *Citrus x microcarpa* Bunge, AND *Citrus* sp. AS BOGOR BOTANICAL GARDEN COLLECTION BASED ON THEIR MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL CHARACTERS

Jessica Amadea Kurniawan¹, Melza Mulyani², Turhadi Turhadi^{1*}

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65415, Jawa Timur, Indonesia

²Pusat Riset Botani Terapan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Jl. Raya Bogor KM 46, Bogor 16911, Jawa Barat, Indonesia

*Email: turhadibiologi@ub.ac.id

ABSTRAK

Marga *Citrus* (jeruk) merupakan salah satu marga yang anggotanya beragam yang terdiri dari 255 jenis dengan 44% diantaranya termasuk kelompok Mandarin (*Mandarins group*). Hubungan kekerabatan secara fenetik antar jenis di dalam marga *Citrus* sp. dapat diamati menggunakan karakter morfologi maupun anatomi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hubungan fenetik antara jeruk purut (*C. hystrix*), jeruk kasturi (*C. microcarpa*), dan *Citrus* sp. menggunakan karakter morfologi dan anatomi. Pada penelitian ini digunakan sampel jeruk purut, jeruk kasturi, dan *Citrus* sp. koleksi Kebun Raya Bogor (KRB). Karakter organ vegetatif (batang dan daun) serta organ generatif (bunga, buah dan biji) dilakukan pada ketiga spesimen. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara fenetik menggunakan program komputer PAST v4.03. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Citrus* sp. dan *C. hystrix* memiliki tingkat kemiripan yang lebih tinggi antar keduanya jika dibandingkan dengan *C. microcarpa*. Beberapa karakter yang menjadi pembeda utama antara *C. microcarpa*, *C. hystrix*, dan *Citrus* sp. koleksi KRB adalah ujung dan pangkal daun, warna kulit buah, ukuran buah, bentuk biji, dan kerapatan stomata.

Kata Kunci: Analisis Fenetik, *Citrus* sp., Kebun Raya Bogor, Stomata.

ABSTRACT

The genus *Citrus* (orange) is one of the genera whose members are diverse, consisting of 255 species with 44% of them belonging to the Mandarin group. Phenetic kinship between species in the *Citrus* sp. clan can be observed using morphological (morphometry) and anatomical (micromorphology) characters. The purpose of this study was to investigate phenetic relationship between kaffir lime (*Citrus hystrix*), kasturi orange (*Citrus x microcarpa*), and *Citrus* sp. using morphological and anatomical characters. In this study, samples of kaffir lime, kasturi orange, and *Citrus* sp. collection of Bogor Botanical Garden (KRB) were used. Vegetative organs (stem and leaves) and generative organs (flowers, fruits and seeds) characters were observed in this research. The data obtained were then analyzed phenetically using the computer PAST v4.03 program. The results showed that *Citrus* sp. and *C. hystrix* had a higher similarity between them when compared to *C. microcarpa*. Some of the main distinguishing characters between *C. microcarpa*, *C. hystrix*, and *Citrus* sp. as KRB collections were leaf tip and base, fruit skin color, fruit size, seed shape, and stomatal density.

Keywords: Bogor Botanical Garden, *Citrus* sp., Phenetic analyses, Stomata.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan pusat keanekaragaman marga *Citrus* di mana dalam satu spesies biasanya sangat beragam (Sofiyanti *et al.*, 2022). Marga *Citrus* atau jeruk merupakan salah satu tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia serta dapat tumbuh dengan baik pada daerah beriklim tropis dan subtropis. Buah jeruk diduga pertama kali tumbuh di China dan merupakan salah satu komoditas hortikultura penting karena peminatnya yang banyak sehingga menguntungkan setiap tahunnya (Murtando *et al.*, 2016). Dilaporkan bahwa tanaman anggota marga *Citrus* mencapai 255 jenis, dengan 44% diantaranya termasuk dalam kelompok Mandarin (*C. reticulata* Blanco). Sementara itu, varietas lainnya termasuk jeruk manis, jeruk nipis, jeruk keprok, jeruk bali, dan lain sebagainya. Meskipun telah dilakukan penelitian identifikasi terhadap marga *Citrus* di Sumatera, terutama di Provinsi Riau, pengetahuan mengenai identifikasi dan karakter morfologi marga *Citrus* masih terbatas. Studi sebelumnya telah mengidentifikasi beberapa spesies *Citrus* di Sumatera, seperti *C. reticulata* di Sumatera Barat dan Aceh. Namun, data terkini terkait karakter morfologi marga *Citrus* terutama untuk daerah lain khususnya di pulau Jawa (Sofiyanti *et al.*, 2022). Buah jeruk yang populer dibudidayakan di Indonesia pada saat ini meliputi jeruk nipis (*C. aurantifolia*), jeruk lemon (*C. limon*), jeruk purut (*C. hystrix*), jeruk pamelor (*C. grandis*), jeruk keprok (*C. reticulata*), dan jeruk manis (*C. sinensis*) (Andriana, 2022).

Penelitian tentang karakter morfologi tanaman sangat penting karena karakter morfologis baik kualitatif maupun kuantitatif dapat digunakan untuk keperluan identifikasi (Sofiyanti *et al.*, 2022). Menurut Kandowangko & Febriyanti (2023), karakterisasi morfologi merupakan langkah awal dalam identifikasi tumbuhan. Pengelompokan tanaman berdasarkan karakter morfologi disebut analisis fenetik. Analisis fenetik dapat dilakukan dengan mengamati karakter daun, tunas, bunga, buah, baik secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis ini menghasilkan pengelompokan sampel berdasarkan kemiripan cirinya (Tuasamu, 2018; Agusti *et al.*, 2022).

Analisis fenetik dapat dilakukan menggunakan pendekatan morfologi atau morfometri maupun anatomi dimana kedua pendekatan ini menghasilkan set data yang berbeda. Pendekatan secara morfometrik menghasilkan data berupa ukuran panjang, lebar, maupun rasio dari sebuah bagian tumbuhan dari tumbuhan (Chuanromanee *et al.*, 2019). Sedangkan, pendekatan secara anatomis menghasilkan data berupa struktur jaringan termasuk karakter stomata dari suatu tumbuhan (Tuasamu, 2018; Herliani, 2020). Pendekatan secara fenetik untuk pengelompokan tanaman sebelumnya dilaporkan pada penelitian tumbuhan Acanthaceae (Abdel-Hameed *et al.*, 2015), *Curcuma* spp. (Sungkawati *et al.*, 2019), anggrek liar (Purba & Chasani 2021), tanaman jeruk Desa Parongpong, Bandung, Jawa Barat (Nurzama *et al.*, 2024), akses lokal *Citrus*

sinensis L. Osbeck dari El Menzeh, Maroko (Ouiam *et al.*, 2025). Berdasarkan uraian ini maka penelitian ini bertujuan untuk mengamati karakter morfometri dan struktur mikromorfologi *Citrus* spp. koleksi KRB sebagai analisis fenetik. Hasil penelitian ini sangat berguna sebagai informasi dasar identifikasi tumbuhan, khususnya jeruk.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari-April 2024 di Kawasan Konservasi Ilmiah Kebun Raya Bogor, Kota Bogor, Jawa Barat, Laboratorium Terapan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), dan Laboratorium Taksonomi, Struktur dan Perkembangan Tumbuhan, Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya pada Januari-April 2024.

Koleksi Sampel

Penelitian ini menggunakan tiga spesimen yaitu jeruk purut (*Citrus hystrix*) jeruk kasturi (*Citrus x microcarpa*), dan jeruk yang belum teridentifikasi (*Citrus* sp.). Ketiga spesimen ini merupakan koleksi Kebun Raya Bogor. Pengambilan spesimen sebagai sampel pengamatan dilakukan secara bersamaan dan diambil pada waktu pagi hari sekitar pukul 10.00 WIB.

Pengamatan Karakter Morfologi

Spesimen diidentifikasi secara morfologi (morfometri) dengan bantuan perangkat *dinolite* yang tersambung pada komputer. Setiap spesimen dilakukan karakterisasi morfologi pada organ batang, daun, bunga, buah, dan biji. Karakter ukuran panjang dan lebar ditentukan menggunakan penggaris. Karakter diameter ditentukan menggunakan jangka sorong digital. Penentuan karakter warna mengacu pada *RHS Colour Chart*. Istilah-istilah botani yang digunakan untuk karakterisasi morfologi mengacu pada Rifai & Puryadi (2008).

Pengamatan Karakter Anatomi

Karakter struktur anatomi (mikromorfologi) dilakukan pada organ daun, bunga, buah, dan biji dari setiap spesimen. Sayatan melintang daun dibuat dengan silet. Hasil sayatan dilakukan clearing dalam larutan NaOCl 1% selama 30 menit. Sayatan yang sudah mengalami clearing, selanjutnya diwarnai menggunakan larutan safranin 1% selama 30 menit. Sayatan yang sudah diwarnai kemudian diletakkan di atas *slide glass* dan ditetesi gliserin 80% dan ditutup dengan *cover glass* secara hati-hati agar tidak terbentuk gelembung udara. Pengamatan struktur anatomi daun beserta petiolusnya dilakukan menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 400x.

Karakterisasi stomata pada setiap spesimen menggunakan metode *stomatal printing* dengan bantuan kuteks bening dan solatip bening (Shunmugam *et al.*, 2021). *Stomatal printing*

dibuat secara langsung saat di lapang dan tidak bersifat destruktif dengan cara mengoleskan kuteks bening pada bagian abaksial daun. Masing-masing daun diamati pada tiga bagian yaitu pangkal, tengah, dan ujung. Setiap spesimen dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Setelah kuteks bening mengering selanjutnya ditempelkan pada solatip bening dan segera dilekatkan pada *slide glass*. Preparat stomata yang telah diperoleh kemudian diamati dengan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x. Penentuan kerapatan stomata menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Jumlah Stomata}}{\text{Luas Bidang Pandang Stomata (mm}^2\text{)}}$$

Karakter mikromorfologi buah dan biji diamati dengan cara membuat potongan secara membujur. Struktur internal buah dan biji kemudian diamati menggunakan perangkat *dinolite* yang telah tersambung dengan komputer.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dilakukan dianalisis secara deskriptif dan fenetik. Analisis fenetik dilakukan menggunakan perangkat PAST v4.03 (Hammer *et al.*, 2001).

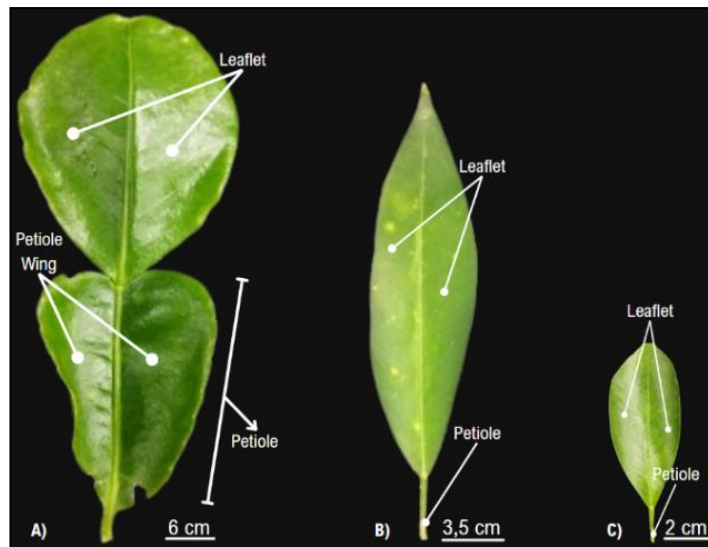
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Morfologi *Citrus hystrix*, *Citrus x microcarpa*, dan *Citrus sp.* Koleksi Kebun Raya Bogor

Ketiga spesies anggota marga *Citrus* diamati karakter morfologi daunnya dan hasil pengamatan menunjukkan adanya variasi antar spesimen. Daun *C. hystrix* memiliki bentuk yang paling berbeda dibandingkan *Citrus sp.* dan *C. microcarpa*. Bentuk daun *C. hystrix* adalah membundar telur (Gambar 1A), bentuk daun *C. microcarpa* adalah melanset (Gambar 1B), dan bentuk daun *Citrus sp.* adalah membundar telur (Gambar 1C). Pada daun *C. hystrix* dijumpai struktur seperti sayap yang lebar pada petiolus sehingga terlihat seperti struktur daun yang tersusun dua lembar (Gambar 1A). Lebar dan panjang daun dari ketiga spesimen juga bervariasi. Daun *C. hystrix* merupakan daun yang paling lebar diantara dua spesimen jeruk yang diamati. Meskipun demikian, tepi daun dari ketiga spesimen menunjukkan kesamaan yaitu rata (Gambar 1A-C). Ujung daun tampak bervariasi pada ketiga spesimen. Ujung daun *C. hystrix* bertakik (Gambar 1A), sedangkan ujung daun *C. microcarpa* dan *Citrus sp.* masing-masing adalah meruncing dan menumpul (Gambar 1B-C). Pangkal daun *C. hystrix* juga berbeda dengan *C. microcarpa* dan *Citrus sp.* pangkal daun *C. hystrix* bertipe meruncing, sedangkan pangkal daun *C. microcarpa* dan *Citrus sp.* bertipe membaji (Gambar 1A-C).

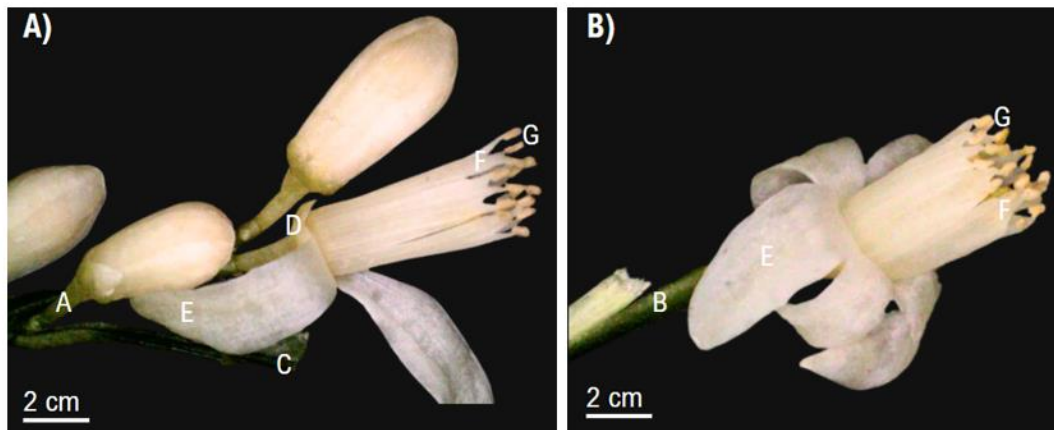
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *C. hystrix* dan *Citrus sp.* memiliki tulang daun tipe kaldodromus (Gambar 1A & 1C), sedangkan *C. microcarpa* tipe *peninerved* (Gambar 1B).

Warna daun *C. hystrix* cenderung lebih gelap dibandingkan *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. (Gambar 1A-C). Panjang petiolus *C. hystrix* berkisar 1-2 cm yang dilengkapi dengan sayap dengan bentuk yang cenderung memanjang serta permukaan yang kasar. Di sisi lain, panjang petiolus pada *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. berkisar 1-3 cm dengan bentuk yang memanjang dan melengkung serta permukaannya yang licin. Hasil pengamatan ini telah sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pada petiolus daun *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. tidak dijumpai sayap (Astuti & Ajiningrum, 2019; Wahyuni *et al.*, 2023).



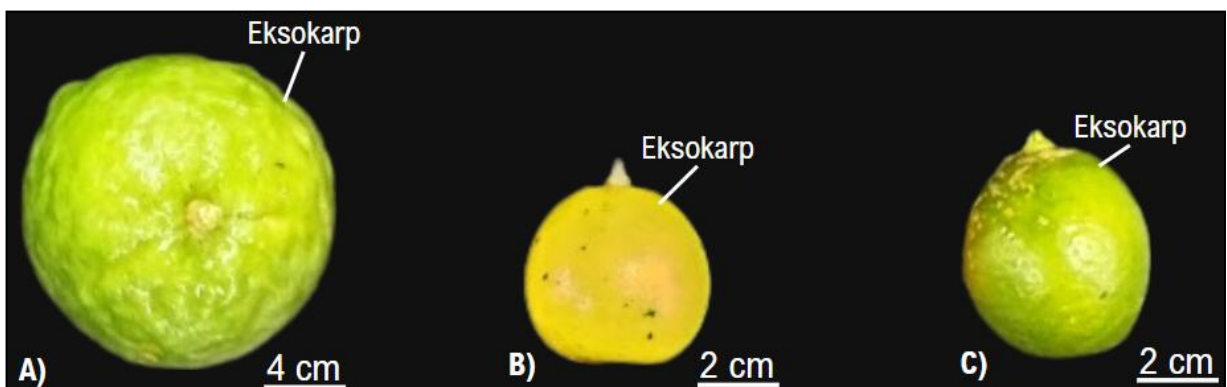
Gambar 1. Perbandingan karakter morfologi daun *C. hystrix* (A), *C. microcarpa* (B), dan *Citrus* sp. (C)

Selain karakter morfologi daun yang menunjukkan adanya variasi pada ketiga spesimen yang diteliti, karakter bunga juga menunjukkan variasi. Selama penelitian berlangsung, karakterisasi bunga dilakukan pada *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa bunga *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. memiliki karakter morfologi yang mirip terutama pada bentuk putik, persebaran bunga pada batang, susunan putik, dan aromanya (Gambar 2). Bunga pada kedua spesimen tersebut memiliki aroma yang tidak terlalu menyengat jika dibandingkan dengan aroma buahnya. Pada *C. hystrix* ketika di lapang tidak dijumpai bunga, sehingga karakter bunganya diperoleh berdasarkan penelitian terdahulu. Bunga *C. hystrix* menunjukkan ukuran bunga yang kecil dan berwarna putih serupa dengan bunga *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. Ketiga spesimen mempunyai bunga dengan daun kelopak berjumlah 5 dengan bentuk bulat (Stander, 2015; Astuti & Ajiningrum, 2019; Layek *et al.*, 2020; Sofiyanti *et al.*, 2022).



Gambar 2. Perbandingan karakter morfologi bunga *C. hystrix* (A) dan *C. microcarpa* (B). Keterangan: A: Pedikel; B: Tangkai; C: Daun; D: Calyx; E: Sepal; F: Stamen dan anther; G: Stigma.

Bagian buah dan biji ketiga spesimen jeruk menunjukkan ukuran yang bervariasi (Gambar 3). Hal ini diduga karena buah dari ketiga spesimen yang diteliti masih dalam tahap perkembangan. Buah *C. hystrix* berukuran lebih besar dibandingkan buah *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. Buah *C. hystrix* berdiameter 41,08 mm, *Citrus* sp. berdiameter 23,88 mm, dan *C. microcarpa* berdiameter 23,68 mm. Warna kulit buah dari ketiga spesimen juga menunjukkan adanya variasi. Kulit buah *C. hystrix*, *C. microcarpa*, dan *Citrus* sp. secara berturut-turut berwarna hijau-kekuningan, kuning, dan hijau-kekuningan (Gambar 3). Ketiga spesimen jeruk mempunyai bentuk buah yang serupa yaitu membulat. Buah jeruk merupakan buah hesperidium atau jenis buah dengan kulit yang keras dan tebal serta terbagi menjadi 3 lapisan yaitu eksokarp, mesokarp, dan endokarp. Pada buah hesperidium, memiliki segmen-segmen yang terpisah di dalamnya yang disebut sebagai vesikel (Sadka *et al.*, 2019).



Gambar 3. Perbandingan karakter morfologi buah *C. hystrix* (A), *C. microcarpa* (B), dan *Citrus* sp. (C)

Di dalam buah jeruk, terdapat biji yang merupakan alat perkembangbiakan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *C. hystrix* memiliki bentuk biji yang berbeda dibandingkan

dengan *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. Biji *C. hystrix* berbentuk lonjong dan lebih kecil, sedangkan biji *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. berbentuk membulat dan berukuran lebih besar (Gambar 4).



Gambar 4. Perbandingan karakter morfologi biji *C. hystrix* (A), *C. microcarpa* (B), dan *Citrus* sp. (C)

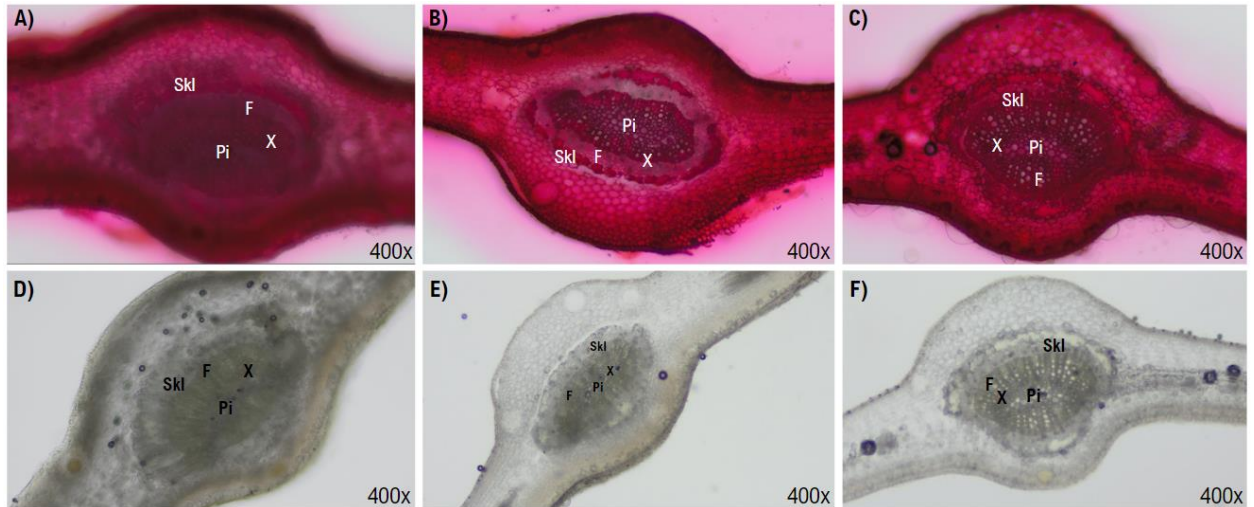
Tekstur permukaan biji dari ketiga spesimen juga menunjukkan adanya variasi (Gambar 4). Permukaan biji *Citrus* sp. memiliki tekstur yang lebih halus dan sedikit beralur. Di sisi lain, permukaan biji *C. hystrix* memiliki teksturnya lebih licin karena adanya struktur berlendir jika dibandingkan kedua spesimen lainnya. Permukaan biji *C. microcarpa* memiliki tekstur yang beralur, sedikit kering, dan tidak terlalu berlendir. Warna kulit biji *Citrus* sp. dan *C. microcarpa* menunjukkan adanya kesamaan yaitu krem kehijauan, sedangkan, warna kulit biji *C. hystrix* cenderung krem kekuningan. Menurut Ruas *et al.* (2018) buah *Citrus* memiliki biji dengan ketebalan yang beragam mulai tipis hingga tebal.

Karakter Anatomi *Citrus hystrix*, *Citrus x microcarpa*, dan *Citrus* sp. koleksi Kebun Raya Bogor

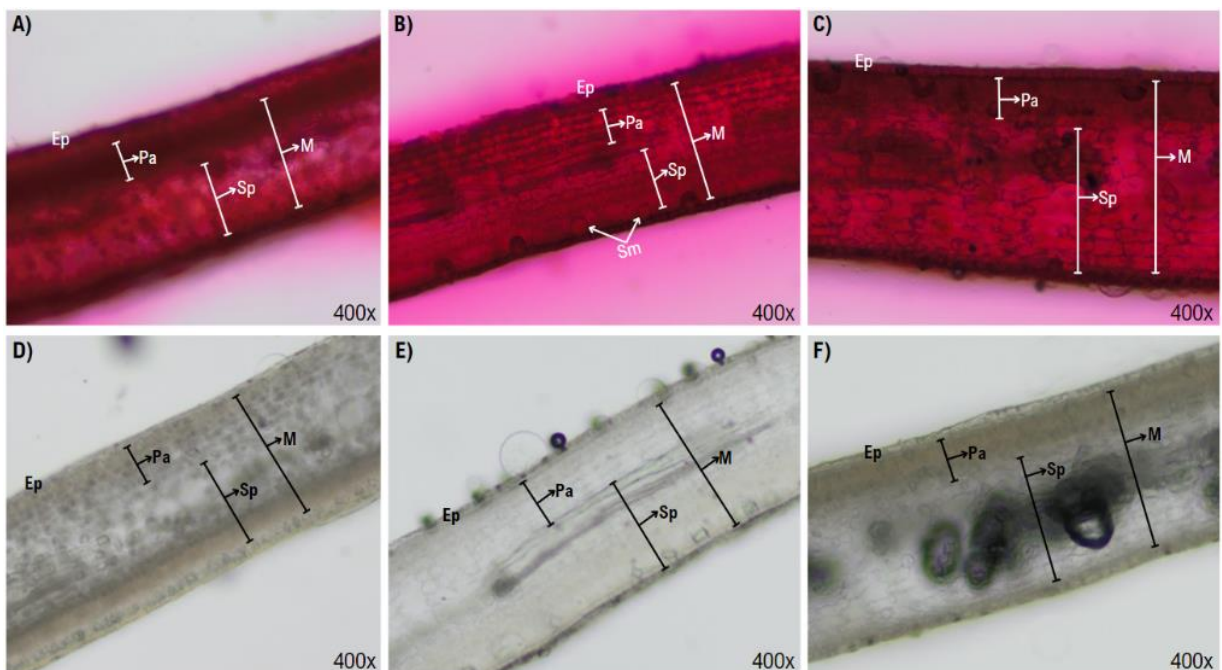
Struktur anatomi daun *C. microcarpa*, *C. hystrix*, dan *Citrus* sp. beserta bagian ibu tulang daun menunjukkan adanya variasi (Gambar 5-6). Pada *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. lebih banyak dijumpai sel-sel minyak dibandingkan dengan *C. hystrix*. Bagian pembuluh xilem pada *Citrus* sp. menunjukkan jumlah yang lebih banyak dibandingkan kedua spesimen lainnya. Daun tanaman jeruk secara melintang tersusun atas jaringan epidermis, jaringan spons, jaringan palisade, sel minyak, kutikula, silinder pusat, pembuluh xilem dan floem (Allario *et al.*, 2011; Khasanah *et al.*, 2022). Sel minyak ini merupakan sel sekretori yang berbentuk bulat dan lonjong juga dilaporkan pada daun jeruk kalamansi (*Citrus x microcarpa*) (Horowidi *et al.*, 2021).

Buah *C. hystrix* memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. (Gambar 7). Bagian mesokarp dan eksokarp pada buah *C. microcarpa* diketahui sangat berda dengan buah *C. microcarpa* dan *Citrus* sp. Warna daging buah *C. microcarpa* dan *Citrus* sp adalah oranye, sedangkan warna daging buah *C. hystrix* adalah putih (Gambar 7).

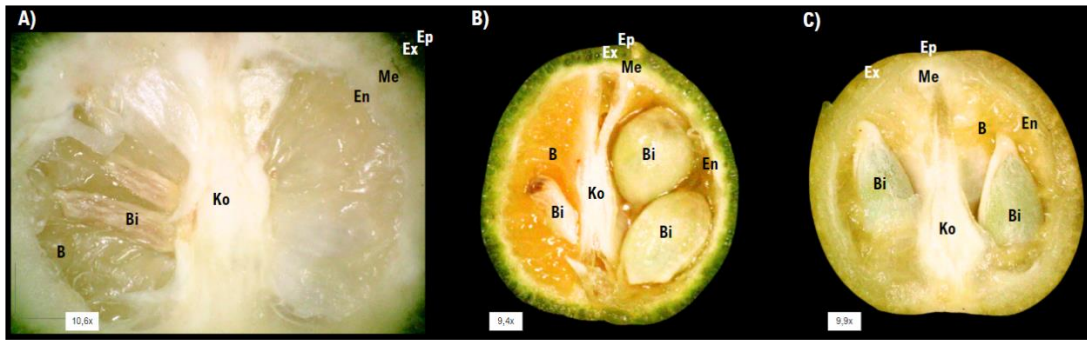
Ukuran bulir juga menjadi karakter yang membedakan antar ketiga spesimen jeruk yang diteliti. *C. hystrix* memiliki ukuran bulir yang lebih besar dibandingkan dengan *C. microcarpa* dan *Citrus* sp.



Gambar 5. Perbandingan struktur anatomi melintang daun pada bagian *midrib* secara berurutan pada spesies *C. hystrix*, *C. microcarpa*, dan *Citrus* sp.: A-C) dengan pewarnaan, D-F) tanpa pewarnaan (Ket. Pi: *Pith*; F: *Floem*; X: *Xylem*; Skl: *Sclerenkim*)



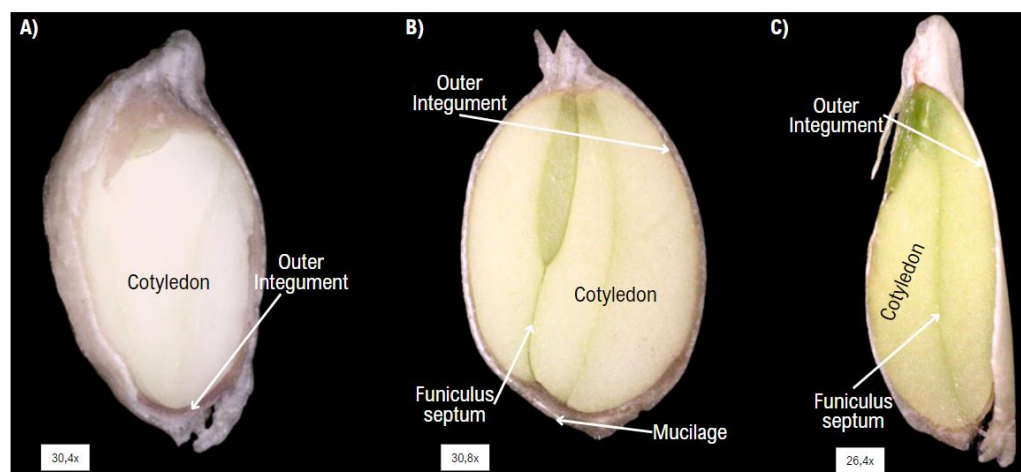
Gambar 6. Perbandingan struktur anatomi melintang daun pada bagian *leaflet* secara berurutan pada spesies *C. hystrix*, *C. microcarpa*, dan *Citrus* sp.: A-C) dengan pewarnaan, D-F) tanpa pewarnaan (Ket. Ep: *Epidermis*; M: *Mesofil*; Pa: *Palisade*; Sp: *Spons*; Sm: *Sel minyak*)



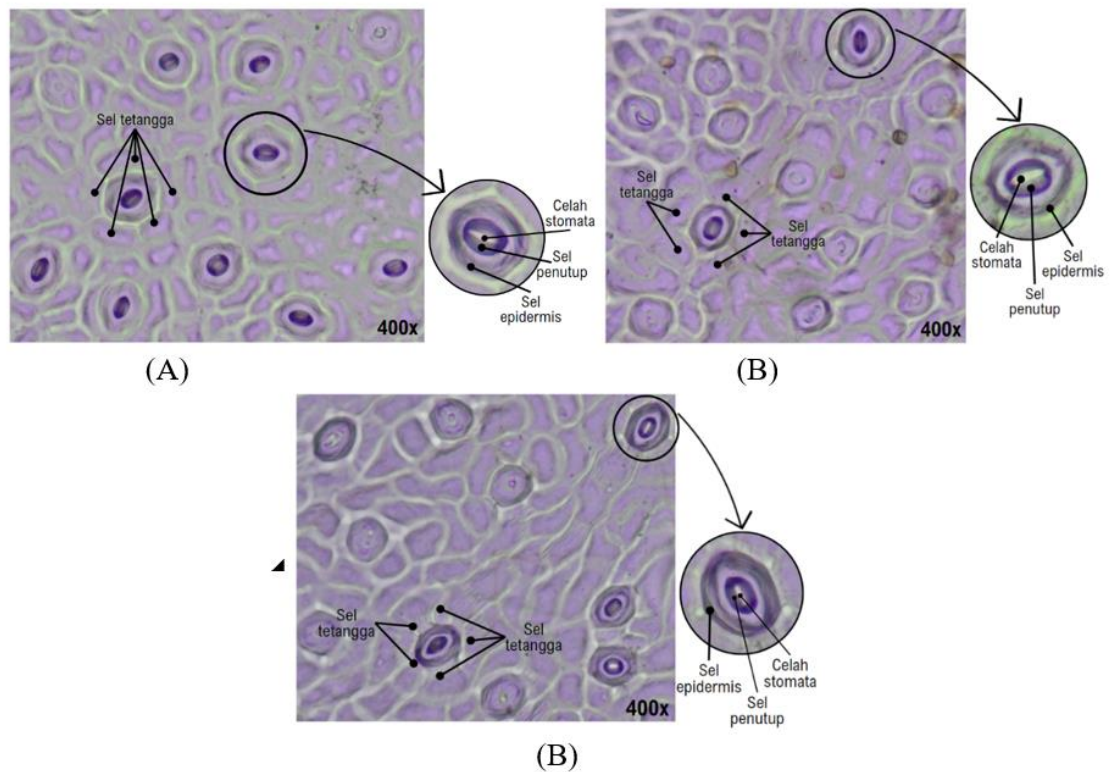
Gambar 7. Perbandingan struktur anatomi buah *C. hystrix* (A), *C. microcarpa* (B), dan *Citrus* sp. (C). Keterangan: Ep: Epidermis; Ex: Eksokarp; Me: Mesokarp; En: Endokarp; Ko: Kolumela; B: Bulir; Bi: Biji.

Biji dari ketiga spesimen jerung teramati tersusun atas kotiledon, endosperma, *mucilage*, dan *integumen* luar (Gambar 8) dan dijumpai *funiculus septum*. Menurut Hamilton *et al.* (2008) terdapat bagian tengah seperti garis yang membelah kedua bagian biji mejadi dua bagian. Garis tersebut dinamakan *funiculus septum* yang berfungsi sebagai pembatas antara embrio atau bakal tanaman dengan area nutrisi yang akan diberikan sebagai pertumbuhan dan perkembangan buah sejak awal proses perkecambahan.

Stomata pada *C. hystrix*, *C. microcarpa*, dan *Citrus* sp. termasuk tipe anomositik (gambar 9). Tipe stomata anomositik artinya pada setiap stomata dikelilingi oleh sel penjaga yang tidak teratur (Astuti & Ajiningrum, 2019). Berbeda dengan tipe stomatanya yang menunjukkan kesamaan antar ketiga spesimen, hasil pengamatan memperlihatkan bahwa stomata pada *Citrus x microcarpa* lebih rapat dibanding *C. hystrix* dan *Citrus* sp. (Tabel 1). Secara berturut-turut kerapatan stomata dari *C. hystrix*, *C. microcarpa*, dan *Citrus* sp. adalah 419/mm², 455/mm², dan 375/mm². Kerapatan stomata yang berkisar antara 300-500/mm² tergolong ke dalam kelompok daun dengan jumlah stomata sedang (Sofiyanti *et al.*, 2022).



Gambar 8. Perbandingan struktur anatomi biji *C. hystrix* (A), *C. microcarpa* (B), dan *Citrus* sp. (C)



Gambar 9. Perbandingan struktur anatomi stomata *C. hystrix* (A), *C. microcarpa* (B), dan *Citrus* sp. (C)

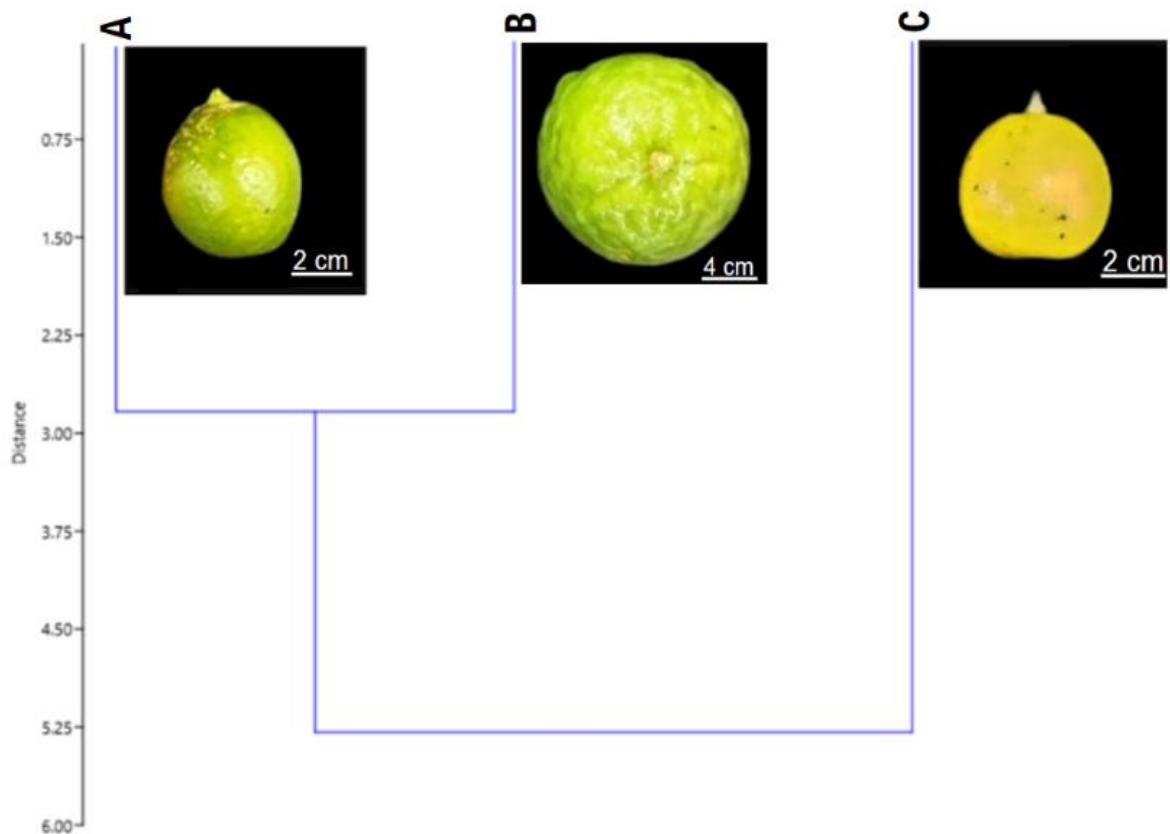
Tabel 1. Perbandingan kerapatan stomata *C. hystrix*, *C. microcarpa*, dan *Citrus* sp.

Spesimen	Kerapatan Stomata / mm ²			
	Ujung	Tengah	Pangkal	Rata-rata
<i>C. hystrix</i>	423	407	428	419
<i>Citrus</i> sp.	381	375	370	375
<i>C. microcarpa</i>	428	476	460	455

Analisis Fenetik *Citrus hystrix*, *Citrus x microcarpa*, dan *Citrus* sp. koleksi Kebun Raya Bogor

Analisis fenetik merupakan suatu pendekatan secara biologi yang bertujuan untuk memahami hubungan antar organisme berdasarkan persamaan fenotipik atau karakteristik eksternalnya. Analisis fenetik menunjukkan bahwa terdapat kemiripan yang tinggi antara *Citrus* sp. dan *C. hystrix*, sedangkan, *C. microcarpa* menunjukkan tingkat kemiripan yang jauh dengan kedua spesimen lainnya (Gambar 10). *Citrus* sp., *C. microcarpa* dan *C. hystrix* merupakan keluarga dari Rutaceae yang berasal dari marga *Citrus*. Selain warna kulit buah, karakter yang menjadi pembeda utama antara *C. microcarpa* dengan kedua spesimen jeruk lainnya adalah ujung daun (Gambar 1B), ukuran buah (Gambar 3B), bentuk biji (Gambar 4B&8B), dan kerapatan stomata (Tabel 1). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian

yang dilakukan oleh Septiana *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa beberapa karakter yang variatif pada famili Rutaceae adalah ujung daun, pangkal daun, kulit buah, dan bentuk buah.



Gambar 10. Hubungan kekerabatan antar spesimen *Citrus* berdasarkan karakter morfologi dan anatomi.
Keterangan: A = *Citrus* sp.; B = *C. hystrix*; C = *C. microcarpa*

SIMPULAN

Karakterisasi morfologi dan anatomi *C. microcarpa*, *C. hystrix*, dan *Citrus* sp. koleksi Kebun Raya Bogor menunjukkan adanya variasi karakter baik pada organ vegetatif maupun generatif. Analisis fenetik antar ketiganya menunjukkan bahwa *Citrus* sp. dan *C. hystrix* memiliki tingkat kemiripan yang lebih tinggi antar keduanya jika dibandingkan dengan *C. microcarpa*. Beberapa karakter yang menjadi pembeda utama antara *C. microcarpa*, *C. hystrix*, dan *Citrus* sp. adalah ujung dan pangkal daun, warna kulit buah, ukuran buah, bentuk biji, dan kerapatan stomata.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Hameed, U.K., Tantawy, M.E., Salim, M.A., Mourad M.M. & Ishak, I.F. (2015). Phenetic analysis of morphological and molecular traits in Acanthaceae Juss. *Journal of Biosciences and Medicines* 3: 18-34.
- Agusti, M., Reig, C., Martinez-Fuetes, A. & Mesejo, C. (2022). Advances in *Citrus* flowering: a review. *Frontiers in Plant Science*. 13: 1-17.
- Allario, T., Brumos, J., Colmenero-Flores, J.M., Tadeo, F., Froelicher, Y., Talon, M., Navarro, L., Ollitrault, P. & Morillon, R. (2011). Large changes in anatomy and physiology between diploid rangpur lime (*Citrus sp.imonia*) and its autotetraploid are not associated with large changes in leaf gene expression. *Journal of Experimental Botany Advance Access*. 27: 1-13.
- Andriana, A.S. (2022). Identifikasi karakter morfologi dan kandungan minyak atsiri pada empat jenis jeruk (*Citrus* sp.) lokal Riau Sentral Kampar. [Skripsi]. Universitas Islam Riau: Pekanbaru.
- Astuti, I.P. & Ajiningrum, P.S. (2019). *Citrus hystrix* DC dari Jawa Tengah dan Sumba Timur koleksi Kebun Raya Bogor. *Jurnal Biologi Indonesia*. 15(2): 199-204.
- Hamilton, K.N., Ashmore, S.E. & Drew, R.A. (2008). Morphological characterization of seeds of three australian wild *Citrus* species (Rutaceae): *Citrus australasica* F. Muell., *C. inodora* F.M. Bailey and *C. garrawayi* F.M. Bailey. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 55: 683-693.
- Hammer, O., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1): 1-9.
- Herliani. (2020). *Plant Morphology*. Samarinda: Mulawarman University.
- Horowidi, C., Sinay, H., Karuwal, R.L. & Parinussa, L. (2021). Struktur sel sekresi daun jeruk kalamansi (*Citrus microcarpa* Bunge.) di Pulau Ambon. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 6(2): 138-145.
- Kandowangko, N.Y. & Febriyanti. (2023). Genetic diversity of the genus *Citrus* in Tomini Bay coastal areas, Indonesia based on morphological characters. *Biodiversitas* 24(5): 2938-2952.
- Khasanah, N., Mukarlina. & Zakiah, Z. (2022). Struktur anatomi akar, batang dan daun *Citrus* (*Citrus aurantifolia* (Cristm.) Swingle, *Citrus madurensis* Lour, *Citrus nobilis* L. var. *microcarpa*) di Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*. 11(2): 38-43.
- Layek, U., Kundu, A. & Karmakar, P. (2020). Floral ecology, floral visitors and breeding system of gandharaj lemon (*Citrus × limon* L. Osbeck). *Botanica Pacifica*. 9(2): 113-119.
- Murtando, H., Sahiri, N. & Madauna, I. (2016). Identifikasi karakter morfologi dan anatomi tanaman jeruk lokal (*Citrus* sp) di Desa Karya Agung dan Karya Abadi Kecamatan Taopa Kabupaten Parigi Moutong. *Journal of Agrotekbis*. 4(6): 642-649.

- Nurzaman, M., Setiawati, T., Hasan, R., Qotrunnada, N.K., Kusmoro, J., Permadi, N. & Julaeaha, E. (2024). The phenetic relationship of citrus plants based on the morphological and anatomical characteristics. *Biodiversitas* 25(3): 1201-1213.
- Ouiam, C., Basma, A., Ahmed, D., Abelhak, T., & Hamid, B. (2025). Multivariate analysis of phenotypic diversity in Moroccan orange accessions (*Citrus sinensis* L. Osbeck) from the El Menzeh collection. *African and Mediterranean Agricultural Journal* (146): 31-44.
- Purba, T.H.P. & Chasani, A.R. (2021). Phenetic analysis and habitat preferences of wild orchids in Gunung Gajah, Purworejo, Indonesia. *Biodiversitas* 22(3): 1371-1377.
- Rifai, M.A & Puryadi, D. 2008. *Glosarium Biologi*. Jakarta: Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional.
- Sadka, A., Shlizerman, L., Kamara, I. & Blumwald, E. (2019). Primary metabolism in *Citrus* fruit as affected by its unique structure. *Frontiers in Plant Science*. 10(1167): 1-14.
- Septiana, M., Kurniasari, A., Putri, S.A.J.N., Akmalia, H.A., Al Faroqi, N.A.R. (2024). The taxonomic affinity of 7 members of Rutaceae based on morphological characters. *Al Kawnu: Science And Local Wisdom Journal* 4(1): 17-23.
- Shunmugama, S., Roslia, N.S., Manickamb, S., Yusoffa, N.F.M., Alitheena, N.B & Namasivayam, P. (2021). Morphology and anatomy of leaf, stem and petiole of *Luvunga crassifolia* Tanaka (Rutaceae).
- Sofiyanti, N., Iriani, D., Wahyuni, P.I., Idani, N. & Lestari, P. (2022). Identification, morphology of *Citrus* sp.. (Aurantioideae-Rutaceae Juss.) and its traditional uses in Riau Province, Indonesia. *Biodiversitas*. 23(2): 1038-1047.
- Stander, J. (2015). The reproductive phenology of *Citrus* l.: introduction to the physiology of *Citrus* flowering. *Tegnologie*. 82-87.
- Sungkawati, M., Hidayati, L., Daryono, B.S. & Purnomo. (2019). Phenetic analysis of *Curcuma* spp. in Yogyakarta, Indonesia based on morphological and anatomical characters. *Biodiversitas* 20(8): 2340-2347. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences* 17: 818-828.
- Tuasamu, Y. (2018). Karakterisasi morfologi daun dan anatomi stomata pada beberapa spesies tanaman jeruk (*Citrus* sp). *Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan*. 11(2): 85-90.
- Wahyuni, D., Mawardika, H., Riski, WA. & Pitaloka, S.A. (2023). Karakterisasi makroskopis dan mikroskopis jeruk purut (*Citrus Hystrix* DC) sebagai bahan alam berkhasiat obat. *Jurnal Sains dan Terapan*. 2(2): 1-7.