

**IDENTIFIKASI KOLEKSI *Ficus sp.* DI KEBUN  
RAYA BOGOR BERDASARKAN CIRI  
MORFOLOGI DAN MOLEKULER  
MENGUNAKAN *REGION INTERNAL  
TRANSCRIBED SPACER (ITS)***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains  
dalam Ilmu Biologi



Oleh : **CHUSNUL CHOTIMAH**  
NIM: 1908016057

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
2023**

**IDENTIFIKASI KOLEKSI *Ficus* sp. DI KEBUN  
RAYA BOGOR BERDASARKAN CIRI  
MORFOLOGI DAN MOLEKULER  
MENGUNAKAN *REGION INTERNAL  
TRANSCRIBED SPACER (ITS)***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains  
dalam Ilmu Biologi



Oleh : **CHUSNUL CHOTIMAH**  
NIM: 1908016057

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Chusnul Chotimah  
NIM : 1908016057  
Program Studi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**IDENTIFIKASI KOLEKSI *Ficus* sp. DI KEBUN RAYA  
BOGOR BERDASARKAN CIRI MORFOLOGI DAN  
MOLEKULER MENGGUNAKAN *REGION INTERNAL  
TRANSCRIBED SPACER (ITS)***

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri,  
kecuali bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya

Semarang, 04 April 2023

Pembuat pernyataan



**Chusnul Chotimah**  
NIM. 1908016057



### PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Identifikasi Koleksi *Ficus* sp. Di Kebun Raya Bogor Berdasarkan Ciri Morfologi dan Molekuler Menggunakan *Region Internal Transcribed Spacer (ITS)***

Penulis : **Chusnul Chotimah**  
NIM : 1908016057  
Program Studi : Biologi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Biologi.

Semarang, 27 April 2023

### DEWAN PENGUJI

Penguji I  
Dr. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si  
NIP. 197502222009122002

Penguji II  
Peniwidiyanti, S.Hut., M.Si  
NIP. 199103182015022001

Penguji III  
Dr. Llanah, M.Pd  
NIP. 195903131981032007

Penguji IV  
Arnia Sari Mukarromah, M.Sc  
NIP. 198709112018012001

Pembimbing I  
Dr. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si  
NIP. 197502222009122002

Pembimbing II  
Peniwidiyanti, S.Hut., M.Si  
NIP. 199103182015022001

## NOTA DINAS

Semarang, 27 April 2023

Yth. Ketua Program Studi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum wr. Wb.*

Dengan ini diberitahukan kepada saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Identifikasi Koleksi *Ficus sp.* Di Kebun Raya Bogor Berdasarkan Ciri Morfologi dan Molekuler Menggunakan *Region Internal Transcribed Spacer (ITS)***

Penulis : **Chusnul Chotimah**

NIM : 1908016057

Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang *munaqasyah*.

*Wassalamu'alaikum wr. Wb.*

Pembimbing I



**Dr. Baitul Farhatul Wahidah, M.Si**

502222009122002

## NOTA DINAS

Semarang, 27 April 2023

Yth. Ketua Program Studi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum wr. Wb.*

Dengan ini diberitahukan kepada saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Identifikasi Koleksi *Ficus sp.* Di Kebun Raya Bogor Berdasarkan Ciri Morfologi dan Molekuler Menggunakan *Region Internal Transcribed Spacer (ITS)***

Penulis : **Chusnul Chotimah**

NIM : 1908016057

Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang *munaqasyah*.

*Wassalamu'alaikum wr. Wb.*

Pembimbing II



**Peniwidiyanti, S.Hut, M.Si.**  
NIP. 199103182015022001

## MOTTO

رَضِيَ اللهُ فِي رَضَى الْوَالِدَيْنِ وَسُخِطَ اللهُ فِي سُخْطِ الْوَالِدَيْنِ

لَوْلَا الْعِلْمُ لَكَانَ النَّاسُ كَالْبَهَائِمِ

بِقَدْرِ مَا تَعْتَنِي تَنَالُ مَا تَتَمَنَّى

*One who makes no mistakes makes nothing*

*Loving yourself isn't vanity, it's sanity*

## ABSTRAK

*Ficus* merupakan tanaman *evergreen* (berdaun sepanjang tahun) dengan buah (sikonium) yang cukup melimpah sehingga dikenal dapat menjaga kelestarian satwa liar karena merupakan pakan dan penyedia habitat dari berbagai jenis satwa. Meningkatnya luas kebakaran hutan dan lahan di Indonesia dari tahun ke tahun menjadikan upaya konservasi tumbuhan penting dilakukan untuk menjaga kelestarian tumbuhan di Indonesia. Identifikasi koleksi Kebun Raya Bogor (KRB) penting dilakukan mengingat perannya sebagai lembaga konservasi dan sebagai referensi dunia. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *Ficus* sp. koleksi KRB asal Sulawesi hingga tingkat jenis melalui pendekatan morfologi dan molekuler. Penelitian ini dilakukan dari bulan Januari 2022 - Maret 2023. Tahapan penelitian terdiri dari pengambilan sampel, pembuatan herbarium, isolasi DNA, amplifikasi, elektroforesis dan analisis data. Analisis data dilakukan dengan merekonstruksi pohon filogenetik menggunakan metode *Maximum Parsimony* (MP) dengan algoritma *Subtree-Pruning-Regrafting* (SPR). *Ficus* sp. dan hasil spesies yang diduga selanjutnya dilakukan penyejajaran menggunakan MultAlin untuk mengetahui letak nukleotida yang berbeda antara kedua sekuen. Hasil penelitian menunjukkan, pendekatan secara morfologi hanya dapat mengidentifikasi *Ficus* sp. hingga tingkat *subgenus* yaitu *subg. Urostigma* karena karakter organ vegetatif yang tumpang tindih serta ketiadaan organ generatif sampel. Pendekatan secara molekuler menggunakan *region ITS* berhasil mengidentifikasi *Ficus* sp. sebagai *Ficus subcordata* dengan nilai kemiripan sebesar 97,92%, nilai *bootstrap* sebesar 96% dan nilai jarak genetik sebesar 0,014.

**Kata kunci:** *Ficus* sp., *Ficus subcordata*, Identifikasi, *ITS*, *Maximum Parsimony*

## ABSTRACT

*Ficus* is an evergreen plant (leaving all year round) with fruit (sikonium) which is quite abundant so it is known to be able to preserve wildlife because it is a food and habitat provider for various types of animals. The increasing area of forest and land fires in Indonesia from year to year makes plant conservation efforts important to maintain the sustainability of plants in Indonesia. Identification of the Bogor Botanical Gardens (BBG) collection is important given ITS role as a conservation organization and as a world reference. This study aims to identify *Ficus* sp. BBG collection from Sulawesi to species level through morphological and molecular approaches. This research was conducted from January 2022 to March 2023. The stages of the research consisted of sampling, making herbarium, DNA isolation, amplification, electrophoresis and data analysis. Data analysis was performed by reconstructing the phylogenetic tree using the Maximum Parsimony (MP) method with the Subtree-Pruning-Regrafting (SPR) algorithm. *Ficus* sp. and the results of the suspected species were then aligned using MultAlin to determine the location of the different nucleotides between the two sequences. The results showed that the morphological approach could only identify *Ficus* sp. to the subgenus level, namely subg. *Urostigma* due to the overlapping characters of the vegetative organs and the absence of sample generative organs. A molecular approach using the ITS region succeeded in identifying *Ficus* sp. as *Ficus subcordata* with a similarity value of 97,92%, a bootstrap value of 96%, and genetic distance value of 0,014.

**Keywords:** *Ficus* sp., *Ficus subcordata*, Identification, ITS, Maximum Parsimony

## TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan skripsi ini mengikuti pedoman transliterasi huruf arab latin SKB (Sesuai Keputusan Bersama) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Menteri Kebudayaan R.I. Nomor: 158 tahun 1987 dan Nomor: 0543b/U/1987 sebagai berikut:

أ	A	ط	T
ب	B	ظ	Z
ت	T	ع	'
ث	S	غ	G
ج	J	ف	F
ح	H	ق	Q
خ	KH	ك	K
د	D	ل	L
ذ	Z	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	SY	ء	'
ص	S	ي	Y
ض	D		

Keterangan penulisan kata sandang (Al-) dalam teks ditulis menyesuaikan rujukan.

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang. Penulis panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Identifikasi Koleksi *Ficus* sp. Di Kebun Raya Bogor Berdasarkan Ciri Morfologi dan Molekuler Menggunakan *Region Internal Transcribed Spacer (ITS)*”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan di Prodi Biologi UIN Walisongo Semarang.

Shalawat serta salam senantiasa penulis panjatkan kepada *Khatamul Anbiya' wal Mursalin* Muhammad SAW beserta keluarganya yang telah menjadi sumber tauladan dan motivasi penulis dalam menjalani kehidupan. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung, memotivasi, berkontribusi, memberi arahan serta bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan penuh hormat dan ketulusan penulis ucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yaitu Abi Imron dan Umi Maisaroh yang tanpa henti dan pamrih mendoakan keberhasilan penulis dengan tulus dan senantiasa memberikan dukungan sehingga

- dapat menyelesaikan perkuliahan dan penulisan skripsi dengan baik;
2. Bapak Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku rektor UIN Walisongo Semarang;
  3. Bapak Dr. H Ismail, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
  4. Ibu Dr. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi UIN Walisongo Semarang sekaligus Pembimbing Skripsi I yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan serta koreksi;
  5. Ibu Peniwidiyanti, S.Hut, M.Si selaku Pembimbing Skripsi II yang selalu sabar dan siap sedia dalam memberikan bimbingan, arahan sekaligus menyalurkan ilmu-ilmunya;
  6. Bapak Andang Syaifudin, S.Pd.Si., M.Sc selaku Wali Dosen yang telah memberikan dukungan dari awal perkuliahan hingga saat ini;
  7. Bapak Muhammad Rifqi Hariri, M.Si dan Ibu Asri Febriana, M.Si yang selalu memberikan bimbingan selama Kerja Praktik (KP) serta siap sedia menyalurkan ilmu-ilmunya;
  8. Bapak Irfan Martiansyah, M.Si bapak Prima Wahyu Kusuma Hutabarat, S.P., M.Sc dan bapak Irvan Fadli Wanda, M.Si selaku peneliti di Kebun Raya Bogor yang selalu memberikan bimbingan selama bekerja di Laboratorium Treub;
  9. Keluarga besar dirumah yang senantiasa mendoakan, mendukung dan selalu siap memberikan bantuan;

10. Rian Lutfi Alamsyah yang selalu memotifasi, mendukung dan siap membantu selama proses penulisan skripsi;
11. Sahabat-sahabat terbaik, Lailatuz Zahro, Amidatur Rohmaniyah, Nur Izza Navida dan Vivi Aviliani yang selalu kebersamai dalam suka maupun duka;
12. Teman-teman seperjuangan Biologi angkatan 2019 khususnya Jauharotun Nafisah yang kebersamai selama masa kuliah dan menjadi tempat bertanya sekaligus bertukar ilmu;
13. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca dalam rangka menambah wawasan dan pengetahuan khususnya dibidang molekuler tumbuhan.

Semarang, 27 April 2023

Penulis

Chusnul Chotimah  
Nim. 1908016057

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>NOTA PEMBIMBING</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>TRANSLITERASI ARAB-LATIN</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II LANDASAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
A. Tinjauan Pustaka .....	8
1. Kebun Raya Bogor (KRB) .....	8
2. Keragaman dan Distribusi Jenis <i>Ficus</i> spp. ....	12
3. DNA Barcoding .....	19
4. <i>Internal Transcribed Spacer (ITS)</i> .....	20
5. Ayat Al-Qur'an tentang Identifikasi Tumbuhan .....	21
B. Kajian Yang Relevan.....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>28</b>
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
B. Alat dan Bahan .....	28

C. Metode .....	30
3.1 Isolasi DNA .....	35
3.2 Amplifikasi .....	37
3.3 Elektroforesis.....	38
3.4 Analisis Data.....	39
D. Alur Kerja .....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
A. Deskripsi Hasil Penelitian .....	42
1. Karakter Morfologi <i>Ficus</i> sp. ....	42
2. Karakterisasi Sekuen <i>ITS Ficus</i> sp. ....	51
B. Pembahasan Hasil Penelitian.....	63
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>73</b>
A. Simpulan .....	73
B. Saran .....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>88</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kebun Raya Bogor .....	10
Gambar 2.2 Laboratorium Treub .....	12
Gambar 2.3 Sikonium .....	16
Gambar 2.4 Daerah <i>Internal Transcribed Spacer</i> .....	21
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian .....	31
Gambar 3.3 Perbedaan bentuk daun .....	33
Gambar 3. 2 Ragam susunan daun <i>Ficus</i> spp. ....	33
Gambar 3.4 Venasi daun <i>Ficus</i> .....	34
Gambar 3.5 Pengukuran kuantitatif .....	34
Gambar 3.6 Amplifikasi menggunakan primer <i>ITS</i> .....	38
Gambar 3.7 Alur Kerja Penelitian .....	41
Gambar 4.1 Gambaran umum morfologi <i>Ficus</i> sp. ....	43
Gambar 4.2 Visualisasi produk PCR <i>Ficus</i> sp. ....	52
Gambar 4.3 Elektroforegram parsial hasil sekuensing <i>Ficus</i> sp. ..	53
Gambar 4.4 Pohon Filogenetik .....	58
Gambar 4.5 Hasil penyejajaran urutan nukleotida <i>Ficus</i> sp. dengan <i>F. subcordata</i> .....	62

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Spesies Malesiana asli atau naturalisasi.....	18
<b>Tabel 4.1</b> Perbedaan karakter morfologi sampel dengan <i>Ficus</i> spp. .....	45
<b>Tabel 4.2</b> Data Herbarium <i>online</i> .....	49
<b>Tabel 4.3</b> Hasil BLAST NCBI sekuen <i>ITS Ficus</i> sp.....	55
<b>Tabel 4.4</b> Variasi panjang urutan wilayah ITS dalam sampel yang diamati dan database NCBI .....	56
<b>Tabel 4.5</b> Komposisi nukleotida hasil <i>alignment</i> sekuen sampel dan 15 sekuen <i>Ficus</i> ITS di <i>database</i> NCBI .....	57
<b>Tabel 4.6</b> Jarak Genetik .....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian .....	88
Lampiran 2 Sekuen <i>Ficus</i> sp. ....	89
Lampiran 3 Hasil <i>Allignment</i> sekuen sampel dan 15 sekuen <i>Ficus</i> spp. ....	93
Lampiran 4 Elektroforegram parsial <i>Ficus</i> sp. ....	97
Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup .....	98

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan jumlah pulau lebih dari 17.500 pulau. Letaknya yang berada di garis khatulistiwa menjadikan Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah, sehingga disebut sebagai negara megabiodiversitas dan tercatat sebagai negara dengan kekayaan alam terbesar urutan kedua di dunia (Hildasari dan Hayati, 2021). Kelimpahan tumbuhan di Indonesia terutama berasal dari hutan (Ayuningtyas, 2022). Salah satu tumbuhan pohon yang mendominasi vegetasi hutan yaitu kelompok genus *Ficus* (Yanengga *et al.*, 2015).

*Ficus* merupakan genus terbesar dalam famili Moraceae yang mudah ditemukan pada daerah tropis maupun subtropis (Baskara dan Wicaksono, 2013). Genus ini dikenal sebagai tanaman *evergreen* (berdaun sepanjang tahun) dengan buah (sikonium) yang cukup melimpah. Hal ini menyebabkan *Ficus* dikenal dapat menjaga kelestarian satwa liar karena merupakan pakan dan penyedia habitat dari berbagai jenis satwa (Hadi, Rafdinal & Linda, 2019). Selain perannya dalam ekosistem, *Ficus* juga memiliki berbagai manfaat seperti nilai hidrologis yang penting

khususnya pada kawasan karst, indikator proses terjadinya suksesi hutan, menjaga tata air, penyerapan CO<sub>2</sub> dan gas polutan di udara (Baskara dan Wicaksono, 2013; Yanengga *et al.*, 2015; Abraham, Dulanlebit & Yulianti, 2020). Berdasarkan data yang diperoleh dari <http://sipongi.menlhk.go.id/>, luas kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) di Indonesia meningkat drastis dari tahun ke tahun. Luas karhutla terburuk di Indonesia terjadi pada tahun 2019 dengan luas 1.649.258,00 Ha. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya konservasi tumbuhan untuk menjaga kelestarian tumbuhan di Indonesia

Salah satu tempat konservasi *ex-situ* tumbuhan tropis di Indonesia adalah Kebun Raya Bogor (KRB). Keberadaan KRB berperan penting sebagai penyedia koleksi hidup yang memperkaya plasma nuftah, berperan dalam bidang pendidikan, berbagai penelitian dan sebagai referensi dunia (Handayani, 2020; Irsyam *et al.*, 2021). Menurut Handayani (2020), Kebun Raya Bogor memiliki koleksi tanaman tropis yang lengkap, salah satunya adalah *Ficus*. Berdasarkan data Unit Registrasi KRB tahun 2022 diketahui terdapat 15 jenis *Ficus* yang belum teridentifikasi hingga tingkat jenis dari total 110 *Ficus* yang dikoleksi. Identifikasi koleksi tumbuhan di KRB penting dilakukan mengingat fungsinya sebagai kawasan konservasi *ex-situ* dengan data tumbuhan

yang lengkap dan rinci. Selain untuk melengkapi data jenis tumbuhan di KRB, identifikasi *Ficus* hingga tingkat jenis penting dilakukan untuk mengetahui potensi sumber daya genetik *Ficus* di Indonesia (Mulyani *et al.*, 2019).

Identifikasi tumbuhan dapat dilakukan secara morfologi maupun molekuler. Karakter morfologi yang penting untuk diamati yaitu organ generatif tumbuhan karena memiliki tingkat variasi morfologi yang tinggi (Irsyam *et al.*, 2021). Menurut Handayani (2020) pengamatan tumbuhan secara morfologi dapat memberikan berbagai informasi seperti sebaran geografis, ekologi, siklus hidup maupun konservasi tumbuhan. Hanya saja metode ini memiliki kekurangan yaitu membutuhkan waktu yang relatif lama dan beberapa karakter tumbuhan yang muncul dipengaruhi oleh faktor iklim dan tanah. Selain itu, pengamatan secara konvensional dapat menimbulkan kesalahan identifikasi terutama pada spesies yang berkerabat dekat. Nur'aini, Syamsuardi & Arbain (2013) mengungkapkan, identifikasi *Ficus* sp. berdasarkan karakter daunnya saja tidak cukup karena pengelompokan yang didapatkan berbeda dengan hasil yang dilakukan oleh Berg dan Corner (2005). Oleh karena itu dibutuhkan pengamatan mendalam untuk melakukan identifikasi sampel, mulai dari habit, variasi bentuk morfologi dan

anatomi organ vegetatif, variasi bentuk morfologi dan anatomi organ generatif *Ficus* serta informasi keanekaragaman genetik pada *Ficus*.

Ketiadaan organ generatif berupa sikonium *Ficus* sp. membuat identifikasi secara morfologi menjadi sulit sehingga perlu dilakukan identifikasi secara molekuler untuk menunjang identifikasi secara morfologi. Penggabungan data morfologi dan molekuler diharapkan dapat menghasilkan kelengkapan data tumbuhan sehingga sampel tumbuhan dapat teridentifikasi dengan baik (Handayani, 2020). *Region* yang digunakan dalam proses identifikasi secara molekuler adalah *Internal Transcribed Spacer (ITS)*. Pemilihan *ITS* sebagai *region barcode* dikarenakan *ITS* memiliki tingkat variasi yang tinggi dibandingkan *region* lainnya (Takano dan Okada, 2002) dan analisis perbandingan sekuen *ITS* dapat dilakukan pada beberapa spesies yang berkerabat dekat (Handayani, 2020). *Region ITS* dapat digunakan untuk mengidentifikasi *Ficus* yang sulit diidentifikasi secara morfologis (Irsyam *et al.*, 2021). Selain itu *region ITS* juga merupakan *region* terbanyak yang digunakan pada *gen bank* NCBI untuk genus *Ficus*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan identifikasi *Ficus* sp. koleksi Kebun Raya

Bogor yang tidak memiliki organ generatif hingga tingkat jenis melalui pendekatan morfologi dan molekuler. Penelitian ini mampu memberikan informasi terkait kajian morfologi *Ficus* sp., hasil rekonstruksi pohon filogenetik sekaligus membantu pengelola khususnya Unit Registrasi KRB dalam proses identifikasi *Ficus* sp. hingga tingkat jenis. DNA *barcoding* yang dihasilkan nantinya di unggah ke laman NCBI sehingga dapat digunakan sebagai data pendukung dalam kajian molekuler genus *Ficus*. Hal ini merupakan salah satu upaya dalam konservasi genus *Ficus* di Indonesia.

## **B. Rumusan Masalah**

Berikut merupakan rumusan masalah dari penelitian ini:

1. Bagaimana ciri karakter morfologi *Ficus* sp. asal Sulawesi yang menjadi koleksi hidup di Kebun Raya Bogor?
2. Bagaimana karakteristik sekuen *Internal Transcribed Spacer* pada *Ficus* sp. asal Sulawesi koleksi Kebun Raya Bogor?
3. Apakah pendekatan morfologi dan molekuler dapat mengidentifikasi *Ficus* sp. koleksi Kebun Raya Bogor hingga tingkat jenis?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berikut merupakan tujuan dari dilaksanakan penelitian ini:

1. Mengkarakterisasi morfologi *Ficus* sp. asal Sulawesi yang menjadi koleksi di Kebun Raya Bogor.
2. Menganalisis karakter *Internal Transcribed Spacer* pada *Ficus* sp. asal Sulawesi koleksi Kebun Raya Bogor.
3. Mengidentifikasi koleksi *Ficus* sp. di Kebun Raya Bogor hingga tingkat jenis melalui pendekatan morfologi dan molekuler.

### **D. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, maka manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Manfaat Teoritis
  - a. Memberikan informasi beberapa karakter morfologi *Ficus* yang dapat digunakan sebagai pembeda antar jenis.
  - b. Memberikan informasi kelebihan dan kekurangan *region ITS* dalam mengidentifikasi karakter sekuen *Ficus* sp. hingga tingkat jenis.
  - c. Memberikan informasi karakter *ITS* pada *Ficus* sp. koleksi Kebun Raya Bogor.

- d. Memberikan informasi hubungan filogenetik *Ficus* sp. yang bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya.
2. Manfaat Praktis
    - a. Memberi informasi beberapa karakter morfologi *Ficus* yang dapat digunakan sebagai pembeda antar jenis.
    - b. *Ficus* sp. pada Vak VIII.A.93. koleksi Kebun Raya Bogor dapat teridentifikasi hingga tingkat jenis.
    - c. Memberi informasi terbaru kepada pembaca dan masyarakat mengenai koleksi tumbuhan di KRB, khususnya untuk genus *Ficus*.
    - d. Kelengkapan data tumbuhan dapat meningkatkan nilai konservasi *ex situ* di Kebun Raya Bogor.
    - e. Hasil penelitian dapat menjadi acuan atau referensi untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **LANDASAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### **1. Kebun Raya Bogor (KRB)**

Kebun Raya Bogor (KRB) didirikan oleh Dr. C.G.C. Reinwardt pada tahun 1817 dengan nama “slands Plantentuin te Buitenzorg” pada ketinggian 235-265 meter di atas permukaan laut dengan luas sekitar 87 hektar. Pada masa kolonial Belanda, KRB merupakan tempat berkumpul ahli-ahli botani mancanegara untuk mengoleksi dan meneliti tumbuhan tropis dan subtropis serta sebagai lembaga pengembangan tanaman introduksi bernilai ekonomi tinggi seperti karet, kopi, teh, kelapa sawit dan kina (Soegiarto, 1992).

Saat ini KRB dikenal sebagai kawasan konservasi *ex situ* yang memiliki berbagai jenis tumbuhan yang telah didokumentasikan dan terdaftar secara rinci. Fungsi lain KRB yang dijadikan acuan kegiatan serta observasi selain lembaga konservasi yaitu sebagai lembaga untuk menunjang penelitian, pendidikan, wisata dan jasa lingkungan. Handayani, Apandi & Wijaya (2017) menyebutkan, KRB merupakan tempat wisata ilmiah karena wisatawan dapat belajar sekaligus mendapatkan pengetahuan didalamnya. Sebagai laboratorium alam

flora yang lengkap, wisatawan dapat memperoleh berbagai ilmu seperti pengenalan tumbuhan, pemeliharaan tumbuhan, pemencaran tumbuhan, perbanyakan tumbuhan, pengenalan tumbuhan langka serta pembuatan herbarium. Deskripsi dan fungsi KRB sesuai dengan Peraturan Presiden (Perpres) no. 93 tahun 2011 Pasal 1 Ayat 1, Kebun Raya merupakan kawasan konservasi tumbuhan *ex situ* dengan koleksi tumbuhan terdokumentasi dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, *bio-region*, tematik atau kombinasi dari pola-pola tersebut untuk tujuan kegiatan konservasi, penelitian, pendidikan, wisata dan jasa lingkungan. Pasal 1 Ayat 3 menyebutkan, konservasi *ex situ* merupakan upaya pelestarian, penelitian dan pemanfaatan tumbuhan secara berkelanjutan yang dilakukan di luar habitat alaminya.

Beberapa cabang ilmu biologi dapat dikaji di KRB seperti Morfologi, Anatomi, Identifikasi dan Klasifikasi, Hortikultura, Biologi Konservasi, Etnobotani, Fenologi, Fikologi, Fisiologi, Fitopatologi, Florikultura, Histologi dan Domestifikasi (Handayani, 2020). Gambar Kebun Raya Bogor disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kebun Raya Bogor (Sumber: Hadi, 2020)

Kebun Raya Bogor sebagai lembaga keilmuan telah berhasil menjalankan fungsinya sebagai referensi dunia melalui penelitian-penelitian yang dihasilkan. Siregar (2017) melaporkan, sebagai kawasan konservasi, KRB telah melestarikan 124 koleksi Begonia yang terdiri dari 93 spesies asli dan 31 spesies eksotik dengan rincian 9 aksesi berasal dari Jawa, 37 aksesi berasal dari Sumatera, 15 aksesi berasal dari Maluku, 4 aksesi berasal dari Papua, 6 aksesi berasal dari Nusa Tenggara Timur dan 6 aksesi berasal dari Bali dan Nusa Tenggara Barat. Sebanyak 83 spesies dari 28 genus famili Annonaceae telah terkoleksi di KRB. Jumlah tersebut mencakup 80% dari total spesies yang tersebar di seluruh wilayah Malesiana. Famili Annonaceae memiliki potensi sebagai obat tradisional, industri makanan dan minuman,

kosmetik dan parfum, sumber kayu dan tanaman hias (Handayani, 2018).

Pendataan ulang (reinventarisasi) dan penggalan potensi kegunaan tumbuhan pada famili Moraceae telah dilakukan oleh Sahromi (2020) dan diketahui terdapat sekitar 56 jenis suku Moraceae (sekitar 9,33%) dari jenis Moraceae yang terdapat di wilayah Tropika Asia dan Australia. Genus dalam famili Moraceae dengan koleksi terbanyak yang ditemukan di KRB adalah *Ficus*, yaitu sebanyak 29 jenis. Adapun potensi genus ini adalah penghasil buah, tanaman obat, tumbuhan pelindung dan spesies kunci (*keystone*).

Keilmiahan KRB didukung oleh beberapa fasilitas yang disediakan untuk menunjang penelitian seperti perpustakaan KRB, Laboratorium Treub (Gambar 2.2), Herbarium KRB dan Laboratorium Kultur Jaringan. Laboratorium Treub dibuka pertama kali oleh Dr. Melchior Treub pada tanggal 1 Desember 1884 dengan tujuan untuk penelitian, khususnya dibidang botani, pertanian, hortikultura dan zoologi (Handayani, Apandi & Wijaya 2017). Beberapa laboratorium yang terdapat di Laboratorium Treub yaitu Laboratorium Molekuler, Laboratorium Ekologi, Laboratorium Anatomi Morfologi dan Sitologi, Laboratorium Konservasi Biji,

Laboratorium Ekologi Konservasi serta Paranet dan Rumah Kaca.



Gambar 2.2 Laboratorium Treub  
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

## 2. Keragaman dan Distribusi Jenis *Ficus* spp.

*Ficus* merupakan salah satu genus dalam suku Moraceae yang banyak dijumpai pada daerah tropis dan subtropis, dimana telah tercatat sebanyak 350 jenis *Ficus* dapat dijumpai di Indonesia yang memiliki iklim tropis. Di Indonesia, genus ini lebih dikenal dengan sebutan beringin-beringin. *Ficus* memiliki rentang tumbuh yang cukup luas mulai dari sekitar hutan, pantai sampai pegunungan (Berg dan Corner, 2005; Sahromi, 2020). *Ficus* disebut sebagai sumber daya kunci (*keystone*) hutan hujan tropis karena kemampuannya dalam menghasilkan buah sepanjang tahun dan merupakan sumber makanan penting bagi sejumlah *frugivora* (hewan pemakan buah) (Mckey, 1989). Kemampuan

hidup dan beradaptasi yang baik menjadikan *Ficus* spp. dapat hidup dan ditemukan pada berbagai kondisi habitat, baik dataran tinggi maupun dataran rendah. Rimbunnya tajuk *Ficus* spp. membuatnya memiliki kemampuan yang tinggi untuk menyerap gas polutan seperti CO<sub>2</sub> sekaligus menciptakan suhu sejuk disekitarnya. Keadaan ini tidak hanya disukai oleh satwa liar, masyarakat sekitar juga senang melakukan beberapa aktivitas di bawah pohon *Ficus* (Baskara dan Wicaksono, 2013). Manfaat *Ficus* spp. dalam ekosistem, selain sebagai penyerap gas polutan, *Ficus* spp. juga berfungsi untuk menjaga tata air dan menguatkan lereng karena struktur perakarannya yang mampu mengikat tanah dengan baik.

Kebermanfaatan *Ficus* juga dijelaskan dalam Al-Quran surah At-tin,

وَالَّتَيْنِ وَالزَّيْتُونَ (١) وَطُورِ سَيْنِينَ (٢) وَهَذَا الْبَلَدِ الْأَمِينِ (٣) لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ (٤) ثُمَّ رَدَدْنَاهُ أَسْفَلَ سَافِلِينَ (٥) إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ فَلَهُمْ أَجْرٌ غَيْرُ مَمْنُونٍ (٦) فَمَا يُكَذِّبُكَ بَعْدُ بِالذِّينِ (٧) أَلَيْسَ اللَّهُ بِأَحْكَمَ الْحَاكِمِينَ (٨)

**“Demi (buah) Tin dan (buah) Zaitun (1) Demi gunung Sinai, (2) dan demi negeri (Mekkah) yang aman ini, (3) sungguh, kami benar-benar telah menciptakan**

*manusia dalam bentuk sebaik-baiknya. (4) Kemudian kami kembalikan dia ke tempat yang serendah-rendahnya, (5) kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebijakan. Maka mereka akan mendapat pahala yang tidak putus-putusnya. (6) Maka, apa alasanmu (wahai orang kafir) mendustakan hari pembalasan setelah (adanya bukti-bukti) itu? (7) Bukankah Alah hakim yang paling adil? (8)” (Q.S. At-tin [95] ayat 1-8) (Quran.kemenag.go.id).*

Dalam Q.S. At-tin ayat 1, terkandung sumpah Allah SWT terhadap buah Tin (*Ficus carica*) yang mengandung isyarat banyaknya manfaat yang dapat dimanfaatkan dari buah Tin. Telah terbukti *Ficus carica* memiliki khasiat terhadap kesehatan karena memiliki kandungan senyawa kimia yang besar seperti senyawa polifenol dan flavonoid (Nugraha dan Mulyani, 2020). Semua bagian dalam buah Tin dapat digunakan sebagai obat herbal karena telah terbukti dapat menangani beberapa penyakit seperti penyakit kardiovaskular, inflamasi, gangguan gastrointestinal, gangguan pernafasan, kanker dan penyakit ulseratif. Buah Tin banyak dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional sebagai tonik, pencahar, antipiretik, diuretic, afrodisiak, karminatif dan astringen. Selain itu buah Tin dikenal memiliki aktivitas antikanker seperti kanker prostat,

kanker lambung, usus besar, hati dan testis (Khasanah, 2016; Soni *et al.*, 2014).

Sebagai genus terbesar dalam family Moraceae, *Ficus* spp. mudah dibedakan dengan tanaman lainnya karena buahnya yang berbentuk cawan (sikonium) dengan satu lubang diujung buah yang disebut dengan ostiol (Wijaya dan Defiani, 2021). Angin dan jenis serangga penyerbuk biasa tidak dapat mempengaruhi penyerbukan bunga *Ficus* karena bunganya benar-benar tertutup dalam sikonium (Gardner dan Early, 1996). Adamu, Abubakar & Musa (2022) menyatakan, identifikasi spesifik dari banyak spesies *Ficus* menjadi lebih mudah karena sikoniumnya relatif mudah dikenali. Adanya akar udara serta ciri khas lainnya membuat *Ficus* mudah dibedakan dari tanaman lainnya. Berg dan Corner (2005) menambahkan, beberapa ciri khas pembeda genus *Ficus* dari sebagian besar genus dalam famili Moraceae adalah bunganya berupa sikonium (Gambar 2.3), heterostili sempurna maupun tidak sempurna (terdapat perbedaan panjang relatif antara tangkai putik terhadap benang sari), tangkai bunga putik memiliki panjang yang berbeda dalam perbungaan yang sama, jumlah bunga jantan lebih sedikit dari bunga betina, pembentukan lapisan stigmata yang kontinyu dan

seringkali koheren serta terdapat bintik kelenjar lilin pada lamina bawah dan pada simpul ranting berdaun.



Gambar 2.3 Sikonium terbelah (kiri) dan sikonium utuh (kanan) (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Genus *Ficus* memiliki habitus yang beragam, seperti pohon, perdu atau semak, hemiepifit, semak menjalar dan semak reofit (tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan air berarus deras) (Berg dan Corner, 2005). Klasifikasi genus *Ficus* menurut PLANTAMOR (2022) sebagai berikut:

Kindom : Plantae  
 Subkingdom : Tracheobionta  
 Superdivisi : Spermatophyta  
 Divisi : Magnoliophyta  
 Kelas : Magnoliopsida  
 Subkelas : Hamamelididae  
 Ordo : Urticales  
 Famili : Moraceae  
 Genus : *Ficus*

Berg dan Corner (2005) membagi genus *Ficus* kedalam enam *subgenus*, yaitu *Pharmcosyceae*, *Urostigma*,

*Sycomorus*, *Ficus*, *Sycidium* dan *Synoecia*. Subgenus *Pharmacosycea* dan *Urostigma* memiliki sistem reproduksi berupa berumah satu (*monoecious*), subg. *Sycomorus* memiliki sistem reproduksi yang lebih beragam yaitu terdiri dari tumbuhan berumah satu dan berumah dua (*dioecious*), dan subg. *Ficus*, *Sycidium* dan *Synoecia* umumnya berupa tumbuhan berumah dua. Sebagian besar *Ficus* dalam tiap subg. dapat dikenali berdasarkan karakter vegetatif dan bagian luar sikoniumnya saja. Klasifikasi yang diusulkan Berg dan Corner tersebut dinilai mampu membuat pola distribusi *Ficus* lebih mudah dipahami.

Kemampuan adaptasi yang baik menyebabkan *Ficus* memiliki lingkup distribusi yang cukup luas. Persebaran *Ficus* spp. di daerah Malesiana disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 menunjukkan, daerah Malesiana barat didominasi oleh spesies dari subg. *Ficus*, *Synoecia* dan *Urostigma* dengan pusat yang jelas di pulau Borneo utara. Daerah Malesiana timur didominasi oleh spesies dari subg. *Pharmacosycea*, *Sycidium* dan *sycomorus* dengan pusat yang jelas di timur New Guinea. Kedua kelompok tersebut bertemu di wilayah Filipina (Berg dan Corner, 2005).

**Tabel 2.1** Spesies Malesiana asli atau naturalisasi (\*F. hirta). Uro = subg. Urostigma; Pha = subg. Pharmacosyceae; Fic = subg. Ficus; Soe= Synoecia; Syc = subg. Sycidium; Syo = subg. Sycomorus; () = angka tidak pasti

Daerah	Uro	Pha	Fic	Soe	Syc	Syo	Total
Sumatra	32 (33)	5	13	14	16	14	94 (97)
Malay peninsula	43	4	13	15	10	14	99
Jawa	28	5	7*	11	15	8 (9)	74 (75)
Borneo	38 (40)	4	20	25 (26)	26	25	138 (141)
Filipina	25	5	8	13	20	16	87
Sulawesi	18 (20)	7	9	6	22	16 (17)	78 (81)
Kepulauan Sunda	12	4	1	3	8	6	34
Malaka	14 (15)	4	5	7 (8)	16	23	79 (81)
Papua	18	14	2	24	29	51	139

(Sumber: Berg dan Corner, 2005)

### 3. DNA Barcoding

DNA *barcoding* merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mempermudah dan mempercepat proses identifikasi spesies dengan menggunakan sekuen DNA berukuran pendek. Identifikasi secara molekuler merupakan pengembangan dari identifikasi secara morfologi. DNA *barcoding* didemonstrasikan pertama kali pada tahun 2003 oleh DR. Paul Hebert *et al.*, yang berasal dari Universitas Geulph, Kanada. Publikasi yang dibuatnya berhasil menggemparkan para ahli taksonomi, genetik dan evolusi dunia. Penelitian yang dilakukan berupa identifikasi dan deferensiasi spesies yang berasal dari serpihan, potongan organ bahkan pradewasa suatu organisme dengan hanya menggunakan sekuen gen pendek (Rahayu dan Jannah, 2019).

Sekuen DNA yang digunakan dalam taksonomi molekuler dapat bersumber dari inti sel (nDNA), mitokondria DNA (mtDNA) dan kloroplas (cpDNA). Gen DNA *barcode* yang berasal dari mitokondria diantaranya *CO1-barcode* (*cytochrome-c oxidase sub unit I*, *16 S-rDNA*, dan *Cyt-b* (*cytochrome b*). Gen DNA *barcode* yang berasal dari inti diantaranya *ITS1-rDNA* (*Internal Transcribed Spacer*), *ITS2-Rdna*, dan *18-rDNA*. ). Gen DNA *barcode* yang berasal dari plastida yaitu *rbcl* (*Large Sub-Unit of*

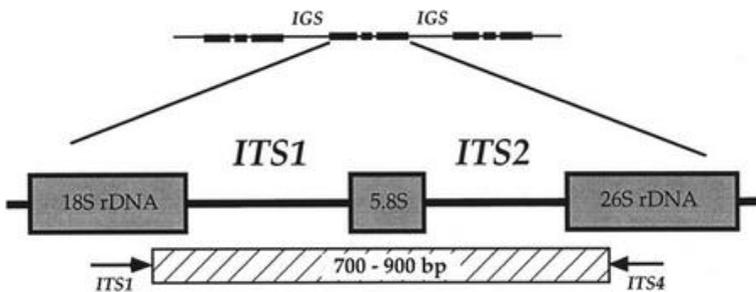
*Riboluse 1,5- biphospate carboxyl- Plastida ase/oxygenase*) dan gen yang berada di kloroplas yaitu *mat-K* (Rahayu dan Jannah, 2019).

Metode DNA barkoding telah banyak dilakukan untuk berbagai jenis penelitian, terutama dalam proses identifikasi spesies yang sulit diidentifikasi melalui pengamatan secara morfologi. Proses identifikasi dan analisis kekerabatan pada beberapa jenis tumbuhan telah dilakukan pada *family* Moraceae (Peniwidiyanti *et al.*, 2021); Orchidaceae (Mulyani *et al.*, 2019); Myrtaceae (Martiansyah, 2021); dan Rubiaceae (Anzani, Martianyah & Yuliani, 2021).

#### **4. *Internal Transcribed Spacer (ITS)***

Daerah *Internal Transcribed Spacer (ITS)* merupakan daerah sekuen DNA yang tidak menyandikan protein fungsional dan berada di daerah DNA ribosom (rDNA). Ilustrasi *region ITS* disajikan pada Gambar 2.4. Daerah ini dapat digunakan sebagai penanda genetika karena memiliki variasi sekuen yang cukup tinggi bahkan dalam jenis yang sama (Purnamasari *et al.*, 2012). *Region ITS* pada daerah 18S-28S rDNA memiliki tingkat variasi yang tinggi dibandingkan dengan daerah lainnya pada rDNA subunit kecil dan subunit besar sehingga menjadi

fokus utama yang digunakan pada rekonstruksi filogenetik (Soltis, 1998). Kelebihan daerah *ITS* yaitu memiliki tingkat sensitivitas tinggi karena mempunyai sekitar 100 ulangan dalam genom. Daerah *ITS* juga memiliki laju evolusi yang tinggi dan terdapat pada semua gen rDNA *eukaryote* (Jorgensen *et al.*, 1987). Rahayu dan Jannah (2019) menambahkan, sekuen *ITS* memiliki kelebihan dalam membedakan inter dan intra spesies dan penelusuran hubungan kekerabatan melalui perbedaan daerah *conserved* dan melihat similiaritas daerah variabel.



Gambar 2.4 Daerah *Internal Transcribed Spacer*  
(Shaw *et. al.*, 2002)

## 5. Ayat Al-Qur'an tentang Identifikasi Tumbuhan

Al-Qur'an sebagai kitab suci umat islam, tidak hanya berisikan tentang akidah, ibadah, akhlak, hukum dan sejarah, melainkan juga berisikan tentang dasar-dasar ilmu pengetahuan dan teknologi. Tumbuhan

banyak disebutkan di dalam Al-Qur'an, baik penciptaannya, kelebihanannya bahkan manfaat yang terkandung didalamnya. Salah satu ayat Al-Qur'an yang berkaitan dengan identifikasi tumbuhan yaitu Q.S. Al-an'am [6] ayat 99,

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ  
شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ  
مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ  
مُشْتَبِهًا وَعَيْرٍ مُتَشَابِهٍ نُنظِرُهَا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي  
ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ٩٩

*"Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan. Maka, darinya Kami mengeluarkan tanaman yang menghijau. Darinya Kami mengeluarkan butir yang bertumpuk (banyak). Dari mayang kurma (mengurai) tangkai-tangkai yang menjuntai. (Kami menumbuhkan) kebun-kebun anggur. (Kami menumbuhkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman"* (Q.S. Al-An'am [6] ayat 99) (Quran.kemenag.go.id).

Thanthawi Jawhari (1931) menafsirkan, Allah SWT menurunkan air hujan dari langit dan dari air hujan yang sama tersebut tumbuh berbagai jenis tumbuhan yang beranekaragam. Dari tumbuhan dikeluarkan sesuatu yang hijau (klorofil) dan ditumbuhkan dari sesuatu yang

hijau tersebut tangkai pohon yang menghasilkan bulir (padi dan gandum) dan butir (buah) seperti kurma, anggur, zaitun dan delima. Kemudian Allah memerintahkan manusia untuk memperhatikan berbagai jenis tumbuhan yang telah berbuah, perbedaan warnanya, bentuknya, rasanya, perputaran musimnya serta perbedaan jenis kelamin yang terdapat pada bunganya. Kajian mengenai hal ini dikenal dengan morfologi tanaman (Husni, 2017).

Al-Baidhawi menjelaskan antara kurma dan anggur serta zaitun dan delima terdapat perbedaan dan kesamaan dalam kajian morfologinya. Hal ini merupakan salah satu kekuasaan Allah SWT yang ditunjukkan agar hambanya dapat mengambil pelajaran, mengamati dan memanfaatkan sebaik-baiknya. Ayat ini membuktikan kekuasaan Allah SWT bagi orang-orang yang meyakiniya (Husni, 2017).

## **B. Kajian Yang Relevan**

Penelitian-penelitian tentang identifikasi tumbuhan secara morfologi dan molekuler telah banyak dilakukan, begitu pula identifikasi pada genus *Ficus*. Identifikasi morfologi *Ficus* spp. telah dilakukan oleh Nur'aini, Syamsuardi & Arbain (2013) dalam penelitiannya yang

dilakukan di kawasan hutan konservasi Prof. Soemitro Djojohadikusumo Sumatera Barat, ditemukan 20 jenis *Ficus* sp. dengan karakter pembeda terletak di variasi habit, stipula, morfologi daun, *waxy gland* dan buahnya. Peniwidiyanti dan Ashari (2018) melaporkan, terdapat 14 jenis *Ficus* yang dijumpai di Pulau Weh, Provinsi Aceh. Delapan jenis *Ficus* yang diidentifikasi termasuk dalam Hemiepipit. Empat jenis Hemiepipit tertinggi yaitu *F. virens* (37%), *F. benjamina* (34%), *F. tinctoria* dan *F. hispida* (9%). Peniwidiyanti *et al.*, (2021) juga melaporkan, terdapat 3 jenis spesies introduksi *Ficus* di Jawa, yaitu *F. auriculata*, *F. maclellandi* dan *F. natalensis*. Pengamatan lapangan mengungkap, *F. auriculata* merupakan *subg. Sycomorus* dan dua spesies lainnya merupakan *subg. Urostigma*. Hal-hal yang diamati di lapangan selain karakter morfologinya yaitu habitat dan distribusinya. Penelitian lebih lanjut terhadap *F. auriculata*, *F. maclellandi* dan *F. natalensis* telah dilakukan oleh Dewi *et al.*, (2022) melalui karakter mikromorfologi ketiganya. Karakter yang diamati sebanyak 28 karakter kualitatif dan 18 karakter kuantitatif. Karakter kualitatif pembeda meliputi tipe dinding antiklinal epidermis, tipe stomata, letak sel penjaga stomata terhadap epidermis, jumlah lapisan mesofil palisade, kerapatan mesofil spons, tipe organ pelindung, struktur berkas pembuluh,

persebaran sel tannin, sel litosis, dan kristal oksalat. Adapun karakter kuantitatif pembeda meliputi ukuran stomata, indeks stomata, jumlah lapisan palisade, kolenkim dan parenkim,

Penelitian terkait konservasi *Ficus* sp. secara molekuler telah dilakukan oleh Ghada *et al.*, (2013) dengan judul *Genetic diversity and molecular evolution of the internal transcribed spacer (ITSs) of nuclear ribosomal DNA in the Tunisian fig cultivars (Ficus carica L.: Moraceae)*. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan panjang fragmen yang teramplifikasi sesuai dengan wilayah *intergenic spacer* yang ditranskripsikan, yaitu 700 bp. Urutan spacer *ITS2* dinilai cukup informatif untuk menilai keragaman genetik dan evolusi molekuler *F. carica* karena menghasilkan peristiwa mutasi paling banyak melebihi *ITS1* dan gen 5.8S. Penelitian ini menunjukkan, wilayah *non-coding* dari DNA ribosom (*ITS*) merupakan sumber sifat genetik yang baik pada tingkat intraspesifik. Identifikasi *Ficus* spp. secara molekuler menggunakan *region ITS* dan *trnh-psbA* telah dilakukan oleh Mahima, Sudhakar & Sathishkumar (2020) untuk mengklarifikasi batasan *F. virens*, *F. middletonii*, *F. caulocarpa*, *F. concinna* dan *F. superba* karena adanya karakter morfologi tumpang tindih yang mempersulit identifikasi secara morfologi sehingga

belum dapat dipastikan apakah kelima sampel merupakan spesies yang sama atau berbeda. Hasil penelitian menunjukkan, *F. virens*, *F. middletonii*, *F. caulocarpa*, *F. concinna* dan *F. superba* merupakan spesies yang berbeda dan berdiri sendiri karena hanya ada sedikit hibridisasi alami dan klada genetik dalam grup kompleks taksonomi. Penelitian ini mendukung pentingnya identifikasi tumbuhan secara morfologi dan molekuler. Penelitian *Ficus* sp. menggunakan *region ITS* telah dilakukan pula oleh Hariri *et al.*, (2021) dalam penelitiannya pada salah satu jenis *Ficus* sp. koleksi KRB asal Bengkulu. Identifikasi dilakukan berdasarkan pengamatan secara morfologi dan dilanjutkan dengan identifikasi secara molekuler menggunakan *region ITS*. Pengamatan secara molekuler menunjukkan bahwa *Ficus* sp. tersebut merupakan *Ficus crassiramea* dengan nilai kesamaan 99,87 % berdasarkan data urutan sekuen yang diambil dari NCBI. Pengamatan morfologi menggunakan spesimen herbarium menunjukkan terdapat sembilan karakter vegetatif spesifik *Ficus crassiramea*.

Berdasarkan beberapa kajian yang dijadikan sebagai acuan penelitian, kebaruan penelitian ini terletak pada sampel yaitu *Ficus* sp. yang merupakan koleksi KRB dengan nomor koleksi VIII.A.93. Sampel yang digunakan belum pernah sekalipun diidentifikasi hingga tingkat jenisnya

sehingga perlu diidentifikasi agar data tumbuhan jelas dan data yang diperoleh dapat digunakan untuk mendukung penelitian selanjutnya. Kebaruan lainnya pada penelitian ini terletak pada metode yang digunakan, yaitu penggabungan proses identifikasi secara morfologi dan molekuler sehingga didapatkan kelengkapan data tumbuhan dan identifikasi sampel berhasil dilakukan hingga tingkat jenis.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Treub, Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya dan Kehutanan-BRIN (Kebun Raya Bogor) pada bulan Januari-Februari 2022. Selanjutnya analisis data dilaksanakan di Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang pada bulan November 2022 – Maret 2023.

### **B. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel di lapangan antara lain gunting dahan, alat tulis, *color card* (RHS *color card*) dan staples. Pembuatan herbarium menggunakan alat berupa penggaris, sasak, dan oven. Isolasi DNA menggunakan mikropipet (Eppendorf dan Accunhate) berukuran 2,5  $\mu\text{L}$ , 10  $\mu\text{L}$ , 20  $\mu\text{L}$  100  $\mu\text{L}$ , 1000  $\mu\text{L}$ , gelas beker ukuran 1000 ml (PYREX), mortar dan *pestle*, kulkas (LG, Sanyo, SHARP), botol limbah, spatula, gunting, *centrifuge* (Gyrozen mini), *hotplate* (VWR Digital Heatblock) dan vortex (VWR digital vortex mixer). Amplifikasi menggunakan alat berupa *spindown* (Benchmark my fuge) dan *thermal cycler* (TAKARA). Visualisasi DNA menggunakan alat berupa gelas ukur 100 mL (PYREX),

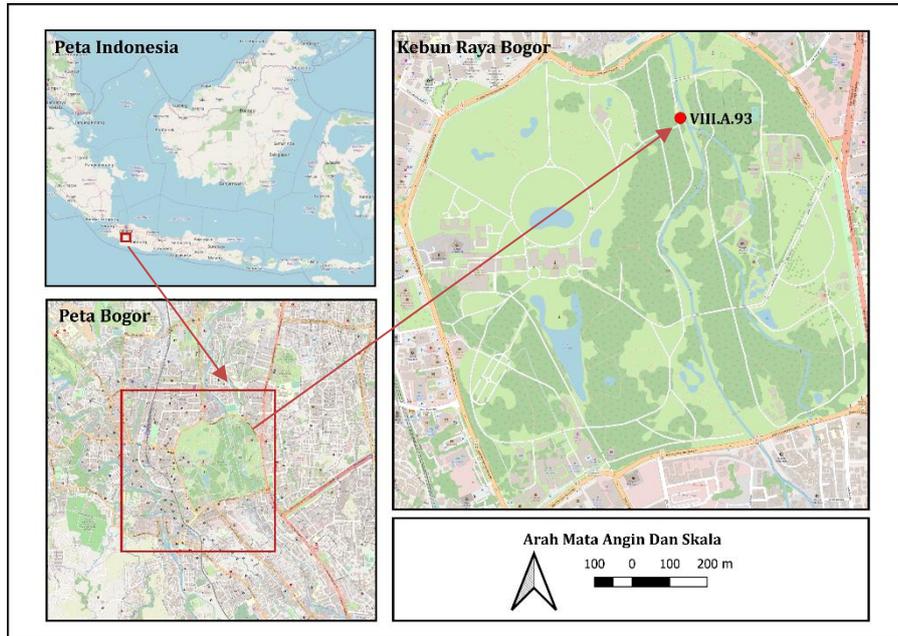
erlenmayer 125 mL (IWAKI), pipet serologi 25 mL, *bulb* pipet, neraca analitik (Precisa-XT 220A), *microwave* (SHARP), *Geldoc* (BIO-RAD EZ imager), *UV tray*, komputer (Dell) dan elektroforesis (Mupid-Ex).

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel *Ficus* sp. di lapangan yaitu plastik *ziplock*, plastik sampel 60 x 40, *tea bag*, *silica gel*, buku catatan, label nama dan benang kasur. Pembuatan herbarium menggunakan bahan berupa kardus, koran dan kain hitam. Isolasi DNA menggunakan bahan berupa mikrotip AXYGEN TR-222-C, TR-222-Y, *blue tip* 1000 (Onemed), pasir silika, kit isolasi DNA Genejet: *lysis buffer A*, *lysis buffer B*, *RNAse*, *precipitation solution*, *gDNA binding solution*, 96% etanol, *wash buffer I*, *wash buffer II* dan *elution buffer*, *spin column* dan *collection tube*, *microtube* 2  $\mu$ L, 1,5  $\mu$ L, dan 0,2  $\mu$ L. Amplifikasi menggunakan bahan berupa primer *ITS forward* (5'-ACG AAT TCA TGG TCC GGT GAA GTG TTC G-3') dan primer *ITS reverse* (5'-TAG AAT TCC CCG GTT CGG TCG CCG TTA C-3') konsentrasi 5  $\mu$ M yang mengacu pada Sun *et. al.*, (1994) dan PCR mix (MyTaq HS Red mix 2x BIOLINE). Visualisasi pita DNA menggunakan bahan berupa *GelRed Nucleid Acid* 10.000x in water (BIOTIUM), ddH<sub>2</sub>O, elektroforesis *buffer* TAE 1x, 1 kb DNA *ladder* dan *gel agarose* 1%.

## C. Metode

### 1. Pengambilan Sampel dan Pembuatan Herbarium

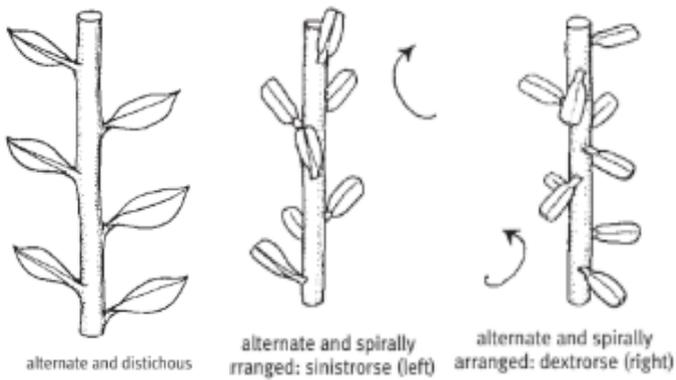
Alat dan bahan yang digunakan disiapkan untuk pengambilan sampel dan herbarium di lapangan. Sampel yang diambil yaitu *Ficus* sp. dengan nomor koleksi VIII.A.93. pada titik pengambilan sampel yang disajikan pada Peta Lokasi Penelitian (Gambar 3.1). Lokasi sampel dicari menggunakan *Carry Maps*. Selanjutnya tiga ulangan sampel diambil sesuai lokasi yang terdaftar dan diberi label (untuk herbarium kering). Pembuatan herbarium digunakan untuk pengamatan morfologi secara rinci. Langkah selanjutnya sehelai daun urutan kedua atau ketiga yang dalam keadaan baik dan terbebas dari hama diambil untuk dijadikan sampel DNA. Sampel DNA dimasukkan dalam *teabag*, diberi keterangan pada *teabag* dan dimasukkan dalam toples berisi *silica gel*.



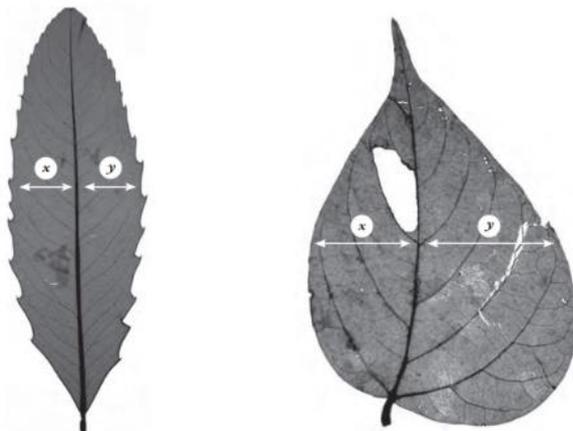
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian  
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

## 2. Pengamatan Morfologi

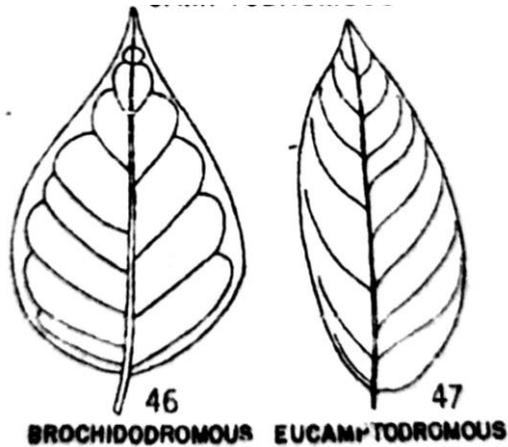
Pengamatan morfologi secara kualitatif dilakukan dengan mengacu pada *“Manual of Life Architecture”* karya Ellis *et al.*, (2016), pengamatan jenis venasi daun mengacu pada *“Classification of The Architecture of Dicotyledonous Leaves”* karya Hickey (1973) dan kepadatan trikoma mengacu pada *“The Kew Plant Glossary”* karya Beentje (2010). Deskripsi morfologi *Ficus* sp. dilakukan dengan mengacu pada *“Moraceae-Ficus. Flora Malesiana”* oleh Berg dan Corner (2005). Parameter pengamatan kualitatif yang diamati meliputi habitus, adanya akar nafas (*aerial roots*), warna batang, susunan daun (Gambar 3.2), warna daun, bentuk daun, ujung daun, pangkal daun, tepi daun, kepadatan trikoma, tipe stipula, ada tidaknya sikonium, simetris tidaknya daun (Gambar 3.3), venasi daun (Gambar 3.4) dan ciri morfologi lain yang terlihat ketika pengamatan. Parameter pengamatan kuantitatif meliputi tinggi pohon, panjang daun, lebar daun, panjang petiol dan panjang stipula (Gambar 3.5).



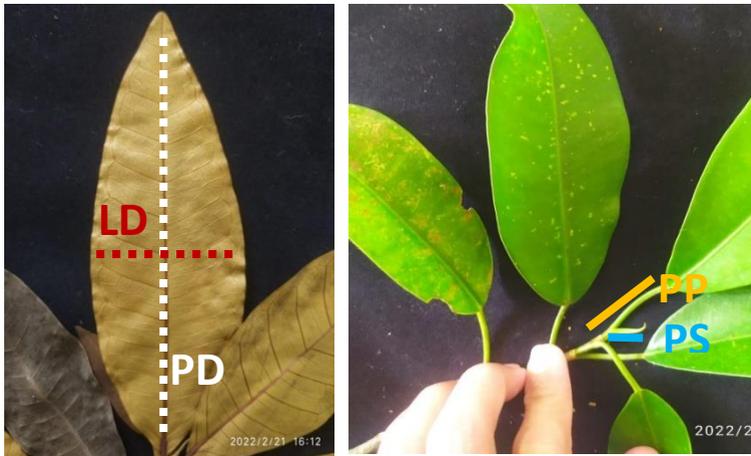
Gambar 3. 3 Ragam susunan daun *Ficus* spp. berupa *alternate distichous* dan spiral.  
(Sumber: Beentje, 2010)



Gambar 3.2 Perbedaan bentuk daun berupa simetris (kiri) dan asimetris (kanan)  
(Sumber: Ellis *et al.*, 2009)



Gambar 3.4 Venasi daun *Ficus* berupa *Brochidodromous* (kiri) dan *Eucamptodromous* (kanan)  
(Sumber: Hickey, 1973)



Gambar 3.5 Pengukuran kuantitatif berupa panjang daun (putih), lebar daun (merah), panjang petiol (oranye), panjang stipula (biru muda)  
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

### 3. Pengamatan Molekuler

Pengamatan molekuler terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

#### 3.1 Isolasi DNA

Alat dan bahan yang digunakan disiapkan terlebih dahulu. Sampel yang berupa daun kering dipotong kecil-kecil menggunakan gunting dan dimasukkan kedalam mortar. Setengah sudip pasir silika ditambahkan ke dalam mortar dan digerus menggunakan *pestle*. Sampel yang telah digerus halus diambil sedikit (dibawah garis 0,5 ml pada *tube*) menggunakan pinset dan dimasukkan kedalam *microtube* 2 ml. Sebanyak 350  $\mu\text{L}$  *lysis buffer A* ditambahkan, di vortex selama 10 - 20 detik, ditambah 50  $\mu\text{L}$  *lysis buffer B* dan 20  $\mu\text{L}$  *RNAse*, sampel diinkubasi dalam suhu 65°C selama 20 menit dan di *invert* (pembalikan *microtube* dalam selang waktu 5 menit). Selanjutnya 130  $\mu\text{L}$  *precipitation solution* ditambahkan, di *invert* beberapa kali dan diinkubasi dalam kulkas selama 5 menit. Selanjutnya di sentrifugasi 13.000 rpm selama 7 menit. Setelah proses sentrifugasi selesai, terbentuk pellet yang mengendap pada dasar *microtube* dan supernatan yang berupa cairan. Sebanyak 400  $\mu\text{L}$  supernatan

yang terbentuk dipindahkan ke *microtube* 2 ml yang baru.

Selanjutnya 400  $\mu\text{L}$  *gDNA binding solution* dan 400  $\mu\text{L}$  96% Etanol ditambahkan ke dalam *microtube* dan di *invert* beberapa kali. Kemudian setengah (600  $\mu\text{L}$ ) dari hasil larutan yang telah tercampur tersebut dipindahkan ke *spincolumn*. Sebanyak 500  $\mu\text{L}$  *wash buffer I* ditambahkan ke *spincolumn*, disentrifugasi 10.000 rpm selama 1 menit dan *flowthrough* dibuang. Selanjutnya *microtube* disentrifugasi kembali dengan kecepatan 8.000 rpm selama 1 menit dan dibuang *flowthrough* nya. Setengah (600  $\mu\text{L}$ ) larutan yang tersisa diberi perlakuan sejenis.

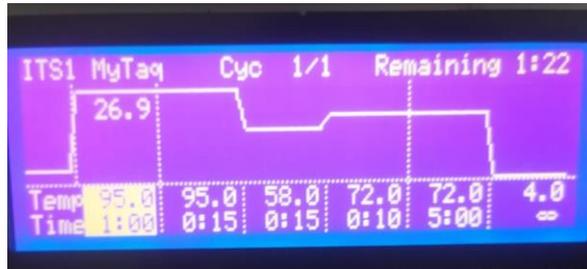
Sebanyak 500  $\mu\text{L}$  *wash buffer II* ditambah ke *spincolumn*, disentrifugasi 13.000 rpm selama 5 menit dan *flowthrough* dibuang. Selanjutnya *collection tube* diganti dengan *microtube* 1,5 ml. Sebanyak 100  $\mu\text{L}$  *elution buffer* ditambahkan kedalam *microtube*, diinkubasi selama 5 menit dalam suhu ruang dan disentrifugasi 10.000 rpm selama satu menit. *Spincolumn* dibuang dan hasil isolasi DNA pada *microtube* 1,5 ml disimpan untuk dilanjutkan tahap amplifikasi.

### 3.2 Amplifikasi

Proses amplifikasi dilakukan menggunakan primer *ITS* konsentrasi 5  $\mu\text{M}$ . Sebelum dilakukan proses amplifikasi, sebanyak 25  $\mu\text{L}$  PCR mix ditambahkan kedalam masing-masing *microtube* yang telah disiapkan. Sebanyak 10  $\mu\text{L}$  DNA sampel, 2  $\mu\text{L}$  primer *ITS forward*, 2  $\mu\text{L}$  primer *ITS reverse* dan 11  $\mu\text{L}$  ddH<sub>2</sub>O ditambahkan ke *microtube*. Selanjutnya sampel dimasukkan dalam *thermal cycler* dan dipilih *ITS1 MyTaq* dengan waktu 1 jam 22 menit.

Pada proses PCR menggunakan primer *ITS* terjadi tahap amplifikasi DNA dengan enam tahapan yaitu pra-denaturasi menggunakan suhu 95°C selama 1 menit, tahap denaturasi dengan suhu 95°C selama 15 detik, tahap *annealing* dengan suhu 58°C selama 15 detik, tahap ekstensi dengan suhu 72°C selama 10 detik, dan tahap pos ekstensi selama 5 menit dengan suhu 72°C. Tahap denaturasi, *annealing*, ekstensi diulang sebanyak 35 kali (Gambar 3.6). Prinsip denaturasi yaitu pemisahan dua utas DNA secara fisik menggunakan suhu tinggi. Dilanjutkan dengan tahap *annealing* yaitu penurunan suhu untuk memfasilitasi penempelan DNA polymerase pada utas tunggal DNA yang telah

berkomplementasi dengan primer secara spesifik. Adapun pada tahap polimerasi atau ekstensi terjadi perbanyakannya fragmen DNA secara eksponensial setelah penambahan komplemen basa DNA oleh DNA polymerase (Budiarto, 2015).



Gambar 3.6 Amplifikasi menggunakan primer *ITS* (Dokumentasi Penelitian)

### 3.3 Elektroforesis

Visualisasi pita DNA dimulai dengan proses elektroforesis dan dilanjutkan dengan visualisasi hasil elektroforesis menggunakan *Geldoc*. Agar elektroforesis dibuat dengan konsentrasi 1% yaitu 0,8 gr bubuk *agarose* ditimbang, dimasukkan kedalam erlenmayer 125 ml dan ditambahkan dengan TAE 1x sebanyak 80 ml. Larutan *agarose* dihomogenkan sekitar 5 menit dan dilarutkan kedalam *mikrowave* selama kurang lebih 2 menit. Didiamkan beberapa detik dan diteteskan 1  $\mu$ L *gelred*. Selanjutnya larutan *agarose* dituang dalam *cetakan gel* (tetap pada satu

sis) dan ditunggu sampai memadat. Cetakan *gel* ditenggelamkan dalam TAE 1x pada alat elektroforesis, dinyalakan mesinnya dan di atur menjadi 100 volt dalam waktu 60 menit. Setelah itu, *gel agarose* dilepas dari *tempat gel* dan diletakkan diatas *UV tray*. Selanjutnya dilakukan visualisasi hasil elektroforesis dengan menggunakan *Geldoc* dan komputer. Setelah didapatkan amplikon yang baik, maka dilanjutkan proses sekuensing menggunakan jasa 1<sup>st</sup> BASE Singapura.

### 3.4 Analisis Data

Sekuen DNA yang diperoleh dari 1<sup>st</sup> BASE DNA diolah datanya melalui proses *contig* (penyatuan) menggunakan *Molecular Evolutionary Genetycs Analysys XI* (MEGA11) versi 11.0.10. sehingga diperoleh sekuen dari DNA *forward* dan *reverse*. Langkah pertama yang dilakukan selama proses *contig* yaitu sekuen *reverse* dilakukan *reverse-complement* kemudian bagian ujung sekuen *forward* dan *reverse* yang memiliki kualitas kurang bagus dipotong (*trimming*). Selanjutnya sekuen *forward* dan sekuen *reverse* yang didapatkan disatukan sehingga didapatkan satu sekuen yang utuh (Rukmana, 2015).

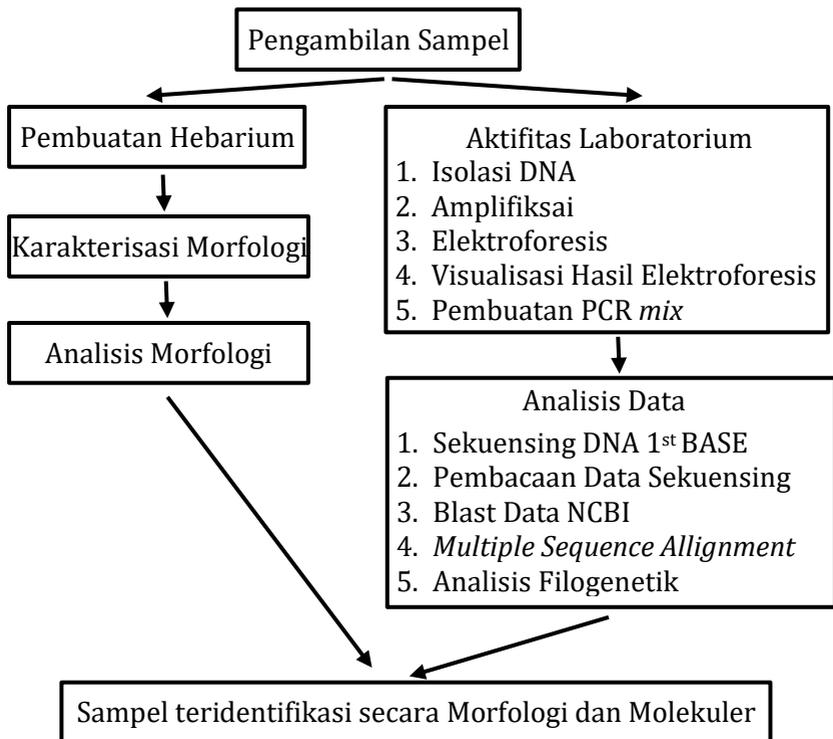
Hasil *contig* yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara molekuler dengan mensejajarkan beberapa data yang diperoleh dari data *gene bank* menggunakan *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST) pada situs NCBI. Proses ini bertujuan untuk memperoleh identitas sampel dengan membandingkan sekuen sampel dengan beberapa sekuen yang terdapat dalam *database* (Rukmana, 2015). Sekuen yang dipilih adalah sekuen dengan *percent identity* diatas 95%.

Pohon filogenetik direkonstruksi menggunakan metode *Maximum Parsimony* (MP), algoritma *Subtree-Purning-Regrafting* (SPR) dengan nilai *bootstrap* 1000 kali pengulangan. *Maximum Parsimony* termasuk dalam metode *character-based* yaitu metode yang merekonstruksi pohon filogenetik berdasarkan urutan nukleotida secara langsung. Metode MP didasarkan atas asumsi evolusi yang berjalan efisien, yaitu pohon terbaik adalah pohon yang memiliki jumlah mutasi paling sedikit atau pohon dengan jumlah perubahan (evolusi) terkecil (Rahayu dan Jannahs, 2019). *Maximum Parsimony* direkomendasikan dalam pembuatan pohon filogenetik untuk sekuen yang mirip dalam jumlah

sedikit. Algoritma yang digunakan tidak rumit namun dapat menemukan pohon filogenetik terbaik (Dharmayanti, 2011). Selanjutnya penyejajaran menggunakan MultAlin dilakukan terhadap sampel dan spesies yang diduga untuk mengetahui letak nukleotida yang berbeda antara kedua sekuen.

#### D. Alur Kerja

Alur kerja pengamatan morfologi dan molekuler digambarkan pada bagan berikut:



Gambar 3.7 Alur Kerja Penelitian (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Deskripsi Hasil Penelitian

#### 1. Karakter Morfologi *Ficus* sp.

*Ficus* sp. pada Vak. VIII.A.93. memiliki karakter morfologi berupa pohon kecil dan memiliki akar nafas yang menjuntai dari cabang-cabangnya. Warna batang segar yaitu *Light Greyish Olive (A) 195* dan warna ranting daun setelah dijadikan herbarium yaitu berwarna hijau muda kecoklatan. Ranting berdaun berwarna coklat kehijauan dan petiol berwarna hijau. *Scare* akibat gugurnya stipula dan daun pada ranting terlihat jelas dan *petiol* tampak lebih panjang. Warna getah putih susu. Daunnya tersusun spiral dengan bentuk daun menjorong (*elliptic*), simetris, pangkal daun membaji (*cuneate*), ujung daun melancip (*acuminate*), tepi daun rata (*entire*) dan tekstur daun menjangat (*coriaceus*). Warna daun segar yaitu *Greyish Olive Green (A) NN137* pada adaksial dan *Moderate Yellow Green (C) 137* pada abaksial daun. Setelah dijadikan herbarium, warna daun berubah menjadi hijau muda kecoklatan. Permukaan adaksial dan abaksial daun terdapat trikoma dengan tipe *puberulent*. Pada adaksial daun tersebar bintik-bintik kuning yang sangat kecil. Vena sekunder berjumlah 17 - 18 pasang

dan jenis venasi pada daun yaitu *brochidodromous*. Stipula pada tumbuhan ini memeluk daun sepenuhnya. Gambaran umum morfologi *Ficus* sp. di Vak. VIII.A.93. disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Gambaran umum morfologi *Ficus* sp. di Vak. VIII.A.93. Habitus (a) Akar Nafas (b) Batang (c) Warna Getah (d) Susunan Daun (e) Bintik-bintik kuning (f) Adaksial (g) Abaksial (h) dan Herbarium (i)

Secara kuantitatif, tinggi sampel yang diamati berukuran sekitar 3 m. Adapun untuk panjang daun berkisar 17,11 – 18,89 cm, lebar daun berkisar 4,5 – 5,5 cm, panjang petiol berkisar 3,1 – 4,9 cm, rasio panjang berkisar 3,1 – 4,9 cm dan panjang stipula berkisar 2,57 – 5,43. Masing-masing pengukuran dilakukan terhadap dua daun pada tiga ulangan herbarium.

Hasil pengamatan morfologi sampel pada Gambar 4.1 dibandingkan dengan beberapa spesies *Ficus* melalui data karakter *Ficus* spp. pada Flora Malesiana (Berg dan Corner 2005). *Ficus* sp. koleksi KRB memiliki beberapa karakter morfologi yang mirip dengan *Ficus subcordata*, *Ficus curtipes* dan *Ficus maclellandii*. Perbedaan karakter morfologi sampel dengan *Ficus* spp. disajikan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Perbedaan karakter morfologi sampel dengan *Ficus* spp.

<b>Karakter Morfologi</b>	<i>Ficus</i> sp.*	<i>Ficus subcordata</i> **	<i>Ficus curtipes</i> **	<i>Ficus maclellandii</i> **
Warna daun Herbarium	Hijau muda kecoklatan	-	-	-
Susunan daun	Spiral	Spiral ke distichous	Spiral	Spiral
Bentuk daun	Menjorong ( <i>Elliptic</i> )	Menjorong ke lonjong ( <i>oblong</i> )	Membundar terbalik ( <i>Obovate</i> ) ke lonjong ke menjorong	Lonjong ke menjorong /melanset ( <i>lanceolate</i> )
Ujung daun	Melancip ( <i>Acuminate</i> )	Melancip ke membundar ( <i>rounded</i> )	Membundar ke menumpul ( <i>obtuse</i> )	Melancip ke hampir berekor ( <i>subcaudate</i> )
Pangkal daun	Membaji ( <i>Cuneate</i> )	Membundar ke menumpul	Membaji	Membaji ke membundar
Tepi daun	Rata ( <i>Entire</i> )	-	-	-
Simetris/tidaknya daun	Simetris	-	-	-

Data Penelitian (\*), Berg dan Corner, 2005 (\*\*)

Tabel 4.1 Lanjutan

<b>Karakter Morfologi</b>	<i>Ficus sp.*</i>	<i>Ficus subcordata**</i>	<i>Ficus curtipes**</i>	<i>Ficus maclellandii**</i>
Trikoma daun	<i>Puberulemt</i>	Gundul	Gundul	Gundul
Jumlah pasang vein	17 - 18 pasang	8 - 16 (20 pasang)	10 - 13 pasang	8 - 14 pasanag
Tipe <i>lateral vein</i>	<i>Brochidodromous</i>	-	-	-
Tekstur daun	Menjangat ( <i>Coriaceus</i> )	Menjangat	Menjangat	Menjangat
Tulang tengah daun	Hampir rata	Hampir rata	Sedikit menonjol	Bagian bawah terkesan diatas
Venasi tersier	Tidak bercabang, sejajar dengan vena lateral	Tidak bercabang, sejajar dengan vena lateral	Tidak bercabang, sebagian besar sejajar dengan vena lateral	Tidak bercabang, sebagian besar sejajar dengan vena lateral
Warna batang herbarium	Hijau muda kecoklatan	Coklat keabu-abuan menuju kekuningan	Coklat kekuningan	Coklat kehijauan

Data Penelitian (\*), Berg dan Corner, 2005 (\*\*)

Tabel 4.1 Lanjutan

<i>Ficus sp.*</i>	<i>Ficus subcordata**</i>	<i>Ficus curtipes**</i>	<i>Ficus maclellandii**</i>	<i>Ficus sp.*</i>
Trikoma	-	<i>Puberolous</i> /gundul	Gundul/ <i>puberulous</i> putih	Gundul/kekuningan berbulu diatas bekas luka stipula
Periderm	Mengelupas	Mengelupas	Tetap di tempatnya ( <i>Persistent</i> )	Tetap di tempatnya
Tipe stipula	Memeluk daun sepenuhnya	-	-	-
Panjang stipula	2,57 - 5,43	1 - 4 cm	1 - 2 cm	0,5 - 1 cm
Trikoma	-	Berbulu balig halus ( <i>Puberolous</i> ) ke gundul	Gundul / berbulu balig halus putih	Hampir menjangat ( <i>subcoriaceous</i> )
Keadaan stipula	Lekas luruh	Lekas luruh ( <i>Coducous</i> )	Lekas luruh	Lekas luruh
Panjang petiol	3,1 - 4,9	1,5 - 5 cm	0,5 - 2 cm	0,5 - 2,5 cm

Data Penelitian (\*), Berg dan Corner, 2005 (\*\*)

Tabel 4.1 Lanjutan

<i>Ficus sp.*</i>	<i>Ficus subcordata**</i>	<i>Ficus curtipes**</i>	<i>Ficus maclellandii**</i>	<i>Ficus sp.*</i>
Tebal petiol	1-4 mm	1 - 3 mm	2 - 3 mm	1 - 2 mm
Warna petiol kering	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman	Kehitaman ke coklat	kehitaman

(Data Penelitian (\*); Berg dan Corner, 2005 (\*\*))

Pencarian herbarium *Ficus subcordata*, *Ficus curtipes* dan *Ficus maclellandii* pada situs *online* dilakukan untuk memberikan gambaran, membandingkan serta melengkapi data karakter yang tidak tersaji pada Tabel 4.1, namun memungkinkan untuk diamati melalui herbarium *online* pada Naturalis Biodiversity Center (2023) seperti warna daun herbarium, tepi daun, simetris tidaknya daun, tipe *lateral vein* dan tipe stipula. Data herbarium *online* tersaji pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Data Herbarium *online*

Herbarium	Karakter Morfologi
 <p data-bbox="297 1166 591 1224"><i>Ficus</i> sp. (Dokumentasi Penelitian)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna daun Herbarium : Hijau muda kecoklatan</li> <li>• Tepi daun : Rata (<i>entire</i>)</li> <li>• Simetris tidaknya daun : Simetris</li> <li>• Tipe <i>lateral vein</i> : <i>Brochidodromous</i></li> <li>• Tipe stipula : Memeluk daun sepenuhnya</li> </ul>

Tabel 4.2 Lanjutan

Herbarium	Karakter Morfologi
 <p>A herbarium specimen of <i>Ficus subcordata</i> showing a branch with several ovate leaves and a small fruit. The leaves are light brown and have a distinct venation pattern. A detailed label with handwritten and printed text is attached to the specimen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna daun Herbarium : Hijau muda kecoklatan</li> <li>• Tepi daun : Rata</li> <li>• Simetris tidaknya daun : Simetris</li> <li>• Tipe <i>lateral vein</i> : <i>Brochidodromous</i></li> <li>• Tipe stipula : Memeluk daun sepenuhnya</li> </ul>
<p><i>Ficus subcordata</i> (Naturalis Biodiversity Center, 2023)</p>	
 <p>A herbarium specimen of <i>Ficus curtipes</i> showing a branch with several ovate leaves. The leaves are light brown and have a distinct venation pattern. A detailed label with handwritten and printed text is attached to the specimen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna daun Herbarium : Hijau muda kecoklatan</li> <li>• Tepi daun : Rata</li> <li>• Simetris tidaknya daun : Simetris</li> <li>• Tipe <i>lateral vein</i> : <i>Brochidodromous</i></li> <li>• Tipe stipula : Memeluk daun sepenuhnya</li> </ul>
<p><i>Ficus curtipes</i> (Naturalis Biodiversity Center, 2023)</p>	

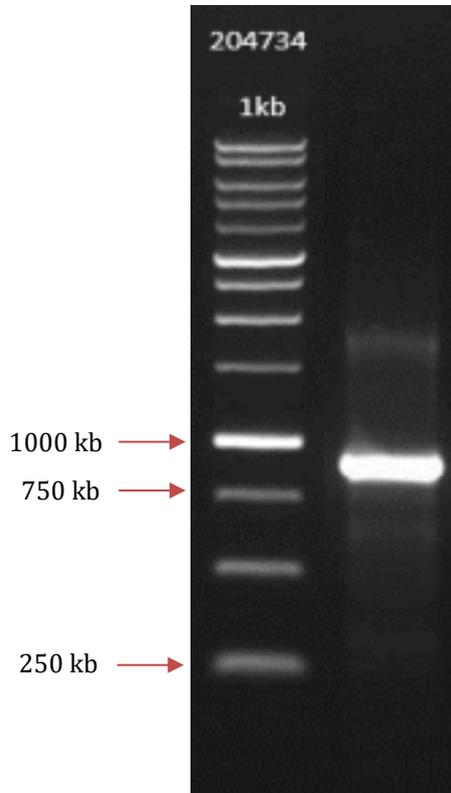
Tabel 4.2 Lanjutan

Herbarium	Karakter Morfologi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna daun Herbarium : Hijau kecoklatan</li> <li>• Tepi daun : Rata</li> <li>• Simetris tidaknya daun : Simetris</li> <li>• Tipe <i>lateral vein</i> : <i>Brochidodromous</i></li> <li>• Tipe stipula : Memeluk daun sepenuhnya</li> </ul>
<p><i>Ficus maclellandii</i> (Naturalis Biodiversity Center, 2023)</p>	

## 2. Karakterisasi Sekuen ITS *Ficus* sp.

### 2.1 Visualisasi Produk PCR *Ficus* sp.

Visualisasi hasil amplifikasi sekuen *Ficus* sp. pada *gel agarose* 1% menggunakan 1 kb DNA *ladder* memperlihatkan bahwa ukuran fragmen DNA target berada pada rentang 750 - 1000 kb. Pita yang tebal menunjukkan DNA sampel berhasil di amplifikasi. Visualisasi produk PCR *Ficus* sp. disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Visualisasi produk PCR *Ficus* sp. pada *gel agarose* 1% dengan 1 kb *DNA Ladder* menggunakan primer *ITS*

## 2.2 Elektroforegram Sekuen *Ficus* sp.

Hasil yang didapat setelah melalui proses sekuensing oleh 1<sup>st</sup> BASE Singapore adalah sekuen *forward* dan *reverse* dalam bentuk AB1 file. Data mentah sekuen berbentuk elektroforegram dengan

warna merah menandakan deoksitimidilat (T), warna hijau menandakan deoksiadenilat (A), warna biru menandakan deoksisitidilat (C) dan warna hitam menandakan deoksiguanilat (G). *Peak* (puncak) yang ditunjukkan pada elektroforegram mempresentasikan baik buruknya kualitas sekuen dan mengetahui letak mutasi gen. Hasil elektroforegram *Ficus* sp. disajikan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Elektroforegram parsial hasil sekuensing *Ficus* sp. atas *forward* (877 bp), bawah *reverse* (879 bp)

### 2.3 Hasil BLAST NCBI *Ficus* sp.

Data sekuen *forward* dan *reverse* diolah menggunakan aplikasi MEGA11 untuk mendapatkan sekuen *contig*. Sekuen *contig* yang diperoleh disejajarkan (*blasting*) dengan sekuen-sekuen yang

tersedia di laman NCBI (BLASTn) sebagai data untuk rekonstruksi pohon filogenetik. Hasil BLAST dapat menunjukkan kesamaan sampel dengan data spesies yang telah tersedia di *database* NCBI.

Sebanyak sembilan sekuen hasil BLASTn dipilih dari total 100 sekuen yang muncul. Hasil BLAST NCBI sekuen *ITS Ficus* sp. terpilih disajikan pada Tabel 4.3.

Rekonstruksi pohon filogenetik dilakukan melalui proses *alignment* yang terdiri dari sampel, sembilan spesies hasil BLASTn sebagai *ingroup* dan enam spesies lainnya sebagai *outgroup*. *Outgroup* yang dipilih berasal dari *subgenus Ficus* dan *subgenus Sycydiun* pada beberapa spesies asal Sulawesi. Data sekuen yang digunakan dalam rekonstruksi pohon filogenetik dan variasi panjang urutan wilayah *ITS* masing-masing sampel disajikan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.3** Hasil BLAST NCBI sekuen *ITS Ficus* sp.

No	Spesimen	No Akses	% ID	Nilai Query	Nilai -E	Total Score
1.	<i>Ficus subcordata</i>	EU091596.1	97,92%	82%	0,0	1245
2.	<i>Ficus maclellandii</i>	EU091591.1	97,17%	84%	0,0	1245
3.	<i>Ficus curtipes</i>	JN117627.1	97,09%	82%	0,0	1210
4.	<i>Ficus maclellandii</i>	JN117639.1	97,02%	84%	0,0	1234
5.	<i>Ficus crassiramea</i>	EU091585.1	96,88%	91%	0,0	1336
6.	<i>Ficus altissima</i>	AY730064.1	96,50%	90%	0,0	1317
7.	<i>Ficus drupacea</i>	AY730066.1	96,35%	90%	0,0	1299
8.	<i>Ficus cucurbitina</i>	EU091586.1	96,25%	91%	0,0	1303
9.	<i>Ficus calcicola</i>	EU091581.1	95,76%	91%	0,0	1284

**Tabel 4.4** Variasi panjang urutan wilayah ITS dalam sampel yang diamati dan *database* NCBI

No	Spesies	No. Akses	Panjang Sekuen
	Sampel yang diamati		
	1. <i>Ficus</i> sp.	-	876 bp
<i>Ingroup</i>	Database NCBI		
	1. <i>Ficus subcordata</i>	EU091596.1	720 bp
	2. <i>Ficus maclellandii</i>	EU091591.1	733 bp
	3. <i>Ficus curtipes</i>	JN117627.1	714 bp
	4. <i>Ficus maclellandii</i>	JN117639.1	740 bp
	5. <i>Ficus crassiramea</i>	EU091585.1	793 bp
	6. <i>Ficus altissima</i>	AY730064.1	795 bp
	7. <i>Ficus drupacea</i>	AY730066.1	786 bp
	8. <i>Ficus cucurbitina</i>	EU091586.1	792 bp
	9. <i>Ficus calcicola</i>	EU091581.1	795 bp
<i>Outgroup</i>	10. <i>Ficus fulva</i>	JQ773881.1	642 bp
	11. <i>Ficus glandulifera</i>	EU091646.1	793 bp
	12. <i>Ficus deltoidea</i>	AY063579.1	694 bp
	13. <i>Ficus ampelas</i>	JF976317.1	641 bp
	14. <i>Ficus gul</i>	AY730132.1	794 bp
	15. <i>Ficus virgata</i>	AF165417.1	717 bp

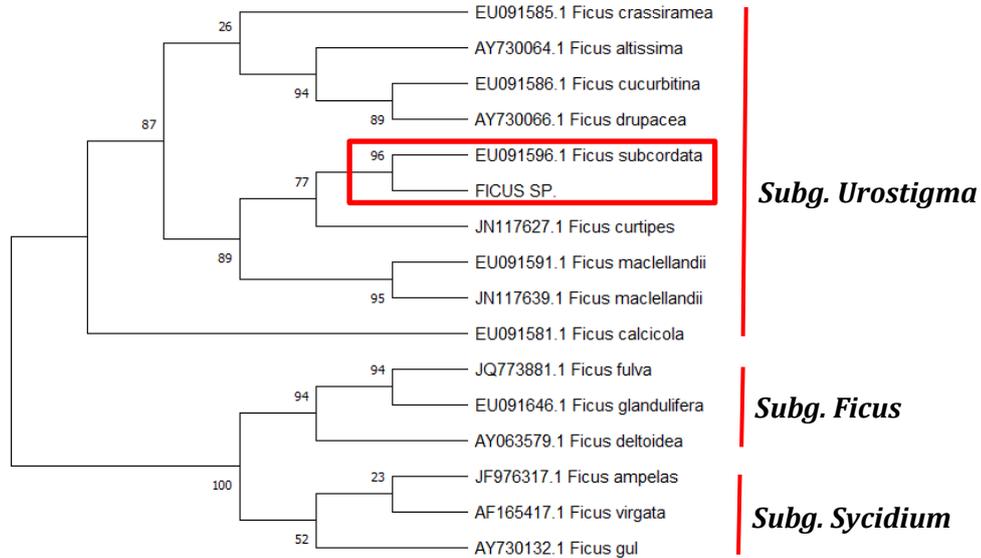
## 2.4 Analisis Filogenetik

Hasil penyusunan sekuen sampel dan 15 sekuen *Ficus ITS* di *database* NCBI menunjukkan adanya variasi pada DNA sekuen. Komposisi nukleotida pada masing-masing sekuen disajikan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Komposisi nukleotida hasil *alignment* sekuen sampel dan 15 sekuen *Ficus* ITS di *database* NCBI

Nama Sekuen	T(U)	C	A	G	Total
<i>Ficus fulva</i>	16.67	31.57	20.58	31.19	792
<i>Ficus ampelas</i>	16.50	31.49	20.78	31.23	794
<i>Ficus glandulifera</i>	16.54	31.69	20.58	31.19	792
<i>Ficus virgata</i>	16.43	31.46	20.64	31.46	785
<i>Ficus crassiramea</i>	16.88	31.49	20.78	30.86	794
<i>Ficus deltoidea</i>	15.97	32.78	20.14	31.11	720
<i>Ficus gul</i>	16.51	31.92	20.60	30.97	733
<i>Ficus altissima</i>	16.49	31.62	20.95	30.95	740
<i>Ficus cucurbitina</i>	15.97	32.49	19.61	31.93	714
<i>Ficus drupacea</i>	14.93	34.37	20.68	30.02	643
<i>Ficus calcicola</i>	16.04	31.31	22.10	30.56	792
<i>Ficus maclellandii</i>	15.15	33.48	20.06	31.31	693
<i>Ficus subcordata</i>	14.66	34.63	20.28	30.42	641
<i>Ficus maclellandii</i>	16.37	31.74	21.54	30.35	794
<i>Ficus curtipes</i>	16.18	32.78	20.50	30.54	717
<i>Ficus</i> sp.	16.73	31.21	21.22	30.84	801
Rata-rata.	16.17	32.18	20.71	30.94	746.56

Analisis kekerabatan dilakukan dengan merekonstruksi pohon filogenetik menggunakan metode *Maximum Parsimony* (MP) dengan algoritma *Subtree-Purning-Regrafting* (SPR) dan nilai *bootstrap* 1000. Pohon filogenetik yang terbentuk mempresentasikan *Ficus* sp. merupakan *F. subcordata* yang ditunjukkan dengan keberadaanya pada ranting yang sama. Hasil analisis pohon filogenetik disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pohon Filogenetik dengan metode *Maximum Parsimony* algoritma *Subtree-Purning-Regrafting* dengan *bootstrap* 1000 kali (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Hasil analisis kekerabatan yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 diperkuat dengan analisis jarak genetik yang disajikan pada Tabel 4.6. Analisis jarak genetik mempresentasikan *Ficus* sp. merupakan *F. subcordata* yang ditunjukkan dengan nilai jarak genetik terendah antara kedua sekuen, yaitu 0,014.

Urutan nukleotida *Ficus* sp. disejajarkan dengan *F. subcordata* yang memiliki nilai *bootstrap* tertinggi dan nilai jarak genetik terendah. Penyejajaran dilakukan menggunakan MultAlin untuk mengetahui letak nukleotida yang berbeda antara kedua sekuen. Hasil penyejajaran urutan nukleotida *Ficus* sp. dengan *F. subcordata* menunjukkan terdapat perbedaan nukleotida pada 10 situs. Hasil penyejajaran kedua sekuen disajikan pada Gambar 4.5 dan perbedaan kedua sekuen ditandai dengan kotak berwarna hitam.

**Tabel 4.6** Jarak Genetik sampel dan 15 sekuen *Ficus* ITS di *database* NCBI

<b>Sekuen</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
EU091585.1 <i>F. crassiramea</i>																
AY730064.1 <i>F. altissima</i>	0,013															
EU091586.1 <i>F. cucurbitina</i>	0,014	0,01														
AY730066.1 <i>F. drupacea</i>	0,012	0,008	0,003													
EU091581.1 <i>F. calcicola</i>	0,023	0,031	0,027	0,025												
EU091596.1 <i>F. subcordata</i>	0,02	0,027	0,027	0,025	0,035											
EU091591.1 <i>F. maclellandii</i>	0,011	0,017	0,018	0,015	0,027	0,014										
JN117639.1 <i>F. maclellandii</i>	0,022	0,028	0,029	0,026	0,038	0,016	0,001									
JN117627.1 <i>F. curtipes</i>	0,017	0,023	0,024	0,021	0,03	0,018	0,011	0,013								
JQ773881.1 <i>F. fulva</i>	0,072	0,079	0,078	0,076	0,081	0,077	0,076	0,074	0,083							

Tabel 4.6 Lanjutan

<b>Sekuen</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
EU091646.1 <i>F. glandulifera</i>	0,058	0,068	0,065	0,064	0,065	0,072	0,066	0,074	0,071	0,025						
AY063579.1 <i>F. deltoidea</i>	0,085	0,095	0,092	0,09	0,092	0,095	0,089	0,087	0,088	0,048	0,041					
JF976317.1 <i>F. ampelas</i>	0,062	0,07	0,069	0,067	0,069	0,07	0,063	0,065	0,072	0,043	0,037	0,043				
AY730132.1 <i>F. gul</i>	0,046	0,055	0,052	0,051	0,052	0,063	0,052	0,063	0,061	0,039	0,027	0,038	0,006			
AF165417.1 <i>F. virgata</i>	0,065	0,074	0,071	0,07	0,073	0,079	0,068	0,07	0,077	0,057	0,044	0,051	0,024	0,02		
<i>Ficus</i> sp.	0,019	0,027	0,026	0,024	0,031	0,014	0,015	0,026	0,018	0,08	0,067	0,096	0,074	0,056	0,077	



## B. Pembahasan Hasil Penelitian

*Ficus* pada Vak. VIII.A.93. merupakan koleksi KRB yang dikoleksi oleh Deden Mudiana M.Si dan ditanam pada tanggal 14 Oktober 2019 di KRB, yaitu pada garis lintang  $6^{\circ} 35' 41,48''$  dan garis bujur  $106^{\circ} 48' 1,49''$ . Tumbuhan ini berasal dari hutan Dusun Lappadata, Desa Mattiro Bulu, Kecamatan Libureng, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan dan tumbuh pada ketinggian 170 m (Unit Registrasi, 2022).

Data karakter morfologi *Ficus* sp. dibandingkan dengan karakter morfologi beberapa *Ficus* spp. yang paling mendekati dengan sampel. Hasil penelitian menunjukkan, spesies yang memiliki kesamaan paling mendekati dengan sampel yaitu *Ficus subcordata* Blume, *Ficus curtipes* Corner dan *Ficus maclellandii* King.

Hasil pengamatan karakter morfologi sampel dengan perbandingan deskripsi karakter morfologi berdasarkan Berg dan Corner (2005) hanya dapat digunakan untuk mengidentifikasi sampel hingga tingkat *subgenus*, yaitu *subg. Urostigma*. Hal ini dikuatkan dengan pernyataan Hariri *et al.*, (2021), identifikasi morfologi *Ficus* sp. berdasarkan organ vegetatif hanya dapat mengidentifikasi spesies hingga tingkat *subgenus*, karena adanya karakter yang tumpang tindih antar spesies. Nur'aini, Syamsuardi & Arbain (2013) menambahkan, proses klasifikasi pada genus

*Ficus* tidak dapat dilakukan jika hanya berdasarkan karakter morfologi daun. Ciri yang mudah dikenali untuk membedakan *subg. Urostigma* dengan *subg.* lainnya yaitu daun yang tersusun secara spiral, *scar* (bekas gugurnya daun dan stipula pada ranting) jelas dan adanya satu kelenjar lilin pada pangkal tulang tengah daun (Berg dan Corner, 2005).

Beberapa karakter morfologi ketiga spesies pembanding seperti warna daun herbarium, tepi daun, simetris tidaknya daun, tipe *lateral vein* dan tipe stipula tidak terdeskripsi pada Flora Malesiana (Berg dan Corner 2005), sehingga dilakukan pencarian herbarium pada situs *online* untuk melengkapi data yang tidak tersaji pada Tabel. Hasil pencarian herbarium *online* menunjukkan kemiripan antara sampel dengan ketiga spesies pembanding baik dari warna daun herbarium, tepi daun, simetris tidaknya daun, tipe *lateral vein* dan tipe stipula. Hal ini menunjukkan perlu dilakukan pengamatan terhadap organ generatif sampel untuk mempermudah proses identifikasi.

Organ generatif pada *Ficus* sp. koleksi KRB yang merupakan *subg. Urostigma* belum pernah sekalipun ditemukan. Keberadaan organ generatif pada sampel penting untuk diamati, khususnya pada *subg. Urostigma* karena adanya sifat khusus pada *bractea* (daun gagang)

maupun *receptacle* (penyangga) sehingga sampel dapat teridentifikasi hingga tingkat jenis (Berg dan Corner, 2005; Hariri *et. al.*, 2021). Organ generatif tumbuhan, penting untuk diamati karena memiliki tingkat variasi morfologi yang tinggi (Irsyam *et al.*, 2021). Ketiadaan organ generatif pada sampel membuat proses identifikasi menjadi sulit dan menimbulkan keraguan pada proses identifikasi sampel hingga tingkat jenis. Oleh karena itu, identifikasi secara molekuler dilakukan untuk memberikan informasi lebih akurat dan menghasilkan kelengkapan data tumbuhan sehingga sampel tumbuhan dapat teridentifikasi dengan baik (Handayani, 2020).

Identifikasi secara molekuler diawali dengan isolasi DNA sampel, amplifikasi dan visualisasi hasil elektroforesis. Visualisasi hasil elektroforesis produk PCR dari sampel *Ficus* sp. memperlihatkan adanya pita yang tebal. Hasil visualisasi tersebut menunjukkan DNA sampel berhasil di amplifikasi. Pita yang tebal mempresentasikan DNA dalam keadaan baik dan dapat memberikan hasil yang baik (Taariwuan *et. al.*, 2021). Keberhasilan amplifikasi DNA sampel menggunakan *ITS* sesuai dengan penelitian yang dilakukan pada beberapa jenis *Ficus* seperti *Ficus carica* (Ghada *et. al.*, 2013); *F. virens*, *F. middletonii*, *F. caulocarpa*, *F. concinna* dan *F. superba* (Mahima, Sudhakar &

Sathishkumar, 2020) dan *Ficus crassiramea* (Hariri *et. al.*, 2021). Adapun pita DNA sampel hasil visualisasi produk PCR *Ficus* sp. berada pada rentang 750 – 1000 bp.

Data elektroforegram sekuen *reverse* dan *forward Ficus* sp. memiliki panjang *basepair* yang berbeda. Sekuen *reverse* memiliki panjang 879 bp dan sekuen *forward* memiliki panjang 877 bp. *Reverse complement* pada sekuen *reverse* dilakukan sebelum melakukan proses *alignment* untuk meminimalisir ketidakcocokan antara sekuen *reverse* dan *forward* dalam pembuatan *contig* (Rukmana, 2015). Hasil sekuensing *reverse* dan *formard Ficus* sp. tidak terlalu baik karena banyaknya *peak* yang pendek dan tumpang tindih pada elektroforegram. Taariwuan *et al.*, (2021) menyatakan, hasil sekuensing berkualitas tinggi ditunjukkan oleh puncak yang jelas dan tidak tumpang tindih antara satu puncak yang satu dengan puncak lainnya pada elektroforegram.

Hal ini mempresentasikan, *peak* pada sekuen *reverse* menunjukkan hasil yang kurang baik pada bagian depan dan *peak* pada sekuen *forward* menunjukkan hasil yang kurang baik pada bagian belakang sehingga perlu dilakukan *trimming*. Pembuatan *contig* dilakukan menggunakan aplikasi MEGA11 dengan memperhatikan *peak* terbaik, sehingga sekuen yang mengalami cacat (*error*) dapat

diperbaiki dan didapatkan sekuen *ITS* lengkap *Ficus* sp. (Rukmana, 2015). Tinggi rendahnya *peak* pada elektroforegram mempresentasikan tingkat kepercayaan pada nukleotida yang mempengaruhi proses analisis filogenetik, sehingga perlu dilakukan pemilihan nukleotida terbaik dalam pembuatan *contig* (Bramasta *et. al.*, 2021). Sekuen hasil *contig* dari sekuen *reverse* dan *forward* *Ficus* sp. yang telah disejajarkan dan dilakukan pemotongan memiliki panjang sekuen 876 bp.

Sekuen hasil *contig* dianalisis melalui fitur BLASTn pada laman NCBI dan dipilih sembilan sekuen terbaik dengan mempertimbangkan nilai *percent identity*, *E. value*, *query cover* dan *max. score*. Nilai *Percent identity* menunjukkan kemiripan sampel dengan sekuens *database* yang disejajarkan, nilai *E-Value* menunjukkan tingkat homologi sekuen, nilai *Q. Cover* menunjukkan persentasi dari panjang nukleotida sampel yang selaras dengan *database* dan *Score* menunjukkan jumlah keselarasan semua segmen dari urutan *database* yang cocok dengan urutan nukleotida sampel (Sogandi, 2018).

Hasil analisis BLAST sekuen *ITS Ficus* sp. menunjukkan sampel memiliki kemiripan tertinggi dengan *F. subcordata* (EU091596.1) dengan nilai kemiripan mencapai 97,92%, nilai kueri 82% dan nilai *E. value* 0 yang menandakan kedua

sekuens tersebut identik. Semakin rendah nilai *E. value*, semakin tinggi tingkat homologi antar sekeun (Sogandi, 2018). Nilai kemiripan yang tinggi menunjukkan bahwa *Ficus* sp. koleksi KRB merupakan *F. subcordata*.

Rekonstruksi pohon filogenetik dilakukan untuk mengetahui hubungan kekerabatan sampel dengan beberapa sekuen yang berasal dari *database* NCBI. Rekonstruksi pohon filogenetik terdiri dari *Ficus* sp. koleksi KRB, sembilan sekuen *ingroup* dan enam sekuen *outgroup* dengan panjang nukleotida yang berbeda-beda. Panjang sekuen yang dipilih memiliki rentang 600 - 800 bp sesuai dengan rentang panjang sekuen hasil amplifikasi *region ITS* (Ekasari, Retnaningsih & Widiati, 2012). Sogandi (2018) menambahkan, dari 1000 bp hasil sekuensing, biasanya hanya sekitar 800 bp yang menunjukkan hasil yang bagus. Pemilihan *outgroup* berdasarkan pada *Ficus* spp. asal Sulawesi yang terdata dalam Berg dan Corner (2005).

Penyejajaran 16 sekuen dilakukan menggunakan fitur ClustalW pada MEGA11. Hasil penyejajaran 16 sekuen disajikan pada Lampiran 3. Komposisi sekuen nukleotida *Ficus* sp. dengan panjang sekuen 876 bp terdiri dari 16,73 (T), 21,22 (A), 31,21 (C) dan 30,84 (G). Hampir semua sekuen *Ficus ITS* menunjukkan komposisi nukleotida yang hampir sama. Hasil penyejajaran 16 sekuen menunjukkan

rata-rata nukleotida tertinggi yang terkandung pada 16 sekuen yaitu deoksisitidilat (C) dengan rata-rata 32,18 dan deoksiguanylat (G) dengan rata-rata 30,94. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Ghada *et al.*, (2013) bahwa komposisi sekuen *region ITS* paling banyak mengandung nukleotida C dan G.

Analisis filogenetik dilakukan menggunakan metode *Maximum parsimony* (MP), algoritma SPR dengan *bootstrap replication* sebanyak 1000 kali. Metode MP dipilih berdasarkan pertimbangan *Ficus* sp. berada pada percabangan yang sama dengan jenis yang diduga, yaitu *Ficus subcordata*. Hal ini karena MP mengasumsikan pohon terbaik merupakan pohon dengan perubahan (evolusi) terkecil dan merupakan metode yang direkomendasikan dalam pembuatan pohon filogenetik untuk sekuen yang mirip dalam jumlah sedikit (Dharmayanti, 2011; Rahayu dan Jannah, 2019; Retnaningati, 2019).

Hasil rekonstruksi Pohon filogenetik *Ficus* sp. menggunakan metode MP menunjukkan *region ITS* mampu menentukan spesies *Ficus* dengan jelas. Pohon filogenetik hasil rekonstruksi menunjukkan seluruh *Ficus* mengelompok secara bersama dan terpisah dari *subg.* lainnya. Pohon filogenetik membentuk dua klada. Klada I merupakan *subg. Urostigma* yang terdiri dari 10 *F.*

*crassiramea* (EU091585.1), *F. maclellandii* (EU091591.1), *F. maclellandii* (JN117639), *F. subcordata* (EU091596.1), *Ficus* sp. (sampel), *F. curtipes* (JN117627.1), *F. altissima* (AY730064.1), *F. cucurbitina* (EU091586.1), *F. drupacea* (AY730066.1) dan *F. calciola* (EU091581.1). Klada II terdiri dari dua subklada yang mengelompok sesuai *subgenus* nya, yaitu *subg. Ficus* dan *subg. Sycidium*. *Subgenus Ficus* terdiri dari *F. fulva* (JQ773881.1), *F. glandulifera* (EU091646.1) dan *F. deltoidea* (AY063579.1). *Subgenus Sycidium* terdiri dari *F. ampelas* (JF976317.1), *F. gul* (AY730132.1) dan *F. virgata* (AF165417.1).

Pohon filogenetik yang terbentuk mempresentasikan keberadaan *Ficus* sp. dengan *F. subcordata* pada percabangan yang sama. Hal ini menunjukkan *Ficus* sp. koleksi KRB teridentifikasi sebagai *F. subcordata* dengan nilai *bootstrap* yang dapat dipercaya, yaitu sebanyak 96%. Osawa, Su dan Imura (2004) menyatakan, nilai *bootstrap* diatas 95% menunjukkan percabangan yang terbentuk stabil dan dapat diandalkan. Adapun nilai *bootstrap* dibawah 70% menunjukkan percabangan yang terbentuk tidak stabil.

Analisis jarak genetik dilakukan untuk memperkuat bukti bahwa sampel merupakan *F. subcordata*. Jarak genetik terendah dimiliki oleh *F. subcordata* dengan nilai 0,014 dan

nilai jarak genetik tertinggi dimiliki oleh *F. deltoidea* dengan nilai 0,096. Hasil jarak genetik mempresentasikan bahwa sampel memiliki hubungan kekerabatan paling dekat dengan *F. subcordata* dan memiliki hubungan kekerabatan paling jauh dengan *F. deltoidea* yang merupakan *outgrup*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Octavia (2022), semakin rendah jarak genetik, hubungan kekerabatan antar spesies semakin dekat.

Penyejajaran *Ficus* sp. dengan *F. subcordata* (EU091596.1) menggunakan *software* MultAlin dilakukan untuk mengetahui variasi intraspesies pada kedua sekuen. Hasil penyejajaran menunjukkan terdapat 10 perbedaan nukleotida pada situs ke-117, 126, 159, 189, 375, 576, 581, 632, 702 dan 754. Adanya variasi intraspesies pada kedua sekuen berpengaruh terhadap nilai kemiripan yang terbentuk. Hal ini sesuai dengan penelitian Hariri *et al.*, (2021) bahwa perbedaan satu situs nukleotida menghasilkan nilai kemiripan sebesar 99,97%.

Berdasarkan hasil pengamatan secara morfologi terhadap karakter organ vegetatif menunjukkan adanya karakter tumpang tindih antara sampel dengan beberapa spesies yang diduga. Identifikasi sampel secara molekuler menggunakan *region ITS* berhasil melengkapi data morfologi dan menunjukkan bahwa *Ficus* sp. koleksi KRB

merupakan *F. subcordata* dengan nilai kemiripan sebesar 97,92%, nilai *bootstrap* sebesar 96% dan nilai jarak genetik sebesar 0,014.

Hal ini menunjukkan bahwa penggabungan identifikasi secara morfologi dan molekuler efektif untuk menghasilkan kelengkapan data tumbuhan sehingga sampel dapat teridentifikasi dengan baik.

## BAB V SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Berdasarkan analisis data dan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapat pada penelitian ini yaitu:

1. *Ficus* pada Vak. VIII.A.93. memiliki karakter morfologi berupa pohon kecil dan memiliki akar nafas yang menjuntai dari cabang-cabangnya. Warna batang segar yaitu *Light Greyish Olive (A) 195* dan warna ranting daun setelah dijadikan herbarium yaitu berwarna hijau muda kecoklatan. Ranting berdaun berwarna coklat kehijauan dan petiol berwarna hijau. *Scare* akibat gugurnya stipula dan daun pada ranting terlihat jelas dan *petiol* tampak lebih panjang. Warna getah putih susu. Daunnya tersusun spiral dengan bentuk daun menjorong (*elliptic*), simetris, pangkal daun membaji (*cuneate*), ujung daun melancip (*acuminate*), tepi daun rata (*entire*) dan tekstur daun tidak kaku. Warna daun segar yaitu *Greyish Olive Green (A) NN137* pada adaksial dan *Moderate Yellow Green (C) 137* pada abaksial daun. Setelah dijadikan herbarium, warna daun berubah menjadi coklat cerah kehijauan. Permukaan adaksial dan abaksial daun terdapat trikoma dengan tipe

*puberulent*. Pada adaksial daun tersebar bintik-bintik kuning yang sangat kecil. Vena sekunder berjumlah 17 - 18 pasang dan jenis venasi pada daun yaitu *brochidodromous*. Stipula pada tumbuhan ini memeluk daun sepenuhnya.

2. Sekuen DNA *ITS* dari *Ficus* sp. asal Sulawesi koleksi KRB memiliki karakteristik panjang sekuen 876 bp, tidak jauh dari rata-rata panjang sekuen *ITS* yaitu berkisar antara 600 - 800 bp. Sekuen tersebut berhasil mempresentasikan komposisi terbanyak nukleotida C dan G yang sesuai untuk *region ITS*. Komposisi sekuen *ITS Ficus* sp. terdiri dari 16,73 (T), 21,22 (A), 31,21 (C) dan 30,84 (G).
3. Pendekatan morfologi pada organ vegetatif sampel dapat mengidentifikasi sampel hingga tingkat *subgenus* yaitu *subg. Urostigma*. Pendekatan molekuler berhasil mengidentifikasi sampel sebagai *F. subcordata* dengan nilai kemiripan sebesar 97,92%, nilai *bootstrap* sebesar 96% dan nilai jarak genetik sebesar 0,014.

## **B. Saran**

Berdasarkan penelitian ini, saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya yaitu memperbanyak karakter morfologi organ vegetatif yang diamati sehingga ditemukan

karakter spesifik sampel sehingga sampel dapat teridentifikasi hingga tingkat jenis. Secara molekuler, perlu dilakukan identifikasi menggunakan *region* lain untuk mengetahui perbandingan keefektifan *barcode* dalam identifikasi genus *Ficus*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, M., Dulanlebit, H, Yeanchon., Y. F. (2020). Awar-awar ( *Ficus Septica* Burm F ) Heavy Metal Mercury Accumulation Study Using Awar-awar ( *Ficus Septica* Burm F ) Plants. *Indo. J. Chem. Res*, 2020, 7(2), 159-169 *STUDI*, 7(2), 159-169.
- Adamu, F. U., Abubakar, B. Y., & Musa, A. O. (2022). Morphological Characteristics of Different *Ficus* Species Found in Samaru-Zaria, Nigeria. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences*, 7(3a), 176-183. <https://doi.org/10.4314/dujopas.v7i3a.19>
- Anzani, A. N. U. R., Martiansyah, I., & Yuliani, N. I. A. (2021). *Studi In Silico DNA barcoding pada bunga soka (Ixora)*. November, 168-177.
- Ayuningtyas, D. (2022). *Degradasi Dan Deforestasi Hutan Di Daerah Kalimantan Timur*. 1(September 12), 1-12. <https://doi.org/10.31219/osf.io/3q2md>
- Baskara, M., & Wicaksono, K. P. (2013). Tumbuhan *Ficus* : Penjaga Keberlanjutan Budaya dan Ekonomi di Lingkungan Karst. *Temu Ilmiah IPLBI*, 1, 21-25. <https://temuil ilmiah.iplbi.or.id/wp->

content/uploads/2015/01/TI2013-03-p021-025-Tumbuhan-Ficus-Penjaga-Keberlanjutan-Budaya-dan-Ekonomi-di-Lingkungan-Karst.pdf

- Beentje, H. (2010). The Kew Plant Glossary. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Berg, C. C., & Corner, E. J. H. (2005). *MORACEAE : FICEAE Corner ( 1967 : 24 ) summarized his studies on Ficus as follows : Since 1930 , when he began to study Ficus of the Malay Peninsula , he examined nearly every collection , totalling 21 , 000 , that has been made in Asia and Australasia , . 17, 1–186.*
- Bramasta, R. C., Faiqoh, E., Hendrawan, I. G., & Sembiring, A., Yusmalinda, N. L. A. (2021). *Identifikasi Hiu yang Diperdagangkan di Bali Menggunakan Metode DNA Barcoding dan Analisis Filogenetik.* 7, 84–93.
- Budiarto, B. R. (2015). Polymerase Chain Reaction (PCR) : Perkembangan Dan Perannya Dalam Diagnostik Kesehatan. *BioTrends*, 6(2), 29–38.
- Dewi, A. P., Peniwidiyanti, P., Surya Dwipa Irsyam, A., Rifqi Hariri, M., Al Anshori, Z., & Ratnasih Irwanto, R. (2022). Karakter Mikromorfologi Daun Ficus Spp. Rekaman Baru Di Jawa. *Floribunda*, 6(8).

<https://doi.org/10.32556/floribunda.v6i8.2022.366>

Dharmayanti, I. (2011). FILOGENETIKA MOLEKULER: METODE TAKSONOMI ORGANISME BERDASARKAN SEJARAH EVOLUSI. *Wartazoa*, 21(1).  
<https://doi.org/10.2307/2799276>

Ekasari, T. W. D., Retnoningsih, A., & Widiyanti, T. (2012). Pcr-Rflp Pada Internal Transcribed Spacer ( Its ) Dna Ribosom. *Jurnal MIPA*, 35(1), 21–30.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.15294/ijmns.v35i1.2093>

Ellis, B., Daly, D. C., Hickery, L. J., Johnson, K. R., Mitchell, J. D., Wilf, P., & Wing, S. L. (2009). (Cornell paperbacks) Beth Ellis\_ et al-Manual of leaf architecture-Cornell University Press (2009).pdf. In *Cornell University Press*.

Gardner, R. O., & Early, J. W. (1996). The naturalisation of banyan figs (*Ficus* spp., *Moraceae*) and their pollinating wasps (*Hymenoptera*: *Agaonidae*) in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 34(1), 103–110.  
<https://doi.org/10.1080/0028825X.1996.1041269>

- Ghada, B., Ahmed, B. A., Messaoud, M., & Amel, S. H. (2013). Genetic diversity and molecular evolution of the internal transcribed spacer (ITSs) of nuclear ribosomal DNA in the Tunisian fig cultivars (*Ficus carica* L.; Moracea). *Biochemical Systematics and Ecology*, *48*, 20–33. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2012.11.017>
- Hadi, S., Rafdinal, R., & Linda, R. (2019). Kepadatan dan Pola Penyebaran *Ficus* spp. Di Stasiun Penelitian Cabang Panti Taman Nasional Gunung Palung Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, *8*(3), 115–121. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v8i3.36877>
- Handayani, T. (2018). Diversity, potential and conservation of annonaceae in bogor botanic Gardens, Indonesia. *Biodiversitas*, *19*(2), 546–558. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190230>
- Handayani, T. (2020). Kebun Raya Bogor sebagai Laboratorium Alam Sumber Penelitian dan Pembelajaran Biologi Tumbuhan Bogor Botanical Gardens as a Natural Laboratory for Plant Biology Research and Learning Resources. *Prosiding Seminar*

*Nasional Biologi FMIPA UNM : Inovasi Penelitian Biologi Dan Pembelajarannya Di Era Merdeka Belajar*, 105–113.

file:///C:/Users/USER/Downloads/15313-37968-1-PB.pdf

Handayani, T., Apandi, A., & Wijaya, T. (2017). Daya Tarik Kebun Raya Bogor sebagai Objek Wisata Ilmiah. *Warta Kebun Raya*, 43–50.

Hariri, M. R., Peniwidiyanti, P., Irsyam, A. S. D., Irwanto, R. R., Martiansyah, I., Kusnadi, K., & Yuhaeni, E. (2021). Molecular Identification and Morphological Characterization of *Ficus* sp. (Moraceae) in Bogor Botanic Gardens. *Jurnal Biodjati*, 6(1), 36–44. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v6i1.10852>

Hayatul Husni. (2017). Morfologi Tumbuhan menurut perspektif Al-Qur'an. *Tesis*, 2(4), 12–17. <https://ejournal.unib.ac.id>

Hickey, L. J. (1973). Classification Of Leaf Architecture Of Dicotyledonous Leaves. *Amer. J. Bot*, 60(1), 17–33.

Hildasari, N., & Hayati, A. (2021). Potensi Keanekaragaman Flora Sebagai Tumbuhan Obat di Wana Wiyata Widya Karya, Sanggar Indonesia Hijau,

Kabupaten Pasuruan. *Sciscitatio*, 2(2), 74–81.  
<https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2021.22.70>

Irsyam, A. S. D., Hariri, M. R., Widiyanti, P., & Irwanto, R. R. (2021). Short communication: Note on the genus *dorstenia plum. ex L. (moraceae)* in java (indonesia) and noteworthy information on the identity of *D. bahiensis* through ITS sequence. *Biodiversitas*, 22(8), 3358–3363.

<https://doi.org/10.13057/biodiv/d220832>

Jorgensen, R. A., Cuellar, R. E., Thompson, W. F., & Kavanagh, T. A. (1987). Structure and variation in ribosomal RNA genes of pea - Characterization of a cloned rDNA repeat and chromosomal rDNA variants. *Plant Molecular Biology*, 8(1), 3–12.  
<https://doi.org/10.1007/BF00016429>

Khasanah, N. (2016). KANDUNGAN BUAH-BUAHAN DALAM ALQUR'AN: BUAH TIN (*Ficus carica* L), ZAITUN (*Olea europea* L), DELIMA (*Punica granatum* L), ANGGUR (*Vitis vinivera* L), DAN KURMA (*Phoenix dactylifera* L) UNTUK KESEHATAN. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 1(1), 5–29.  
<https://doi.org/10.21580/phen.2011.1.1.442>

- Mahima, K., Sudhakar, J. V., & Sathishkumar, R. (2020). Molecular phylogeny of the ficus virens complex (Moraceae). *Genome*, 63(12), 597–606. <https://doi.org/10.1139/gen-2019-0210>
- Martiansyah, I. (2021). Mini Review: Pendekatan Molekuler DNA Barcoding: Studi Kasus Identifikasi dan Analisis Filogenetik Syzygium (Myrtaceae). *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change*, November, 187–195. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>
- Mckey, D. (1989). Reviews: Population Biology of Figs - Application For Conservation. *Experientia*, 45, 661–673.
- Mulyani, M., Rifqi Hariri, M., & Pertiwi, A. H. I. (2019). *Efektivitas identifikasi jenis melalui dna barcoding: studi kasus pada marga dendrobium*. December.
- Nur'aini, Syamsuardi, & Arbain, A. (2013). Ficus L. plants (Moraceae) in the forest conservation Prof. Soemitro Djojohadikusumo, PT. Tidar Kerinci Agung (TKA), West Sumatera. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 2(4), 235–241.

- Octavia, D. (2022). *Determinasi Globba sp. (Zingiberaceae) Asal Sumatra Utara Koleksi Kebun Raya Bogor Menggunakan DNA Barcoding Region Internal Transcribed Spacer.*
- Peniwidiyanti, & Ashari, R. (2018). *Hemiepifit Ficus spp. (Moraceae) di Pulau Weh, Kota Sabang, Provinsi Aceh, Indonesia Hemiepiphytic Ficus spp. (Moraceae) in Weh Island, Sabang City, Aceh Province, Indonesia.* 4(2), 215–219.  
<https://doi.org/10.13057/psnmbi/m040220>
- Peniwidiyanti, Irsyam, A. S. D., Dewi, A. P., Hariri, M. R., Al Anshori, Z., & Irwanto, R. R. (2021). Newly recorded alien species of *Ficus* L. (Moraceae) in Java, Indonesia. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 6(2).  
<https://doi.org/10.22146/JTBB.65313>
- Purnamasari, M., Prihatna, C., Gunawan, A., & Suwanto, A. (2012). Isolasi dan Identifikasi Secara Molekuler *Ganoderma* spp. yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Pangkal Batang di Kelapa Sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 8(1), 9–15.  
<https://doi.org/10.14692/jfi.8.1.9>

- Rahayu, D. A., & Jannah, M. (2019). *Dna Barcode Hewan Dan Tumbuhan Indonesia*. 9–25.
- Retnaningati, D. (2019). Hubungan Filogenetik Intraspesies Cucumis melo L. berdasarkan DNA Barcode Gen matK. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 2(2), 62–67.  
<https://doi.org/10.24002/biota.v2i2.1658>
- Rukmana, S. (2015). Perbandingan Sekuens Kapang *Trichoderma* sp. Berdasarkan Internal Transcribed Spacer (ITS) rDNA dengan Menggunakan Database NCBI. In *Teaching and Teacher Education* (Vol. 12, Issue 1).  
<http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2015.1044943>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.581>  
<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2547ebf4-bd21-46e8-88e9-f53c1b3b927f/language-en>  
<http://europa.eu/>  
<http://www.legislation.europa.eu/>
- s. Osawa · Z.-R. Su · Y. Imura. (2004). Molecular phylogeny and evolution of carabid ground beetles. In *Choice Reviews Online* (Vol. 42, Issue 02).  
<https://doi.org/10.5860/choice.42-0948>

- Sahromi. (2020). Konservasi ex situ Famili Moraceae di Kebun Raya Bogor, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon, Bogor 12 Oktober 2019*, 6(1), 530–536. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m060109>
- Shaw, A. J., McDaniel, S. F., Werner, O., & Ros, R. M. (2002). Phylogeography and Phylodemography. *The Bryologist*, 105(3), 373–383. [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2002\)105\[0373:pap\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2002)105[0373:pap]2.0.co;2)
- Siregar, H. M. (2017). The conservation of native, lowland Indonesian Begonia species (Begoniaceae) in Bogor Botanic Gardens. *Biodiversitas*, 18(1), 326–333. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180143>
- Soegiarto, K. . (1992). Sejarah Kebun Raya Bogor dalam rangka Menyambut Ulang Tahunnya ke- 175. *Warta Kebun Raya, Vol.1 No.2*.
- Sogandi, S. (2018). *Biologi Molekuler Identifikasi Bakteri Secara Molekuler Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta* (Issue July).
- Soltis, P. D. (1998). *Molecular Systematics of Plants*. International Thomson Publishing.
- Soni, N., Mehta, S., Satpathy, G., & Gupta, R. K. (2014).

“Estimation of nutritional, phytochemical, antioxidant and antibacterial activity of dried fig (*Ficus carica*).” ~ 158 ~ *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3(2), 158–165.

Taariwuan, M., Ngangi, J., Mocosuli, Y., & Gedoan, S. (2021). *DNA Barcoding Dalugha (Cyrtosperma Merkusii) di Kepulauan Talaud dan Minahasa Selatan Berdasarkan Gen rbcL (DNA. 11(2), 134–138.* <https://doi.org/https://doi.org/10.35799/jbl.v11i2.34452>

Takano, A., & Okada, H. (2002). Multiple occurrences of triploid formation in Globba (*Zingiberaceae*) from molecular evidence. *Plant Systematics and Evolution*, 230(3–4), 143–159. <https://doi.org/10.1007/s006060200001>

Wijaya, I. M. S., & Defiani, M. R. (2021). Diversity and distribution of figs (*Ficus*: *Moraceae*) in Gianyar district, Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(1), 233–246. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220129>

Yanengga, A., Langi, M. A., Kainde, R. P., & Nurmawan, W. (2015). Penyebaran *Ficus* spp di Hutan Gunung Tumpa, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Cocos*, 6(3),

1-8.

<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/6994>

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian

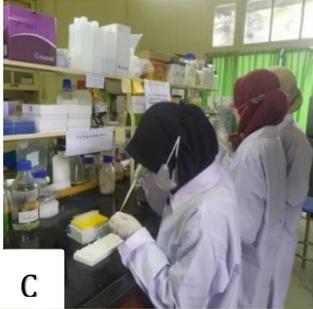
Keterangan : A. Pengambilan sampel; B. Pembuatan Herbarium; C. Ekstraksi DNA; D. PCR; E. Elektroforesis; F. Visualisasi pita DNA



A



B



C



D



E



F

Lampiran 2 Sekuen *Ficus* sp.

#4414547\_CC06\_ITS\_R

GGAAAATTTTGGATTGGGGGAAAAGGGGGTTTCGTTTCCCG-GGTGTTGGGGAAAATTC  
ACTGAACTTTTTT-TTTAAAGGAAAAGAAAATTTTAAAAAGTTTTCTTTAGGAAATCTG  
GGAAAATTTTTTTGTAAGACTCTCTTAAAAAAAAGGA?CGGGAAAAGTTTAAAAAAT  
GGGGGGGGGAAGGGGGG??AAAACCCCCGGGCCCTTTTTTTGGGGGGGGGGGGGCC  
CCCCCTTTCCCCCGGAACAAAAAAACCAGGGGGGAAATGGTTAAAAAAA  
AAAAAATCCCCCCTTGGGGGCCCGAAAAGGGGATTTTTCCTTGGGGGTTGTTTGGG  
GTTTGTTTTAAAAAAAATTTTTGGGAAAGGAATTTTGGTTTTTTCATTAAAA  
AAAAAAAAGAAAAAGGAAATTTTGGTGGAAATTCAAAAATCCCGAAACCAT-GAGTT  
TTTTAAACCAATTTGGGCCCGGGGCCAAAAGGGGGGGGAATTTTTCCGGGGGGTTAAA  
ACCGTTTTCCCCCCCCCAAACCCCATTCCTGCTCGTAGCCGGGGCGAGAGGGGACC  
GCGGGGGCGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCCTTCGACCCGCGGTTGGTCAAAAAATC  
GAGTCCCCTGTCACGTCTTGGCAACAGGTAGTCGATAATTCGGTGCCACGGCCAT-G  
CGCGTCGTGCACGCATCGGGACTCCGACAGAACCAGTGCGCCCGTCACGGGTGCCTCCA

ACGCGACCCCAGGTCAGGCGGGGCTACCCGCTGAGTTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA  
 AAAGAACTTACAAGTTCCTAA-----

#4414546\_CC06\_ITS\_F

-----CGAGCGA?TGGGCGGTCGCTGCCCGTGACGTCGCGAGAAGTCC  
 ACTGAACCTTATCATTTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAGGTTTCCGTAGGTGAACCTG  
 CGGAAGGATCATTGTCGAGACCTGCCTAGCAGAAGGACCCGCGAACACGTTACAACACTC  
 GAGGGGGGGGCAAGGGGCGCGAACACGCCCCGGACCCTCCTCGTCGGGTGCGTGTGGCCC  
 CGCCACTCGCCCCGGCACCAAACGAACCCGGGCGCGGAATGCGTCAAGGAAAGACAACG  
 AGACGATCCCTGCCATCGGGGCCCCGAAACGGCGACTCTGCCTCGGTGGTTGCTTCGGG  
 ATCGGTTTGTAGTACGAAGAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGA  
 AGAACGTAGCGAAATGCGATACTT-GGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTC  
 TTTGAACGCAAGTTGCGCCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGTCTGCCTGGGCGTCACA  
 CGCCGTTGCCCCCCCCCCCCCAACCCCTTCCCCCCTAACCGGGGGGAAAGGGGACC  
 CCGGGGGGGGAAAAAAACCCCCCGGG?CCCCCTTCCCCCGGGGGGAAAAAA

AAACCCCTTCCCCCTCTTTTGGGAAAAGGGAATTAAAATTTTGGGGCCCCGCCCTTG  
CCCTTTGGGGCCCTTTGGGAACCCCAAAA?CCCCAGGGCCCCCTC-CGGGGG?CCCC  
ACCCACCCCCGGGGGGGGGGGTCCCCCGTAATTTAAACCTTTTAAAACGGGGGA  
AAAAAATTTTCAAG?TTTCCCCTTTAAAGGGGGA

#*CONTIG FICUS SP.*

GGAAAATTTTGGATTGGCGAGCGAATGGGCGGTCGCTGCCCGTGACGTCGCGAGAAGTCC  
ACTGAACCTTATCATTTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAGGTTTCCGTAGGTGAACCTG  
CGGAAGGATCATTGTGCGAGACCTGCCTAGCAGAAGGACCCGCGAACACGTTACAACACTC  
GAGGGGGGGGCAAGGGGCGCGAACACGCCCGGACCCTCCTCGTCCGGTGCGTGTGGCCC  
CGCCACTCGCCCCGGCACCAACGAACCCGGGCGCGGAATGCGTCAAGGAAAGACAACG  
AGACGATCCCTGCCATCGGGGCCCCGGAAACGGCGACTCTGCCTCGGTGGTTGCTTCGGG  
ATCGGTTTGTAGTACGAAGAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGA  
AGAACGTAGCGAAATGCGATACTTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTC  
TTTGAACGCAAGTTGCGCCCAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGTCTGCCTGGGCGTCACA

CGCCGTTGCCCCCCCCCCCCCCAACCCCATTCCTGCTCGTAGCCGGGGCGAGAGGGGACC  
GCGGGGGGCGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCGCGGTTGGTCAAAAAATC  
GAGTCCCCTGTCACGTCGTCTTGGCAACAGGTAGTCGATAATTCGGTGCCACGGCCATTG  
CGCGTCGTGCACGCATCGGGACTCCGACAGAACCCAGTGCGCCCGTCACGGGTGCCTCCA  
ACGCGACCCCAGGTCAGGCGGGGCTACCCGCTGAGTTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA  
AAAGAACTTACAAGTTCCTAATTTAAAGGGGGA

Lampiran 3 Hasil *Alignment* sekuen sampel dan 15 sekuen *Ficus* spp.

```

1      10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    110    120    130
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
EU091585.1  GCCCGTGACGTCGGAGAGTCCACTGACCTTATCATTAGAGGARGAGGAGTCTNTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
AY730064.1  GTGACGTCGTGAGAGTCCACTGACCTTATCATTAGAGGARGAGGAGTCTGTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
EU091586.1  GCCCGTGACGTCGGAGAGTCCACTGACCTTATCATTAGAGGARGAGGAGTCTGTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
AY730066.1  GTCGGAGAGTCCACTGACCTTATCATTAGAGGARGAGGAGTCTGTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
EU091581.1  GCCCGTGACGTCGGAGAGTCCACTGACCTTATCATTAGAGGARGAGGAGTCTGTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
FICUS
EU091646.1  GCCCGTGACGTCGGAGAGTCCACTGACCTTATCATTAGAGGARGAGGAGTCTGTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
AY730132.1  GCCCGTGACGTCGGAGAGTCCACTGACCTTATCATTAGAGGARGAGGAGTCTGTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
EU091591.1  GTCGTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
JN117639.1  TGGAGTA--AAAGTCGTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
JN117627.1  CCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
EU091596.1  GTCGTRACARGGTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
AF165417.1  TTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
AY063579.1  TARGTTTCCGTAGGTGACCTGCGGRAGGATCATTGTCGAGACC-TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
JQ773881.1  CC--TGCCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
JF976317.1  CCAGCAGAGAGACCGCGCGAC
Consensus  .....aagglttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcga.acc tgccAGCAGAGAGACCGCGCGAC

131    140    150    160    170    180    190    200    210    220    230    240    250    260
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
EU091585.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCTCGCCCCGGCACCAARCGARCCCGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
AY730064.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
EU091586.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
AY730066.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
EU091581.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
FICUS
EU091646.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
AY730132.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
EU091591.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
JN117639.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
JN117627.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
EU091596.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
AF165417.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
AY063579.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
JQ773881.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
JF976317.1  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA
Consensus  ACGTTACACACTCGAGGGGGGGCGAGGGGGCGARCACGCCCGGAACCCTCCTCGCGGGTGCGTGTGGCCCGCCCACGCCCTCGCGCCCGGGCCGCGGATCGCTARAGAARAGA

```

261 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390

EU091585.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
AY730064.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGATGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
EU091586.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
AY730066.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
EU091581.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
FICUS  
EU091646.1 CAACGAGACGATCCCAGCCATCGAGGCCCGGAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
AY730132.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
EU091591.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
JM117639.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
JM117627.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
EU091596.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
AF165417.1 CAACGAGACGATCCCTGCCGTCGGGCCCCGGAAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
AY063579.1 CAACGAGACGATCCCAGCCATCGAGGCCCGGAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
JQ773881.1 CAACGAGACGATCCCAGCCATCGAGGCCCGGAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
JF976317.1 CAACGAGACGATCCCAGCCATCGAGGCCCGGAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA  
Consensus CAACGAGACGATCCCAGCCATCGAGGCCCGGAACGGTGACTCGCCTCGGTGGTTCGCGGATCGGTTT-GAGTACGAGAGACGACTCTCGGCACCGGATATCTCGGCTCGCATCGATGANGAA

391 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520

EU091585.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
AY730064.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
EU091586.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
AY730066.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
EU091581.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
FICUS  
EU091646.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
AY730132.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
EU091591.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
JM117639.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
JM117627.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
EU091596.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
AF165417.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
AY063579.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
JQ773881.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
JF976317.1 CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC  
Consensus CGTAGCGAAATGCGATACTTGGTGTGAATGCGAATCCCGTGAAACATCGAGCTTTGAAACGCAAGTGGGCCCGAGGCCATCAGGTCGAGGGCACGCTGCCTGGGCGTCACACGCCGTTGCCCCCC

521 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 630 640 650

EU091585.1 C-C-----A-**AACCCCTTTC**CCGCTCCTAGCCGGGGCG-AGCGGGGACCGCGGGGGG-CGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 AY730064.1 C-CCCCA---A-**AACCCCTT**CCGCTCCTAGCCGGGGCG-GCGGGGACCGCGGGGGG-CGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 EU091586.1 C-C-----A-**AACCCCTT**CCGCTCCTAGCCGGGGCG-GCGGGGACCGCGGGGGG-CAGATGCTGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 AY730066.1 C-C-----A-**AACCCCTT**CCGCTCCTAGCCGGGGCG-GCGGGGACCGCGGGGGG-CGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 EU091581.1 C-C-----A-G-**ACCCCTT**CCGCTCCTAGCCGGG-CG-**ACTGGGGACCGCGGGGGG**-CGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 FICUS C-CCCC---CA**AACCCAT**TCCGCTCCTAGCTCGGGGCG-AGAGGGGACCGCGGGGGG-CGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 EU091646.1 C-CCCCCA**AA**AA**AA**AA**AA**CC**CC**Y**G**TCCGCTCCTG**GC**-GGGGCG-AGGGGGACCGTGGGGGG-CGGAA**RT**GACCTCCCGTGCG**ATC**--TTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 AY730132.1 C-AC-----**AA**AA**AA**CC**CC**CTCCGCTCCTG**GC**-GGGGCG-AGGGGGACCGTGGGGGG-CGGAA**RT**GACCTCCCGTGCG**CGC**--TTCGACACCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 EU091591.1 C-A-----**AA**CC**CA**AT**TC**CCGCTCCTAGCTCGGGGCG-AGAGGGGACCGCGGGGGG-CGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 JN117639.1 C-A-----**AA**CC**CA**AT**TC**CCGCTCCTAGCTCGGGGCG-AGAGGGGACCGCGGGGGG-CGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 JN117627.1 C-C-----**AA**CC**CA**AT**TC**CCGCTCCTAGCTCGGGGCG-AGAGGGGACCGCGGGGGG-CGGACGATGACCTCCCGTGCGCGCGCTTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 EU091596.1 C-CCCCCA**AA**AA**AA**AA**AA**AA**AA**CC**CC**CTCCGCTCCTG**GC**-GGGGCG-AGGGGGACCGTGGGGGG-CGGAA**RT**GACCTCCCGTGCG**CGC**--TTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 AF165417.1 C-CCCC**AA**AA**AA**AA**AA**AA**AA**CC**CC**CTCCGCTCCTG**GC**-GGGGCG-AGGGGGACCGTGGGGGG-CGGAA**RT**GACCTCCCGTGCG**CGC**--TTCGACACCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 AY063579.1 C-----**CG**AA**AA**CC**CC**CTCCGCTCCTC**GC**-GGGGCG-AGGGGGACCGTGGGGGG-CGGAA**RT**GACCTCCCGTGCG**CGC**--CTCGACCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 JQ773881.1 C-CCCC**CA**AA**AA**CC**CC**CGTCCGCTCCTG**GC**-GGGGCG-AGGGGGAC**CA**TGGGGGG-CGGAA**RT**GACCTCCCGTGCG**ATC**--TTCGACCCCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 JF976317.1 C-ACA-----**AA**AA**AA**CC**CC**CTCCGCTCCTG**GC**-GGGGCG-AGGGGGACCGTGGGGGG-CGGAA**RT**GACCTCCCGTGCG**CGC**--TTCGACACCGCGGTTGGTCCAAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC  
 Consensus C cc.....a**AACCC**..TC**CCGCTCCTg**gc.GGGGCG.A**g**gGGGGAC**gt**gGGGGG.CGG**aa**RTGACCTCCCGTGCG**g**cg...tTCGACCCCGCGGTTGGT**cc**AAHAARTCGAGTCCCTGTACAGTC

651 660 670 680 690 700 710 720 730 740 750 760 770 780

EU091585.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**GT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 AY730064.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 EU091586.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 AY730066.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 EU091581.1 **GCCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 FICUS **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 EU091646.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AC**-**GT**CGT**CGGA**AC**CA**TC**CGGG**-ACTT**CGAC**AGAC**CCC**-**AA**TGC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CA**AA**AA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 AY730132.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AC**-**GT**CGT**CGGA**AC**CA**TC**CGGG**-ACTT**CGAC**AGAC**CCC**-**AA**TGC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 EU091591.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 JN117639.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 JN117627.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 EU091596.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GC**CGT**CGTG**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AGT**GC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 AF165417.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AC**-**GT**CGT**CGGA**AC**CA**TC**CGGG**-AT**TC**CGAC**AGAC**CCC**AA**TGC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 AY063579.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AC**-**GT**CGT**CGGA**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AA**TGC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 JQ773881.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AT**-**GT**CGT**CGGA**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AA**TGC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 JF976317.1 **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**-CGGCC**AC**-**GT**CGT**CGGA**AC**CA**TC**CGGG**-ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**-**AA**TGC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA**-**CG**CA**AC**CC**CA**GGT**CA**GG**CGGG**  
 Consensus **GTCTTGGC**ACAGG**TAGTC**GATCATT**CGGTGCCA**.C**GGCC**A**g**.**GT**CGT**CGga**CA**CA**TC**CGGG** ACTCC**CGAC**AGAC**CCC**.**A**TGC**CC**CGT**CA**CG**GGT**GCCT**CCAA** **CG**CA**AC**CC**CA**gg**gt**ca**gg**cg**ggg**

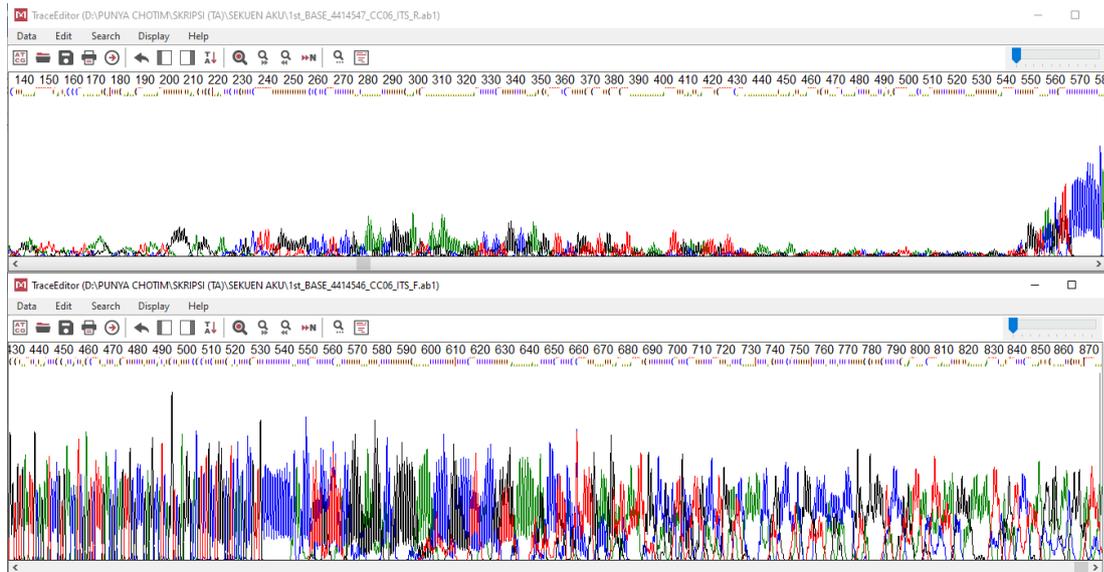
```

      781   790       800       810 815
      |-----+-----+-----+-----|
EU091585.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATCAATAGCGGGAG
AY730064.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATCAATAGCGGGAG
EU091586.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATCAATAGCG
AY730066.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATCAATAGCGGGAG
EU091581.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATCAATAGCGGGAG
      FICUS CTACCCGCTGAGTTTARGCATATCAATAGCGGGAG
EU091646.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATCAATAGC
AY730132.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATCAATAGCGGGAG
EU091591.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATCAATA
JN117639.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATC
JN117627.1 CTACCCGCTGAGTTTARGCATATC
EU091596.1 CTACCC
AF165417.1 CTACCCGCTGAGTTT
AY063579.1
JQ773881.1
JF976317.1
Consensus ctaccgctgagttt.....

```

#### Lampiran 4 Elektroforegram parsial *Ficus sp.*

Keterangan : Elektroforegram parsial sekuen *reverse* menunjukkan *peak* yang kurang baik pada bagian depan sekuen (Atas) dan Elektroforegram parsial sekuen *forward* menunjukkan *peak* yang kurang baik pada bagian belakang sekuen (Bawah)



## Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP

#### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Chusnul Chotimah
2. Tempat & Tanggal Lahir : Semarang, 11 Maret 1997
3. Alamat Rumah : Jl. Madukororaya No.34, Krobokan, Semarang Barat
4. HP : 085964005571
5. E-mail : [Chusnulchotimah209@gmail.com](mailto:Chusnulchotimah209@gmail.com)

#### B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
  - a. MI Al-Khoiriyyah 2 Semarang lulus tahun 2010
  - b. MTs Ponpest. Al-Amien 2 Prenduan Madura lulus tahun 2013
  - c. Ma Ponpest. Al-Amien 2 Prenduan Madura lulus tahun 2016
  - d. UIN Walisongo lulus tahun 2023
2. Pendidikan non-Formal
  - a. Global English, PARE, Kediri (2013)
  - b. Pondok Pesantren Al-Qur'an Miftahul Ulum, Genuk, Semarang (2018-2019)
  - c. Pondok Pesantren Al-Qur'an Al-Ijaabah, Krobokan, Semarang (2019-2020)

#### C. Organisasi

1. UKM RISALAH
2. Remaja Masjid Ar-Ridlo
3. Badko LPQ Krobokan Semarang