

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI MORFOLOGI DAN MOLEKULER  
MANGGA LOKAL (*MANGIFERA SPP.*) DI KAMPUS  
TAMALANREA UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**Disusun dan diajukan oleh**

**FEBY NATASHA VRISWAN ODE**

**M011171563**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2021**

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI MORFOLOGI DAN MOLEKULER MANGGA  
LOKAL (*MANGIFERA SPP*) DI KAMPUS TAMALANREA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN

FEBY NATASHA VRISWAN ODE

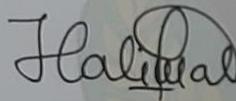
M011171563

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas  
Kehutanan Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 31 Agustus 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

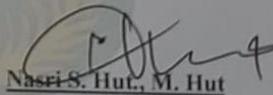
Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Siti Halimah Larekeng, SP., MP

NIP. 19820209 201504 2 002



Nasri S. Hut., M. Hut

NIP. 19880620 202107 3 001

Ketua Program Studi,



Dr. Forest Muhammad Alif K.S., S.Hut., M.Si

NIP. 19790831 200812 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Feby Natasha Vriswan Ode  
NIM : M011171563  
Program Studi : Kehutanan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul

Identifikasi Morfologi Dan Molekuler Mangga Lokal (*Mangifera spp.*) Di  
Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 31 Agustus 2021

Yang Menyatakan



Feby Natasha Vriswan Ode

## ABSTRAK

### **FEBY NATASHA VRISWAN ODE (M011171563) Identifikasi Morfologi dan Molekuler Mangga Lokal (*Mangifera spp*) di Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin, dibawah bimbingan Siti Halimah Larekeng dan Nasri**

Indonesia merupakan negara mega biodiversitas yang kaya akan potensi tumbuhan lokal yang salah satunya dapat ditemukan di Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin, salah satu tanaman lokal yang cukup dominan tumbuh di Hutan Kota ini yaitu mangga lokal (*Mangifera spp*). Saat ini informasi tentang spesies *Mangifera* di Indonesia masih sangat terbatas, sama seperti halnya di Hutan Kota Universitas Hasanuddin, dimana masih terdapat beberapa jenis tanaman lokal dari marga *Mangifera* yang belum diketahui nama spesiesnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *Mangifera spp* secara morfologi dan molekuler di Fakultas Kehutanan, Hutan Kota Universitas Hasanuddin. Pengamatan morfologi dilakukan di Fakultas Kehutanan, Hutan Kota Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan dengan mengukur dan mengamati morfologi daun *Mangifera spp*, sedangkan pada pengamatan molekuler dilakukan di Laboratorium Genetika Science Indonesia dengan menggunakan metode DNA *barcoding* untuk mengetahui spesies dari empat pohon *Mangifera spp*, sampel yang digunakan untuk kedua pengamatan yaitu daun dari empat pohon *Mangifera spp* yang akan diambil dan diamati 100 helai daun perpohonnya dengan total 400 helai daun. Pengamatan morfologi memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan ukuran daun dari keempat pohon, hal ini dapat diketahui dari Uji Tukey dan analisis felogenetik yang dilakukan. Pada pengamatan molekuler menggunakan gen matK dan hasil BLAST yang didapatkan memiliki tingkat homologi atau kemiripan yang tinggi dengan spesies *Mangifera indica*. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa keempat pohon *Mangifera spp* memiliki karakter morfologi yang berbeda pada ukuran daun namun dilihat secara molekuler keempat pohon *Mangifera spp* tergolong ke dalam spesies yang sama yaitu *Mangifera indica*.

**Kata kunci:** *Mangifera*, *Mangifera indica*, Molekuler, Morfologi, DNA *Barcoding*

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan anugerah, rahmat, Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “**Identifikasi Morfologi dan Molekuler Mangga Lokal (*Mangifera spp*) di Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin**” Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang tulus kepada semua pihak yang telah membantu selama penelitian juga dalam proses penyusunan skripsi ini, terutama kepada Ibu **Dr. Ir. Siti Halimah Larekeng, SP ., MP** dan Bapak **Nasri S. Hut., M. Hut** selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing serta memberi arahan dalam penyusunan skripsi ini.

Terkhusus salam hormat dan kasih sayang kepada orangtua tercinta, Ayahanda **M. Aswan** dan Ibunda **Farida Hak** yang selalu memberikan motivasi, dukungan serta doa. Dengan segala kerendahan hati penulis juga mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Ibu **Gusmiaty, S.P., M.P** dan Ibu **Dr. Asrianny, S.Hut., M.Si** selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran, bantuan serta koreksi dalam penyusunan skripsi.
2. Seluruh staf pengajar Bapak/Ibu dosen beserta staf tata usaha Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingan serta pengetahuan selama menempuh pendidikan.
3. Kepada **Andi Sulfikar Asqar, Muh. Surhamzah, S.Hut, Fajar Prasetya** yang telah membantu dalam proses penelitian.
4. Kepada sahabat-sahabat **Lol Squad Ega Cyntia Watumlawar, S.Hut, Brigitta Audryne Rombe Bunga, S.Hut, Fanny Fadillah, S.Hut, Ardiana, S.Hut, Faisal Sudrajat dan Alm. Sulfadly** selaku orang-orang yang berkesan, menyemangati dan mendukung saya dalam suka duka selama ini.

5. Teman-teman Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon **Devi Nurvaulasari, S.Hut, Michely Jauwdy Stevic, S.Hut, Musdalifah, S.Hut** dan **Atisa Muslimin, S.Hut** dkk untuk kebersamaan dan setiap pembelajaran yang telah didapatkan penulis selama ini.
6. Kelurga besar “**Kelas D dan seluruh teman-teman Bioteknologi 17**” terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya selama masa perkuliahan.
7. Keluarga besar “ **Fraxinus Angkatan 2017** ” saya ucapkan banyak terima kasih untuk segala bantuan, dukungan ataupun motivasinya. Suka duka di masa perkuliahan hingga masa akhir semester bersama kalian yang akan selalu menjadi hal yang menyenangkan.
8. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan keterbatasan ilmu dan pengetahuan, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Bertolak dari itulah, penulis mengharapkan adanya koreksi, kritik dan saran yang membangun, dari berbagai pihak sehingga menjadi masukan bagi penulis untuk peningkatan di masa yang akan datang. Akhir kata penulis mengharapkan penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar, 31 Agustus 2021

Feby Natasha Vriswan Ode

## DAFTAR ISI

|  |     |
|--|-----|
| HALAMAN JUDUL.....   | i   |
| LEMBAR PENGESAHAN .....  | ii  |
| LEMBAR KEASLIAN .....  | iii |
| ABSTRAK.....   | iv  |
| KATA PENGANTAR .....   | v   |
| DAFTAR ISI.....  | vii |
| DAFTAR GAMBAR .....  | ix  |
| DAFTAR TABEL.....  | x   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....   | xi  |
| I. PENDAHULUAN .....   | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....   | 1   |
| 1.2 Tujuan dan Kegunaan .....  | 2   |
| II. TINJAUAN PUSTAKA.....  | 3   |
| 2.1 <i>Mangifera spp</i> .....                                       | 3   |
| 2.2 Morfologi .....  | 4   |
| 2.3 DNA <i>Barcoding</i> .....                                       | 12  |
| 2.3.1 Maturase-K dan Ribulosa-1,5-bifosfat karboksilase (rbcL) ..... | 13  |
| 2.3.2 Sekuensing DNA.....  | 14  |
| III. METODE PENELITIAN.....  | 16  |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....                                | 16  |
| 3.2 Alat dan Bahan.....  | 16  |
| 3.2.1 Morfologi .....  | 16  |
| 3.2.2 Molekuler.....   | 16  |
| 3.3 Prosedur penelitian.....   | 16  |
| 3.3.1 Pengambilan Sampel.....  | 16  |
| 3.3.2 Pengamatan Karakteristik Morfologi .....                       | 16  |
| 3.3.3 Sekuensing Sampel Daun <i>Mangifera spp</i> .....              | 17  |
| 3.4 Analisis Data .....  | 17  |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                       | 18  |
| 4.1 Hasil Penelitian .....   | 18  |
| 4.1.1 Morfologi <i>Mangifera spp</i> .....                           | 18  |

|   |    |
|---|----|
| 4.1.2 Molekuler <i>Mangifera spp.</i> ..... | 23 |
| 4.2 Pembahasan.....                         | 26 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN.....                | 30 |
| 5.1 Kesimpulan .....                        | 30 |
| 5.2 Saran.....                              | 30 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                        | 31 |
| LAMPIRAN                                    |    |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b> | <b>Judul</b>   | <b>Halaman</b> |
|---------------|--|----------------|
| Gambar 1.     | Bentuk Daun <i>Mangifera spp</i> .....   | 18             |
| Gambar 2.     | Boxplot Standar Deviasi dan hasil Uji Tukey Morfologi <i>Mangifera spp</i> ..... | 21             |
| Gambar 3.     | Dendogram pohon filogenetik empat tanaman <i>Mangifera spp</i> .....             | 22             |
| Gambar 4.     | Pohon filogenetik molekuler sampel <i>Mangifera spp</i> .....                    | 25             |

## DAFTAR TABEL

| <b>Gambar</b> | <b>Judul</b>   | <b>Halaman</b> |
|---------------|--|----------------|
|               | Tabel 1. Karakter Morfologi <i>Mangifera spp</i> ..... | 19             |
|               | Tabel 2. Urutan Basa Nukleotida .....                  | 23             |
|               | Tabel 3. Hasil BLAST pada DataBase NCBI .....          | 24             |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran    | Judul  | Halaman |
|-------------|--|---------|
| Lampiran 1. | Data Morfologi Daun <i>Mangifera spp</i> .....                                   | 35      |
| Lampiran 2. | Nilai Rasio Bentuk Daun <i>Mangifera spp</i> .....                               | 47      |
| Lampiran 3. | Data Hasil Uji Anova .....   | 48      |
| Lampiran 4. | Data Molekuler <i>Order Form Sequencing</i> .....                                | 68      |
| Lampiran 5. | Data Molekuler Hasil Sekuensing Laboratorium Genetika<br>Science Indonesia ..... | 69      |
| Lampiran 6. | Dokumentasi Kegiatan Penelitian .....  | 73      |

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara mega biodiversitas yang kaya akan potensi tumbuhan lokal (Mumpuni dkk, 2013). Beragam potensi dari masing-masing daerah seperti tanaman memiliki banyak manfaat bagi makhluk hidup (Roru dkk, 2020). Pada beberapa daerah termasuk Sulawesi Selatan, tanaman lokal banyak digunakan sebagai rempah-rempah dan tanaman obat tradisional (Bhandaso dan Paranoan, 2019). Selain itu, tanaman lokal asal Sulawesi Selatan memiliki ciri khas yang beragam berdasarkan morfologi dan molekulernya. Tanaman tersebut dapat ditemukan di Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin, yang merupakan kampus di Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin merupakan salah satu hutan kota yang terdapat di Kota Makassar. Hutan kota Universitas Hasanuddin yang terletak di Tamalanrea memiliki luas  $\pm$  220 Ha dan telah ditetapkan berdasarkan Keputusan Walikota Makassar Nomor: 522.4/807/Kep/XI/2008 sebagai Kawasan Hutan Kota di Kota Makassar dengan luas Hutan Kota sebesar 20 Ha dan ditumbuhi berbagai jenis pohon (Ura dkk, 2015). Terdapat beberapa jenis tumbuhan lokal yang dapat dijumpai di Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin ini. Salah satu tanaman lokal yang cukup dominan tumbuh secara alami dan beberapa diantaranya juga ditanam di Hutan Kota ini yaitu mangga lokal (*Mangifera* spp).

Mangga (*Mangifera* sp.) merupakan tanaman buah tahunan berupa pohon yang berasal dari Negara India menyebar ke wilayah Asia Tenggara termasuk Malaysia dan Indonesia (Putu dkk, 2017). Mangga dikalangan botanis digolongkan kedalam marga *Mangifera*, yaitu salah satu jenis marga dari suku *Anacardiaceae* yang penting. Hal ini karena beberapa jenisnya, terutama *Mangifera indica*, merupakan sumber buah-buahan tropis andalan Indonesia. Namun informasi tentang jenis-jenis atau spesies *Mangifera* di Indonesia masih sangat terbatas, padahal Indonesia dikenal sebagai salah satu dari delapan pusat keanekaragaman genetika tanaman di dunia, khususnya untuk buah-buahan tropis (Polosakan, 2016). Hal inipun dapat kita temukan di Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin, dimana masih terdapat beberapa jenis tanaman lokal dari marga *Mangifera* yang

belum diketahui nama spesiesnya. Sejauh ini penamaan beberapa jenis mangga lokal masih menggunakan nama daerah tanpa diketahui nama latin secara taksonomi. Untuk dapat mengetahui spesies atau jenis mangga perlu dilakukan identifikasi.

Salah satu cara mengidentifikasi *Mangifera* dapat dilihat dari kesamaan bentuk morfologi yang dimiliki antara satu spesies dengan spesies lainnya. Pada tumbuhan yang sama jenisnya perbedaan bentuk dan ukuran daun antara tumbuhan muda dan tumbuhan dewasa juga penting, sebab morfologi tumbuhan yang masih muda memiliki bentuk morfologi yang berbeda dengan tumbuhan dewasa. Kegiatan pengamatan morfologi *Mangifera* bertujuan untuk mengidentifikasi tumbuhan secara visual, sehingga keragaman tumbuhan yang sangat beranekaragam dapat diidentifikasi dan diklasifikasikan untuk memudahkan dalam pemberian nama spesies, famili hingga kingdom (Sarjani, dkk. 2017).

Selain mengidentifikasi dengan melihat morfologi dari tumbuhan dapat pula dilakukan dengan identifikasi molekuler menggunakan potongan gen pendek yang disebut “ DNA *Barcoding*”. DNA *barcoding* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mempercepat dan mempermudah proses identifikasi organisme dengan menggunakan potongan gen tertentu, gen standar yang digunakan yaitu ribulosa-1,5-bisfosfat karboksilase (*rbcL*) atau maturase K(matK). DNA *barcoding* dapat digunakan oleh ahli taksonomi dengan cepat dan relatif murah untuk mengidentifikasi spesies yang sulit dilakukan secara morfologi (Bangol dkk, 2014).

Saat ini, di Hutan Kota Universitas Hasanuddin terdapat 4 jenis mangga lokal (*Mangifera* spp) yang belum teridentifikasi spesiesnya. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi spesies dari *Mangifera* tersebut dengan cara pengamatan morfologi dan molekuler.

## **1.2. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi *Mangifera* spp secara morfologi dan molekuler di Fakultas Kehutanan, Hutan Kota Universitas Hasanuddin. Adapun kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai bahan informasi tentang spesies-spesies *Mangifera* yang terdapat di Fakultas Kehutanan, Hutan Kota Universitas Hasanuddin.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Mangifera spp*

Mangga (*Mangifera spp*) merupakan tanaman buah tahunan berupa pohon yang berasal dari negara India. Tanaman ini kemudian menyebar ke wilayah Asia Tenggara termasuk Malaysia dan Indonesia (Badriasih dkk, 2019). *Mangifera* merupakan satu dari 68 genus di famili *Anacardiaceae* (Yonemori dkk, 2002). *Anacardiaceae* yang tersebar di kawasan Indonesia terdapat sebanyak 20 marga, dengan sebaran terbanyak pada kawasan Sumatra dan Kalimantan. Marga *Mangifera* merupakan marga yang terbanyak jumlah jenisnya (19 jenis), selain *Semecarpus* (16 jenis), dan *Gluta* (12 jenis) Adapun sebaran jenis *Mangifera* di dunia tercatat sekitar 40 jenis (Polosakan, 2016). Di kawasan Asia tercatat sekitar 35-40 jenis yang tersebar terutama di daerah tropik (Uji, 2007).

Persebaran jenis *Mangifera* sangat tergantung pada faktor alam yang mempengaruhi pertumbuhannya, terdapat tiga faktor pembatas yaitu tanah, iklim dan ketinggian tempat. Berdasarkan tempat tumbuhnya, umumnya jenis *Mangifera* tersebar di daerah hutan tropik dataran rendah, walaupun ada beberapa jenis mampu tumbuh pada lahan-lahan ekstrim yang miskin hara maupun lahan yang selalu tergenang air. Pada beberapa tipe hutan ekstrim seperti hutan gambut, rawa air tawar, dekat aliran sungai dan tepi pantai terlihat sedikit jenis yang mampu beradaptasi pada kondisi tersebut. Jenis yang mampu tumbuh di daerah tersebut antara lain *M. quadrifida*, *M. gedebe*, *M. caesia* (hutan tepi sungai), *M. gedebe*, *M. havilandii*, *M. decandra*, *M. caesia* (rawa air tawar), *M. longipes*, *M. quadrifida* (tanah berkapur), *M. altissima* (tepi pantai) dan *M. parvifolia* (rawa gambut) (Polosakan, 2016).

*Mangifera* umumnya berupa pohon besar dengan percabangan yang tinggi berbentuk tajuk yang rapat dan rindang (Polosakan, 2016). Biasanya tinggi pohon dapat mencapai tinggi 10-40 m. Batang tegak, bercabang kuat dan berdaun lebat membentuk tajuk oval atau memanjang, dengan diameter sampai 10 m. Kulit batang tebal dan kasar serta bersisik pada bekas tangkai daun. Kulit batang yang tua berwarna coklat keabuan, kelabu tua sampai kehitaman. Kekeabatan pada pohon mangga dapat dilakukan dengan cara mengklasifikasikan bentuk-bentuk morfologi tanaman mangga (Konsterman dan Bompard, 1993).

Spesies *Mangifera indica* L merupakan spesies yang sangat familiar di masyarakat, Mangga (*Mangifera indica* L.) merupakan tanaman buah yang potensial dikembangkan karena mempunyai tingkat keragaman genetik yang tinggi, sesuai dengan agroklimat Indonesia, disukai oleh hampir semua lapisan masyarakat dan memiliki nilai pasar yang luas (Faizal dkk, 2017). Selain itu, buah mangga juga mengandung air, karbohidrat (dalam bentuk gula) , asam , protein, mineral, zat warna tanin, zat-zat volatile (ester) yang memberikan bau harum (khas) dan vitamin yang penting untuk nutrisi tubuh serta mengandung vitamin C yang tinggi (Badriasih dkk, 2019).

Buah mangga kaya vitamin, sumber mineral dan banyak mengandung senyawa antioksidan yang mampu mencegah penyakit kanker. Manfaat buah mangga bagi kesehatan tubuh misalnya meningkatkan sistem kekebalan tubuh, menjaga kesehatan mata, membuat kulit lebih cerah, membantu melancarkan pencernaan, mengobati panas dalam (Putu dkk, 2017).

## 2.2 Morfologi

Morfologi Tumbuhan adalah cabang ilmu Biologi yang mempelajari tentang bentuk dan susunan luar tubuh tumbuhan beserta fungsinya dalam kehidupan tumbuhan (Sa'adah, 2015). Morfologi tumbuhan mencakup bagian-bagian yang merupakan struktur pokok yang dapat diamati, yaitu akar, batang, bunga dan buah serta struktur lain (Rohmawati, 2015).

### A. Akar

Akar memiliki nama ilmiah *radix*. Akar merupakan struktur pokok tumbuhan yang paling penting, tanpa adanya akar tumbuhan tidak akan mampu hidup. Akar mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Tjitrosoepomo (2007):

1. Tumbuh didalam tanah, dengan arah tumbuh menuju pusat bumi (*geotropi*)
2. Akar tidak mempunyai buku (*nodus*) dan ruas (*internodus*)
3. Akar tidak berwarna hijau pada umumnya, melainkan berwarna keputih-putihan atau kekuning-kuningan
4. Akar aktif melakukan pertumbuhan, tetapi tidak secepat pertumbuhan daun dan batang

5. Akar berbentuk meruncing, sehingga mempermudah tumbuhan menembus tanah

Fungsi akar:

1. Memperkokoh berdirinya tumbuhan
2. Menyerap air dan unsur hara yang terkandung dalam air yang ada dalam tanah
3. Mengangkut air dan unsur hara menuju batang dan daun
4. Sebagai tempat menimbun cadangan makanan

Morfologi struktur akar, terdiri dari:

1. Leher akar atau pangkal akar (*collum*), yaitu bagian akar yang bersambung dengan pangkal batang
2. Ujung akar (*apex radiceis*), bagian akar yang paling muda, terdiri atas jaringan-jaringan yang masih dapat mengadakan pertumbuhan
3. Batang akar (*corpus radiceis*), bagian akar yang terdapat antara leher akar dan ujungnya
4. Cabang-cabang akar (*radix lateralis*), yaitu bagianbagian akar yang tak langsung bersambung dengan pangkal batang, tetapi keluar dari akar pokok, dan masing-masing dapat mengadakan percabangan lagi
5. Serabut akar (*fibrilla radicalis*), cabang-cabang akar yang halus-halus dan berbentuk serabut
6. Rambut-rambut akar atau bulu-bulu akar (*pilus radicalis*), bagian akar yang sesungguhnya hanyalah merupakan penonjolan sel-sel kulit luar akar yang panjang, bentuknya seperti bulu atau rambut
7. Tudung akar (*calyptra*), bagian akar yang letaknya paling ujung, terdiri atas jaringan yang berguna untuk melindungi ujung akar yang masih muda dan lemah.

Sistem perakaran:

1. Sistem akar tunggal, jika akar lembaga tumbuh terus menjadi akar pokok yang bercabang-cabang menjadi akar-akar yang lebih kecil. Akar pokok yang berasal dari akar lembaga disebut akar tunggang (*radix primata*)

2. Sistem akar serabut, jika akar lembaga dalam perkembangan selanjutnya mati atau kemudian disusul oleh sejumlah akar yang kurang lebih sama besar dan semuanya keluar dari pangkal batang.

## **B. Daun**

Daun memiliki nama ilmiah *folium*. Daun dibedakan menjadi daun tunggal dan daun majemuk, jika ditinjau dari jumlah helaian daunnya. Daun tunggal yaitu apabila setiap satu tangkai daun didukung oleh satu helaian daun, maka daun tersebut dinamakan daun tunggal. Daun majemuk yaitu apabila dalam satu tangkai daun didukung oleh lebih dari satu helaian daun, maka daun tersebut dinamakan sebagai daun majemuk (Rosanti, 2013). Struktur daun dibedakan menjadi daun lengkap dan daun tidak lengkap. Daun lengkap mempunyai bagian-bagian berikut (Tjitrosoepomo, 2007):

1. Upih daun atau pelepah daun (*vagina*)
2. Tangkai daun (*petiolus*)
3. Helaian daun (*lamina*)

Daun yang kehilangan satu atau dua bagian dari tiga bagian tersebut diatas disebut daun tidak lengkap. Karakterisasi morfologi daun meliputi (Tjitrosoepomo, 2007):

1. Bangun daun (*circumsription*)
  - a. Bagian yang terlebar berada di tengah-tengah helaian daun, maka kemungkinan akan dijumpai bangun daun sebagai berikut:
    - 1) Bulat atau bundar (*orbicularis*)
    - 2) Bangun perisai (*peltatus*)
    - 3) Jorong (*ovalis* atau *ellipticus*)
    - 4) Memanjang (*oblongus*)
    - 5) Bangun lanset (*lanceolatus*)
  - b. Bagian yang terlebar terdapat di bawah tenggahtengah helaian daun, dapat dibedakan menjadi dua golongan:
    1. Pangkal daunnya tidak bertoreh, maka dapat dijumpai bentuk-bentuk daun sebagai berikut:
      - a. Bangun bulat telur (*ovatus*)
      - b. Bangun segitiga (*triangularis*)
      - c. Bangun delta (*deltoideus*)

- d. Bangun belah ketupat (*rhombioides*)
2. Pangkal daun bertoreh atau bertekuk, dapat dijumpai bentuk-bentuk daun sebagai berikut:
- a. Bangun jantung (*cordatus*)
  - b. Bangun ginjal atau kerinjal (*reniformis*)
  - c. Bangun anak panah (*sagittatus*)
  - d. Bangun tombak (*hastatus*)
  - e. Bertelinga (*auriculatus*)
- c. Bagian daun yang terlebar terdapat di atas tengah-tengah helaian daun, dapat dijumpai bangun daun sebagai berikut:
- 1. Bangun bulat telur sungsang (*obovatus*)
  - 2. Bangun jantung sungsang (*obcordatus*)
  - 3. Bangun segitiga terbalik atau bangun pasak (*cuneatus*)
  - 4. Bangun sudip atau bangun spatel atau solet (*spathulatus*)
- d. Tidak ada bagian yang terlebar atau dari pangkal sampai ujung hampir sama lebar, dapat dijumpai bangun daun sebagai berikut:
- 1. Bangun garis (*linearis*)
  - 2. Bangun pita (*ligulatus*)
  - 3. Bangun pedang (*ensiformis*)
  - 4. Bangun paku atau dabus (*subulatus*)
  - 5. Bangun jarum (*acerosus*)
2. Ujung daun (*apex folii*)
- Bentuk-bentuk ujung daun yang sering dijumpai yaitu:
- a. Runcing (*acutus*)
  - b. Meruncing (*acuminatus*)
  - c. Tumpul (*obtusus*)
  - d. Membulat (*rotundatus*)
  - e. Rompang (*truncatus*)
  - f. Terbelah (*retusus*)
  - g. Berduri (*mucronatus*)
3. Pangkal daun (*basis folii*)
- a. Runcing (*acutus*)

- b. Meruncing (*acuminatus*)
  - c. Tumpul (*obtusus*)
  - d. Membulat (*rotundatus*)
  - e. Rompang atau rata (*truncatus*)
  - f. Berlekuk (*emarginatus*)
4. Susunan tulang-tulang daun (*nervatio* atau *venation*) Susunan tulang daun menurut Gembong dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:
- a. Ibu tulang (*costa*), yaitu tulang yang biasanya terbesar, merupakan terusan tangkai daun, dan terdapat ditengah-tengah membujur dan membelah daun
  - b. Tulang-tulang cabang (*nervus lateralis*), yaitu tulang-tulang yang lebih kecil dari pada ibu tulang dan berpangkal pada ibu tulang
  - c. Urat-urat daun (*vena*), yaitu tulang-tulang cabang yang kecil atau lembut membentuk susunan seperti jala
5. Daging daun (*intervenium*)
- Daging daun berbeda-beda ada yang berdaging tebal ada yang berdaging tipis. Daging daun dibedakan menjadi (Rosanti, 2013):
- a. Tipis seperti selaput (*membranaceus*). Daging daun seperti ini mudah robek, karena terbentuk seperti sayap capung. Biasanya daun-daun yang tua dan kering tidak memiliki isi lagi, hanya berupa kerangka yang terbentuk oleh sisa-sisa jaringan dan tulang-tulang daun.
  - b. Tipis seperti kertas (*papyraceus*). Daging daun seperti ini umum dijumpai pada kebanyakan tumbuhan. Meskipun berdaging tipis, strukturnya tegar dengan helaian daun yang tidak mudah robek. Bila diremas, helaian daun akan kembali ke bentuk semula.
  - c. Tipis lunak (*herbaceous*). Daun yang memiliki daging tipis lunak biasanya helaian daun yang banyak mengandung air. Struktur ini mudah sekali robek.
  - d. Kaku (*perkamenteus*). Daging daun yang kaku umumnya dimiliki oleh daun terbangun pita, sehingga daun bisa digulung.
  - e. Seperti kulit (*coriaceus*). Daging daun seperti kulit cukup tebal, kaku dan keras tetapi tidak berair.

- f. Berdaging (*carneus*). Struktur daging daun ini sangat tebal dan mengandung air.

### C. Batang (*caulis*)

Tumbuhan dibedakan menjadi tumbuhan yang berbatang (*planta caulis*) dan tumbuhan tidak berbatang (*planta acaulis*). Tumbuhan disebut sebagai tumbuhan tidak berbatang (*planta acaulis*) disebabkan karena batang amat pendek, sehingga semua daunnya seakan-akan keluar dari bagian atas akarnya dan tersusun rapat satu sama lain membuat suatu roset (*rosula*). Tumbuhan berbatang (*planta caulis*) dapat dibedakan sebagai berikut (Tjitrosoepomo, 2007):

- A. Batang basah (*herbaceus*), yaitu batang yang lunak dan berair
- B. Batang berkayu (*lignosus*), yaitu bagian yang biasa keras dan kuat, sebagian besar terdiri atas kayu, yang terdapat pada pohon-pohon (*arbores*) dan semak-semak (*frutices*) pada umumnya
- C. Batang rumput (*calmus*), yaitu batang yang tidak keras, mempunyai ruas-ruas yang nyata dan seringkali berongga
- D. Batang mendong (*calamus*), seperti batang rumput, tetapi mempunyai ruas-ruas yang lebih panjang.

Karakter morfologi batang lainnya yaitu meliputi (Tjitrosoepomo, 2007):

#### 1. Bentuk dan permukaan batang

Bentuk batang dilihat dari penampang melintangnya, dalam hal ini dapat dibedakan menjadi:

- a. Batang bulat (*teres*), jika penampang melintang menunjukkan bangun lingkaran
- b. Batang bersegi (*angularis*), penampang melintang batang menunjukkan bangun segitiga (*triangularis*) atau segi empat (*quadrangularis*)
- c. Batang pipih, penampang melintang batang yang terlihat biasanya berbentuk elips atau setengah lingkaran. Batang pipih biasanya melebar menyerupai daun, sehingga mengambil alih tugas daun

pula batang tumbuh-tumbuhan dilihat dari permukaannya memperlihatkan sifat-sifat sebagai berikut:

- Licin (*laevis*), misalnya pada batang jagung (*Zea mays*)
- Berusuk (*costatus*), jika pada permukaannya terdapat rigi-rigi yang membujur, misalnya pada iler (*Coleus scutellarioides*)
- Beralur (*sulctus*), jika pada arah membujur batang terdapat alur-alur yang jelas, misalnya pada *Cereus peruvianus*
- Bersayap (*alatus*), biasanya pada batang yang bersegi, tetapi pada sudut-sudutnya terdapat pelebaran yang tipis, misalnya pada gadung (*Dioscorea alata*)
- Berambut (*pilosus*), misalnya pada tembakau (*Nicotiana tabacum*)
- Berduri (*spinusus*), misalnya pada mawar (*Rosa sp.*)
- Memperlihatkan bekas-bekas daun misalnya pada papaya (*Carica papaya*)
- Memperlihatkan daun-daun penumpu misalnya pada nangka (*Artocarpus integra*)
- Memperlihatkan lentisel, misalnya pada sengon (*Albisia stipulata*)
- Keadaan lain misalnya lepasnya kerak (bagian kulit yang mati) seperti terlihat pada jambu biji (*Psidium guajava*)

## 2. Arah tumbuh batang

Arah tumbuh batang dibedakan menjadi (Tjitrosoepomo,2007):

- a. Tegak lurus (*erectus*), yaitu arahnya lurus keatas, batang tegak lurus dan biasanya tidak bercabang
- b. Menggantung (*dependens, pendulud*). Batang seperti ini hanya dimiliki oleh tumbuh-tumbuhan yang tumbuhnya dilereng-lereng atau tepi jurang atau tumbuh-tumbuhan yang hidup diatas pohon sebagai epifit
- c. Berbaring (*humifusus*). Batang ini terletak pada permukaan tanah, hanya ujungnya saja yang sedikit membengkok keatas

- d. Menjalar atau merayap (*repens*). Batang menjalar hampir sama dengan batang berbaring. Yang membedakan terletak dari buku-bukunya yang mengeluarkan akar, sehingga dapat tumbuh menjadi tunas
- e. Serong keatas atau condong (*ascendens*), pangkal batang seperti hendak berbaring, tetapi bagian lainnya lalu membelok keatas
- f. Mengangguk (*nutans*). Batang ini tumbuh tegak lurus ke atas, tetapi ujungnya lalu membengkok kembali kebawah tanah seperti mengangguk.
- g. Memanjat (*scandens*), yaitu jika batang tumbuh ke atas dengan menggunakan penunjang. Penunjang dapat berupa benda mati ataupun tumbuhan lain, dan pada waktu naik keatas batang menggunakan alat-alat khusus untuk “berpegangan” pada penunjangnya ini, misalnya dengan akar pelekat, akar pembelit, cabang pembelit (sulur dahan) dan daun pembelit
- h. Membelit (*volubilis*). Batang membelit tidak memerlukan alat bantu untuk memanjat, tetapi batang tumbuhan itulah yang membelit.

### 3. Jenis-jenis percabangan

Jenis-jenis percabangan pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi (Rosanti,2013):

- a. Geragih (*flagellum, stolon*) Geragih adalah cabang-cabang kecil panjang tumbuh merayap, dan dari buku-bukunya ke atas keluar tunas baru dan ke bawah tumbuh akar-akar
- b. Wiwilan atau tunas air (*virga singularis*), yaitu cabang yang biasanya tumbuh cepat dengan ruas-ruas yang panjang dan seringkali berasal dari kuncup yang tidur ataupun kuncup-kuncup liar
- c. Sirung panjang (*virga*), yaitu cabang-cabang yang biasanya merupakan pendukung daun-daun, dan mempunyai ruas-ruas yang cukup panjang. Pada cabang-cabang ini tidak pernah dihasilkan bunga, oleh sebab itu sering disebut cabang mandul (*steril*)
- d. Sirung pendek (*virgule* atau *virgule succrescens*), yaitu cabang-cabang kecil dengan ruas-ruas yang pendek yang selain daun biasanya merupakan

pendukung bunga dan buah. Pada cabang-cabang ini dihasilkan bunga, oleh sebab itu sering disebut cabang subur (*fertile*)

#### **D. Bunga (*flos*)**

Bunga merupakan struktur pokok tumbuhan, sebagai alat perkembangan tumbuhan (Rosanti,2013). Pada tumbuhan ada yang menghasilkan satu bunga dan sebagian lagi ada yang menghasilkan banyak bunga. Tumbuhan yang hanya menghasilkan satu bunga saja disebut dengan bunga tunggal (*planta uniflora*), sedangkan yang menghasilkan bunga banyak disebut dengan *planta multiflora*. Jika suatu tanaman hanya menghasilkan satu bunga saja biasanya bunga tersebut terdapat pada ujung batang, sedangkan tanaman yang menghasilkan banyak bunga menghasilkan bunga pada ketiak daun atau pada ujung percabangan (Silalahi, 2016).

### **2.3 DNA *Barcoding***

DNA *barcoding* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mempercepat dan mempermudah proses identifikasi organisme dengan menggunakan potongan gen tertentu. DNA *barcoding* dapat digunakan oleh ahli taksonomi dengan cepat dan relatif murah untuk mengidentifikasi spesies yang sulit dilakukan secara morfologi. Identifikasi dan mempertahankan keanekaragaman genetik suatu populasi sangat penting dalam suatu konservasi (Rimbawanto dkk,2012).

DNA *barcoding* dapat digunakan untuk dua tujuan, yaitu sebagai perangkat baru untuk membantu para ahli taksonomi yang biasa bekerja keras pada spesimen-spesimen yang sulit diidentifikasi dan merupakan perangkat inovatif bagi yang bukan ahli taksonomi dan untuk mengidentifikasi tanaman secara cepat. Sehingga identifikasi tanaman dengan menggunakan DNA *barcoding* bisa dilakukan oleh siapa saja (yang bukan ahli taksonomi) asal memiliki pengetahuan dan ketrampilan teknis tentang DNA *barcoding* (Rahamdani, 2017).

Metode DNA *barcoding* ini diawali dengan tahap isolasi DNA total, dilanjutkan dengan tahap amplifikasi gen standar ribulosa-1,5-bifosfat karboksilase (*rbcL*) atau maturase K(*matK*) menggunakan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dan tahap sekuensing untuk mengidentifikasi sekuens DNA barcode pada

tumbuhan. Gen standar ini digunakan untuk mempelajari keanekaragaman genetik tumbuhan berdasarkan sekuens DNA-nya. Perbedaannya, gen *matK* lebih sulit diamplifikasi tetapi memberikan resolusi yang lebih tinggi dalam membandingkan spesies tumbuhan, sedangkan gen *rbcL* lebih mudah diamplifikasi, akan tetapi resolusinya rendah untuk dapat membedakan beberapa spesies yang berkerabat dekat. Konfirmasi keberhasilan amplifikasi fragmen gen dilakukan dengan visualisasi melalui elektroforesis. Fragmen gen yang berhasil diamplifikasi akan dianalisis untuk sekuensing DNA (Hollingsworth dkk., 2011).

### 2.3.1 Maturase-K (*matK*) dan Ribulosa-1,5-bisfosfat karboksilase (*rbcL*)

*Consortium for the Barcode of Life* (CBOL) akhir-akhir ini merekomendasikan dua lokus *rbcL* dan *matK* sebagai lokus resmi untuk DNA *barcoding* tanaman darat (Hollingsworth et al, 2009). Gen *matK* lebih banyak digunakan dibandingkan dengan gen *rbcL* dalam berbagai penelitian, karena gen *matK* dapat membedakan sampai tingkat spesies (Barthet, 2006).

Gen *matK* memiliki tingkat evolusi yang tinggi dan urutan sekuens yang lebih bervariasi sehingga gen *matK* dianggap lebih baik dan lebih akurat dalam membedakan dan mengidentifikasi suatu jenis (Kolondam, 2012). *MatK* dapat mengamplifikasi gen pada DNA kloroplas (*cpDNA*). Gen kloroplas *matK* sebagian besar merupakan *variable gen coding* dari *Angiospermae* dan telah diusulkan untuk menjadi barcode pada tanaman (Yu dkk, 2011).

Gen *rbcL* merupakan plastid pengkode yang paling banyak disimpan dalam GenBank. Data sekuens *rbcL* banyak digunakan untuk tingkatan taksonomi yang lebih tinggi (suku ke atas). Sekuens *rbcL* juga umum digunakan untuk mengetahui hubungan antar marga bahkan antar jenis pada tumbuhan paku (Soltis dan Soltis, 1998). Gen *rbcL* telah digunakan secara ekstensif untuk menduga filogeni tanaman termasuk sejumlah jenis *Gymnospermae*. Tetapi beberapa studi memperlihatkan urutan coding ini terkadang untuk menjelaskan hubungan antar taksa tanaman (Rahamdani, 2017).

Gen standar ini digunakan untuk mempelajari keanekaragaman genetik tumbuhan berdasarkan sekuens DNA-nya. Perbedaannya, gen *matK* lebih sulit diamplifikasi tetapi memberikan resolusi yang lebih tinggi dalam membandingkan

spesies tumbuhan, sedangkan gen *rbcL* lebih mudah diamplifikasi, akan tetapi resolusinya rendah untuk dapat membedakan beberapa spesies yang berkerabat dekat. Konfirmasi keberhasilan amplifikasi fragmen gen dilakukan dengan visualisasi melalui elektroforesis. Fragmen gen yang berhasil diamplifikasi akan dianalisis untuk sekuensing DNA (Hollingsworth dkk, 2011). Gen *matK* digunakan sebagai gen pengkode yang disepakati untuk barcode DNA sejak tahun 2003 dan telah diuji melalui beberapa penelitian. Gen *maturaseK* (*matK*) diidentifikasi pertama kali oleh Sugita dkk, (1985) dari tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*).

### 2.3.2 Sekuensing DNA

Sekuensing DNA adalah proses penentuan urutan dari basa A, T, G, dan C dalam sepotong DNA. Pada intinya, DNA digunakan sebagai cetakan untuk menghasilkan serangkaian fragmen yang panjangnya berbeda satu sama lain oleh satu basa. Fragmen kemudian dipisahkan berdasarkan ukuran dan basis di akhir diidentifikasi menciptakan urutan asli DNA (Rahamdani, 2017).

Aplikasi utama dari sequencing DNA dalam studi sistematik adalah: evolusi gen, termasuk studi dari proses yang menghasilkan level variasi sekuens (urutan basa), studi asal-muasal alel baru atau lokus baru, serta investigasi pemusatan (*convergence*) dan seleksi. Studi intraspesifik populasi, termasuk pelacakan organisme dan genealogi alel dalam spesies dan variasi geografik, aliran gen (*gen flow*), hibridasi, serta konservasi genetika, dan Studi interspesifik populasi, seperti rekonstruksi filogenetik untuk mengevaluasi pola dan proses evolusi makro (Hillis dkk, 1996).

Keuntungan utama dari sekuensing DNA ini adalah keakuratan dan ketelitiannya yang mencapai lebih dari 98%, namun teknik ini juga memiliki kekurangan antara lain ketidakmampuannya untuk mengatasi rangkaian nukleotida yang panjang (lebih dari 900 nukleotida pada fragmen DNA dalam satu reaksi) (Rahamdani, 2017).

Data hasil sekuensing yang sudah di analisis kemudian dimasukkan ke Genbank seperti BOLD, NCBI, DDBJ serta EBI. Output dari proses ini adalah informasi lengkap mengenai spesies (data morfologi, taksonomi, dan pendukung)

yang kita masukkan bila spesies yang kita input sudah terdapat datanya di sistem.  
(Thompson dkk, 1994).