

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xv
ABSTRAK.....	xviii
<i>ABSTRACT</i> .....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Asal usul, Persebaran, dan Domestikasi Pisang ( <i>Musa L.</i> ).....	10
2.2 Tanaman Pisang ( <i>Musa</i> ) dan Taksonomi <i>M. acuminata</i> .....	12
2.3 Pengelompokan Kultivar Pisang ( <i>M. acuminata</i> ) Diploid (AA) dan Triploid (AAA).....	16
2.4 Perbedaan Karakteristik Umum <i>M. acuminata</i> Diploid (AA) dan Triploid (AAA).....	20
2.5 Karakter Khusus Kultivar Pisang ( <i>M. acuminata</i> ) Diploid.....	21
2.6 Karakter Khusus Kultivar Pisang ( <i>M. acuminata</i> ) Triploid.....	22
2.7 DNA <i>Barcode</i> .....	23

BAB III KERANGKA KONSEP PENELITIAN .....	27
3.1 Kerangka Konsep .....	27
3.2 Asumsi dan Hipotesis.....	28
3.2.1 Asumsi.....	28
3.2.2 Hipotesis.....	28
 BAB IV METODE PENELITIAN .....	 30
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
4.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	31
4.2.1 Bahan penelitian .....	31
4.2.2 Alat penelitian.....	33
4.3 Rancangan Penelitian.....	34
4.4 Prosedur Penelitian .....	35
4.4.1 Pengambilan sampel kultivar pisang ( <i>M. acuminata</i> ) ...	35
4.4.2 Pengukuran parameter fisika dan kimia tanah.....	37
4.4.3 Isolasi DNA .....	37
4.4.4 Pengukuran kemurnian dan konsentrasi DNA.....	37
4.4.5 Amplifikasi DNA.....	38
4.4.6 Elektroforesis hasil amplifikasi .....	40
4.4.7 Pengurutan pita DNA (Sekuensing) .....	40
4.4.8 Kerangka operasional .....	41
4.5 Analisis Data.....	42
 BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	 44
5.1 Hasil Penelitian .....	44
5.1.1 Hasil isolasi <i>whole genome</i> DNA .....	44
5.1.2 Hasil amplifikasi gen <i>rbcL</i> dan <i>matK</i> .....	45
5.1.3 Hasil sekuensing DNA gen <i>rbcL</i> dan <i>matK</i> .....	46
5.1.4 Keragaman genetik dan haplotipe gen <i>rbcL</i> .....	48
5.1.4.1 Ragam genetik .....	48

5.1.4.2	Ragam dan pola haplotipe gen <i>rbcL</i> .....	53
5.1.4.3	Haplotipe pendekatan takson.....	53
5.1.5	Kekerabatan dan filogenetik gen <i>rbcL</i> .....	56
5.1.6	Keragaman genetik dan haplotipe gen <i>matK</i> .....	58
5.1.6.1	Ragam genetik .....	58
5.1.6.2	Ragam dan pola haplotipe gen <i>matK</i> .....	62
5.1.7	Kekerabatan dan filogenetik gen <i>matK</i> .....	64
5.1.8	Faktor fisika dan kimia tanah di kebun pisang KRP .....	66
5.2	Pembahasan.....	68
5.2.1	Pengamatan molekuler.....	68
5.2.1.1	Amplifikasi dan sekuensing gen <i>rbcL</i> .....	69
5.2.1.2	Amplifikasi dan sekuensing gen <i>matK</i> .....	71
5.2.2	Ragam genetik gen <i>rbcL</i> .....	73
5.2.3	Ragam dan pola haplotipe gen <i>rbcL</i> .....	77
5.2.4	Kekerabatan dan filogenetik gen <i>rbcL</i> .....	80
5.2.5	Ragam genetik gen <i>matK</i> .....	88
5.2.6	Ragam dan pola haplotipe gen <i>matK</i> .....	91
5.2.7	Kekerabatan dan filogenetik gen <i>matK</i> .....	92
5.2.8	Sifat fisika dan kimia tanah di kebun pisang KRP .....	96
5.2.9	Strategi konservasi pisang .....	99
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....		103
6.1	Kesimpulan .....	103
6.2	Saran .....	104
DAFTAR PUSTAKA .....		105
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Subgrup kultivar pisang AA dan penyebutannya pada setiap negara .....	18
2.2. Subgrup kultivar pisang AAA dan penyebutannya pada setiap negara ..	19
2.3. Perbedaan karakteristik umum antara kultivar pisang ( <i>M. acuminata</i> ) diploid dan triploid.....	20
4.1. Daftar kultivar pisang ( <i>M. acuminata</i> ) yang dianalisis sekuen gen <i>rbcL</i> dan <i>matK</i> dari BKT koleksi KRP, LIPI .....	36
4.2. Daftar kode aksesii pisang gen <i>rbcL</i> dari <i>GenBank</i> NCBI .....	36
4.3. Urutan basa, jumlah basa, dan suhu primer .....	38
4.4. Komposisi <i>cokctail</i> untuk proses amplifikasi <i>primer rbcL</i> .....	38
4.5. Komposisi <i>cokctail</i> untuk proses amplifikasi <i>primer matK</i> .....	38
4.6. Kondisi proses amplifikasi untuk <i>primer rbcL</i> .....	39
4.7. Kondisi proses amplifikasi untuk <i>primer matK</i> .....	39
5.1. Hasil uji kuantitatif sekuen DNA gen <i>rbcL</i> pada <i>M. acuminata</i> .....	47
5.2. Hasil uji kuantitatif sekuen DNA gen <i>matK</i> pada <i>M. acuminata</i> .....	48
5.3. Data polimorfisme sekuen gen <i>rbcL</i> pada 19 OTU tanaman pisang .....	48
5.4. Rata-rata komposisi basa nukleotida gen <i>rbcL</i> pada tanaman pisang ....	51
5.5. Variabel <i>singleton</i> sekuen gen <i>rbcL</i> tanaman pisang.....	51
5.6. Karakter sinapomorfik sekuen gen <i>rbcL</i> tanaman pisang.....	52
5.7. Keragaman haplotipe gen <i>rbcL</i> pada tanaman pisang .....	53
5.8. Kelompok haplotipe 19 OTU tanaman pisang berdasarkan gen <i>rbcL</i> ....	53
5.9. Jarak dan similaritas genetik berdasarkan sekuen gen <i>rbcL</i> .....	56
5.10. Data polimorfisme sekuen gen <i>matK</i> pada 10 OTU pisang kultivar ....	59
5.11. Komposisi basa nukleotida sekuen <i>matK</i> 10 OTU pisang kultivar .....	61
5.12. Variasi <i>singleton</i> sekuen gen <i>matK</i> pisang kultivar.....	61
5.13. Kelompok haplotipe 10 OTU pisang kultivar sekuen <i>matK</i> .....	62
5.14. Hasil analisa sifat fisika tanah di kebun pisang-KRP .....	66
5.15. Hasil analisa sifat kimia tanah di kebun pisang-KRP .....	66
5.16. Hasil analisa data unsur cuaca dan iklim di KRP .....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Distribusi geografis <i>M. acuminata</i> dan <i>M. balbisiana</i> sebagai <i>ancestral</i> pisang kultivar.....	11
2.2. Morfologi pisang .....	14
2.3. Diagram jalur perkembangan pisang yang dapat dikonsumsi.....	16
3.1. Kerangka konsep penelitian .....	27
4.1. Peta Kebun Raya Purwodadi.....	30
4.2. Kerangka operasional penelitian .....	41
5.1. Elektroforegram <i>whole genome</i> DNA kultivar pisang ( <i>M. acuminata</i> )..	44
5.2. Elektroforegram hasil amplifikasi gen <i>rbcL</i> pisang kultivar .....	45
5.3. Elektroforegram hasil amplifikasi gen <i>matK</i> pisang kultivar .....	46
5.4. Jaringan haplotipe sembilan belas tanaman pisang sekuen gen <i>rbcL</i> .....	55
5.5. Pohon filogeni sekuen gen <i>rbcL</i> dengan metode <i>Neighbor Joining</i> .....	57
5.6. Pohon filogeni sekuen gen <i>rbcL</i> metode <i>Maximum Parsimony</i> .....	57
5.7. Pohon filogeni sekuen gen <i>rbcL</i> metode <i>Maximum Likelihood</i> .....	58
5.8. Jaringan haplotipe sepuluh pisang kultivar berdasarkan sekuen <i>matK</i> ...	63
5.9. Pohon filogeni sekuen gen <i>matK</i> metode <i>Neighbor Joining</i> .....	64
5.10. Pohon filogeni sekuen gen <i>matK</i> metode <i>Maximum Parsimony</i> .....	65
5.11. Pohon filogeni sekuen gen <i>matK</i> metode <i>Maximum Likelihood</i> .....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1	Prosedur isolasi DNA menggunakan pereaksi Kit Promega ..... L-1
2	Prosedur pengukuran kemurnian dan konsentrasi DNA ..... L-2
3	Prosedur elektroforesis DNA..... L-3
4	Hasil uji kuantitatif DNA total ..... L-4
5	Komposisi basa nukleotida sekuen gen <i>rbcL</i> ..... L-5
6	Hasil pensejajaran sekuen gen <i>rbcL</i> 19 OTU tanaman pisang... L-6
7	Tabel matriks jarak genetik gen <i>rbcL</i> ..... L-7
8	Tabel matriks similaritas genetik gen <i>rbcL</i> ..... L-8
9	Hasil pensejajaran sekuen gen <i>matK</i> pada 10 OTU ..... L-9
10	Tabel matriks jarak genetik gen <i>matK</i> pada 10 OTU..... L-10
11	Tabel matriks similaritas genetik gen <i>matK</i> pada 10 OTU ..... L-11
12	Data unsur cuaca dan iklim KRP tahun 2014-2017..... L-12
13	Penampakan morfologi pisang kultivar dari BKT KRP..... L-13
14	Karakter morfologi pisang kultivar di KRP..... L-14
15	Laporan hasil uji material tanah kebun pisang-KRP ..... L-15
16	Laporan hasil uji kimia tanah kebun pisang-KRP ..... L-16
17	Surat permohonan perizinan penelitian di KRP ..... L-17
18	Surat persetujuan izin penelitian tesis di KRP..... L-18
19	Surat tugas dan penunjukan pembimbing di KRP ..... L-19
20	Surat keputusan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi..... L-20
21	Pembayaran administrasi pembimbingan penelitian di KRP ..... L-21

## DAFTAR SINGKATAN

<b><u>Simbol/singkatan</u></b>	<b><u>Keterangan</u></b>
A (basa nukleotida)	Adenin
A (genom)	Genom A dari tetua <i>M. acuminata</i>
AFLP	<i>Amplified Fragment Length Polymorphism</i>
B (genom)	Genom B dari tetua <i>M. balbisiana</i>
BKT	Balai Konservasi Tumbuhan
BLAST	<i>Basic Local Alignment Search Tool</i>
BS	<i>Bootsrap Support</i>
C (basa nukleotida)	Cytosin/Sitosin
CBoL	<i>Consortium for the Barcoding of Life</i>
cv	Cultivar/kultivar
ddH <sub>2</sub> O	<i>double destilated H<sub>2</sub>O</i> , air yang didestilasi dua kali
D.I.	Daerah Istimewa
DNA	<i>Deoxyribo Nucleic Acid</i>
DnaSP	<i>DNA Sequence Polymorphism</i>
dNTP	Deoksiribonukleotida trifosfat
dpl	di atas permukaan laut
Etbr	<i>Ethidium bromide</i> , Etidium bromida
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
G (basa nukleotida)	Guanin
<i>GelDoc</i>	<i>Gel documentation</i>
H	<i>Haplotype</i> /haplotipe
Hd	<i>Haplotype diversity</i> , keragaman haplotipe
ITS	<i>Internal Transcribed Spacer</i>
KRP	Kebun Raya Purwodadi
LIPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
<i>M</i>	<i>Musa</i>
<i>matK</i>	<i>maturase K</i>
MEGA	<i>Molecular Evolutionary Genetics Analysis</i>
ML	<i>Maximum Likelihood</i>
MP	<i>Maximum Parsimony</i>
N (basa nukleotida)	Empat kemungkinan basa nukleotida yaitu A, T, G, atau C
NCBI	<i>National Centre for Biotechnology Information</i>
NFW	<i>Nuclease Free Water</i>
NJ	<i>Neighbor Joining</i>
NTB	Nusa Tenggara Barat
OTU	<i>Operational Taxonomical Unit</i>
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i>
RAPD	<i>Random Amplified Polymorphic DNA</i>
<i>rbcL</i>	<i>ribulose-1,5-biphosphate carboxylase oxygenase</i>
RFLP	<i>Restriction Fragment Length Polymorphism</i>
RNA	<i>Ribonucleic Acid</i>
ssp	<i>Sub-species</i> , sub-spesies, di bawah jenis

<b><u>Simbol/singkatan</u></b>	<b><u>Keterangan</u></b>
T (basa nukleotida)	Thymin
TBE	<i>Tris borate</i> EDTA
UPT	Unit Pelaksana Teknis
USDA	<i>United States Departmen of Agriculture</i>
UV	Ultra violet
w	<i>wild</i> , spesies liar

  

<b><u>Simbol/singkatan</u></b>	<b><u>Nama unit</u></b>
bp	<i>Base pair</i> , pasang basa
°C	Derajat selsius
Kb	Kilo <i>base pairs</i> , kilo pasang basa
m	Meter
µl	Mikro liter
mM	Mikro molar
mm	Mili meter
nm	Nano meter
%	Per seratus, persen
rpm	<i>rotations per minute</i>
Σ	Sigma, jumlah



## DAFTAR ISTILAH

<b><u>Istilah</u></b>	<b><u>Keterangan</u></b>
Absorbansi	polarisasi cahaya yang terserap oleh bahan
Amplifikasi DNA	penggandaan DNA
<i>Ancestral parents</i>	moyang tetua
<i>Anneal, annealing</i>	penempelan primer pada DNA target
Apomorfik	karakter yang berubah dan diturunkan
Autapomorfik	karakter yang berubah dan diturunkan, ditemukan hanya pada satu individu
<i>Barcode</i>	kode batang, dalam biologi molekuler merupakan kode urutan basa DNA yang berbeda antar spesies yang menjadi penciri dari suatu spesies atau kelompok organisme
Basa nukleotida	monomer penyusun DNA/RNA
Braktea	daun pelindung
<i>Cigar leaf</i>	daun muda dari tanaman pisang yang bentuknya masih berupa gulungan
<i>Coding region</i>	sekuen DNA yang mengkode protein
<i>Conserved</i>	tidak terdapat perubahan
Delesi	perubahan genetik berupa hilangnya satu atau lebih basa atau pasangan basa nuklotida
Diploid	sel individu yang mempunyai dua set genom (sel tubuh)
<i>DNA ladder</i>	penanda panjang basa DNA
Ekstensi DNA	pemanjangan DNA
<i>Electrophoresis chamber</i>	wadah untuk melakukan elektroforesis
<i>E-value</i>	nilai dugaan yang memberikan ukuran statistik yang signifikan terhadap kedua sekuen yaitu <i>query sequence</i> dengan database sekuen pada NCBI di luar habitat asli
<i>Ex-situ</i>	
Filogenetik	kajian mengenai hubungan kekerabatan di antara kelompok-kelompok organisme yang dikaitkan dengan proses evolusi yang mendasarinya
<i>Forward</i>	primer yang berada sebelum gen target
Genom	keseluruhan informasi genetik yang dimiliki suatu sel atau organisme atau satu set kromosom yang membentuk suatu organisme lengkap
Haplotipe	sekumpulan alel atau sekuen DNA yang spesifik dalam klaster yang terkait dengan gen tertentu pada sebuah kromosom yang kemungkinan besar diwariskan bersama atau berasal dari nenek moyang yang sama

<b><u>Istilah</u></b>	<b><u>Keterangan</u></b>
Informatif parsimoni	<i>site</i> tunggal yang setidaknya mengandung dua jenis nukleotida dan setidaknya dua diantaranya terjadi dengan frekuensi minimal dua kali
<i>In-group</i>	kelompok organisme yang menjadi fokus penelitian
Insersi	perubahan genetik berupa penyisipan/penambahan satu atau lebih basa/pasang basa nukleotida
<i>In-situ</i>	di dalam habitat asli
Klad/monofiletik	suatu kelompok taksonomi yang memiliki satu moyang bersama dan semua keturunannya juga berasal dari moyang tersebut
Kromosom	untaian material genetik yang terdapat di dalam setiap sel makhluk hidup
Lanau/debu ( <i>silt</i> )	butir tanah dengan diameter partikel berukuran antara 0,002 mm-0,05 mm
<i>Lane</i>	jalur pada sumuran gel agarosa
Lempung/liat ( <i>clay</i> )	butir tanah dengan diameter partikel berukuran <0,002 mm
<i>Lineage</i>	garis moyang/keturunan
<i>Loading dye</i> DNA	pewarna yang digunakan untuk <i>tracking DNA</i> ketika elektroforesis
<i>Loam</i> atau geluh	tanah dengan komposisi pasir, lanau, dan lempung dengan relatif seimbang
Monomorfik/ <i>constant site</i>	<i>site</i> yang mengandung nukleotida yang sama dalam semua sekuen yang dimiliki oleh semua sampel
<i>Multiple alignment</i>	penjajaran bersama sekuen DNA
Nukleotida	molekul yang tersusun dari gugus basa heterosiklik, gula dan satu atau lebih gugus fosfat
<i>Out-group</i>	kelompok organisme di luar fokus penelitian yang mempunyai karakter lebih primitif dari <i>in-group</i>
Partenokarpi	terbentuknya buah tanpa melalui proses pembuahan inti sel kelamin jantan terhadap sel telur betina
<i>Per. ident</i>	persentase nilai kecocokan antara <i>query sequence</i> dengan database sekuen pada NCBI
pH	derajat keasaman
Plesiomorfik	karakter primitif yang terdapat pada <i>out-group</i>
Ploidi	jumlah set kromosom tubuh
Polimorfik/ <i>variable site</i>	<i>site</i> yang setidaknya mengandung dua jenis nukleotida
<i>Query cover</i>	persentase dari panjang nukleotida yang selaras dengan database yang terdapat pada BLAST
<i>Reverse</i>	primer yang berada setelah gen target
Sekuen	urutan, dalam biologi molekuler mengacu pada urutan basa nukleotida

<b><u>Istilah</u></b>	<b><u>Keterangan</u></b>
Sekuensing	proses atau teknik penentuan urutan basa nukleotida pada suatu molekul DNA
Sinapomorfik	karakter yang diturunkan dan terdapat pada kelompok monofiletik
Substitusi	perubahan genetik berupa penggantian satu pasang basa oleh pasang basa lainnya
Topologi	pola interkoneksi dari pohon filogeni
Transisi	mutasi substitusi berupa pergantian basa purin dengan purin yang lain atau pergantian basa pirimidin dengan pirimidin yang lain
Transversi	mutasi substitusi berupa pergantian basa purin dengan pirimidin atau sebaliknya pergantian basa pirimidin dengan basa purin
Triploid	sel individu yang mempunyai tiga set genom (sel tubuh)
Variabel <i>singleton</i>	<i>site</i> tunggal yang setidaknya mengandung dua jenis nukleotida dengan paling banyak terjadi satu kali