

# VARIASI KROMOSOM FAMILIA RUTACEAE DI INDONESIA

**Isna Rasdianah Aziz**

Jurusan Biologi UIN Alauddin Makassar  
E-mail: isna-rasdianah@uin-alauddin.ac.id

**Abstrak:** Indonesia dikenal dengan kesuburan tanahnya. Berbagai jenis tanaman ditemukan di alam maupun dibudidayakan oleh masyarakat, salah satunya tanaman dari familia Rutaceae. Jumlah kromosom pada familia ini bervariasi yang menggambarkan karakteristik suatu genus. Modifikasi jumlah kromosom secara induksi arfisial mampu memproduksi spesies baru yang berpengaruh terhadap garis evolusi genus tersebut. Di sisi lain, variasi jumlah kromosom tersebut dapat dijadikan sebagai upaya perbaikan kualitas tanaman dalam rangka mengembangkan potensi dan produksi tanaman lokal.

**Kata Kunci:** Jeruk, Poliploidi, Rutaceae, Variasi Kromosom

## PENDAHULUAN

Rutaceae merupakan familia yang paling dikenal dengan salah satu genusnya, *Citrus*. Hampir semua organ pada *Citrus* sp. atau tanaman jeruk banyak dimanfaatkan oleh manusia, antara lain buahnya dikonsumsi sebagai bahan pangan karena kaya vitamin C, folat, serat, kalium dan antioksidan (Groppo *et al.*, 2008), bunga, hesperidium dan kulit jeruk dijadikan wewangian atau parfum serta madu dari bunga untuk dikonsumsi (Mabberley, 2004), daunnya dijadikan rempah-rempah, penyedap makanan, pestisida alami, herbasida, antimikroba (Nebo *et al.*, 2015; Mandalari *et al.*, 2007) serta biji, batang dan akar jeruk dijadikan sebagai penawar racun dan sebagai anti inflamasi (Chan *et al.*, 2010). Manfaat besar yang diperoleh dari tanaman jeruk ini menjadikannya sebagai salah satu komoditi yang penting dalam industri komersial.

Nama Rutaceae diperoleh dari *Ruta graveolens* yang merupakan herba perennial dengan bau yang khas, ditemukan tumbuh di Eropa selatan dan Afrika utara (Duretto, 1999; Barret, 2016). Jumlah genus dan spesies dalam familia Rutacea terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Groppo *et al.* (2008) menyebutkan Rutaceae terdiri 160 genera dan 1900 spesies, kemudian meningkat menjadi 170 genera dan 2100 spesies (Kubitzki *et al.*, 2011; Hartley, 2013; Groppo & Pirani, 2017). Rutaceae memiliki keragaman yang besar berdasarkan karakter morfologi serta terdistribusi di seluruh dunia, terutama di daerah tropis, subtropis, dan beberapa genera ditemukan pada zona beriklim sedang (Appelhans *et al.*, 2012; Zhu *et al.*, 2016). Umumnya berupa pohon kecil, semak atau perdu, dan beberapa di antaranya berupa herba (*Boenninghausenia* sp., *Dictamnus* sp., *Ruta* sp., *Murraya* sp., *Haplophyllum* sp., *Thamnosma* sp.) (Al-Qurainy *et al.*, 2011; Nayak *et al.*, 2010; Tugay & UIUKUŞ, 2017).

Genus pada familia Rutaceae yang tumbuh di Indonesia baik secara alami maupun budidaya dipresentasikan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Genera pada familia Rutaceae (suku jeruk-jerukan) dan sebarannya di Indonesia\*

No.	Spesies	Genus	Nama	Lokasi
1	<i>Acronychia trifoliata</i>	Acronychia	Kaliban-ban	Madura, Lombok, Bali, Sulawesi Tengah
2	<i>Acronychia laurifolia</i>		Sarira	Jawa Barat, Sulawesi Tenggara
3	<i>Acronychia pedunculata</i>		Kayu Semidra	Jawa Timur, Kalimantan Barat
4	<i>Acronychia porteri</i>		Ketiak	Kalimantan Tengah, Sumatera Selatan
5	<i>Aegle marmelos</i>	Aegle	Maja	Madura, Sulawesi Selatan, Jawa Barat, Sumatera Utara
6	<i>Atalantia ceylanica</i>	Atalantia	Jeruk kates	Jawa Barat, Jambi
7	<i>Atalantia disticha</i>		-	Papua, Kalimantan
8	<i>Bergera koenigii</i>	Bergera	Daun kari	Jawa Tengah
9	<i>Boenninghausenia albiflora</i>	Boenninghausenia	Tumpun kelor	Lombok
10	<i>Burkिलanthus malaccense</i>	Burkिलanthus	-	Sumatera, Kalimantan
11	<i>Casimiroa edulis</i>	Casimiroa	Sawo putih	Jawa Timur, Jawa Tengah, Bali
12	<i>Citrus amblycarpa</i>	Citrus	Limau	Madura, Jawa Barat
13	<i>Citrus aurantium</i>		Jeruk nipis	Madura, Jawa Barat
14	<i>Citrus auratifolia</i>		Jeruk nipis	Maluku, Jawa Timur, Kupang, Jawa Barat, Sumatera Utara, Kalimantan Selatan
15	<i>Citrus floridana</i>		Jeruk soto	Madura
16	<i>Citrus hystrix</i>		Jeruk purut	Madura, Jawa Barat, Sumatera Utara, Kalimantan Selatan
17	<i>Citrus japonica</i>		Jeruk kumquat	Riau
18	<i>Citrus limon</i>		Jeruk limon	Madura, Jawa Timur,
19	<i>Citrus lucida</i>		Jeruk kawista-krikil	Madura
20	<i>Citrus maxima</i>		Jeruk bali/pamelo	Madura, Maluku, Kalimantan Timur, Jawa Barat, Sulawesi Selatan, Jawa Timur, Aceh, Sumatera Utara, Jawa Tengah
21	<i>Citrus microcarpa</i>		Jeruk kalamansi	Madura, Sumatera Utara, Bengkulu
22	<i>Citrus medica</i>		Sitrun, jeruk bayi	Jawa Timur, Aceh, Jawa Barat, Sumatera Utara
23	<i>Citrus nobilis</i>		Jeruk siam	Sumatera Utara, Jawa Timur, Kalimantan Barat, Bali, Kalimantan Selatan
24	<i>Citrus paradisi</i>		Jeruk grapefruit, citrumelo	Jawa Timur

25	<i>Citrus reticulata</i>		Jeruk keprok, jeruk mandarin	Madura, Maluku, Kalimantan Timur, Sumatera Utara, Jawa Timur, Kalimantan Barat, Bali dan Kalimantan Selatan
26	<i>Citrus sinensis</i>		Jeruk manis, manis punten	Maluku, Jawa Timur, Sumatera Utara
27	<i>Citrus suhunensis</i>		Jeruk santang	Jawa Timur,
28	<i>Clausena anisata</i>	Clausena	Kalusena, anis	Sumatera Barat, Jawa
29	<i>Clausena excavata</i>		Mara tunggal, Tuyung	Madura, Jambi, Yogyakarta, Sumatera Barat, Kalimantan Timur, Lombok, Kalimantan Selatan
30	<i>Clausena harmandiana</i>		Kasai	Madura, Jawa Barat
31	<i>Clausena lansium</i>		Wampi	Jawa Barat
32	<i>Clymenia polyandra</i>	Clymenia	-	Jawa
33	<i>Dictamnus albus</i>	Dictamnus	-	Kalimantan Tengah
34	<i>Euodia aromatica</i>	Euodia	Jampang	Kalimantan Barat
35	<i>Euodia accedens</i>		-	Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara
36	<i>Euodia alba</i>		-	Kalimantan Timur
37	<i>Euodia bonvickii</i>		-	Papua Barat
38	<i>Euodia elleryana</i>		Kayu nuri	Papua Barat
39	<i>Euodia hortensis</i>		Zodia	Madura
40	<i>Euodia latifolia</i>		Sampang	Jawa Barat
41	<i>Euodia ridleyi</i>		Golden false aralia	Jawa Timur
42	<i>Euodia punctata</i>		Rambangun luar hutan	Kalimantan
43	<i>Euodia roxburghiana</i>		Tenggek burung	Pekanbaru, Jawa Tengah
44	<i>Evodia suaveolens</i>	Evodia	Zodia	Jawa Barat, Sumatera Utara
45	<i>Evodia latifolia</i>		Sampang	Kalimantan Timur
46	<i>Evodia elleryana</i>		-	Papua
47	<i>Evodia grabra</i>		-	Sulawesi Tenggara
48	<i>Feroniella lucida</i>	Feroniella	Kawista kerikil	Jawa Barat, Jawa Tengah
49	<i>Flindersia pimenteliana</i>	Flindersia	Maniani	Papua Barat
50	<i>Galipea dasysperma</i>	Galipea	Pohon galipea	Aceh
51	<i>Geijera salicifolia</i>	Geijera	-	Papua Barat
52	<i>Glycosmis pentaphylla</i>	Glycosmis	Ki kopo	Madura, Maluku, Papua, Jawa Barat, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan
53	<i>Glycosmis cochinchinensis</i>		Gongseng	Jawa Barat, Sulawesi Selatan
54	<i>Glycosmis citrifolia</i>		Urot Merah	Sumatera Utara, Jawa Barat
55	<i>Glycosmis puberula</i>		Jerukan	Sumatera Utara
56	<i>Halfordia kendack</i>	Halfordia	-	Papua Selatan
57	<i>Harrisonia brownii</i>	Harrisonia	Kaju bilis	Madura, Jawa Tengah, Bali, Sumbawa, Flores, Maluku
58	<i>Harrisonia perforata</i>		Rongkeyang, kengkeng, rui	Madura, Palu

59	<i>Limonia acidissima</i>	Limonia	Lemon, kawista	Madura, Jawa Barat, Aceh, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat
60	<i>Limnocitrus littoralis</i>	Limnocitrus	Jeruk Jepara, jeruk swing	Jawa Tengah
61	<i>Lunasia amara</i>	Lunasia	Beta-beta, kemaitan, sanrego	Madura, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, Jawa Barat, Papua Barat
62	<i>Luvunga monophylla</i>	Luvunga	Jeruk-jerukan	Madura
63	<i>Luvunga sarmentosa</i>		Saluang bilung, ki racun	Kalimantan Tengah, Jawa Barat, Kalimantan Selatan
64	<i>Luvunga scandens</i>		Saluang belum	Kalimantan Timur, Sulawesi Tenggara, Kalimantan Selatan
65	<i>Luvunga eleutherandra</i>		Belusuh	Jambi
66	<i>Melicope bonwickii</i> (revisi dari <i>Euodia speciose</i> )	Melicope	Abal, awal	Madura, Jambi, Papua Selatan, Kalimantan Timur
67	<i>Melicope confusa</i>		-	Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah
68	<i>Melicope denhamii</i>		Ki sampang	Madura, Sulawesi Selatan, Kalimantan Timur, Jawa Barat
69	<i>Melicope elleryana</i>		-	Papua
70	<i>Melicope quercifolia</i>		Ki sampang	Jawa Barat
71	<i>Melicope latifolia</i>		Telor Ujat	Lombok, Jawa Timur, Sulawesi Selatan
72	<i>Melicope lunu-ankenda</i>		Jampang, Rambangun Luar Hutan	Sulawesi Tenggara, Kalimantan
73	<i>Melicope moluccana</i>		Sampang	Maluku
74	<i>Melicope glabra</i>		Bangun-bangun	Jawa Barat, Kalimantan Timur, Palembang
75	<i>Melicope triphylla</i>		-	Sulawesi Selatan
76	<i>Merrillia caloxylon</i>	Merrillia	Kemuning hutan	Kalimantan Timur, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Aceh Selatan, Riau
77	<i>Merope angulata</i>	Merope	Limau Nipis	Jawa Barat, Jawa Tengah
78	<i>Micromelum minutum</i>	Micromelum	Lada	Madura, Lombok, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Jawa, Sulawesi, Papua, Jambi, Sulawesi Tenggara
79	<i>Micromelum diversifolium</i>		Kayu besi	Papua
80	<i>Murraya exotica</i>	Murraya	Jeruk jasmin	Madura, Jawa
81	<i>Murraya koenigii</i>		Asam india, kemuning cina	Madura, Jawa Barat
82	<i>Murraya paniculata</i>		Kemuning	Madura, Lombok, Jawa Barat
83	<i>Poncirus trifoliata</i>	Poncirus	Jeruk ponsil	Jawa Timur
84	<i>Ravenia spectabilis</i>	Ravenia	Lavenia	Jawa Barat, Jawa Timur

85	<i>Ruta angustifolia</i>	Ruta	Ingg	Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Sumatera, Jawa Barat, Jambi
86	<i>Ruta graveolens</i>		Ingg	Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Barat
87	<i>Swinglea glutinosa</i>	Swinglea	Tabog	Sumatera Selatan, Jawa Barat
88	<i>Severinia disticha</i>	Severinia	-	Madura, Jawa Timur (Kangean), Maluku, Flores, Papua
89	<i>Tetractomia tetrandr</i> ; sinonim <i>Melicope tetrandra</i>	Tetractomia	Kayu masam	Sulawesi Tenggara, Kalimantan Barat
90	<i>Tetractomia obovata</i>		Rambangun dalam hutan, Katepung	Kalimantan
91	<i>Tetractomia lanceolata</i>		-	Sulawesi Tenggara
92	<i>Triphasia trifoliata</i>	Triphasia	Jeruk kingkit, jeruk ranti	Madura, Jawa Barat, Aceh, Sumatera Utara
93	<i>Triphasia aurantifolia</i>			Jawa Tengah
94	<i>Toddalia asiatica</i>	Zanthoxylum	Akar kucing	Jawa Tengah, Papua, Lombok, Jawa Timur, Jawa Barat
95	<i>Zanthoxylum ovalifolium</i>	Zanthoxylum	-	Madura
96	<i>Zanthoxylum rhetsa</i>		Kayu lemah	Madura, Jawa Barat
97	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>		Andaliman	Sumatera Utara, Aceh
98	<i>Zanthoxylum nitidum</i>		Balimo	Kalimantan Barat

\*Martasari, 2018; Cole et al., 2020; Irsyam, 2015; Budiyati et al., 2016; Wijaya et al., 2002; Djohari et al., 2019; Due et al., 2019; Al Amrie et al., 2014; Wardani et al., 2015; Hasnaeni et al., 2019; Wahyuni & Hafid, 2012; Wulandari, 2011; Noer & Pratiwi, 2016; Kuncoro, 2013; Tirta & Wibawa, 2017; Uji, 2003; Astuti & Purnomo, 2006; Subandiyah et al., 2008; Justianto, 2019; Astuti et al., 2010; Watham & Imaningsih, 2019; Jalius & Muswita, 2013; Dewi, 2016; Nursanti et al., 2018; Suhardjono, 2012; Wahyuningsih et al., 2008; Hidayat et al., 2017; Sepsamli et al., 2019; Karim & Akmal, 2019; Tjahjandari et al., 2018; Ahmad & Hamzah, 2016; Sutomo et al., 2018; Beljai & Worabai, 2018; Sirait et al., 2018; Komara et al., 2016; Murdjoko et al., 2016; Saleh et al., 2013; Fauzi et al., 2019.

Genus yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain *Citrus* sp., *Limonia* sp., *Aegle* sp., dan *Triphasia* sp. *Citrus* sp. meliputi jeruk siam (*Citrus nobilis*), jeruk kalamansi (*Citrus microcarpa*), jeruk manis (*Citrus sinensis*), jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), jeruk keprok (*Citrus reticulata*), jeruk purut (*Citrus hystrix*), jeruk limon (*Citrus limon*), sitrun (*Citrus medica*), grapefruit (*Citrus paradisi*) dan jeruk bali/pamelo (*Citrus maxima*) (Martasari, 2018). *Limonia* sp., meliputi lemon (*Limonia acidissima*), *Aegle* sp., meliputi maja (*Aegle marmelos*) dan *Triphasia* sp. meliputi jeruk kingkit (*Triphasia trifoliata*).

Sentra produksi jeruk siam dan jeruk keprok di Indonesia selama kurun waktu 2010-2014 didominasi oleh lima provinsi yaitu Sumatera Utara, Jawa Timur, Kalimantan Barat, Bali dan Kalimantan Selatan. Sedangkan sentra produksi jeruk pamelo di Indonesia berada di Provinsi Sulawesi Selatan, Jawa Timur, Aceh, Sumatera Utara dan Jawa Tengah. Penawaran maupun permintaan jeruk Indonesia terus meningkat dari tahun 2015 hingga 2019. Produksi jeruk Indonesia pada tahun 2015 mencapai 1.700.540 ton dan meningkat mencapai 2.019.201 ton pada tahun 2019. Indonesia merupakan negara ke-10 penghasil jeruk setelah Mesir dengan total produksi 2.102.560 ton. Hal ini menjadi peluang untuk mengembangkan jeruk lokal seiring dengan meningkatnya preferensi konsumen untuk kualitas jeruk.

**VARIASI JUMLAH KROMOSOM FAMILIA RUTACEAE**

Kromosom merupakan struktur nukleoprotein yang membawa materi genetik dan membawa informasi untuk aktivitas regulasi sel (Crow & Crow, 2002; Francis, 2007). Jika diamati di bawah mikroskop, jumlah kromosom pada tanaman berbunga cukup banyak. Kromosom pada tumbuhan memiliki variasi sebanyak jumlah spesies yang ada, dapat berbeda dari satu spesies dengan spesies lainnya dan dapat berbeda antara tipe *wild* (liar) dan kultivar (Aziz, 2019).

Jumlah kromosom pada tumbuhan menggambarkan karakteristik suatu genus. Pada familia Rutacea yang tumbuh di Indonesia, jumlah kromosom dasar (haploid) bervariasi pada tiap genus (Tabel 2). Perubahan jumlah kromosom tersebut terjadi karena adanya penambahan atau pengurangan set kromosom, baik perubahan seluruh set kromosom (euploidi) ataupun perubahan pada sebagian set kromosom (aneuploidi).

Euploidi pada tumbuhan ditandai dengan terjadinya kelipatan set kromosom dasar baik terjadi secara alami ataupun artifisial. Satu set kromosom haploid disebut dengan genom. Dalam sel tumbuhan terdapat satu set kromosom (haploid) atau dua set kromosom (diploid). Keadaan haploid dan diploid ini adalah euploidi normal. Variasi dalam euploidi meliputi monoploid ( $n$ ), diploid ( $2n$ ), triploid ( $3n$ ), tetraploid ( $4n$ ), pentaploid ( $5n$ ) dan seterusnya. Individu yang memiliki lebih dari dua set kromosom disebut dengan poliploid.

Tabel 2. Jumlah set kromosom dasar pada familia Rutaceae di Indonesia\*

No.	Subfamilia	Genus	n
1	Cneoroideae	Harrisonia	16
2	Rutoideae	Ruta	9; 10
3		Swinglea	9; 10
4		Boeninghausenia	9; 10
5		Severinia	9; 10
6		Micromelum	9; 10
7		Glycosmis	9; 10
8		Clausena	9; 10
9		Bergera	9; 10
10		Merrillia	9; 10
11		Murraya	9; 10
12		Luvunga	9; 10
13		Triphasia	9; 10
14		Merope	9; 10
15		<i>Aegle</i>	9; 10
16		Limonia (Feronia)	9; 10
17		Feroniella	9; 10
18	Limnocitrus	9; 10	
19	Burkillanthus	9; 10	
20	Atalantia	9; 10	
21	Poncirus	9; 10	
22	Citrus	9; 10	
23	Clymenia	9; 10	
24	Casimiroa	18	
25	Dictamnus	18	
26	Ravenia	18	
27	Zanthoxylum	18	

28	Geijera	81
29	Flindersia	18
30	Lunasia	18
31	Melicope	18
32	Acronychia	18
33	Euodia	18
34	Evodia	40

\*Grosso *et al.*, 2008; Desai, 1955; Stace & Armstrong, 1992; Guerra, 1984; Marhold *et al.*, 2019; Borgmann, 1964; Ghosh, 1960; Bajaj, 1994

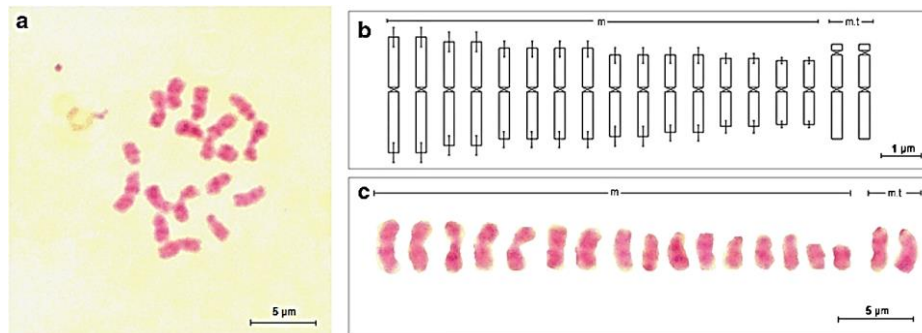
Poliploid pada tumbuhan dapat terjadi secara alami ataupun dengan induksi artifisial. Poliploid pada genus Citrus dapat terjadi di alam karena kemampuan apomiksis, yaitu proses reproduksi aseksual membentuk biji tanpa terjadinya fusi gamet jantan dan betina. Poliploidi yang dibuat dengan sengaja melalui proses induksi dibantu dengan bahan kimia tertentu seperti kolkisin, asenaftan, oryzalin, dan lainnya. Karakter morfologi tumbuhan poliploid berbeda dari tetuanya, seperti ukuran sel, akar, stomata, dan bunga yang lebih besar, daun lebih tebal, warna lebih terang, pertumbuhan lebih cepat dan lebih vigor, serta komposisi kandungan kimia yang lebih meningkat. Dalam dunia pertanian dan genetika, variasi jumlah kromosom ini digunakan untuk menghasilkan varietas unggul serta aplikasi komersial yang menguntungkan.

Berdasarkan sumber kromosom, poliploidi terbentuk dalam dua kategori yang ditentukan oleh jenis pasangan kromosom pada meiosis I dan distribusi kromosom selama proses ini. Kategori pertama disebut autopoliploidi. Autopoliploidi adalah penggandaan ploidi melalui penggabungan genom-genom spesies yang sama atau berasal dari penggandaan set kromosom sendiri. Karena berasal dari spesies yang sama, maka genomnya identik atau memiliki kromosom homolog. Peningkatan jumlah *copy* genom dari kombinasi set kromosom yang berasal dari spesies yang berbeda menyebabkan kromosom tidak akan berpasangan dengan satu sama lain pada profase meiosis I. Pasangan kromosom pada meiosis mempengaruhi sifat genetik spesies tersebut.

Berbeda dengan diploid  $x = n$ , pada poliploidi, jumlah kromosom dasar dinotasikan dengan huruf  $x$  dan terdiri dari set kromosom lengkap. Tanaman yang termasuk dalam autopoliploidi adalah autotriploid ( $3x$ ), autotetraploid ( $4x$ ), autopentaploid ( $5x$ ) dan autoheksaploid ( $6x$ ). Duplikasi kromosom pada autopoliploidi menyebabkan terjadinya peningkatan ukuran sel, peningkatan konsentrasi metabolit sekunder serta peningkatan metilasi pada basa sitosin. Hal ini memberi manfaat pada tanaman autopoliploidi antara lain menimbulkan keragaman genetik, membentuk rasio genetik yang kompleks, tanaman resesif jarang muncul sehingga mutan gen resesif yang lethal tertutupi oleh efek dominansi, serta berperan penting pada proses evolusi tanaman.

Kategori kedua disebut allopoliploidi. Allopoliploidi adalah penggandaan kromosom yang terjadi melalui penggabungan genom-genom yang berbeda dari individu yang berbeda, sehingga sel memiliki satu genom atau lebih dari genom normal  $2n=2x$  dan pasangan kromosom tidak homolog. Allopoliploidi terbagi menjadi allopoliploidi segmental yang menyebabkan steril sebagian dan allopoliploidi penuh yang menyebabkan steril keseluruhan. Kombinasi sifat-sifat yang diinginkan dari dua tetua ke dalam satu tanaman allopoliploidi memberikan manfaat pada pemulia antara lain: mengidentifikasi asal genetik spesies tanaman poliploidi, menghasilkan genotip baru yang unggul, memudahkan transfer gen antar spesies dan memudahkan substitusi

kromosom individual ataupun pasangan kromosom.



Gambar 1. Kromosom *Limonia acidissima*  $2n = 18$ . a. *Limonia acidissima* pada fase metafase; b. Ideogram *Limonia acidissima*; c. Kariotipe *Limonia acidissima* (Jha & Nath, 2016)

Kromosom diploid pada genus dalam familia Rutaceae dan komparasinya dengan autoploidiploidi dipaparkan pada gambar 1 (*Limonia acidissima*), gambar 2 (*Citrus sinensis*) dan gambar 3 (*Citrus trifoliata*). *L. acidissima* memiliki jumlah kromosom somatik  $2n = 18$ . Analisis ini menunjukkan kromosom yang kecil sebagaimana umumnya pada tanaman berbuah lain pada familia Rutaceae seperti pada genus *Aegle* dan *Citrus*. Panjang kromosom individual bervariasi sekitar 2.83-1.53 μm dan total panjang kromatin adalah 32-43.5 μm pada metafase. Formula kariotipe *L. acidissima* adalah  $16m+2m.t$  (Jha & Nath, 2016).

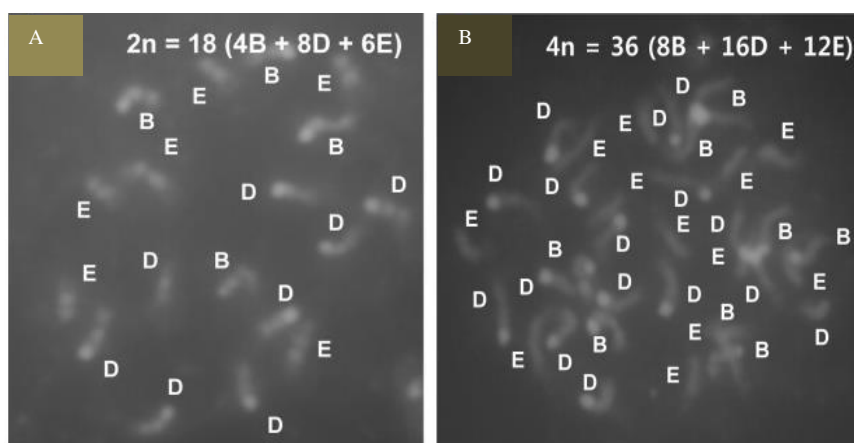


Gambar 2. Kromosom *Citrus sinensis*  $2n = 18$ . a. *Citrus sinensis* pada fase metafase; b. Kariotipe *Citrus sinensis* (Hynniewta *et al.*, 2011)

Jumlah kromosom dasar *Citrus* sp. (Rutaceae) dan genus terkait lainnya adalah  $x = 9$ . Mayoritas jeruk tipe *wild* dan hasil budidaya diidentifikasi sebagai diploid, yaitu  $2n = 2x = 18$ . Dalam analisis ini, komplemen kromosom *Citrus sinensis* terpisah menjadi kromosom metasentrik atau submetasentrik. Formula kariotipe *Citrus sinensis* adalah  $16L+2V$ , tidak ada kromosom sub telosentrik dan telosentrik yang merupakan indikasi kestabilan genom serta tidak adanya perubahan struktural kromosom dalam genus *Citrus*. Sehingga, spesiasi dalam genus *Citrus* diduga disebabkan oleh mutasi gen yang tidak berpengaruh pada keseluruhan kromosom (Hynniewta *et al.*, 2011).

Analisis CMA yang dilakukan menghasilkan kariotipe *Citrus trifoliata* diploid  $2n=18$  ( $4B+8D+6E$ ) (Gambar 3a), sedangkan autotetraploid menunjukkan kariotipe  $2n=4x=36$  ( $8B +16D + 12E$ ) dikonfirmasi tanpa aneuploid. Variasi fenotip yang terjadi pada jeruk autotetraploid ini terkait erat dengan metilasi DNA untuk mengurangi redundansi gen (Oh *et al.*, 2014).





Gambar 3. Komparasi kromosom *Citrus trifoliata*: a. Kromosom diploid  $2n=18$  menggunakan analisis CMA; b. Kromosom autotetraploid  $2n=4x=36$  menggunakan analisis CMA (Oh *et al.*, 2014).

Perubahan epigenetik pada tanaman poliploidi berpotensi terhadap evolusi spesies. Poliploidi dapat meningkatkan keragaman dan plastisitas, serta meningkatkan heterositas, sehingga mampu berkontribusi pada potensi tanaman poliploidi yang adaptif. Tanaman poliploidi secara invasif mampu beradaptasi dengan cepat dan terdistribusi luas di alam. Hal ini, bertentangan dengan sifat induk yang tidak invasif. Studi molekuler menunjukkan bahwa tanaman poliploidi dapat memiliki multiplisitas enzim, yang berarti bahwa tanaman ini mampu menghasilkan enzim dari masing-masing tanaman induk serta menghasilkan enzim hibrida baru, sehingga tanaman poliploidi dapat dengan cepat berkembang menjadi spesies baru.

Eksistensi spesies baru yang unggul ini dapat dijadikan sebagai upaya perbaikan kualitas tanaman, termasuk genus dari familia Rutaceae, khususnya pada jeruk lokal di Indonesia. Perbaikan konkrit pada jeruk lokal misalnya jeruk yang memiliki ukuran, rasa dan warna yang sesuai dengan kriteria konsumen dan pasar dengan nilai tambah buah jeruk yang tidak memiliki biji.

## KESIMPULAN

Beberapa genus pada familia Rutaceae tumbuh di Indonesia secara alami maupun budidaya. Variasi jumlah kromosom pada familia Rutaceae terjadi secara alami dan artifisial. Hal ini dapat dijadikan sebagai upaya perbaikan kualitas tanaman, baik dengan mengembangkan tanaman baru ataupun meningkatkan varietas budidaya yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Amrie, A. G., Ivan, I., Anam, S., & Pitopang, R. 2014. Uji efektifitas ekstrak daun dan akar harrisonia perforata merr. terhadap pertumbuhan bakteri *Vibrio cholerae*. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 3(3).
- Ahmad, A., dan Hamzah, A, S. 2016. Database karst sulawesi selatan. Makassar: Badan Lingkungan

#### Hidup Daerah

- Al-Qurainy, F., Khan, S., Tarroum, M., Al-Hemaid, F. M., & Ali, M. A. 2011. Molecular authentication of the medicinal herb *Ruta graveolens* (Rutaceae) and an adulterant using nuclear and chloroplast DNA markers. *Genet Mol Res*, 10(4), 2806-16.
- Appelhans, M. S., van Heuven, B. J., Lens, F., & Baas, P. 2012. Phylogenetic and ecological signals in the wood of Spathelioideae (Rutaceae). *IAWA journal*, 33(4), 337-353.
- Astuti, I. P., and Purnomo. 2006. Kaian taksonomi *Murraya* spp (Rutaceae) di Pulau Jawa berdasarkan sifat morfologi dan molekular. [Disertasi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Bajaj, Y., P., S. 1994. Somatic Hybridization in Crop Improvement I. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-57945-5>
- Baransano, F., Siburian R, H, S., Angrianto, R. 2019. Potensi *Flindersia pimenteliana* F Muel Di Kabupaten Manokwari Selatan. *Median* 11(1): 10-16. <https://doi.org/10.33506/md.v11i1.457>.
- Barrett, R. A. 2016. Phylogeny and phylogeography of *Zieria* (Rutaceae). [Doctoral dissertation]. Melbourne: Faculty of Science, The University of Melbourne
- Beljai, M., & Worabai, M. S. 2018. The structure and composition of vegetation and amphibian diversity in Arfak Mountain, West Papua. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* (Vol. 4, No. 1, pp. 1-12).
- Borgmann, E. 1964. Anteil der Polyploidien in der Flora des Bismarcksgebirges von Ostneuguinea. *Zeitschr. Bot.*, 55, 118-173.
- Budiyati, E., & Nirmala, F. D. 2016. Pemanfaatan hasil eksplorasi plasma nutfah jeruk nusantara. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 9(1), 58-66.
- Chan, Y. Y., Li, C. H., Shen, Y. C., & Wu, T. S. 2010. Anti-inflammatory principles from the stem and root barks of *Citrus medica*. *Chemical and pharmaceutical bulletin*, 58(1), 61-65.
- Comai, L. 2005. The advantages and disadvantages of being polyploid. *Nature Reviews* 6: 836-846
- Cole, T, C, H., Groppo, M., Mursidawati, S. 2020. Poster Filogeni Rutaceae (Bahasa Indonesia), 2020. Bogor: Indonesian Institute of Sciences (LIPI). hal 1
- Desai, S. R. 1955. *Chromosome Numbers in the Rutaceae*. *Nature*: 175(4469), 1125–1125. doi:10.1038/1751125a0
- Dewi, M. 2016. Kajian fungsi dan peran stakeholder terhadap konservasi tumbuhan obat ex situ di bogor. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Djohari, M., Mutiarahmi., Muharni, S. 2019. The Effect of Ethanol Extract of Kasturi Citrus (*Citrus japonica* Thunb.) Peels on Cholesterol-LDL Levels in Male White Rats (*Rattus norvegicus*) Serum. Proceeding of ICPSP. ISBN 978-602-50854-1-3
- Due, Y. P., Bukit, M., & Johannes, A. Z. 2019. Kajian awal spektrum serapan uv– vis senyawa hasil ekstrak daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) asal tarus kabupaten Kupang. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 4(1), 40-47.
- Duretto, M. F. 1999. *Boronia* sect. *Valvatae* (Benth.) Engl.(Rutaceae) in Queensland, Australia. *Austrobaileya*, 263-298.
- Fauzi, F., Widodo, H., & Haryanti, S. 2019. Kajian Tumbuhan Obat yang Banyak Digunakan untuk Aprodisiaka oleh Beberapa Etnis Indonesia. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 29(1), 51-64.
- Ghosh, R. B. 1960. Chromosome Numbers of a Few Common Dicotyledonous Plants. *Current Science*, 29(6), 232-232.
- Guerra, M, D, S. 1984. Cytogenetics of Rutaceae. II. Nuclear DNA Content, *Caryologia*, 37:3, 219-226, DOI: 10.1080/00087114.1984.10797700
- Guerra, M, D, S. 1984. New chromosome number in Rutaceae. *Plant Systematics and Evolution*, 146(1-2), 13-30.

- Gropo, M., Pirani, J. R., Salatino, M. L., Blanco, S. R., & Kallunki, J. A. 2008. Phylogeny of Rutaceae based on noncoding regions from cpDNA. *American Journal of Botany*, 95(8), 985-1005.
- Gropo, M., & Pirani, J. R. 2017. A new species of *Zanthoxylum* (Rutaceae) with a key to the species from Northeastern Brazil. *Phytotaxa*, 314(2), 259-265.
- Hartley, T.G. in Wilson, A.J.G. (Ed). 2013. Flora of Australia Vol 26: 43-510.
- Hasnaeni, H., & Aminah, A. 2019. Uji Aktivitas Antioksidan dan Profil Fitokimia Ekstrak Kayu Beta-beta (*Lunasia amara* Blanco.). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, 5(1), 101-107.
- Hidayat, M., Laiyanah, L., Silvia, N., Putri, Y. A., & Marhamah, N. 2018. Analisis Vegetasi Tumbuhan Menggunakan Metode Transek Garis (Line Transek) di Hutan Seulawah Agam Desa pulo Kemukiman Lamteuba Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Biotik*, 4(1).
- Hynniewta, M., Malik, S. K., & Rao, S. R. 2011. Karyological studies in ten species of Citrus (Linnaeus, 1753)(Rutaceae) of North-East India. *Comparative cytogenetics*, 5(4), 277.
- Irsyam, A, S, D. 2015. Kajian floristik suku rutaceae di kawasan Madura. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Jalius, J., & Muswita, M. 2013. Eksplorasi Pengetahuan Lokal tentang Tumbuhan Obat di Suku Batin, Jambi. *Biospecies*, 6(1).
- Jha, T. B., & Nath, S. 2016. EMA based chromosome analysis in *Bixa orellana* L. and *Limonia acidissima* L. *The Nucleus*, 59(2), 93-98.
- Justianto, A. 2019. Menelisik hutan adat tana pera. Balai penelitian dan pengembangan teknologi konservasi sumber daya alam. *Swara samboja* 8(2): 1-4
- Kadi, A. 2007. Manipulasi poliploid untuk memperoleh jenis baru yang unggul. *Oseana* 32(4): 1-11.
- Karim, H. A., & Akmal, A. 2019. Eksplorasi dan identifikasi jenis tumbuhan di cagar alam kalaena kabupaten luwu timur sulawesi selatan. *Journal TABARO Agriculture Science*, 3(1), 295-304.
- Komara, L. L., Choesin, D. N., & Syamsudin, T. S. 2016. Plant diversity after sixteen years post coal mining in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 17(2).
- Kubitzki, K., Kallunki, J. A., Duretto, M., & Wilson, P. G. (2010). Rutaceae. In *Flowering Plants. Eudicots* (pp. 276-356). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kuncoro, H. 2013. Aktivitas Larvasida Ekstrak Daun Tumbuhan Mara Tunggal (*Clausena excavata* BURM. F) dan Daun Zodia (*Euodia ridleyi* HOCHR) terhadap Larva Nyamuk *Culex* sp. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 2(2), 91-99.
- Mabberley, D. J. 2004. Citrus (Rutaceae): a review of recent advances in etymology, systematics and medical applications. *Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 49(2-3), 481-498.
- Mandalari, G., Bennett, R. N., Bisignano, G., Trombetta, D., Saija, A., Faulds, C. B., ... & Narbad, A. 2007. Antimicrobial activity of flavonoids extracted from bergamot (*Citrus bergamia* Risso) peel, a byproduct of the essential oil industry. *Journal of applied microbiology*, 103(6), 2056-2064.
- Marhold, K., Kučera, J., de Almeida, E. M., Alves, L. I., Araneda-Beltrán, C., Baeza, C. M., ... & Cuba-Díaz, M. 2019. IAPT chromosome data 30. *Taxon*, 68(5), 1124-1130.
- Martasari, C. 2018. Pengenalan Dan Identifikasi Spesies Jeruk. Jakarta: Balitjestro. Noer, S., and Pratiwi, R, D. 2016. Uji kualitatif fitokimia daun *Ruta angustifolia*. *Faktor Exacta*, 9(3), 200-206.<http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/pengenalan-dan-identifikasi-spesies-jeruk/>
- Murdjoko, A., Marsono, D., Sadono, R., & Hadisusanto, S. 2016. Tree association with *Pometia* and its structure in logging concession of South Papua forest. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 22(3), 180-191.
- Nayak, A., Mandal, S., Banerji, A., & Banerji, J. 2010. Review on chemistry and pharmacology of *Murraya koenigii* Spreng (Rutaceae). *J Chem Pharm Res*, 2(2), 286-299.

- Nebo, L., Varela, R. M., Molinillo, J. M., Severino, V. G., Sarria, A. L., Casal, C. M., ... & Macias, F. A. 2015. Phytotoxicity of Triterpenes and Limonoids from the Rutaceae and Meliaceae. 5 $\alpha$ , 6 $\beta$ , 8 $\alpha$ , 12 $\alpha$ -Tetrahydro-28-norisotoonafolin—a Potent Phytotoxin from *Toona ciliata*. *Natural product communications*, 10(1), 1934578X1501000107.
- Noer, S., and Pratiwi, R. D. 2016. Uji kualitatif fitokimia daun *Ruta angustifolia*. *Faktor Exacta*, 9(3), 200-206.
- Novriyanti., Novriyanti., Wulan, C. 2018. Ragam jenis tumbuhan obat potensial di areal hutan kota muhammad sabki kota jambi. *Media Konservasi*, 23(2), 169-177.
- Oh, E. U., Chae, C. W., Kim, S. B., Lu, J. L., Yun, S. H., Koh, S. W., & Song, K. J. 2014. Chromosome redundancy and tree phenotype variation in autotetraploid Trifoliolate orange. *Horticultural Science & Technology*, 32(3), 366-374.
- Pratiwi, S. P. 2017. Studi aktivitas antimalaria in vitro pada tanaman *Melicope glabra* Blume. dan *Luvunga scandens* (Roxb.)Wight. yang tumbuh di kebun raya balikpapan, kalimantan timur. [Skripsi]. Surabaya: Universitas Airlangga
- Saputri, R.D., Tjahjandarie, S.T., Tanjung, M. 2019. Two novel coumarins bearing an acetophenone derivative from the leaves of *Melicope quercifolia*. *Natural Product Research*: 1-6. <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1644634>
- Sepsamli, L., Jumari, J., & Prihastanti, E. 2019. Ethnobotany of Balimo (*Zanthoxylum nitidum*) in the Kanayatn Dayak Community in Tapakng, West Kalimantan. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 11(3).
- Sirait, R., Mahadi, I., Suryawati, E. 2018. Isolasi DNA tumbuhan lokal melayu riau sebagai rancangan lkpd berbasis pendekatan saintifik pada materi genetik SMA kelas XII. *Jom FKIP* 5(2): 1-14
- Sirami, E. V., Marsono, D., Sadono, R., & Imron, M. A. 2019. Typology of native species as the shade tree for merbau (*Intsia bijuga*) plantations in Papua, Indonesia based on ecological species group. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(1), 43-53.
- Stace, H. M., & Armstrong, J. A. 1992. New chromosome numbers for Rutaceae. *Australian Systematic Botany*, 5(4), 501-505.
- Subandiyah S., Himawan, A., Joko, T., Astuti, I.P., Holford, P., Beattie G, A, C., Krueger, R. 2008. Colonization of Asiatic Citrus Psyllid and Huanglongbing Development on Citrus and Citrus Relatives in Indonesia. *IRCHLB Proceedings*: 393-
- Suhardjono, S. 2013. Hutan Mangrove di Kalitoko, Teluk Mayalibit, Pulau Waigeo, Kabupaten Raja Ampat, Propinsi Papua Barat. *Jurnal Biologi Indonesia*, 9(1).
- Sutomo, S., Undaharta, N. E., Bangun, T. M., & Lugrayasa, I. N. (2012). Studi awal komposisi dan dinamika vegetasi pohon hutan gunung pohen cagar alam batukahu bali. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 12(2).
- Tirta, I., & Wibawa, I. P. A. H. 2017. Eksplorasi Tumbuhan Yang Berpotensi Sebagai Penghasil Minyak Atsiri Di Lombok Timur-NTB. *Jurnal Biologi Udayana*, 21(1), 12-16.
- Tjahjandarie, T. S., Saputri, R. D., Wahjoedi, R. A., & Tanjung, M. (2018, September). Melimoluccanin, A new isoprenylated quinolone alkaloid from the leaves of *Melicope moluccana* TG Hartley. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1095, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.
- Tugay, O., & UlukUş, D. 2017. *Haplophyllum sahinii* (Rutaceae), a new species from Central Anatolia (Turkey). *Phytotaxa*, 297(3), 265-272.
- Uji, T. 2003. Keanekaragaman dan Potensi Flora di Cagar Alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat. *Biodiversitas*, 4(1), 112-117.
- Wardani, F. F., & Yudaputra, A. 2015. Inventarisasi Koleksi Tumbuhan Kebun Raya Bogor yang Berpotensi sebagai Pestisida Nabati. *Pros Semnas Masy Biodiv Indon Vol, 1*, 528-533.
- Wathan, N., & Imaningsih, W. 2019. Isolasi Jamur Endofit Dari Akar Tumbuhan Seluang Belum (*Luvunga sarmentosa* (Blume) Kurz.). *Jurnal Pharmascience*, 6(1), 68-73.

- Wahyuni, T. S., and Hafid, A. F. 2012. Aktivitas Anti Hepatitis C Fraksi Dari Ekstrak Etanol *Ruta angustifolia*. [Project Report]. Surabaya: Fakultas Farmasi Universitas Airlangga
- Wahyuningsih, M. S. H., Wahyuono, S., Santosa, D., Setiadi, J., Soekotjo., Widiastuti, S. M., Rakhmawati, R., Wahyuni, D, S, C. 2008. Eksplorasi tumbuhan dari hutan kalimantan tengah sebagai sumber senyawa bioaktif. *Biodiversitas*, 9(3), 169-172.
- Wijaya, C. H., Hadiprodjo, I. T., & Apriyantono, A. 2002. Identification of Volatile Compounds and Key Aroma Compounds of Andaliman Fruit (*Zanthoxylum Acanthopodium* DC.). *Food Sci. Biotechnol*, 2(6), 680-683.
- Wulandari, R. 2011. Isolasi, Identifikasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Inggu. [Skripsi]. Universitas Negeri Surakarta
- Yulianti, F., Purwito, A., Husni, A., Dinarti, D. 2015. Induksi Tetraploid Tunas Pucuk Jeruk Siam Simadu (*Citrus nobilis* Lour) Menggunakan Kolkisin secara In Vitro. *J. Agron. Indonesia* 43 (1): 66-71
- Zhu, H., Huang, Y. J., Ji, X. P., Su, T., & Zhou, Z. K. 2016. Continuous existence of *Zanthoxylum* (Rutaceae) in southwest China since the Miocene. *Quaternary International*, 392, 224-232.