

Keragaman dan Kekekabatan *Macaranga* Pulau Bangka

Macaranga Diversity and Genetic Relationship in Bangka Island

Melia Panca Rani¹⁾, Eddy Nurtjahya^{1, 2)*} & Marlina Ardiyani³⁾

- 1) Prodi Biologi, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung, Indonesia
- 2) Herbarium Bangka Belitungense, Universitas Bangka Belitung, Indonesia
- 3) Badan Riset dan Inovasi Nasional - BRIN, Indonesia

*Corresponding author: eddy_nurtjahya@yahoo.com

ABSTRAK

Macaranga Thou. (*Euphorbiaceae*) adalah marga terbesar yang dikenal sebagai perintis pada lahan terganggu akibat pembukaan lahan karena pertambangan, pertanian, dan pemukiman. Tujuan penelitian ini mencatat keragaman dan menganalisis kekerabatan *Macaranga* di Pulau Bangka serta membandingkannya dengan di kawasan Sundaland. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli - Desember 2018 di empat tipe habitat, yakni: perbukitan, hutan dataran rendah, hutan rawa gambut, dan lahan bukaan, dengan masing-masing di lima desa berbeda. Spesimen diidentifikasi dengan koleksi Herbarium Bangka Belitungense dan Herbarium Bogoriense. Sampel daun untuk uji molekuler menggunakan metode *teabag*, analisis DNA dengan primer kombinasi ITS4 dan ITS5, dan dianalisis dengan Maximum Likelihood. Lima spesies yang didokumentasikan adalah *M. bancana*, *M. gigantea*, *M. javanica*, *M. pruinosa*, dan *M. trichocarpa*. Semua jenis paling banyak tumbuh di hutan dataran rendah dan hutan perbukitan, *M. pruinosa* hanya ditemukan di hutan rawa gambut. *M. bancana* dan *M. pruinosa* memiliki kekerabatan dekat dengan *Macaranga* di kawasan Semenanjung Malaya, *M. trichocarpa* dekat dengan jenis di Borneo, sedangkan *M. javanica* tidak diketahui kedekatannya baik dengan Semenanjung Malaya atau Borneo karena tidak adanya sekuens pembandingan. *M. gigantea* tidak menunjukkan perbedaan genetik yang kuat dengan Semenanjung Malaya atau Borneo.

Kata Kunci: filogenetik, *Macaranga*, Pulau Bangka, Sunda land

ABSTRACT

Macaranga Thou. (*Euphorbiaceae*) is the largest genus which is known as a pioneer on disturbed land due to mining, agriculture, and settlements. The study aims to record diversity and analyze *Macaranga* relationships on Bangka Island and compare them with those in the Sundaland region. It was carried out in July – Desember 2018 in four habitat types: hills, lowland forest, peat swamp forest, and open land, with each in five different villages. Specimens were identified with the collections of Herbarium Bangka Belitungense and Herbarium Bogoriense. Leaf samples for molecular tests used the *teabag* method, DNA analysis with a combination of primers ITS4 and ITS5, and analysis using Maximum Likelihood. The five species documented are *M. bancana*, *M. gigantea*, *M. javanica*, *M. pruinosa*, and *M. trichocarpa*. All species grow mostly in lowland forests and hill forests, *M. pruinosa* is only found in peat swamp forests. *M. bancana* and *M. pruinosa* are closely related to *Macaranga* in the Malay Peninsula, *M. trichocarpa* is close to the species in Borneo, while *M. javanica* is not known to be related to either the Malay Peninsula or Borneo because there are no comparable sequences. *M. gigantea* does not show strong genetic differences from the Malay Peninsula or Borneo.

Keywords: phylogenetic, *Macaranga*, Bangka Island, Sundaland

PENDAHULUAN

Luas hutan di Pulau Bangka Belitung menurut SK.798/Menhut-II/2012 (2014) yaitu 674.934 ha, dan terjadi penurunan luasan kawasan hutan menjadi 657.510 ha pada tahun 2014. Pembukaan lahan ini memungkinkan tumbuhan pionir untuk tumbuh. Tumbuhan pionir berperan penting dalam mempersiapkan kondisi habitat bagi jenis suksesi akhir. Secara alami, jenis pohon pionir mampu hidup dalam kondisi substrat yang minim (Pratiwi et al. 2021). Pada tingkat kerusakan tanah yang tinggi seperti aspek kekompakan tanah di bekas penambangan batubara di Kalimantan, jenis pionir seperti *Macaranga motleyana* membutuhkan waktu adaptasi di tahun pertama (Adman, et al., 2020).

Macaranga Thou. dari suku *Euphorbiaceae* dengan 307 jenis (<https://powo.science.kew.org/>) adalah marga terbesar di dunia yang dikenal sebagai pohon perintis atau pionir yang sekarang banyak ditemukan di daerah yang terganggu akibat pembukaan lahan di Kawasan Malaysia bagian Barat dan New Guinea, namun kurang umum di Sulawesi, Maluku dan Jawa. Sebagai tumbuhan perintis yang tumbuh cepat, *Macaranga* sering ditemukan tumbuh di hutan dataran rendah di kawasan Malesiana (Dixit, et al., 2023). Hutan sekunder dan terutama di bukaan hutan hujan daerah tropis dan subtropis, dengan curah hujan per tahun 950 - 4000 mm, pada ketinggian 0 - 800 mdpl (Florabank, 2015), di berbagai jenis tanah (World Agroforestry Centre, 2015). Sebagian jenis *Macaranga* ditemukan di semak belukar, perbukitan terbuka, sawah, bukaan hutan dataran rendah, hutan rawa gambut, hutan hujan, lahan pembukaan jalan (World Agroforestry Centre, 2015), hutan bukaan karena penebangan pohon (Sadili, 2016).

Macaranga Thou. ditemukan pertama di Madagaskar dan memiliki persebaran dari dunia lama tropis dan subtropis sampai dengan Pasifik (<https://powo.science.kew.org/>). Pusat keragaman jenis *Macaranga* tertinggi

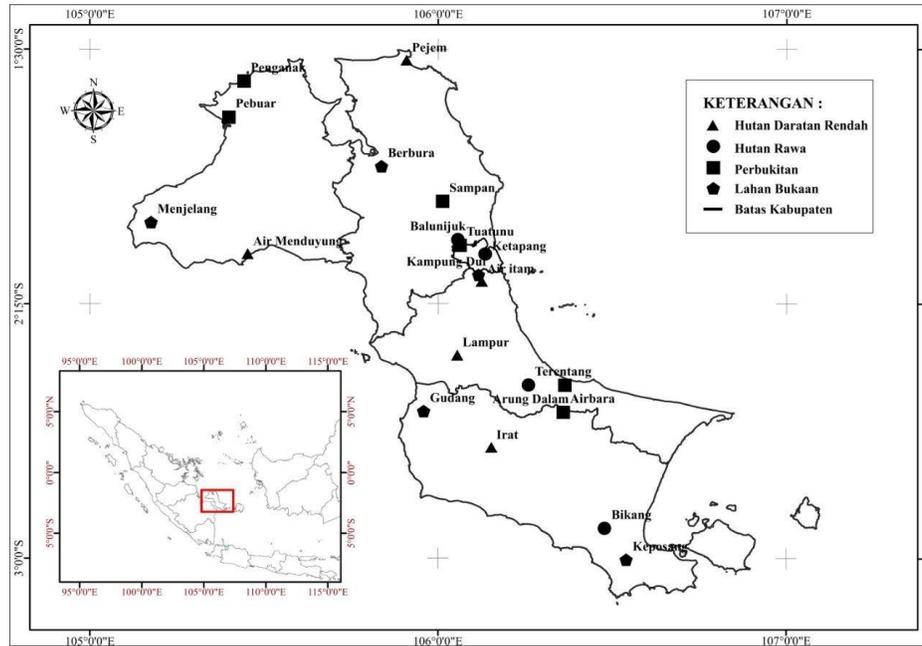
ditemukan di Borneo dan New Guinea (Plant Use, 2016). Di hutan primer Serawak, tercatat 21 jenis *Macaranga* (Usun, et al., 2015). Dari data genetik *Macaranga*, ada perbedaan kuat antara populasi dari Timur (Borneo) dan sebelah Barat Sundaland (Sumatra, Semenanjung Malaya). Fiala, et al. (1999) menemukan bahwa terdapat 19 spesies yang ada di kawasan Borneo, Semenanjung Malaysia dan Sumatra, dan 12 spesies diantaranya hanya ditemukan di Borneo. Sebanyak enam jenis yakni *M. hosei*, *M. hullettii*, *M. hypoleuca*, *M. motleyana*, *M. pruinosa* dan *M. triloba* ditemukan di Borneo, Semenanjung Malaya dan Sumatra. Sekalipun Kepulauan Bangka Belitung secara geografis terletak di dekat Sumatra, populasi *Macaranga* dari Pulau Bangka Belitung dan pulau-pulau kecil sekitarnya diduga menunjukkan kedekatan keragaman genetik dengan yang ada di Borneo (Guicking, et al., 2017). Bänfer, et al. (2006) menyebut adanya migrasi beberapa jenis *Macaranga* dari Semenanjung Malaya ke Borneo saat daratan Sundaland masih menyatu. Pembukaan lahan yang banyak terjadi di Pulau Bangka diikuti dengan pertumbuhan pionir termasuk *Macaranga*. Oleh karena itu inventarisasi jenis *Macaranga* di Pulau Bangka dilakukan untuk mendata keragaman dan menganalisis kekerabatannya serta membandingkannya dengan *Macaranga* di kawasan Sundaland (Borneo, Sumatra dan Semenanjung Malaya). Diharapkan hasil studi ini lebih memperkuat kajian persebaran jenis *Macaranga* di kawasan Sundaland.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di empat habitat, yakni hutan dataran rendah, hutan perbukitan, hutan rawa, lahan bukaan, dan masing-masing di lima desa berbeda di Pulau Bangka pada bulan Juli 2018 – Oktober 2018 (Gambar 1). Lokasi desa sampel dari habitat hutan dataran rendah adalah Airitam, Pejem, Lampur, Irat, dan Air Menduyung; hutan

perbukitan adalah Kampul Dul, Berbura, Keposang, Gudang, dan Menjelang; hutan rawa adalah Bikang, Terentang, Ketapang, Balunijuk, dan Pebuar; dan lahan bukaan

adalah Tuatunu, Sempan, Arung Dalam, Air Bara, dan Penganak.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian keragaman dan kekerabatan *Macaranga* Pulau Bangka

Pengambilan Contoh *Macaranga*

Pengambilan contoh specimen untuk herbarium dan uji molekuler dilakukan dengan metode jelajah yang ditumbuhi oleh *Macaranga*. Semua jenis *Macaranga* yang ditemukan pada lokasi penelitian dikoleksi. Pengamatan karakteristik morfologi *Macaranga* meliputi habitus, ranting dan simbiosis, diameter batang, bentuk dan struktur daun, bentuk stipula, dan buah. Tipe ranting yang diamati meliputi permukaan, rongga dan simbiosisnya dengan semut. Identifikasi *Macaranga* dilakukan dengan membandingkan specimen dengan koleksi Herbarium Bangka Belitungense di Universitas Bangka Belitung, dan identifikasi lanjut di Herbarium Bogoriense. Pengambilan sampel daun untuk uji molekuler menggunakan metode *teabag* (Wilkie, et al., 2013). Analisis secara molekuler akan dilakukan dengan metode DNA *sequencing* wilayah ITS dari genom inti dengan

menggunakan primer ITS4 dan ITS 5 kombinasi dari Bänfer, et al., (2006).

Analisis DNA

Sebanyak 10 sampel (kode MPR 01 sd. MPR 10) dari 2 sampel tiap jenis dari lokasi yang berbeda dianalisis DNA (Tabel 1). Analisis DNA dilakukan di Laboratorium Sistemika Molekuler Tumbuhan Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi - LIPI.

Metode yang digunakan adalah metode CTAB, metode Doyle dan Doyle (1987). Hasil ekstraksi DNA divisualisasikan menggunakan elektroforesis. Hasil gel diamati dalam *UV transilluminator*. DNA hasil purifikasi diamplifikasi dengan kombinasi primer ITS4 dan ITS5 (Bänfer et al., 2006). Fragmen yang terlihat dibandingkan dengan kontrol positif dan DNA penanda. DNA hasil purifikasi dari pelarut PCR dikirim ke 1st BASE di Malaysia untuk penentuan urutan DNA. Hasil sampel digabungkan antara *reverse* dan *forward* nya

dengan software ChromasPro, dan dibandingkan dengan urutan terdekat hasil sekuens spesies *Macaranga* dengan marker ITS, lokasi sampel dari Sumatra, Borneo, dan Semenanjung Malaysia dari GeneBank *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) dengan website (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).

Analisis data

Data DNA hasil sekuens gen ITS *Macaranga* dalam bentuk kromatogram divisualisasikan menggunakan Finch TV untuk mengetahui kualitas sekuens dan dianalisis dengan pohon filogeni menggunakan *CrustalW muscle* dan kontruksi pohon filogenetik menggunakan program *molecular evolutionary genetics analysis* (MEGA6) dengan *Maximum Likelihood* dan *Bootstrap method* (Tamura, et al., 2013).

Tabel 1 Sampel *Macaranga* untuk analisis DNA

No.	Kode spesimen	Spesies	Lokasi (desa, kecamatan, kabupaten/kota)
1.	MPR 01	<i>Macaranga bancana</i>	Pebuar, Jebus, Bangka Barat
2.	MPR 02	<i>Macaranga pruinosa</i>	Berbura, Riau Silip, Bangka
3.	MPR 03	<i>Macaranga javanica</i>	Menjelang, Muntok, Bangka Barat
4.	MPR 04	<i>Macaranga trichocarpa</i>	Pejem, Belinyu, Bangka
5.	MPR 05	<i>Macaranga pruinosa</i>	Bikang, Toboali, Bangka Selatan
6.	MPR 06	<i>Macaranga gigantea</i>	Airbara, Air Gegas, Bangka Selatan
7.	MPR 07	<i>Macaranga gigantea</i>	Air Menduyung, Simpang Teritip, Bangka Barat
8.	MPR 08	<i>Macaranga bancana</i>	Kelurahan Dul, Pangkalanbaru, Bangka Tengah
9.	MPR 09	<i>Macaranga trichocarpa</i>	Keposang, Toboali, Bangka Selatan
10.	MPR 10	<i>Macaranga javanica</i>	Airbara, Air Gegas, Bangka Selatan

Analisis filogenetik dilakukan dengan membandingkan *Macaranga* di Borneo dan Semenanjung Malaya. Pembentukan pohon filogenetik menggunakan model evolusi Tamura 3 parameter + Gamma (T9+G) dengan analisis Maximum likelihood MEGA6. Pohon filogenetik dikonstruksi menggunakan metode Maximum Likelihood. Pohon filogenetik diuji secara statistik menggunakan metode *bootstrap* sebanyak 1000 ulangan untuk memperoleh tingkat kepercayaan yang tinggi (Hall, 2017; Pangestika, et al., 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis *Macaranga*

Tercatat lima spesies *Macaranga* di Pulau Bangka yaitu *Macaranga bancana* (mahang), *Macaranga pruinosa* (mang), *Macaranga gigantea* (mempari), dan *Macaranga trichocarpa*, *Macaranga javanica* (danglo). Menurut Davies

(komunikasi pribadi, 2018) ada 8 jenis *Macaranga* yang diperkirakan ada di Pulau Bangka, namun dalam penelitian ini ada lima jenis *Macaranga* yaitu: *M. bancana*, *M. pruinosa*, *M. gigantea*, *M. javanica*, dan *M. trichocarpa*. Keragaman spesies di Pulau Bangka termasuk sedikit, sementara di kawasan Semenanjung Malaya tercatat 23 jenis *Macaranga* yang berasosiasi dengan semut (Putri, et al., 2016), dan di Borneo tercatat sekitar 55 jenis (Davies, et al., 1998).

Lokasi Jenis *Macaranga*

Semua jenis *Macaranga* ditemukan paling banyak di hutan dataran rendah dan hutan perbukitan (Tabel 2). *M. bancana* banyak ditemukan di hampir semua habitat di Pulau Bangka, dan di hutan rawa gambut hanya ditemukan *M. pruinosa* di empat dari 5 lokasi yang diteliti, dan *M. bancana* ditemukan hanya di 1 lokasi. *M. javanica* adalah spesies dengan persebaran terendah,

tercatat hanya di Desa Air Bara, Kec. Air Gegas, bagian Barat Daya Bangka Selatan

dan tidak ditemukan di Selatan Bangka Selatan.

Tabel 2 Keberadaan jenis-jenis *Macaranga* di empat habitat di Pulau Bangka

No	Habitat	Lokasi	Jenis				
			<i>M. bancana</i>	<i>M. pruinosa</i>	<i>M. gigantea</i>	<i>M. trichocarpa</i>	<i>M. javanica</i>
1.	Hutan dataran rendah	Air Itam, Kec. Bukit Intan	√	√	-	-	√
		Pejem, Kec. Belinyu	√	√	√	√	√
		Lampur, Kec. Sungaiselan	√	√	√	√	√
		Irat, Kec. Payung	√	-	-	√	-
		Air Menduyung, Kec. Simpang Teritip	-	√	√	√	-
2.	Hutan Perbukitan	Kampung Dul, Kec. Pangkalan Baru	√	√	√	√	√
		Berbura, Kec. Riau Silip	√	√	√	√	√
		Keposang, Kec. Toboali	√	-	√	√	-
		Gudang, Kec. Simpang Rimba	√	-	√	√	-
		Menjelang, Kec. Muntok	√	-	√	-	√
3.	Hutan rawa gambut	Bikang, Kec. Toboali	-	√	-	-	-
		Terentang, Kec. Koba	-	√	-	-	-
		Ketapang, Kec. Pangkalbalam	-	-	-	-	-
		Balunijuk, Kec. Merawang	-	√	-	-	-
		Pebuar, Kec. Jebus	√	√	-	-	-
4.	Lahan bukaan	Tuatunu Kec. Gerunggang	√	√	-	√	√
		Sempan, Kec. Pemali	√	√	-	√	√
		Arung Dalam, Kec. Koba	√	-	-	-	-
		Air Bara Kec. Air Gegas	-	-	√	-	√
		Penganak, Kec. Parit Tiga	-	-	√	-	-

Ket : √ = terdapat *Macaranga*, - = tidak ada *Macaranga*

Tingginya keragaman *Macaranga* di habitat perbukitan dan hutan dataran rendah, serupa dengan penelitian Slik, et al. (2011) bahwa *Macaranga* adalah tumbuhan perintis yang mudah tumbuh di tempat yang terganggu akibat pembukaan perkebunan, pembukaan jalan, pembakaran hutan di kawasan perbukitan yang memiliki tekstur tanah yang halus, kaya nutrisi dan cukup air sangat baik bagi pertumbuhan tumbuhan perintis. Davies (2001), menyatakan bahwa *Macaranga*, seperti *M. javanica* memerlukan intensitas cahaya yang tinggi dan tanah bebatuan; kandungan dan tekstur tanah mempengaruhi persebarannya. Pada penelitiannya di hutan bukaan di Kalimantan Timur, Susanto, et al. (2017) menduga unsur K, Ca, dan Mg. sangat dibutuhkan dalam jumlah yang banyak untuk

pertumbuhan *M. gigantea*.

M. pruinosa ditemukan di hutan rawa gambut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Slik, et al. (2011) yang menyatakan bahwa hutan rawa gambut memiliki komposisi spesies yang berbeda, karena umumnya memiliki produktivitas rendah, dan keragaman yang buruk. *M. pruinosa* adalah jenis pohon pada suksesi awal di kebanyakan hutan rawa, hutan rawa gambut dan di dataran rendah yang terganggu hingga ketinggian 100 m. *Macaranga* jenis ini berlimpah di habitat rawa gambut di Sumatra, Semenanjung Malaya dan di Borneo. *Macaranga bancana*, *M. pruinosa*, *M. gigantea*, dan *M. trichocarpa* tersebar merata dari barat-selatan Pulau Bangka, sedangkan *M. javanica* memiliki persebaran yang rendah di Bangka bagian Selatan dan hanya ditemukan di Desa

Airbara.

Karakteristik Morfologi

Dari karakterisasi morfologi *Macaranga* (Tabel 3), terdapat 3 jenis berhabitus pohon dan 2 jenis berhabitus semak. Hanya *M. bancana* yang memiliki rongga (*hollow*) dan berasosiasi dengan semut, dan *M. pruinosa* juga bersimbiosis dengan semut di bagian daun penumpu (*stipula*). *M. gigantea* dan *M.*

trichocarpa masing-masing memiliki permukaan ranting yang berbulu banyak dan sedikit. Semua tepi dan ujung daun dari kelima jenis adalah bergerigi (*serrate*) dan meruncing (*caudate*). Ada dua bentuk daun, 3 lobus (*trilobed*) dan 1 lobus (*no lobed*). Tipe pembungaan dari kelima jenis ini sama terletak pada ketiak daun (*aksiler*) dan majemuk. Karakter tsb. digunakan untuk menyusun kunci determinasi.

Kunci Determinasi *Macaranga*

1. a. Daun berlobus 3 atau lebih.....2b
 - b. Daun satu lobus.....2a
2. a. Daun dengan pangkal daun bertulang menjari.....3b
 - b. Daun dengan pangkal tulang membulat dan bertulang menyirip3a
3. a. Daun dengan rambut- rambut halus di permukaan atas dan bawah.....4a
 - b. Daun halus tidak memiliki rambut-rambut dipermukaanya.....4b
4. a. Tepi daun bergerigi5a
 - b. Tepi daun halus.....5b
5. a. Bunga berkelamin dua, ukuran kurang dari 1 cm.....6
 - b. Bunga berkelamin dua, ukuran lebih dari 1 cm.....*Mallotus*
6. a. Ranting berongga (*hollow*), ranting merah, getah putih.*M. bancana*
 - b. Ranting padat, ranting hijau, getah putih.7a
7. a. Bersimbiosis dengan semut di stipula, *interpetiulus*, *peltate*.....*M. pruinosa*
 - b. Stipula dan batang bersih dari semut8a
8. a. Daun 3 lobus, stipula *ventral*, biji dengan getah.....*M. gigantea*
 - b. Daun 1 lobus (*bilobed*), biji tidak ada getah.....9a
9. a. Stipula lateral, daun *ovate*, *no lobed*, tepi *entire*.....*M. javanica*
 - b. Stipula *ventral*, daun *ovate*, tepi *serrate*, biji dengan rambut..... *M. trichocarpa*

Secara ekologi, *M. bancana* adalah salah satu spesies yang ditemukan di hutan primer, hutan sekunder di tanah berpasir dan liat hingga 700 m dpl. dan tersebar di Semenanjung Thailand dan Malaysia, Sumatra dan Kalimantan (Flora & Fauna Web, 2024). *M. gigantea* adalah salah satu paling mudah dikenali dari semua pohon di kawasan Hutan di Bangka (Davies, 2001). Ekologi persebaran *M. gigantea* di Pulau Bangka merata banyak ditemukan di sepanjang bukaan jalan dan di dalam hutan dataran rendah, hutan perbukitan hingga ketinggian 600 mdpl, di tepi bukit berbatu yang memiliki tanah liat, tidak kering. *M. gigantea* termasuk dalam bagian Grup Pruinosa, yang paling dekat hubungannya

dengan *M. pentaloba* dan *M. pruinosa* (Davies 2001). *M. gigantea* adalah jenis *native* yang tersebar di Borneo, Malaya, Myanmar, Nicobar Island, Sulawesi, Sumatera, Thailand (Royal Botanic Garden, 2023)

M. trichocarpa adalah jenis yang mampu tumbuh di ketinggian 600 m dan merupakan pionir awal di hutan yang sangat terganggu atau dalam vegetasi semak dan sering membentuk tegakan yang rapat (Asiaplant, 2024) dan tersebar dari Myanmar, Indochina Selatan sampai Semenanjung Malaysia, Sumatra dan Kalimantan.

M. pruinosa merupakan pohon yang sering dijumpai melimpah di hutan rawa gambut yang masam, sedikit di perbukitan dan

hutan dataran rendah (Davies, 2001). Perbungaannya tegak lurus, spiral pada cabang perbungaan; *bracteolus* berbentuk bulat. Biji memiliki 2 lokus dengan bagian luar terdapat getah kuning dan biji berwarna merah muda. Bentuk kanopi *M. pruinosa* sangat seragam dan khas di hutan rawa gambut. Distribusi *M. pruinosa* di Indonesia meliputi Bangka, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Riau, Sumatra, dan Malaysia, Peninsula, dan Thailand. Daun *M. javanica* tidak bertumpu pada tengah (*peltate*). Daun

penumpu (*stipula*) *ovate*, dengan bulatan (*nerve*) di tengah. *Bracteoles* berbentuk elips. Buah pertama dikelilingi oleh duri-duri kecil lemah dan buah sedikit berlobus dan sedikit berlobus, yang berisi 2 biji berwarna coklat dan halus. *M. javanica* ditemukan di tepi jalan dengan tekstur tanah liat, podsolik merah-kuning di Pulau Bangka. Distribusi *M. javanica* ada di Sumatra dan Jawa (Plant Use, 2016). dapat dirujuk secara berkelompok.

Tabel 3 Karakter Morfologi *Macaranga* di Pulau Bangka

Karakteristik	<i>M. bancana</i>	<i>M. pruinosa</i>	<i>M. gigantea</i>	<i>M. trichocarpa</i>	<i>M. javanica</i>
Habitus; tinggi ±STD (m)	pohon; 6,14±2,12	pohon; 7,57±2,98	pohon; 18,56±6,39	semak; 4,03±0,83	semak; 2,96±1,78
Diameter batang ±STD (cm)	12,96±8,01	15,67±7,49	28±12,22	4,93±0,88	3,76±2,21
Ranting	berongga	padat	padat	padat	padat
Simbiosis dengan semut	di dalam ranting	di stipula	tidak ada	tidak ada	tidak ada
Warna daun penumpu (stipula); tipe	merah kehitaman, <i>recurved</i>	hijau kuning, <i>interpetiolus</i>	kuning, <i>ventral</i>	berwarna kuning, <i>ventral</i>	merah pudar, <i>lateral</i>
Helaian, lobus, ujung tepi daun	<i>peltate, trilobed, caudate, serrate</i>	<i>peltate, trilobed, caudate, serrate</i>	<i>peltate, trilobed, caudate, serrate</i>	<i>cordate, no lobed, caudate, serrate</i>	<i>ovate, no lobed, caudate, entire</i>
Bunga; letak, bentuk pembungaan	-	-	-	<i>aksiler, majemuk, raceme</i>	<i>aksiler, majemuk, thyrs</i>
Biji; warna, jumlah, rambut, butiran getah	hijau pudar, 5 biji, tidak ada rambut, ada getah	hijau kuning, 2 biji, ada butiran getah kuning	hijau kuning, 2 biji, ada butiran getah kuning	hijau, 2 biji, rambut, putih tidak ada getah	hijau pudar, 2 biji, butiran getah kuning

Keterangan: - = tidak ditemukan

Kekerabatan *Macaranga* Pulau Bangka

Hasil amplifikasi DNA oleh primer ITS 4 dan ITS 5 pada daerah target gen ITS *Macaranga* memperoleh produk amplifikasi berukuran antara 700-800 bp. Panjang fragmen DNA *Macaranga* terpendek 670 bp (MPR 07), dan fragmen terpanjang 728 bp (MPR 09) (Tabel 4). Hasil amplifikasi DNA sesuai dengan pernyataan Baldwin, et al., (1995) bahwa daerah ITS pada tanaman berukuran antara 500-700 bp. Konstruksi pohon filogenetik menempatkan *Mallotus thoreii* sebagai *outgroup*. *Outgroup* sangat dibutuhkan dalam konstruksi pohon filogenetik untuk memberikan polarisasi karakter atau ciri, yaitu karakter apomorfik dan pseiomorfik (Pangestika, et al., 2015).

Ada jarak genetik yang jauh antara

Macaranga dan *Mallotus*; Sekuens *Mallotus thorelii* DQ866624 digunakan sebagai *out group* (Gambar 2). Analisis *bootstrap* pada pohon filogenetik yang menunjukkan nilai di bawah 50 tidak dapat diketahui kedekatan antar jenisnya. *M. bancana* dari Jebus Bangka Barat dan Pangkalanbaru Bangka Tengah MPR 01 dan MPR 08 membentuk clade dengan *M. bancana* AF361114 dan AF361166 dengan nilai *bootstrap* 60% dan persentase kemiripan basanya 100%, yang merupakan *M. bancana* dari kawasan Semenanjung Malaya. *M. bancana* Pulau Bangka memiliki persentase kemiripan basa 99,84% dengan perbedaan satu basa yaitu dengan *M. bancana* AF361113 dan AF361165 dari Borneo, dan Semenanjung Malaya.

Tabel 4 Panjang fragmen DNA *Macaranga* hasil sekuensing

Spesies	Panjang sekuens (bp)
---------	----------------------

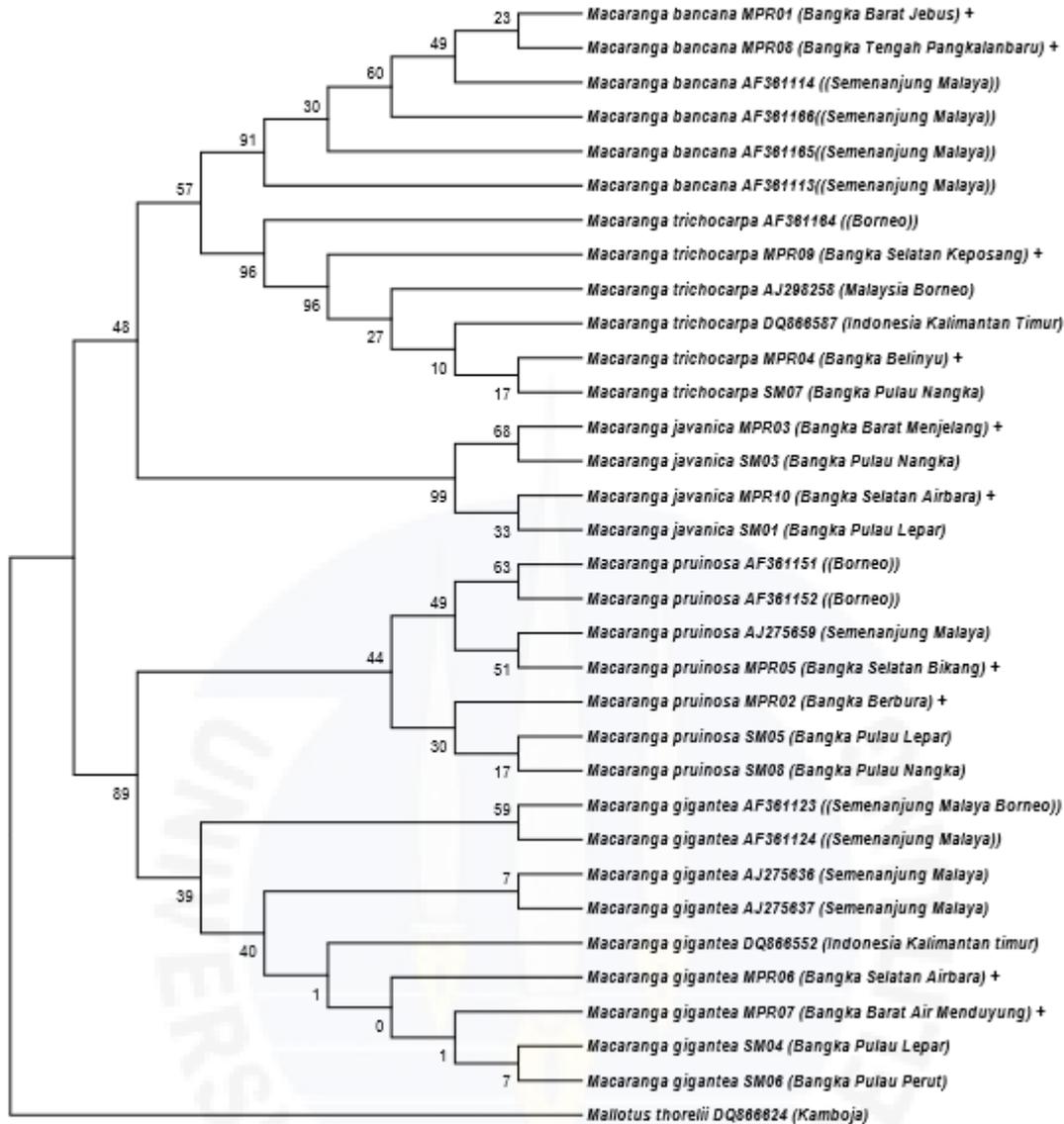
<i>Macaranga bancana</i> / (MPR01)	724
<i>Macaranga pruinosa</i> / (MPR02)	723
<i>Macaranga javanica</i> / (MPR03)	724
<i>Macaranga trichocarpa</i> / (MPR04)	724
<i>Macaranga pruinosa</i> / (MPR05)	720
<i>Macaranga gigantea</i> / (MPR06)	723
<i>Macaranga gigantea</i> / (MPR07)	670
<i>Macaranga bancana</i> / (MPR08)	723
<i>Macaranga trichocarpa</i> / (MPR09)	728
<i>Macaranga javanica</i> / (MPR10)	726

M. pruinosa MPR 05 dari Bikang Bangka Selatan menunjukkan kedekatan dengan membentuk clade dengan *M. pruinosa* AJ275659 dari Semenanjung Malaya dengan nilai *bootstrap* 51% persentase kemiripan 100%, sedangkan *M. pruinosa* MPR 02 dari Maras Bangka lebih berkerabat dekat dengan *M. pruinosa* SM 05 dan SM 08 dari Pulau Lepar dan Pulau Nangka Bangka dibandingkan dengan *M. pruinosa* lainnya. Perbedaan MPR 02 dengan MPR 05 hanya satu basa dengan persentase kemiripan 99,84%. *M. pruinosa* dan *M. bancana* dari Pulau Bangka berkerabat dekat dengan jenis dari kawasan Semenanjung Malaya. Hasil analisis *pairwise distance* juga menunjukkan bahwa persentase kemiripan basanya masing-masing 100%. Hal ini sesuai dengan Zirpel, et al. (2014) bahwa populasi *M. gigantea*, *M. hypoleuca*, *M. pruinosa*, dan *M. tanarius* dari Sumatera dan Bangka secara genetik berkerabat dekat dengan populasi *Macaranga* dari Semenanjung Malaya.

M. trichocarpa MPR 09 Keposang Bangka Selatan membentuk clade dengan *M. trichocarpa* AJ296258 dari Borneo, *M. trichocarpa* DQ866587, *M. trichocarpa* MPR 04 dari Bangka Belinyu dan *M. trichocarpa* SM 07 dari Pulau Nangka Bangka Tengah dengan nilai *bootstrap* 96% (Gambar 2). *M. trichocarpa* MPR 09 Keposang Bangka Selatan mempunyai

kemiripan basa 99,83% dengan *M. trichocarpa* AJ296258 dengan perbedaan hanya satu basa. *M. trichocarpa* MPR 04 dari Bangka Belinyu, SM 07 dari Pulau Nangka Bangka Tengah dan kawasan Kalimantan Timur *M. trichocarpa* DQ866587 mempunyai persentase kemiripan basa 100%.

M. javanica tidak memiliki data pembandingan dari Sumatera, Semenanjung Malaya maupun dari Borneo di dalam data *Genbank*. *M. javanica* MPR 03 dari Muntok Bangka Barat membentuk clade dengan *M. javanica* SM 03 di Pulau Nangka Bangka Tengah dengan nilai *bootstrap* 68% dengan persentase kemiripan basanya 100%, sedangkan *M. javanica* MPR 10 dari Air Bara Bangka Selatan membentuk clade dengan *M. javanica* SM 01 dari Pulau Lepar, di sebelah selatan Pulau Bangka. MPR 03, SM 03 dan MPR 10, SM 01 memiliki perbedaan satu basa dengan persentase kemiripan 99,83%. *M. gigantea* MPR 06 dan MPR 07 dari selatan dan barat Pulau Bangka tidak membentuk clade dengan *M. gigantea* DQ866552 dari Kalimantan Timur (Gambar 2) persentase kemiripan basa antara *M. gigantea* MPR 06 dan MPR 07 adalah 100%. Persentase kemiripan basa MPR 06 dan MPR 07 dengan AF361123 dan AF361124 dari Borneo 99,84% dengan perbedaan hanya satu basa.



Gambar 2. Filogenetik *Macaranga* di Pulau Bangka (+ = sampel *Macaranga* Pulau Bangka)

Filogeografi *Macaranga* di kawasan Sundaland menunjukkan perbedaan yang jelas antara Sumatera dan Borneo, ada sejarah evolusi *vicariance* yang mendalam. Menurut Guicking, et al., (2017) perbedaan populasi genetik di Wilayah Timur dan Barat Sundaland kurang ditunjukkan oleh *M. gigantea* dari Pulau Bangka yang mempunyai persentase kemiripan basa 100%. Perbedaan genetik *Macaranga* dari Kawasan Semenanjung Malaya dan Borneo dapat dilihat dari sejarah geologi Sundaland. Pada 35 juta tahun yang lalu, daerah Sundaland mulai berotasi berlawanan dengan arah jarum

jam, bagian Semenanjung Malaya, Timur Kalimantan dan Jawa secara relatif bergerak ke Utara. Rotasi tersebut berlangsung disebabkan karena adanya interaksi lempeng India ke Asia. Pada zaman Paleozoikum, Pulau Bangka dan laut sekitarnya merupakan daratan, kemudian pada zaman Karbon – Trias berubah menjadi laut dangkal, dan orogenesis kedua terjadi pada masa Mesozoikum dimana Pulau Bangka muncul ke permukaan (Mardiah, 2013). Pada mula Paleozoikum, Pulau Bangka berhubungan dengan Semenanjung Malaya, yang dicirikan oleh daerah berbukit dengan ketinggian batuan

dasar yang membatasi cekungan Sumatra Selatan di bagian timur dan cekungan Sunda di bagian utara (Barber, et al., 2005). Adanya pergerakan dari Semenanjung Malaya ke utara, sangat memungkinkan migrasi vegetasi pionir seperti *Macaranga* ke Pulau Bangka. Hal ini juga didukung oleh keberadaan Pulau Bangka dalam Sabuk Timah Asia Tenggara (Ng, et al., 2017). Secara geologi, bebatuan di Pulau Bangka memiliki kemiripan dengan bebatuan yang ada di Semenanjung Malaya dan Sumatera. Terkait asal *Macaranga* – *Mallotus* Clade, penelitian Wilf, et al., (2023) menyimpulkan bahwa Sundaland bukan merupakan asal penyebarannya karena tidak tersedianya fosil dan juga lautan yang luas yang membentang dan perubahan lintang antara Sundaland ke Gondwana di awal Paleogene.

Berdasarkan pohon filogenetik tersebut diketahui bahwa gen *internal transcribed spacer* (ITS) memberikan gambaran yang informatif mengenai filogenetik molekuler dari *Macaranga* pada antar spesies, tetapi kurang informatif untuk antar aksesi *Macaranga*. Penggunaan marker ITS tidak dapat menunjukkan kekerabatan antar semua aksesi *Macaranga*, karena perbedaan basa antar aksesinya terlihat sangat kecil. Identifikasi molekuler dengan primer ITS 1 dan ITS 4 terbukti berhasil diterapkan pada 16 jenis pohon dari 9 famili di hutan rawa gambut Tripa, Aceh (Thomy, et al. 2018). Untuk mengetahui kedekatan populasi genetik *Macaranga* antar wilayah *Sundaland* lebih spesifik diperlukan uji sampel dari Borneo, Sumatera, Semenanjung Malaya dan untuk melihat antar aksesi digunakan metode PCR fragmen seperti: AFLP, RAPD, ISSR, SRAP dan mikrosatelit.

KESIMPULAN

Lima spesies *Macaranga* ditemukan di Pulau Bangka yaitu: *M. bancana*, *M. gigantea*, *M. pruinosa*, *M. javanica*, dan *M. trichocarpa* dengan karakteristik yang berbeda-beda. Analisis filogenetik menunjukkan bahwa *M. bancana* dan *M. pruinosa* memiliki kekerabatan dekat dengan *Macaranga* di

kawasan Semenanjung Malaya, *M. trichocarpa* dekat dengan jenis di Borneo, sedangkan *M. javanica* tidak diketahui kedekatannya baik dengan Semenanjung Malaya atau Borneo karena tidak adanya sekuens pembandingan. *M. gigantea* tidak menunjukkan perbedaan genetik yang kuat dengan Semenanjung Malaya atau Borneo. Penggunaan marker ITS kurang efektif untuk melihat kedekatan intra jenis *Macaranga* karena sangat kecilnya perbedaan basa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan ke Laboratorium Sistematika Molekuler Tumbuhan Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi – LIPI yang telah memberikan fasilitasi pengujian molekuler.

DAFTAR PUSTAKA

- Adman, B., Nugroho, A., W., & Yassir, I. (2020). The growth of local tree species on post-coal mining areas in East Kalimantan. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 7(2), 83-97
- [Asianplant]. 2024. *Macaranga* and *Mallotus* species of Borneo. <https://www.asianplant.net/MacMalBorneo/> [19 Januari 2024]
- [BPS Prov. Kep. Babel] Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2016). *Kepulauan Bangka Dalam Angka 2015/2016*. Pangkal Pinang: BPS Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- Baldwin, B.G., Sanderson, M.J., Porter, J.M., Wojciechowski, M.F., Campbell, C.S., & Donoghue, M.J. (1995). The ITS region of nuclear ribosomal DNA: A valuable source of evidence on angiosperm phylogeny. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 82(2), 247-277.
- Bänfer, G., Moog, U., Fiala, B., Maryati, M., Weising, K., & Blattner, F.R. (2006). A chloroplast genealogy of myrmecophytic *Macaranga* species (*Euphorbiaceae*) in

- Southeast Asia reveals hybridization, vicariance and long-distance dispersals. *Molecular Ecology*, 15, 4409–4424.
- Barber, A.J., Crow, M.J., & De Smet MEM. (2005). *Tectonic Evolution*. In: Barber AJ, Crow MJ, Milsom JS (eds.), Sumatra :Geology, Resources and Tectonic Evolution. Geological Society Memoir No. 31.
- Davies, S.J. (2001). Systematic of *Macaranga* Sects *Pachystemon* and *Pruinosae* (Euphorbiaceae). *Harvard Papers in Botany*, 6(2), 371–448.
- Davies, S.J., Lum, S.K.Y., Chan, R., & Wang, L.K. (2001). Evolution of Myrmecophytism in Western Malesian *Macaranga* (Euphorbiaceae). *Evolution*, 55(8), 1542-1559.
- Davies, S.J., Palmiotto, P.A Ashton, P.S., Hua, S.L., & Lafrankie, J.V. (1998). Comparative ecology of 11 sympatric species of *Macaranga* in Borneo: tree distribution in relation to horizontal and vertical resource heterogeneity. *Journal of Ecology*, 86, 662-673.
- Dixit, N.M., Zirpel, M., Slik, J.W.F., Jamsari, J., Weising, K., & Guicking, D. (2023). Biogeography of the Sunda Shelf revisited: Insights from *Macaranga* section *Pruinosae* (Euphorbiaceae). *Front. Ecol. Evol.*, 10, 1049243.
- Doyle, J.J., & Doyle, J.L. (1987). Isolation of plant from tissue. *Focus*, 1(1), 13-15. FAO 2007. Ecocrop. <http://ecocrop.fao.org/>. [14 Januari 2018].
- Fiala, B., Jakob, A., Maschwitz, U., & Linsenmair, K.E. (1999). Diversity, Evolutionary Specialization and Geographic Distribution of a Mutualistic Ant-Plant Complex: *Macaranga* and *Crematogaster* in South East Asia. *Biological Journal of The Linnean Society*, 66, 305-331.
- Florabank. (2015). Florabank. Australian Government, Greening Australia and CSIRO. <http://www.florabank.org.au/>. [14 Januari 2018].
- GeneBank National Center for Biotechnology Information (NCBI). (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) [14 Januari 2018].
- Guicking, D., Hundeshagen, P., Zirpel, M., Fiala, B., Jamsari, Maryati, & Weising, K. (2017). Phylogeography of *Macaranga* pioneer trees in Sundaland: indications for limited migration and restricted gene flow across the Sunda self [abstract]. In *Pertemuan Southeast Asian Gateway Evolution (SAGE) III*: Bogor, 28- 31 Agustus 2017. Bogor: LIPI. hlm. 79. Abstr no 52.
- Hall, B.G. (2017). *Phylogenetic Trees Made Easy: A How-To Manual for Molecular Biologists 5th ed*. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Sunderland.
- Flora dan Fauna Web. 2024. *Macaranga* bancana (Miq.) Müll.Arg. <https://www.nparks.gov.sg/florafaunaweb/flora/3/0/3005> [19 Januari 2024]
- Mardiah. (2013). Karakteristik Endapan Timah Sekunder Daerah Kelayang Dan Sekitarnya Kabupaten Bangka Barat. *Promine*, 1(1), 11-19.
- Ng, S., W.-P., Whitehouse, M.J., Roselle, M.H., Teschner, C., Murtadha, S., Oliver, G.J.H., Ghani, A.A., & Chang S.-C. (2017). Late Triassic granites from Bangka, Indonesia: A continuation of the Main Range granite province of the South-East Asian Tin Belt. *Journal of Asian Earth Sciences*, 138, 548-561.
- Pangestika, Y., Budiharjo, A., & Kusumaningrum, H.P. (2015) Analisis filogenetik *Curcuma zedoaria* (temu putih) berdasarkan gen internal transcribed spacer (ITS). *Jurnal Biologi*, 4(4), 8-13.

- Partomihardjo, T., Hermawan, E., & Pradana, E.W. (2020). *Tumbuhan hutan rawa gambut Merang Kepayang*. Zoological Society of London (ZSL) Indonesia Programme.
- Plant Use. (2016). *Macaranga* (PROSEA Timbers).
- Pratiwi, Narendra, B.H., Siregar, C.A., Turjaman, M., Hidayat, A., Rachmat, H.H., Mulyanto, B., Suwardi, Iskandar, Maharani, R., & et al. (2021). Managing and Reforesting Degraded Post-Mining Landscape in Indonesia: A Review. *Land* 2021, 10, 658.
- Putri, D., Herwina, H., Arbain, A., & Handru, A. (2016). Ant species composition in *Macaranga* spp. Trees at a conservation forest of palm oil plantation in West Sumatra, Indonesia. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(1), 342-348.
- Royal Botanic Garden. 2023. *Macaranga gigantea* (Rchb.f. & Zoll.) Müll.Arg. <https://powo.science.kew.org/> [21 Desember 2023]
- Sadili, A. (2016). Tree structure and composition on logged over forest at Kopiyo Meratus, Hulu Sungai Tengah District, South Kalimantan. *Journal of Biological Researches*, 22(1), 7-12.
- Slik, J.W.F., dkk. (2011). Soil on Exposed Sunda Self Shaped Biogeographic Patterns In The Equatorial Forests Of Southeast Asia. *PNAS*, 108(30), 12343-12347.
- Susanto, D., Hayatudin, Setiawan, A., Purnomo, H., Ruhayat, D., & Amirta, R. (2017). *Biodiversitas* 18(3), 996-1003.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Flipski, A., & Kumar, S. (2013). MEGA6: Molecular Evolutionary Genetic Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30(12), 2725-2729.
- Thomy, Z., Yulisa, A., Harnelly, E., & Susilowati, A. (2018). Molecular phylogeny of trees species in Tripa peat swamp forest, Aceh, Indonesia inferred by 5.8S nuclear gen. *Biodiversitas* 19(4), 1186-1193.
- Ubaidillah, R., & Sutrisno, H. (2009). *Pengantar Biosistemik: Teori dan Praktikum*. LIPI Press, Jakarta.
- Usun, S.-K., Keiko, K.-Y., & Takao, I. (2015). Biological notes on herbivorous insects feeding on myrmecophytic in the Lambir Hills National Park, Borneo. *Contr. biol. Lab. Kyoto Univ.*, 30, 85-125.
- Wilf, P., Iglesias, A., & Gandolfo, M.A. (2023). The first Gondwanan Euphorbiaceae fossils reset the biographic history of the *Macaranga-Mallotus* clade. *American Journal of Botany*, 110, e16169.
- Wilkie, P., Poulsen, A.D., Harris, D., & Forrest, L.L. (2013). The collection and storage of plant material for DNA extraction: The Teabag Method. *Gardens' Bulletin Singapore*, 65(2), 231-234.
- World Agroforestry Centre. (2015). *Macaranga tanarius*. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide. Version 4. <http://www.worldagroforestry.org/treedb/2/speciesprofile.php?Spid=1092>. [14 Januari 2018].
- Zirpel, M., Guicking, D., Jamsari, A., Fiala, B., & Weising, K. (2014). Phylogeographic Patterns within the Pioneer Tree Genus *Macaranga* (Euphorbiaceae) in Sumatra and Borneo, Southeast Asia. [abstract]. In *The 3rd IGN TTRC International Student Conference*: Manado, 25 – 26 Agustus 2014. Manado: Universitas Sam Ratulangi. hlm. 30. Abstr no 18.