

KERAGAMAN KULTIVAR PISANG KEPOK (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) DI KABUPATEN MALANG BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI DAN MOLEKULER RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)

SKRIPSI

**Oleh:
ZAHROBATUL LIL ILMI
NIM. 17620017**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

KERAGAMAN KULTIVAR PISANG KEPOK (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) DI KABUPATEN MALANG BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI DAN MOLEKULER RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)

SKRIPSI

**Oleh:
ZAHROBATUL LIL ILMI
NIM. 17620017**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

KERAGAMAN KULTIVAR PISANG KEPOK (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB)
cv. Kepok) DI KABUPATEN MALANG BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI
DAN MOLEKULER RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)

SKRIPSI

Oleh:
Zahrobatul Lil Ilmi
NIM. 17620017

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:
Tanggal 3 Juni 2021

Pembimbing I



Didik Wahyudi, S.Si, M. Si
NIP. 19860102 2018011 004

Pembimbing II



Oky Bagas Prasetyo, M.PdI
NIDT. 19890113 20180201 1 244

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang



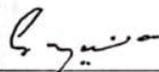
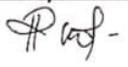
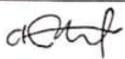
Dr. Evika Sandi Savitri, M. P
NIP. 19741018 200312 2 002

KERAGAMAN KULTIVAR PISANG KEPOK (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) DI KABUPATEN MALANG BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI DAN MOLEKULER RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)

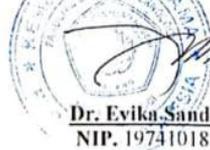
SKRIPSI

Oleh:
ZAHROBATUL LIL ILMU
NIM. 17620017

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 22 Juni 2021

Ketua Penguji	Suyono, M.P. NIP. 19710622 200312 1 002	
Anggota Penguji 1	Ruri Siti Resmisari, M.Si. NIP. 19790123 2016030 1 2063	
Anggota Penguji 2	Didik Wahyudi, M.Si. NIP. 19860102 201801 1 001	
Anggota Penguji 3	Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I NIDT. 19890113 20180201 1 244	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk semua orang yang telah mendukung penulis dalam penyusunan skripsi ini, khususnya:

1. Ayah dan Mama tercinta, Abdul Malik S.Pd. dan Usrek Winanti S.Pd.I. yang telah merawat, mendidik serta mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Romaidi, M.Sc., D.Sc. (Alm) dan Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dari awal hingga akhir studi.
3. Didik Wahyudi, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, serta ilmu untuk memberikan bimbingan kepada penulis dengan penuh kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
4. Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I., selaku dosen pembimbing agama yang telah banyak memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan islam.
5. Teman-teman seperjuangan khususnya Mas Fikron, Arum, Marisa, Ima, Kiki, Waladin, Tita dan Fahmi yang telah meluangkan waktunya untuk membantu proses pengambilan data.
6. Tim kekerabatan 2021 yang selalu memberi support dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
7. Teman-teman Wolves Biologi 2017 dan ABIO 2017 yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini dengan baik.

MOTTO

“Sebaik-baik manusia adalah orang yang bermanfaat bagi orang lain”

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zahrobotul Lil Ilmi
NIM : 17620017
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Keragaman Kultivar Pisang Kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*) (ABB) cv. Kepok) di Kabupaten Malang berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekuler RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan, dan / atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan/atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 21 Juni 2021
yang membuat pernyataan


Zahrobotul Lil Ilmi
NIM. 17620017

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

**Keragaman Kultivar Pisang Kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*
(ABB) cv. Kepok) di Kabupaten Malang berdasarkan Karakter Morfologi
dan Molekuler RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)**

Zahrobotul Lil Ilmi, Didik Wahyudi, Oky Bagas Prasetyo

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Jawa Timur merupakan wilayah produksi pisang tertinggi di Indonesia dimana Kabupaten Malang sebagai pemasok terbesar. Salah satu kultivar pisang yang dibudidayakan di Kabupaten Malang adalah pisang kepok. Kondisi geografis Kabupaten Malang dengan ketinggian dan jenis tanah yang berbeda dimungkinkan dapat mempengaruhi keragaman pisang kepok. Penamaan pisang kepok di Kabupaten Malang bervariasi sehingga pisang kepok perlu diidentifikasi untuk mengetahui kesamaan dan perbedaan genetik. Terlebih lagi keragaman genetik pisang kepok di Kabupaten Malang belum dianalisis dengan baik sehingga dibutuhkan analisis keragaman genetik demi keperluan pemuliaan pisang kepok di masa mendatang. Teknik identifikasi berdasarkan karakter morfologi diperlukan untuk memperoleh informasi mengenai pisang kepok. Namun, teknik identifikasi morfologi kurang efektif karena bersifat subjektif sehingga harus dilengkapi dengan teknik molekuler. Salah satu teknik molekuler yang sering digunakan dalam identifikasi pisang adalah RAPD. Teknik RAPD pada penelitian ini menggunakan primer OPA 2, OPA 3, OPA 4, OPA 11, OPA 12, dan OPA 18. Jenis penelitian ini adalah deskriptif eksploratif yang mengidentifikasi dan menganalisis keragaman genetik pisang kepok di Kabupaten Malang berdasarkan karakter morfologi dan molekuler RAPD. penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu pengambilan sampel di beberapa daerah Kabupaten Malang, identifikasi sampel dan analisis keragaman genetik berdasarkan karakter morfologi dan molekuler RAPD serta analisis kekuatan primer. Hasil karakterisasi pisang kepok berdasarkan karakter morfologi menunjukkan bahwa terdapat 4 jenis kultivar yang ditemukan di Kabupaten Malang yaitu: kepok abang, kepok putih, kepok australi dan kepok manurun yang seluruhnya bergenom ABB. Pisang kepok mengelompok berdasarkan jenis kultivarnya menjadi 3 cluster. Namun pada karakterisasi molekuler RAPD, pisang kepok tidak mengelompok dengan baik. Keragaman genetik pisang kepok di Kabupaten Malang secara morfologi dan molekuler RAPD tergolong tinggi dengan nilai $H_e > 0.3$. Hasil amplifikasi menunjukkan bahwa primer OPA 3, 11 dan 18 mampu menghasilkan fragmen paling polimorfik yang ditinjau dari PIC, EMR, MI dan RP.

Kata Kunci: *kabupaten malang, karakter morfologi, keragaman, pisang kepok, RAPD*

Diversity of Kepok Banana Cultivar (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) in Malang Regency based on Morphological Characters and Molecular RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)

Zahrobotul Lil Ilmi, Didik Wahyudi, Oky Bagas Prasetyo

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, The State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

East Java is the highest banana production area in Indonesia. Malang Regency is largest supplier. One of banana cultivated in Malang is kepok banana. The geographical conditions of Malang Regency affect the diversity of kepok bananas. However, the Kepok banana nomenclature is the problem. So, it necessary to identified. Moreover, the genetic diversity of kepok bananas in Malang Regency has not been analyzed properly. Analysis of genetic diversity is needed for the purposes of breeding kepok bananas. Identification techniques based on morphological characters are needed to obtain information about kepok bananas. However, the morphological characterization is less effective because a subjectivity. So, it must be equipped with molecular techniques. One of the molecular techniques used in banana identification is RAPD. The RAPD technique in this study used OPA 2, OPA 3, OPA 4, OPA 11, OPA 12 and OPA 18. The type of this research is descriptive explorative. This study consisted of several stages, sampling, sample identification and analysis of genetic diversity based on the morphological and molecular characters of RAPD and analysis of effectivity primer. The results characterization of kepok bananas based on morphological characters showed that there are 4 types o cultivars that found in Malang Regency, namely: kepok abang, kepok putih, kepok australi and kepok manurun, all of that had the ABB genome. Kepok bananas are grouped based on the type of cultivar into 3 clusters. However, in the molecular characterization of RAPD, kepok bananas did not group well. The genetic diversity of kepok bananas in Malang Regency morphologically and molecularly RAPD is high with He value > 0.3. The amplification results showed that OPA 3, 11 and 18 primers were able to produce the most polymorphic fragments in terms of PIC, EMR, MI and RP.

Keyword: *diversity, kepok banana, malang regency, morphological character, RAPD*

تنوع أصناف الموز الكيبوك (*Musa acuminata x Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) في مالانج استنادًا إلى الشخصيات المورفولوجية والجزئية RAPD (متعدد الأشكال مضخم عشوائي DNA)

زهرة للعلم، ديديك وحيودي، أوكي باغس فراستيا

مستخلص البحث

حاوى الشرقية هي أعلى منطقة لإنتاج الموز في إندونيسيا، وخاصة مالانج باعتبارها أكبر مورد. أحد أصناف الموز المزروعة في مالانج هو الموز الكيبوك. قد تؤثر الظروف الجغرافية لمالانج مع مختلف الارتفاعات وأنواع التربة على تنوع الموز الكيبوك. ومع ذلك، فإن نظام تسمية الموز الكيبوك في مالانج مختلف. الاختلاف في التسمية يجعل الموز الكيبوك بحاجة إلى تحديد لمعرفة أوجه التشابه والاختلاف الجينية. علاوة على ذلك، لم يتم تحليل التنوع الجيني للموز الكيبوك في مالانج بشكل صحيح، لذا فإن تحليل التنوع الجيني ضروري لأغراض تربية الموز الكيبوك في المستقبل. تقنيات تحديد على أساس الخصائص المورفولوجية محتاجة للحصول على معلومات حول الموز الكيبوك. ومع ذلك، فإن تقنية التحديد المورفولوجي أقل فعالية لأنها ذاتية لذا يجب أن تكون مجهزة بتقنيات جزئية. إحدى من التقنيات الجزئية التي غالباً ما تستخدم في تحديد الموز هي RAPD. استخدمت تقنية RAPD في هذا البحث بادئات OPA 2, OPA 3, OPA 4, OPA 11, OPA 12, OPA 18. نوع البحث في هذا البحث هو استكشافي وصفي يحدد ويحلل التنوع الجيني لموز الكيبوك في مالانج بناءً على الخصائص المورفولوجية والجزئية لـ RAPD. يتألف هذا البحث من عدة مراحل، وهي أخذ العينات في عدة مناطق من مالانج، وتحديد العينة وتحليل التنوع الجيني بناءً على الخصائص المورفولوجية والجزئية لـ RAPD وتحليل القوة الأولية. أظهرت نتائج توصيف الموز الكيبوك بناءً على الخصائص المورفولوجية أن هناك 4 أنواع من الأصناف الموجودة في مالانج، وهي: الكيبوك الأحمر، والكيبوك الأبيض، والكيبوك الأسترالي، ومانورون كيبوك، وكلها تحتوي على جينوم ABB. تم تجميع الموز الكيبوك على أساس نوع الصنف في 3 مجموعات. ولكن، في التوصيف الجزئي لـ RAPD، لا يتجمع موز الكيبوك جيداً. التنوع الجيني لموز الكيبوك في مالانج من الناحية الشكلية والجزئية RAPD مرتفع بقيمة $He < 0.3$. أظهرت نتائج التضخيم أن البادئات OPA 3 و 11 و 18 كانت قادرة على إنتاج الأجزاء الأكثر تعدد الأشكال من حيث RP, MI, EMR, PIC.

الكلمات المفتاحية: التنوع، الموز الكيبوك، مالانج، الشخصيات المورفولوجية، RAPD

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan anugerah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik sebagai salah satu persyaratan kelulusan di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan kepada semua pihak dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri M.P., selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Didik Wahyudi, M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran.
5. Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I., selaku dosen pembimbing agama yang telah banyak memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan islam.
6. Romaidi, M.Sc., D.Sc. (Alm) dan Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dari awal hingga akhir studi.
7. Suyono, M.P. dan Ruri Siti Resmisari, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
8. Abdul Malik, S.Pd. dan Usrek Winanti, S.Pd.I., selaku orang tua yang selalu memberikan dukungan baik berupa doa dan materil.
9. Teman-teman Wolves Biologi 2017 yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini dengan baik.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, 3 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
مستخلص البحث	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	9
1.5 Batasan Masalah.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Botani Pisang Kepok	11
2.2 Tata Nama dan Pengelompokan Pisang Kultivar	16
2.3 Persebaran Pisang	18
2.4 Keragaman Genetik Pisang	20
2.5 Keragaman Morfologi	21
2.6 Keragaman Molekuler	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Rancangan Penelitian	25
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.3 Alat dan Bahan	25
3.3.1 Alat	25
3.3.2 Bahan	26
3.4 Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1 Sampel Penelitian.....	27
3.4.2 Karakterisasi Morfologi	27
3.4.2.1 Karakterisasi Berdasarkan 15 Karakter	27
3.4.2.2 Karakterisasi Berdasarkan 35 Karakter	28
3.4.3 Karakterisasi Molekuler	29
3.4.3.1 Isolasi DNA Pisang	29
3.4.3.2 Elektroforesis.....	31
3.4.3.3 Amplifikasi PCR dan Visualisasi	31
3.5 Analisis Data	31
3.5.1 Identifikasi Pisang Kepok	31
3.5.1.1 Identifikasi Karakter Morfologi	31
3.5.1.2 Identifikasi Karakter Molekuler	32

3.5.2	Analisis Keragaman Genetik.....	33
3.5.2.1	Keragaman Genetik berdasarkan Karakter Morfologi	33
3.5.2.2	Keragaman Genetik berdasarkan Karakter Molekuler	33
3.5.3	Analisis Kekuatan Primer	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Identifikasi Kultivar Pisang Kepok Berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekuler RAPD.....	35
4.1.1	Identifikasi Kultivar Pisang Kepok Berdasarkan Karakter Morfologi	35
4.1.2	Identifikasi Kultivar Pisang Kepok Berdasarkan Karakter Molekuler RAPD	50
4.2	Keragaman Genetik Kultivar Pisang Kepok berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekuler RAPD.....	55
4.3	Analisis Kekuatan Primer.....	63
BAB V PENUTUP.....		66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN.....		76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perawakan tanaman pisang (IPGRI, 1996)	12
Gambar 2.2. Perawakan pisang kepok	13
Gambar 2.3. Bentuk daun pisang Kepok	14
Gambar 2.4. Bagian bunga pisang	15
Gambar 2.5. Susunan dan Penampakan Buah	16
Gambar 2.6. Perkembangan tanaman pisang	18
Gambar 2.7. Persebaran tiap section pada genus musa	19
Gambar 4.1. Variasi warna bunga jantan pada pisang Kepok	37
Gambar 4.2. Karakter bercak pada dasar tangkai daun pisang	39
Gambar 4.3. Penampakan kanal tangkai daun pisang	40
Gambar 4.4. Penampakan braktea pisang Kepok.....	41
Gambar 4.5. Susunan ovul 4 baris pada pisang Kepok.....	42
Gambar 4.6. Fenogram hasil analisis <i>clustering</i> kultivar pisang Kepok.....	43
Gambar 4.7. Variasi warna midrib daun pisang Kepok	44
Gambar 4.8. Variasi warna daging buah pisang Kepok.....	45
Gambar 4.9. Visualisasi DNA kultivar pisang berdasarkan marka RAPD.....	51
Gambar 4.10. Fenogram Hasil Analisis <i>Clustering</i> berdasarkan karakter molekuler RAPD	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Identitas primer RAPD yang digunakan	26
Tabel 3.2. Lokasi pengambilan sampel.....	27
Tabel 3.3. Nilai total skor untuk menentukan genom	28
Tabel 3.4. Karakter morfologi pisang kepok yang diamati.....	29
Tabel 4.1. Identifikasi genom berdasarkan 15 karakter	35
Tabel 4.2. Koefisien similaritas 16 kultivar pisang Kepok	48
Tabel 4.3. Hasil analisis <i>similarity</i> berdasarkan karakter molekuler RAPD.....	57
Tabel 4.4. Hasil analisis keragaman genetik kultivar pisang Kepok	58
Tabel 4.5. Hasil analisis kekuatan primer	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Visualisasi hasil amplifikasi primer RAPD.....	76
Lampiran 2. Karakter morfologi pisang Kepok yang diamati	78
Lampiran 3. Karakterisari morfologi pisang Kepok	82
Lampiran 4. Hasil identifikasi berdasarkan 15 karakter morfologi	83
Lampiran 5. Skoring data biner RAPD pisang Kepok.....	84
Lampiran 6. Bukti Konsultasi Pembimbing Agama	81
Lampiran 7. Bukti Konsultasi Pembimbing Biologi.....	82

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dijuluki sebagai negara megabiodiversitas karena memiliki keanekaragaman flora yang tinggi (Cleary & Devantier, 2011). Indonesia memiliki 266 jenis tanaman buah lokal dan 62 jenis diantaranya telah dibudidayakan (Uji, 2007). Selain itu, sebanyak 10% spesies tumbuhan berbunga di dunia tumbuh di Indonesia (Rintelen *et al.*, 2017). Keragaman flora yang tinggi merupakan anugerah dari Allah SWT bagi umat manusia dan juga memberi peranan penting dalam kehidupan manusia. Salah satu nikmat Allah adalah ditumbuhkannya beragam tumbuh-tumbuhan sebagaimana firman-Nya dalam AlQuran surah Al An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا
نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ
وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ
يُؤْمِنُونَ ٩٩

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (QS: Al-Anam [6]: 99).

Lafadz **أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً** menjelaskan bahwasanya Allah SWT menurunkan air hujan, dan lafadz **فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ** menjelaskan bahwa dari air hujan tersebut menyebabkan berbagai jenis tumbuhan yang tumbuh dengan berbagai warna, berbagai ukuran ada yang besar dan kecil, mulai dari rerumputan sampai beringin yang menunjukkan keragaman jenis tumbuhan (Hamka, 2007). Lafadz **نَبَاتٍ** merupakan bentuk jamak yang berarti tumbuh-tumbuhan dan menurut para ulama pada lafadz **نَبَاتٍ كُلِّ شَيْءٍ** berarti Allah SWT telah menumbuhkan beragam jenis tumbuhan (At-Thabari, 2009). Lafadz **خَضِرًا** memiliki makna hijau atau kehijauan, yang dimaksud hijau ialah pohon-pohon yang menghasilkan buah-buahan dan biji-bijian, sedangkan kehijauan memiliki makna kesuburan (Hamka, 2007).

Lafadz **الزيتون** diathafkan kepada lafadz **الجنات** maka maknanya adalah “kami keluarkan pula zaitun, delima yang serupa dan tidak serupa”. Qatadah berkata tentang maksud dari “serupa dan tidak serupa” adalah serupa daunnya dengan buah yang sama dan bisa juga serupa bentuknya namun memiliki perbedaan rasa (At-Thabari, 2009). Menurut Tafsir Kemenag (2019), apabila jenis buah-buahan disebutkan secara berurutan itu dikarenakan antara buah-buahan tersebut memiliki perbedaan ataupun beberapa persamaan baik dalam hal bentuk

maupun rasa. Sementara itu, lafadz **أَنْظُرُوا** merupakan *fi'il amr* yang bermakna perintah yaitu “perhatikanlah” bagaimana Allah menciptakan segala hal yang awalnya terlihat sama namun ternyata memiliki perbedaan seiring perkembangannya dan lafadz **لَايَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ** bermakna bahwa tanda-tanda kekuasaan Allah SWT hanya dapat diketahui oleh orang-orang yang memperhatikan dan berfikir terhadap apa yang Allah SWT karuniakan dan setiap tanda kekuasaan yang Allah SWT tampilkan (Jazairi, 2008).

Perbedaan karakter pada tumbuhan menandakan betapa besarnya kuasa Allah dalam menciptakan tumbuh-tumbuhan di muka bumi ini. Ayat di atas menunjukkan bahwa sesungguhnya tanda kekuasaan Allah SWT sangatlah besar dan tanda-tanda kebesaran Allah SWT tersebut hanya dapat diketahui oleh orang-orang yang berfikir dan beriman pada tanda-tanda kekuasaan-Nya (Jazairi, 2008). Keragaman jenis tumbuhan adalah salah satu tanda yang menunjukkan kekuasaan Allah SWT. Keragaman tersebut dapat berupa keragaman morfologi yang dipengaruhi oleh keragaman genetik dan kondisi lingkungan (Hadiyanti *et al.*, 2018). Salah satu tanaman dengan keragaman yang tinggi adalah pisang (Ernawati *et al.*, 2018).

Pisang adalah tanaman tropis yang banyak dikembangkan di Asia Tenggara salah satunya di Indonesia (Meitha, *et al.*, 2020). Indonesia memiliki keragaman pisang yang tinggi, yang dibuktikan dengan lebih dari 200 pisang kultivar dan pisang liar yang tumbuh di seluruh daerah di Indonesia (Nasution dan Yamada, 2001). Salah satu daerah produksi pisang terbanyak adalah Jawa Timur

yaitu sebesar 1.527.376 ton per tahun dengan Kabupaten Malang sebagai pemasok terbesar (Arifin *et al.*, 2017). Terdapat berbagai kultivar pisang yang dibudidayakan di Kabupaten Malang, dimana salah satunya adalah pisang kepok (Mukhooyaroh & Luchman, 2020).

Pisang kepok merupakan anggota pisang bergenom triploid ABB hasil hibridisasi dari *Musa balbisiana* (genom BB) dan *Musa acuminata* (genom AA) (Ploetz *et al.* 2007). Pisang kepok memiliki nama latin *Musa acuminata x Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok (Valmayor *et al.*, 2000; Wahyudi *et al.*, 2020). Namun, sistem penamaan atau penyebutan pisang kepok di Kabupaten Malang sangat beragam seperti pisang kepok, pisang gajah dan pisang manurun. Menurut Hapsari *et al.*, (2017), pisang kepok merah di Kabupaten Malang biasa disebut dengan gajah abang dan pisang kepok putih biasa disebut gajah putih. Perbedaan dalam penamaan pisang kepok di Kabupaten Malang membuat pisang ini perlu diidentifikasi untuk mengetahui apakah pisang tersebut memiliki kesamaan atau perbedaan genetik.

Keragaman genetik pisang kepok di Kabupaten Malang belum dianalisis dengan baik yang dibuktikan dengan data keragaman pisang kepok yang sedikit. Keragaman genetik pisang sangat berperan penting dalam penyusunan strategi pemuliaan untuk menghasilkan kualitas pisang yang unggul (Wijayanto, 2013). Menurut Susilo *et al.*, (2018), pisang kepok adalah salah satu kultivar pisang yang memegang peran penting dalam hal pangan masyarakat. Oleh karena itu, data keragaman genetik pisang kepok sangat dibutuhkan untuk pelestarian sumber daya genetik pisang kepok.

Keragaman kultivar pisang kepok di Kabupaten Malang disebabkan oleh perbedaan kondisi geografis atau lingkungan tumbuh pada tanaman pisang kepok, dimana kondisi lingkungan merupakan faktor yang mempengaruhi keragaman morfologi tanaman (Hiariej & Karuwal, 2015; Sutriana, 2018). Kabupaten Malang terdiri dari beberapa daerah dengan ketinggian dan jenis tanah yang berbeda-beda. Bagian tengah Kabupaten Malang (Kecamatan Kepanjen) memiliki ketinggian 250-500 mdpl, bagian utara (Kecamatan Singosari dan Jabung) memiliki ketinggian 500-3.600 mdpl, bagian selatan (Kecamatan Gedangan dan Sumbermanjing Wetan) memiliki ketinggian 0-650 mdpl, bagian timur (Kecamatan Wajak dan Dampit) memiliki ketinggian 500-3.600 dan di bagian barat (Kecamatan Donomulyo) memiliki ketinggian 500-3.300 mdpl (PEMKAB Malang, 2018). Jenis tanah di Kabupaten Malang meliputi tanah alluvial, litosol, brown forest, regosol, mediteran, andosol, serta latosol (PEMKAB Malang, 2016). Ketinggian wilayah yang optimal untuk budidaya pisang kepok adalah 0-600 mdpl (Fahmiyati, 2017). Namun, pisang kepok sendiri mewarisi sebagian besar sifat dari *Musa balbisiana* yang membuat sifat pisang kepok toleran terhadap berbagai kondisi lingkungan termasuk lingkungan ekstrim (Saraswati, 2015), sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa pisang kepok di Kabupaten Malang dibudidayakan dalam kondisi lingkungan yang berbeda-beda yang dapat mempengaruhi keragaman kultivar pisang tersebut.

Karakterisasi morfologi merupakan salah satu jenis pendekatan dalam identifikasi tanaman (Simangunsong *et al.*, 2017). Karakterisasi morfologi pada pisang meliputi karakter batang semu (*pseudostem*), bunga, daun, dan buah (Kurnianingsih *et al.*, 2018). Karakterisasi morfologi telah digunakan untuk

mempelajari keberagaman karakter pada berbagai koleksi plasma nutfah tanaman salah satunya pada pisang olahan (pisang kepok) (Gusmiati, et al., 2018). Karakterisasi morfologi diperlukan sebagai langkah awal dalam program pemuliaan demi memperoleh informasi tentang karakter pada pisang kepok (Simangunsong *et al.*, 2017). Namun, karakter morfologi pisang kepok yang hampir sama membuat pisang ini sangat sulit dibedakan dari segi morfologi. Salah satunya adalah antara pisang kepok putih dan kepok kuning yang kemiripan karakter morfologinya paling banyak serta menghasilkan persentase kesamaan tinggi, yaitu 94,1176% (Sukartini, 2007). Oleh karena itu, dibutuhkan identifikasi atau pendekatan berbasis marka molekuler.

Identifikasi menggunakan marka molekuler dapat mengkonfirmasi identitas suatu tumbuhan secara akurat. Penggunaan marka molekuler lebih akurat karena memanfaatkan analisis DNA dan tidak dipengaruhi oleh lingkungan (Mandal *et al.*, 2018). Marka molekuler telah banyak digunakan dalam identifikasi pisang kultivar serta dapat mendeteksi keragaman genetik pisang (Pillay *et al.*, 2012). Marka molekuler yang sering dipakai dalam identifikasi pisang kultivar antara lain RAPD (Pillay *et al.*, 2012), PCR-RFLP (Ekasari *et al.*, 2012), AFLP (Ermini, 2018), serta mikrosatelit (De Jesus *et al.*, 2013).

Marka RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) adalah teknik identifikasi berbasis amplifikasi PCR untuk mengetahui sejumlah besar polimorfisme DNA pada genom secara efisien (Kumari & Sharoj, 2014). RAPD dapat diaplikasikan untuk mengetahui keragaman genetik serta pengelompokan kultivar pisang (Kiran *et al.*, 2015; Hasan & Shaik, 2018; Probojati *et al.*, 2019). RAPD memiliki kelebihan berupa teknik yang mudah serta memiliki proses yang

cepat dan efisien dibanding marka molekuler yang lain. Marka RAPD memiliki beberapa primer potensial yang mampu mengamplifikasi serta menghasilkan pita polimorfik DNA yang tinggi seperti primer OPA 2, OPA 3, OPA 4, OPA 11, OPA 12 dan OPA 18 (Probojati *et al.*, 2019; Wahyudi *et al.*, 2020). Primer potensial tersebut dapat digunakan untuk menghasilkan hasil diagnostik yang kuat dalam identifikasi kultivar pisang (Kumari & Sharoj, 2014).

Keragaman pisang kepok yang terdapat Kabupaten Malang merupakan sumber daya genetik yang perlu dianalisis dan dilestarikan dengan baik. Identifikasi pisang kepok berdasarkan karakter morfologi dan molekuler merupakan salah satu langkah dalam program pemuliaan untuk mendapatkan informasi mengenai karakter suatu tanaman (Simangunsong *et al.*, 2017). Selain itu, analisis keragaman genetik pisang kepok juga diperlukan karena berperan penting dalam penyusunan strategi pemuliaan untuk menghasilkan kualitas pisang yang unggul (Wijayanto, 2013). Hasil data penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat dalam pemuliaan serta pelestarian tanaman pisang kepok dan juga dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan primer RAPD yang efektif untuk identifikasi pisang kepok.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil identifikasi kultivar pisang kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) di Kabupaten Malang berdasarkan karakter morfologi dan molekuler RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)?

2. Bagaimana keragaman genetik kultivar pisang kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) di Kabupaten Malang berdasarkan karakterisasi morfologi dan marka molekuler RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)?
3. Manakah primer RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) yang paling baik digunakan untuk identifikasi dan analisis keragaman genetik pisang kepok?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui hasil identifikasi kultivar pisang kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) di Kabupaten Malang berdasarkan karakter morfologi dan molekuler RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)
2. Mengetahui keragaman genetik kultivar pisang kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) di Kabupaten Malang berdasarkan karakterisasi morfologi dan marka molekuler RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)
3. Mengetahui primer RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) yang paling baik digunakan untuk identifikasi dan analisis keragaman genetik pisang kepok.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui keragaman kultivar pisang kepok di Kabupaten Malang berdasarkan karakterisasi morfologi dan marka molekuler RAPD
2. Dapat mengetahui keragaman genetik kultivar pisang kepok di Kabupaten Malang berdasarkan karakter morfologi dan marka molekuler RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)
3. Data analisis keragaman genetik pisang kepok dapat digunakan sebagai acuan dalam hal pelestarian dan program pemuliaan
4. Data kekuatan primer dapat dijadikan acuan untuk rekomendasi primer terbaik dalam identifikasi pisang kepok.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Sampel penelitian yang digunakan untuk karakterisasi morfologi adalah pada organ vegetatif dan generatif pisang kepok di beberapa daerah di Kabupaten Malang yaitu: Kecamatan Singosari, Kecamatan Jabung, Kecamatan Dampit, Kecamatan Wajak, Kecamatan Gedangan, Kecamatan Sumbermanjing, Kecamatan Donomulyo, dan Kecamatan Kepanjen..
2. Karakterisasi morfologi didasarkan pada 15 karakter (Valmayor, 2000) dan selanjutnya menggunakan 35 karakter berdasarkan INIBAB-IPGRI *Descriptor of Banana* (1996) (Tabel 3.3).
3. Sampel penelitian yang digunakan untuk identifikasi molekuler RAPD adalah daun muda pisang kepok yang masih menggulung.

4. Sampel outgroup yang digunakan adalah pisang klutuk (BB) dan barlin (AA).
5. Primer yang dipakai adalah OPA 2, 3, 4, 11, 12 dan 18.
6. Parameter data dalam penelitian ini adalah hasil identifikasi karakter pisang kepok, analisis keragaman genetik pisang kepok berdasarkan karakter morfologi, marka molekuler RAPD dan analisis kekuatan primer yang meliputi *polymorphism information content* (PIC), *effective multiplex ratio* (EMR), *marker index* (MI), dan *resolution power* (Rp).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Pisang Kepok

Pisang kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) (Valmayor *et al.*, 2000; Wahyudi *et al.*, 2020) merupakan kultivar pisang bergenom triploid ABB hasil hibridisasi dari tetuanya yaitu *Musa acuminata* (genom AA) dan *Musa balbisiana* (genom BB) (Ploetz *et al.* 2007). Pisang merupakan salah satu tanaman yang disebut dalam AlQuran yaitu dalam surat Al-Waqiah ayat 29:

وطلح مَنضُودٍ ٢٩

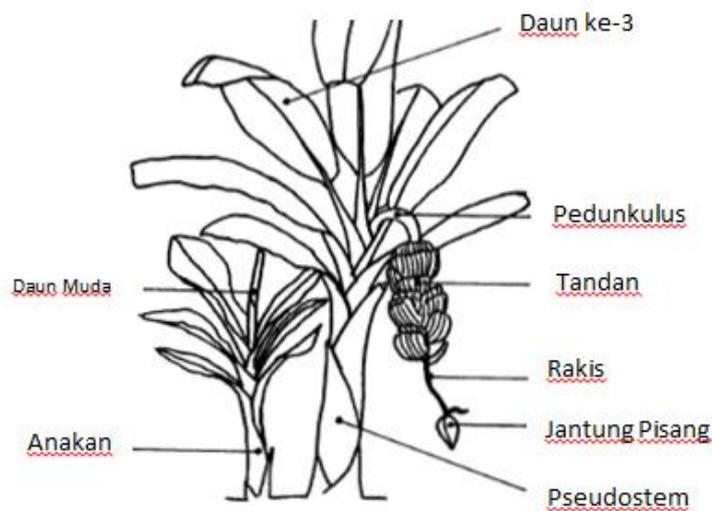
Artinya: “dan pohon pisang yang bersusun-susun (buahnya)”

Lafadz طَلْح dapat dipahami dalam artian pohon pisang atau pohon kurma.

Lafadz طَلْح dipahami juga sebagai pohon yang memiliki batang kuat, dahan yang tinggi dan panjang, daun berwarna hijau, berduri dan memiliki aroma yang harum (Shihab, 2002). Pada Tafsir Athabari dijelaskan bahwa lafadz طَلْح dalam ayat طَلْح مَنضُودٍ adalah buah pisang. Lafadz مَنضُودٍ memiliki makna tersusun antara satu buah di atas dengan buah yang lain dan tergabung satu sama lain sebagaimana susunan pada buah pisang (At-Thabari, 2009).

Pisang kepok merupakan tumbuhan herba monokotil dengan tinggi tanaman 3-4 m (Mukhooyaroh & Luchman, 2020). Perawakan pohon pisang

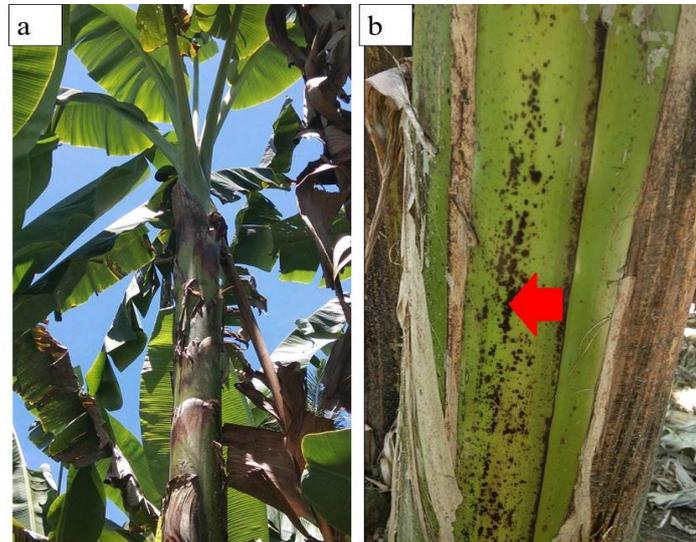
tersusun dari bagian akar, batang semu (*pseudostem*) serta daun (Ennos, et al., 2000) (Gambar 2.1). Akar pada pisang kepok serupa dengan kultivar pisang lainnya. Akar berasal dari batang liar yang memiliki umur pendek kemudian digantikan beberapa akar adventif dari bagian dasar serta bagian samping jaringan batang. Sistem perakaran serabut pada pisang membuat tanaman ini masuk kelas Liliopsida (Simpson, 1953). Anakan pisang memiliki akar berwarna putih namun kemudian berubah warna menjadi coklat ketika sudah dewasa. Ketebalan pada akar utama sekitar 5-8 mm (Satuhu & Supriyadi, 1999).



Gambar 2.1. Perawakan tanaman pisang (IPGRI, 1996)

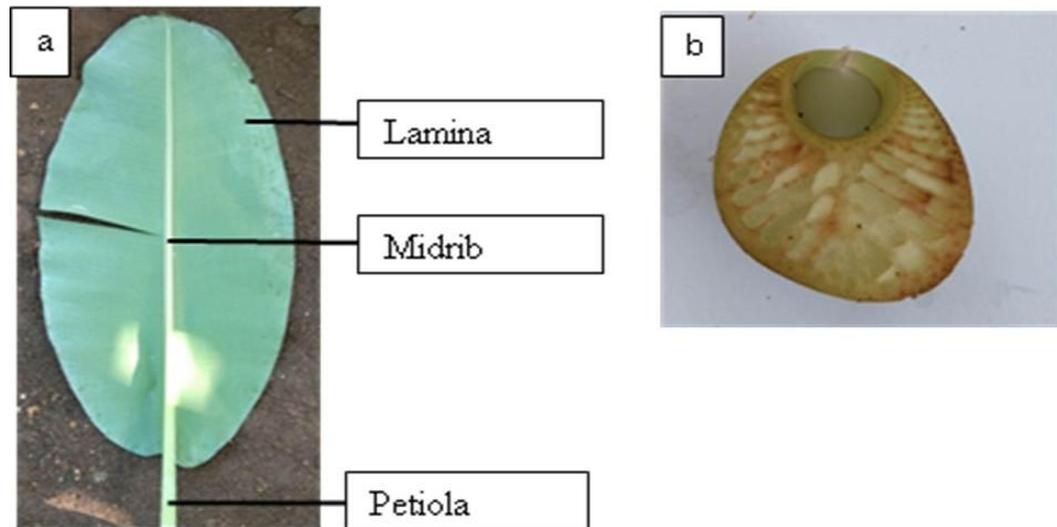
Batang semu atau pseudostem adalah bagian yang dibentuk dari selubung daun yang saling tumpang tindih serta tersusun satu sama lain dan menghasilkan bentuk struktur silinder (Purseglove, 1972) (Gambar 2.1). Batang semu pada pisang kepok berwarna hijau (Wijayanto *et al*, 2013) dan biasanya memiliki bercak (Gambar 2.2). Batang sesungguhnya dari tanaman pisang biasa disebut dengan bonggol. Bonggol pisang merupakan bagian berupa umbi batang atau batang

aslinya. Bonggol berdiameter sekitar 30 cm dan merupakan bagian yang mendukung pertumbuhan pada batang semu (Suyanti *et al.*, 2008).



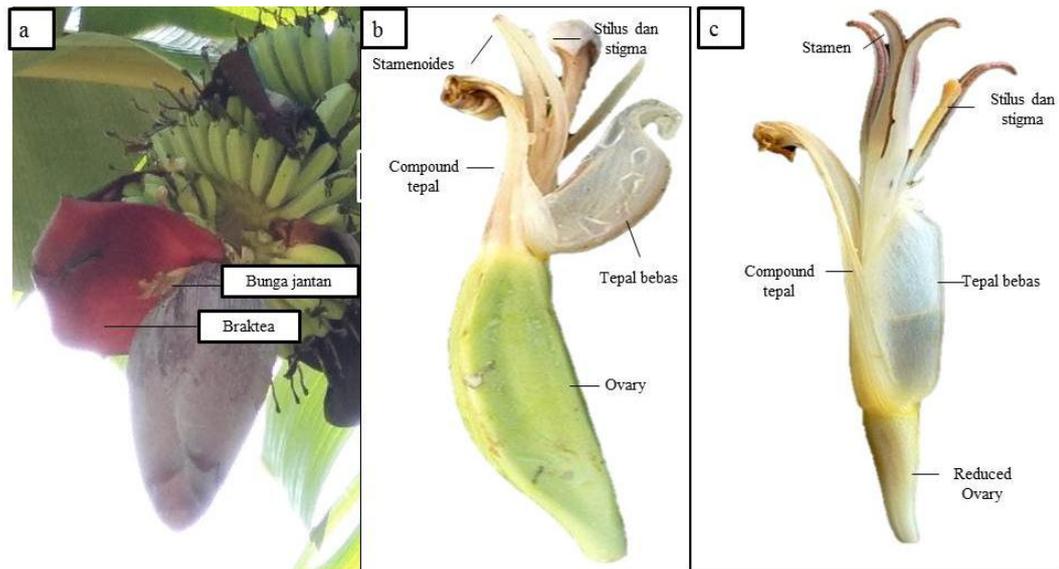
Gambar 2.2. Perawakan pisang kepok. a) Batang semu (pseudostem) pisang kepok; b) Bercak pada batang semu (Dok. pribadi)

Daun pisang pada umumnya memiliki bagian yang menggulung atau *cigar leaf* (Gambar 2.1). Daun pisang kepok dewasa memiliki bentuk lonjong dengan tulang daun menyirip (Gambar 2.3.a). Daun pisang kepok tergolong lebar, tebal dan memiliki warna hijau tua (Mukhooyaroh & Luchman, 2020). Pelepah daun pisang kepok tersusun berselang-seling sehingga membentuk struktur menyerupai batang yang dinamakan pseudostem (Gambar.2.2). Tulang tengah penopang (midrib) (Gambar 2.3.a) terlihat jelas, begitu juga dengan tulang-tulang daun yang tersusun sejajar serta menyirip (Purseglove, 1972). Midrib pisang kepok memiliki warna hijau dan ada yang berwarna merah muda keunguan. Pisang kepok memiliki *canal petiole* menutup (Gambar 2.3 b). Karakter *canal petiole* menutup merupakan ciri-ciri pisang bergenom ABB (Nedha *et al.*, 2018).



Gambar 2.3. Bentuk daun pisang Kepok. (a) Bagian daun pisang; (b) Canal petiole pisang Kepok (Dok. pribadi)

Bunga pisang mengelompok dan tersusun dalam tandan. Bunga betina terletak di dekat pangkal tangkai buah dan bunga jantan di ujung distal. Setiap bunga terbungkus oleh braktea yang terangkat saat bunga mekar (Kirchoff, 2017). Pisang Kepok memiliki jantung yang berwarna merah keunguan kusam pada bagian luar dan berwarna merah pada bagian dalam. Jantung pisang kepok membulat serta tidak meruncing pada bagian ujungnya dan braktea menggulung ke arah punggung setelah membuka (Gambar 2.4 a) (Mukhooyaroh & Luchman, 2020). Bunga tertutupi oleh braktea (Gambar 2.4.a). Pisang memiliki dua jenis bunga yaitu bunga betina (Gambar 2.4 b) dan bunga jantan (Gambar 2.4 c). Kedua jenis bunga tersebut dapat diketahui seiring perkembangannya, dimana bunga betina memiliki *ovary* yang nantinya berubah menjadi buah, sedangkan bunga jantan memiliki *reduce ovary* yang tidak dapat berkembang menjadi buah. Pada pisang kultivar seperti pisang kepok, bunga-bunga betina memiliki *ovary* (indung telur) yang nantinya berkembang menjadi buah tanpa adanya proses penyerbukan (*parthenocarpic*) (Kirchoff, 2017).



Gambar 2.4. Bagian bunga pisang. (a) Jantung pisang Kepok (Dok. Pribadi); (b) Bagian bunga betina pada pisang; (c) Bagian bunga jantan pisang (Vezina, 2020)

Buah pisang tersusun dalam tandan dan setiap tandannya terdiri dari beberapa sisir, umumnya setiap sisir terdiri dari 6-22 buah pisang (Gambar 2.5a). Buah pisang kepok umumnya memiliki sedikit biji atau bahkan tidak berbiji (Nedha *et al*, 2018). Ukuran pada buah pisang kepok bervariasi dan panjang buahnya sekitar 9-15 cm. Kulit buah pisang kepok memiliki ketebalan 0,2 sampai 0,4 cm. Daging buah tebal dan memiliki tekstur yang lunak. Warna daging buahnya putih atau kuning (Wijayanto *et al*, 2013). Kulit Buahnya berwarna hijau kusam saat muda dan berubah warna menjadi kuning kusam ketika sudah masak (Gambar 2.4b dan 2.4c) (Mukhooyaroh & Luchman, 2020). Susunan ovul pada pisang Kepok berjumlah empat baris (Gambar 2.5c) dan umumnya potongan melintang buah pisang memiliki bentuk persegi serta berlapis lilin sedang atau banyak (Gusmiati *et al.*, 2018).

Pisang kepok merupakan jenis *plantain* yang biasanya dikonsumsi setelah melalui proses pemasakan (olahan). Pisang kepok memiliki kandungan pati yang

tinggi 29,50%, sehingga dapat digunakan untuk substitusi produksi tepung (Susilo *et al*, 2019). Pisang kepok dimanfaatkan oleh masyarakat umum sebagai pisang olahan. Pisang kepok merupakan alternatif pangan pokok karena kandungan karbohidratnya yang tinggi, sehingga dapat menggantikan beras dan terigu dalam hal konsumsi (Prabawati *et al*, 2008).



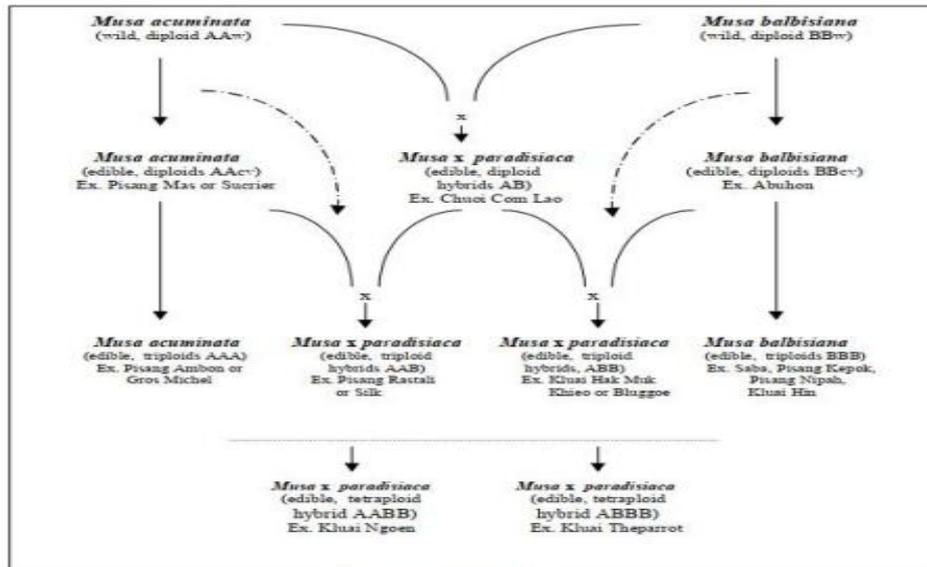
Gambar 2.5. Susunan dan Penampakan Buah. (a) susunan buah pisang dalam satu tandan; (b) penampakan buah pisang kepok mentah (Dok. Pribadi); (c) penampakan buah pisang kepok matang (Gusmiati *et al*, 2018)

2.2 Tata Nama dan Pengelompokan Pisang Kultivar

Sistem tata nama pada pisang dipublikasikan pertama kali oleh Linnaeus (1753) dalam bukunya yang berjudul “Species Plantarum”. Linnaeus (1753) menamai pisang dengan nama latin *Musa paradisiaca* Linn. *Musa paradisiaca* Linn. adalah nama ilmiah buah pisang yang pertama dan menjadi asal-usul penamaan dalam botani modern. Klasifikasi pada *M. paradisiaca* L. berdasarkan pertumbuhan bantalan pisang yang panjang serta ramping dengan kandungan tepung meskipun sudah matang. Pisang jenis *M. paradisiaca* L harus diolah terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. Kemudian, pada tahun 1959 Linnaeus menjelaskan dalam bukunya “Systema Nature” bahwa terdapat pisang segar yang dapat langsung dikonsumsi dan menamainya dengan *Musa sapientum* Linn.

Klasifikasi pisang dengan nama *Musa paradisiaca* Linn dan *Musa sapientum* Linn hanya dapat digunakan di Amerika Latin dan Afrika Barat. Asia Tenggara tidak bisa menerapkan sistem klasifikasi tersebut dikarenakan Asia Tenggara merupakan “*the center of origin of a diverse banana species*” (Simmonds, 1962) yaitu wilayah pusat keanekaragaman pisang. Asia Tenggara memiliki keragaman pisang yang tinggi sehingga sistem penamaan tersebut akan menyebabkan kebingungan jika diterapkan (Valmayor, *et al.*, 2000).

Keragaman pisang Asia Tenggara yang tinggi mengakibatkan klasifikasi Linnaeus tidak bisa diterapkan dengan baik karena karakter morfologi yang bahkan berbeda dari klasifikasi *M. paradisiaca* L. dan *M. sapientum* L. Maka dari itu, dilakukanlah penelitian oleh Simmonds dan Sheperd pada tahun 1955) dan diketahui bahwa klasifikasi Linnaeus didasarkan pada kultivar hibrida. Simmonds dan Sheperd (1955) menjelaskan bahwa pisang konsumsi berasal dari dua spesies liar yaitu, *M. acuminata* Colla dan *M. balbisiana* Colla yang merupakan pisang endemik di Asia Tenggara. Sistem penamaan kultivar pisang di Asia Tenggara dipelopori oleh Simmonds dan Shepherd (1955) yang menggunakan rekomendasi dari Cheesman yaitu Cheesman mengusulkan tentang pengelompokan nama dan sinonim pisang berdasarkan karakter morfologinya menjadi tiga. Apabila pisang yang diidentifikasi menunjukkan karakter menonjol dari *M. acuminata* maka termasuk kelompok pertama, apabila pisang yang diidentifikasi menonjolkan karakter *M. balbisiana* maka termasuk kelompok kedua dan yang ketiga yaitu apabila menunjukkan karakter keduanya yaitu *M. acuminata* dan *M. balbisiana* dianggap sebagai hibrid alami (Simmond & Shepherd, 1955; Valmayor, dkk., 2000).



Gambar 2.6. Perkembangan tanaman pisang (Valmayor, 2000)

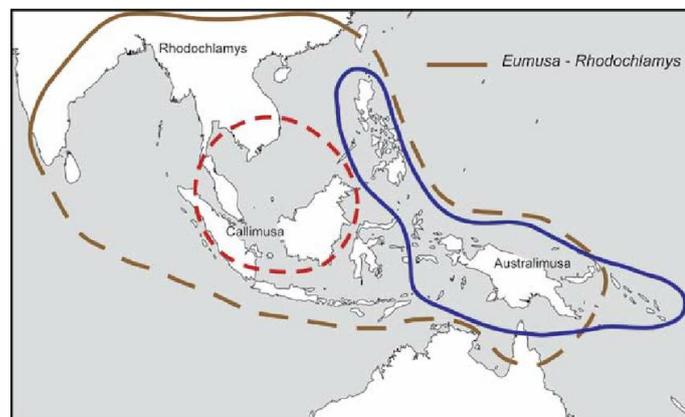
Kultivar pisang merupakan hasil hibridisasi dari tetuanya yaitu *M. balbisiana* dan *M. acuminata* (Wahyudi *et al.*, 2020). *M. balbisiana* dan *M. acuminata* mengalami proses hibridisasi dan menghasilkan beberapa kombinasi baru yaitu diploid, triploid dan tetraploid (Gambar 2.5) (Valmayor, *et al.*, 2000). Hal tersebut menjadikan sistem penamaan pisang kultivar menjadi tiga sistem yaitu nama spesies, kelompok genom dan nama kultivar (Wahyudi *et al.*, 2020) contohnya seperti penamaan pisang kepok yaitu *Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok.

2.3 Persebaran Pisang

Pisang merupakan jenis tanaman yang banyak dibudidayakan di wilayah Asia dan Pasifik. Terdapat setidaknya 25 spesies pisang yang tumbuh di hutan serta menyebar mulai dari India hingga pasifik, sepanjang utara Nepal dan kemudian meluas sampai Australia (INIBAP, 2006). Asia Tenggara dijuluki sebagai pusat asal pisang (Meitha *et al.*, 2020) dan sebelum kemudian pisang menyebar ke beberapa wilayah baik tropis maupun wilayah subtropis (Lamare &

Rao, 2015). Beberapa tahun yang lalu di wilayah Afrika pisang sudah mulai dikembangkan dan dibudidayakan sampai mencapai lebih dari 200 kultivar pisang sebelum akhirnya menyebar di beberapa wilayah lain di Afrika yaitu Afrika Barat, Afrika Timur, dan Afrika Tengah. Setelah kedatangan Colombus ke Amerika Latin serta Carribean, maka pada saat itulah pisang masuk di wilayah tersebut (INIBAP, 2006).

Pusat genus *Musa* adalah Asia Tenggara. Genus *Musa* pertama kali dibawa dari Papua Nugini ke India. Genus *Musa* tersebar berdasarkan empat *section* yaitu *Eumusa* tersebar di Samos, Jepang dan India; *Rhodochlamys* tersebar di wilayah India dan Indonesia; *Callimusa* tersebar di kawasan Indochina serta Indonesia; dan yang terakhir adalah *Australimusa* tersebar di kawasan Australia hingga ke Filipina (Gambar 2.6).



Gambar 2.7. Persebaran tiap section pada Genus *Musa* (de Langhe et al., 2019)

Perkembangbiakan pisang adalah dengan cara vegetatif namun keragaman pisang yang ada saat ini sangatlah luas (Sari & Badruzsaufari, 2013). Pisang (*Musa* spp.) merupakan salah satu produksi buah penting baik itu di Indonesia maupun di dunia. Indonesia merupakan negara ke-6 dengan produksi pisang tertinggi di dunia (FAOSTAT, 2011; Chiaki et al, 2015). Sekitar 200 kultivar

lebih ditanam oleh petani dan seluruhnya adalah varietas alami yang belum mengalami pemuliaan dikarenakan kompleksnya sistem genetik pada tanaman pisang (Poerba *et al*, 2014).

Pisang dapat ditanam pada berbagai macam topografi tanah. Pisang dapat tumbuh dan berkembang dengan pada struktur tanah datar ataupun tanah miring. Namun, tanah datar akan berpengaruh lebih baik terhadap produktivitas pisang dikarenakan kondisi tersebut optimum. Tanah datar dengan ketinggian di bawah 500 m di atas permukaan laut dengan pH tanah 4,5-7,5. Suhu optimum untuk pertumbuhan pisang berkisar antara 25°C – 27°C dengan curah hujan 2000-3000 mm/tahun (Saraswati, 2015). Pisang kepok merupakan salah satu pisang yang dapat tumbuh pada berbagai kondisi tanah. Pisang kepok sendiri mewarisi sebagian besar sifat dari *Musa balbisiana* yang membuat sifat pisang kepok toleran terhadap berbagai kondisi lingkungan termasuk lingkungan ekstrim. Pisang kepok dapat berkembang dengan baik apabila ditanam pada kondisi tanah yang subur atau berkapur dan kondisi tanah gembur (Saraswati, 2015).

2.4 Keragaman Genetik Pisang

Keragaman genetik dapat diartikan dengan besarnya variasi genetik dalam suatu populasi yang mendasari adanya keanekaragaman hayati (Hughes *et al.*, 2008). Susunan genetik yang berbeda akan mempengaruhi keragaman suatu tumbuhan. Kondisi lingkungan yang berbeda seperti tempat tumbuhnya tanaman di satu tempat dan tempat yang lain juga berpengaruh terhadap keragaman jenis tanaman (Sitompul & Guritno, 1995). Terdapat beberapa tanaman dengan keragaman genetik yang tinggi, salah satunya adalah pisang (Ernawati *et al.*, 2018).

Pisang kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) adalah hasil hibridisasi dari tetuanya yaitu *Musa balbisiana* dengan genom B dan *Musa acuminata* dengan genom A (Ploetz *et al.*, 2007; Meitha *et al.*, 2020). Persilangan dan Hibridisasi pada *M. acuminata* (A) dan *M. balbisiana* (B) menghasilkan keturunan hibrid AB. Hibrid AB kemudian mengalami proses persilangan dengan jenis liar atau kultivar genom AA maupun BB dan kemudian menghasilkan genom AAB dan ABB (Valmayor *et al.*, 2000; Ekasari *et al.*, 2012). Kultivar pisang kepok mewarisi sifat dari *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana* (Sunandar, 2018). Saat ini keragaman genetik pisang kepok di Indonesia belum dianalisis dengan baik, sehingga identifikasi dan analisis keragaman genetik pada pisang kepok perlu dilakukan. Informasi keragaman genetik pisang kepok dibutuhkan dalam pengembangan strategi pemuliaan untuk mencapai peningkatan kultivar yang efisien di masa depan (Opara *et al.* 2010; Meitha *et al.*, 2020).

2.5 Keragaman Morfologi

Keragaman morfologi pada tumbuhan disebabkan oleh kondisi lingkungan. Hal tersebut menunjukkan bahwa suatu tumbuhan melakukan adaptasi guna kelangsungan hidupnya (Jones & Luchsinger, 1987). Keragaman morfologi pada tumbuhan seperti pisang dapat terlihat pada bagian-bagian tumbuhan tersebut seperti pseudostem, daun, bunga, dan buah (Sunandar & Adi, 2018). Identifikasi pisang kepok berdasarkan karakter morfologi dapat dilakukan dengan karakterisasi morfologi. Karakterisasi morfologi dapat memberikan suatu informasi tentang deskripsi morfologi suatu tanaman (Nedha *et al.*, 2018). Menurut Simangunsong *et al.*, (2017), karakterisasi morfologi merupakan salah

satu teknik identifikasi suatu tanaman seperti pisang. Karakterisasi morfologi meliputi karakter batang semu (*pseudostem*), bunga, dan buah. Karakterisasi morfologi bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai karakter suatu tanaman dan merupakan langkah awal dalam program pemuliaan.

Karakterisasi morfologi banyak digunakan oleh peneliti guna mempelajari keragaman pada koleksi plasma nutfah tanaman. Keragaman pada plasma nutfah dapat dianalisis dengan menggunakan analisis *multivariate*. Analisis yang biasa dipakai adalah analisis PCoA (*Principles Component Analysis*) atau biasa disebut analisis komponen utama dan analisis *clustering* atau pengelompokan. Analisis PCoA merupakan suatu teknik untuk mengetahui karakter yang berkontribusi terhadap suatu keragaman dan hasil dari analisis tersebut berguna dalam identifikasi suatu karakter yang menjadi ciri pada aksesori. Analisis *clustering* digunakan untuk mengetahui seberapa kedekatan dan kemiripan pada setiap aksesori plasma nutfah yang diamati (Sobir *et al.*, 2006; Afuape *et al.*, 2011; Rahajeng *et al.*, 2015; Gusmiati *et al.*, 2018). Pemanfaatan data morfologi untuk analisis keragaman genetik tidak terlalu efektif karena karakter morfologi tumbuhan dipengaruhi beberapa faktor seperti faktor lingkungan. Maka dari itu, identifikasi genetik tumbuhan terutama pisang dari segi molekuler diperlukan untuk melengkapi kekurangan tersebut (Rahayu *et al.*, 2006).

2.6 Keragaman Molekuler

Keragaman tumbuhan pada tingkat molekuler merupakan hal yang harus diidentifikasi dengan baik. Identifikasi keragaman tumbuhan pada tingkat molekuler sangat dibutuhkan guna membantu proses pemuliaan tanaman (Syahputra, 2017). Identifikasi berdasarkan karakter molekuler pada tumbuhan

cenderung lebih efektif dan akurat daripada identifikasi berdasarkan karakter morfologi karena identifikasi pada tingkat molekuler bersifat obyektif (Hollingsworth *et al.*, 2011). Identifikasi karakter molekuler pada tumbuhan meliputi: ekstraksi DNA, amplifikasi, sekuensing, dan analisis DNA. DNA dapat dianalisis berdasarkan homologi sekuen DNA, analisis jarak genetik, dan filogeni (Dharmayanti, 2011).

Keragaman molekuler pada tumbuhan dapat diakses menggunakan teknik berbasis alel seperti marka molekuler (Sanchez *et al.*, 2015) dan teknik berbasis sekuen DNA seperti *DNA barcode* (Janssens *et al.*, 2016). Marka molekuler adalah suatu teknik untuk mengidentifikasi karakteristik genetik individu dan untuk menentukan frekuensi alel (Sanchez *et al.*, 2015). Marka molekuler telah banyak digunakan dalam identifikasi pisang kultivar serta dapat mendeteksi keragaman genetik pisang (Pillay *et al.*, 2012). Marka molekuler yang dipakai dalam identifikasi pisang kultivar antara lain RAPD (Pillay *et al.*, 2012), PCR-RFLP (Ekasari *et al.*, 2012), AFLP (Ermini *et al.*, 2018), serta mikrosatelit (De Jesus *et al.*, 2013).

Random Amplified DNA (RAPD) adalah suatu teknik identifikasi sejumlah besar polimorfisme DNA pada genom (Anggereini, 2008). RAPD mampu mendeteksi keanekaragaman suatu spesies yang didasarkan pada pola pita DNA. Pola pita DNA yang diamati dapat memberi informasi mengenai ada atau tidaknya kromosom pembawa gen atau alel yang diinginkan (Susilo *et al.*, 2018). Teknik RAPD didasarkan pada penggunaan urutan nukleotida yang saling berubah untuk memperkuat genom segmen DNA secara acak (Cizkova *et al.*, 2015; Susilo dan Setyaningsih, 2018). Teknik RAPD memanfaatkan proses amplifikasi PCR untuk

menunjukkan tingkat polimorfisme. Metode RAPD pada umumnya menggunakan oligonukleotida pendek yaitu 10 bp sebagai primer yang nantinya akan berikatan dengan bagian komplementernya. Primer yang acak atau random (10-mer oligonukleotida) akan menempel pada beberapa lokasi komplemen pada DNA template (Susilo *et al.*, 2018).

Marka RAPD dapat mendeteksi polimorfisme dengan primer tunggal meskipun tidak memiliki informasi mengenai sekuens nukleotida yang spesifik (Kapoor *et al.*, 2017; Susilo *et al.*, 2018). Fungsi utama dari polimorfisme adalah sebagai penanda genetik yang dapat dimanfaatkan untuk pemetaan suatu individu (Anandhi *et al.*, 2007; Susilo *et al.*, 2018). Metode RAPD diaplikasikan untuk mengetahui polimorfisme pada DNA, dimana polimorfisme DNA digunakan sebagai penanda genetik dan penentu hubungan kekerabatan pada beberapa tumbuhan. Salah satu kelebihan penanda RAPD adalah itu mereka tidak dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh dan fase pertumbuhan tanaman (Anggreini, 2008).

Marka RAPD adalah marka yang sering diaplikasikan pada studi taksonomi dan pengelompokan kultivar pisang (Uma *et al.*, 2006; Brown *et al.*, 2009) serta untuk mengetahui keragaman genetik dari kultivar pisang (Dayarani dan Dharini, 2014). Secara umum kelebihan dari marka RAPD adalah primer yang bersifat universal dan dapat diaplikasikan pada semua spesies (Poerba *et al.*, 2007), proses analisis yang cepat, mudah serta efisien (Anggereini, 2008), tidak memerlukan *probe libraries*, sekuens primer saja yang diperlukan untuk transfer informasi dan mampu menghasilkan polimorfisme dengan cepat walau hanya dengan sedikit (Poerba *et al.*, 2007).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif eksploratif. Penelitian ini mengidentifikasi karakter morfologi dan molekuler serta menganalisis keragaman genetik kultivar pisang kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) di 8 kecamatan di Kabupaten Malang (Kecamatan Singosari, Kecamatan Jabung, Kecamatan Dampit, Kecamatan Wajak, Kecamatan Gedangan, Kecamatan Sumbermanjing, Kecamatan Donomulyo, dan Kecamatan Kepanjen) menggunakan karakter morfologi dan marka molekuler RAPD.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2021-Juni 2021 yang diawali dengan pengambilan dan pengumpulan sampel sampai dengan analisis molekuler. Pengambilan sampel pisang kepok (ingroup) dilaksanakan di beberapa daerah di Kabupaten Malang (Kecamatan Singosari, Kecamatan Jabung, Kecamatan Dampit, Kecamatan Wajak, Kecamatan Gedangan, Kecamatan Sumbermanjing, Kecamatan Donomulyo, dan Kecamatan Kepanjen) dan kultivar pisang Klutuk diambil di Kecamatan Jabung serta kultivar pisang Barlin diambil di Kecamatan Gedangan. Analisis molekuler dilakukan di Laboratorium Griya Sains Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada pengambilan sampel yaitu pisau, plastik klip, silica gel, penggaris dan meteran. Alat yang digunakan pada isolasi DNA pisang

yaitu mortar, alu, pH meter, sentrifuge, vortex, freezer, waterbath, ependorf, tube (2 ml) (Biologix), tube 1,5 ml (OneMed), *micropipete* 0,5- 1000 μ l, *blue tip*, *yellow tip* dan *white tip*. Uji kualitatif pada DNA menggunakan *electrophoresis set* dan *Gel Documentation (Bluegel™)*, *micropipette* 0,5-10 μ L; 10-100 μ L; 100-1000 μ L, *white tip*, gelas ukur 25 mL, dan neraca analitik.

Proses PCR menggunakan *thermal cyclers*, microtube 0,5 mL (Biologix), rak microtube, *white tip*, *micropipet* 0,5-10 μ L, dan untuk visualisasi hasil PCR menggunakan *electrophoresis set and Gel Documentation (Bluegel™)*, hot plate, *micropipet* 0,5-10 μ L, *white tip*, gelas ukur 25 mL, dan neraca analitik.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk ekstraksi DNA pada penelitian ini yaitu sampel kultivar pisang kepok (ingroup), klutuk dan barlin (outgroup), nitrogen cair, *The Wizard® Genomic DNA Purification Kit Promega*. Bahan yang digunakan untuk proses PCR yaitu: sampel DNA, *Nuclease free water*, PCR Master Mix (Genaxon dan Hs *PCR mix*), primer OPA (2,3,4,11,12, dan 18) (Tabel 3.2) dan Marker 100bp DNA ladder. Bahan yang digunakan untuk visualisasi hasil PCR RAPD meliputi gel agarose dan buffer TBE $\frac{1}{2}$ x.

Tabel 3.1. Identitas primer RAPD yang digunakan

No.	Primer	Sekuen 5'-3'	TM (°C)	TA (°C)	Komposisi GC (%)
1.	OPA-2	TGCCGAGCTG	40.7	45	70
2.	OPA-3	AGTCAGCCAC	34.3	39	60
3.	OPA-4	AATCGGGCTG	35.1	40	60
4.	OPA-11	CAATCGCCGT	36.7	41	60
5.	OPA-12	TCGGCGATAG	34.0	39	60
6.	OPA-18	AGGTGACCGT	36.2	41	60

Sumber: (Eurofins Genomics, 2014)

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan adalah kultivar pisang kepok (ingroup) di beberapa daerah di Kabupaten Malang dan 1 sampel pisang klutuk (BBw) diambil di Kecamatan Jabung dan 1 sampel pisang barlin (outgroup) diambil di Kecamatan Gedangan.

Tabel 3.2. Lokasi pengambilan sampel

No	Lokasi	Ketinggian (mdpl)	Kultivar yang ditemukan	Jumlah
1.	Desa Randuagung, Kecamatan Singosari	529 mdpl	Kepok Abang	2
2.	Desa Jabung, Kecamatan Jabung	575 mdpl	Kepok Putih	2
3.	Desa Wajak, Kecamatan Wajak	534 mdpl	Kepok Abang	2
4.	Desa Rembung, Kecamatan Dampit.	384 mdpl	Kepok Manurun	2
5.	Desa Sitarjo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan	52 mdpl	Kepok Manurun	2
6.	Desa Sidodadi, Kecamatan Gedangan	62 mdpl	Kepok Putih	1
			Kepok Australi	1
7.	Desa Kedungsalam, Kecamatan Donomulyo	242 mdpl	Kepok Abang	1
			Kepok Manurun	1
8.	Desa Penarukan, Kecamatan Kepanjen	334 mdpl	Kepok Putih	1
			Kepok Abang	1

3.4.2 Karakterisasi Morfologi

3.4.2.1 Karakterisasi Berdasarkan 15 Karakter

Sampel kultivar pisang kepok yang didapatkan dari beberapa daerah di Kabupaten Malang (Kecamatan Singosari, Kecamatan Jabung, Kecamatan

Dampit, Kecamatan Wajak, Kecamatan Gedangan, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kecamatan Donomulyo, dan Kecamatan Kepanjen) diidentifikasi karakter morfologinya berdasarkan skoring 15 karakter. Skoring 15 karakter dilakukan untuk mengetahui apakah komposisi genom yang dihasilkan sesuai dengan genom pisang kepok (ABB) (Tabel 3.2).

Tabel 3.3. Nilai total skor untuk menentukan genom

No	Genom	Jumlah Skor	Contoh Kultivar Pisang
1	AA/AAA	15-25	Pisang ambon, barlin dan pisang cici
2	AAB	26-46	Pisang raja
3	AB/AABB	47-49	-
4	ABB	59-63	Pisang awak dan pisang kepok
5	ABBB	67-69	-
6	BB/BBB	70-75	Pisang klutuk ijo dan klutuk Wulung

Sumber: (Valmayor, 2000)

Karakter morfologi tersebut meliputi perawakan pohon, tangkai daun (petiole), tangkai buah, tangkai tandan, susunan lembaga buah, bahu braktea, tipe gulungan braktea, bentuk braktea, apex braktea, warna braktea, gradasi warna pada permukaan braktea, bekas duduk braktea, kelopak bebas bunga jantan, warna bunga jantan, dan kepala putik (Valmayor, 2000; Hapsari et al., 2015).

3.4.2.2 Karakterisasi Berdasarkan 35 Karakter

Sampel kultivar pisang kepok yang didapatkan dari beberapa daerah di Kabupaten Malang diidentifikasi 35 karakter morfologinya. Karakter morfologi yang diamati meliputi organ vegetatif dan generatif pisang kepok pada fase pohon yang sedang berbuah, memiliki jantung pisang dan terdapat bunga jantan. Identifikasi didasarkan pada panduan deskripsi pisang INIBAB-IPGRI *Descriptor of Banana* (1996) (Tabel 3.3). karakter

Tabel 3.4. Karakter morfologi pisang kepok yang diamati

No	Karakter Morfologi	Kode	No	Karakter Morfologi	Kode
1	Habitus daun	HD	19	Warna tepal bebas	WTB
2	Tinggi batang semu	TBS	20	Bentuk tepal bebas	BTB
3	Warna batang semu	WBS	21	Bentuk ujung tepal bebas	BUTB
4	Warna getah	WG	22	Warna dasar stilus	WDS
5	Lapisan lilin pada pelepah	LLP	23	Bentuk stilus	BS
6	Bercak pada dasar tangkai daun	BDTD	24	Warna stigma	WS
7	Bentuk <i>canal petiole</i>	BCP	25	Bentuk ovary	BO
8	Bentuk dasar daun	BDT	26	Warna dasar ovary	WDO
9	Warna midrib dorsal	WMD	27	Warna dominan bunga jantan	WD
10	Posisi rakis	PR	28	Susunan ovul	SO
11	Bentuk jantung	BJ	29	Posisi buah	PB
12	Bentuk dasar braktea	BDB	30	Bentuk potongan melintang buah	BPMB
13	Bentuk ujung braktea	BUB	31	Ujung buah	UB
14	Warna ujung braktea	WUB	32	Warna kulit buah mentah	WKBM
15	Pola bukaan braktea sebelum jatuh	PBBSJ	33	Lilin pada kulit buah	LKB
16	Lilin pada braktea	LB	34	Warna daging buah mentah	WDBM
17	Warna compound tepal	WC	35	Kehadiran biji	KB
18	Warna lobus tepal	WLT			

3.4.3 Karakterisasi Molekuler

3.4.3.1 Isolasi DNA Pisang

Isolasi sampel daun muda pisang kepok menggunakan *The Wizard® Genomic DNA Purification Kit Promega*. Sampel daun muda Pisang Kepok disiapkan sebanyak 1 g untuk proses isolasi dan dicampur dengan nitrogen cair kemudian ditumbuk menggunakan alu sampai halus menjadi bubuk. Diambil sebanyak 40 mg serbuk dan dimasukkan ke dalam tube 1,5 mL. Ditambahkan 600 μ L larutan *Nuclei Lysis* lalu divortex selama 1-3 detik agar jaringan basah merata. Selanjutnya, suspensi diinkubasi pada suhu 65 °C selama 15 menit. Setelah diinkubasi, ditambahkan 3 μ L larutan RNase dan tube dibolak-balik sebanyak 2-5

kali agar suspensi tercampur rata. Selanjutnya, tube tersebut diinkubasi pada suhu 37 °C selama 15 menit, dan didiamkan pada suhu ruang selama 5 menit.

Tahap selanjutnya adalah presipitasi protein pada suspensi DNA. Ditambahkan 200 µL *Protein Precipitation Solution* pada tube kemudian divortex pada kecepatan tinggi selama 20 detik. Suspensi DNA dalam tube di sentrifuge pada kecepatan berkisar 13.000-16.000 xg selama 30 menit. Kemudian diambil bagian supernatan dalam tube dengan hati-hati dan dipindahkan ke tube baru yang berukuran 1,5 mL dan ditambahkan dengan 600 µL Isopropanol. Dihomogenkan sampel DNA yang telah ditambahkan isopropanol. Selanjutnya, sampel DNA tersebut dipisahkan dengan menggunakan sentrifuge pada kisaran 13.000-16.000 xg selama 1 menit dalam suhu ruang.

Tahap selanjutnya adalah purifikasi DNA. Campuran yang telah disentrifugasi kemudian diambil bagian pellet dan ditambahkan dengan 600 µL ethanol 70% (suhu ruang) dan dihomogenkan. Setelah itu, larutan dipisahkan lagi dengan menggunakan sentrifuge pada kecepatan berkisar 13.000-16.000 xg selama 1 menit pada suhu ruang. Setelah sentrifugasi, supernatant diambil dengan menggunakan mikropipet hingga menyisakan pellet. Selanjutnya, pellet DNA dikeringkan dengan dibalik dan diberi alas tisu selama 15 menit lalu ditambahkan 100 µL *DNA Rehydration Solution* dan dihomogenkan dengan cara mengetuk tube beberapa kali. Tahap yang terakhir yaitu larutan DNA diinkubasi pada suhu 65 °C selama 1 jam. Alternatif lain dengan menginkubasi larutan semalaman pada suhu ruang atau pada suhu 4 °C. Disimpan sampel DNA pada suhu 2-8 °C.

3.4.3.2 Elektroforesis

Uji kualitatif DNA hasil isolasi menggunakan alat *electrophoresis set* dengan gel agarose 1% yang terdiri dari 0,2 mg agarose dalam 20 mL TBE ½ x. Elektroforesis dilaksanakan pada tegangan 50 v selama 25 menit. Setelah itu hasil elektroforesis divisualisasi menggunakan *Gel Documentation*. Untuk menentukan ukuran genom digunakan patokan DNA ladder 1-Kb.

3.4.3.3 Amplifikasi PCR dan Visualisasi

Proses amplifikasi menggunakan volume total 10 µl dengan komposisi 1 µl 25 ng *DNA sample*, 1 µl primer (10 pmol), 3 µl *nuclease free water* serta 5 µl *PCR Master Mix* (Hs Master Mix dan Genaxon). Amplifikasi dilaksanakan dengan diawali pradenaturasi (94 °C selama 4 menit), selanjutnya 45 siklus denaturasi, annealing dan elongasi. Denaturasi (94 °C selama 30 detik), anealing dengan suhu menyesuaikan selama 30 detik, dan kemudian elongasi (72 °C selama 90 detik) dan dilanjutkan dengan post elongasi (72 °C selama 5 menit) dengan 1 siklus. Hasil amplifikasi kemudian di elektroforesis menggunakan alat *electrophoresis set* yang dalam prosesnya memanfaatkan gel agarose 1,5% dalam buffer TBE 1/2 x. Kemudian hasil amplifikasi dapat diketahui setelah divisualisasi dibawah UV menggunakan *Gel Documentation* (Bluegel) dengan marker 100bp DNA ladder.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Identifikasi Pisang Kepok

3.5.1.1 Identifikasi Karakter Morfologi

Data identifikasi morfologi dari skoring 15 karakter dijumlahkan tiap skornya kemudian dianalisis genom dari pisang kepok yang ditemukan

berdasarkan jumlah skor untuk mengetahui apakah pisang kepok yang ditemukan memiliki genom yang sama (Tabel 3.3). Setelah itu dilakukan karakterisasi berdasarkan 35 karakter morfologi menggunakan panduan deskripsi pisang INIBAB-IPGRI *Descriptor of Banana* (1996) (Tabel 3.4). Kemudian data karakterisasi yang bersifat kualitatif (data pengamatan lapang) dikonversi melalui pemberian skor. Karakter dengan data nominal dan ordinal diberikan skor (1,2,3, hingga ke-n). Data karakter yang bersifat kuantitatif diubah menjadi data skala interval (1,2,3, hingga ke-n). Setelah itu, dilakukan analisis *similarity* dan *clustering* pada data yang telah dikonversi menggunakan program PAST (*Palaeontological Statistic*) versi 4.02 dengan metode UPGMA menggunakan koefisien *Bray-Curtis*. Analisis *similarity* menggunakan koefisien Bray-Curtis dengan memilih menu *multivariate-similarity and distance indices*. Analisis *clustering* menggunakan koefisien persamaan Bray-Curtis dengan memilih menu *multivariate-clustering-classical*. Interpretasi data hasil analisis berupa tabel similaritas dan dendogram beserta pengelompokan sinapomorfi, autopomorfi, dan apomorfi pada setiap kluster.

3.5.1.2 Identifikasi Karakter Molekuler

Data marka RAPD berupa hasil skoring pita DNA didapatkan dengan pemberian skor 1 dan 0. Skor 1 menandakan keberadaan band dan 0 menandakan tidak adanya band. Data hasil skoring berupa data biner yang kemudian dianalisis *clustering* dan *similarity* menggunakan koefisien persamaan Jaccard pada program PAST (*Palaeontological Statistic*) versi 4.02. Analisis *clustering* dan *similarity* bertujuan untuk melihat pola pengelompokan dan besarnya kemiripan dari kultivar pisang kepok yang ditemukan.

3.5.2 Analisis Keragaman Genetik

3.5.2.1 Keragaman Genetik berdasarkan Karakter Morfologi

Data interval berdasarkan skoring karakter morfologi dikonversi menjadi data biner. Data biner digunakan untuk menghitung nilai keragaman genetik (H_e) menggunakan *software* GenAIEx (*Genetic Analysis in Excel*) (Peakal & Smouse, 2012).

3.5.2.2 Keragaman Genetik berdasarkan Karakter Molekuler

Data biner yang diperoleh dari karakterisasi molekuler berdasarkan skoring pita DNA dianalisis variasi genetiknya menggunakan *software* GenAIEx (*Genetic Analysis in Excel*) (Peakal & Smouse, 2012). Analisis keragaman genetik (H_e) kultivar pisang Kepok menggunakan rumus berikut, H_e merupakan nilai variasi genetik berdasarkan Nei (1987), sedangkan p dan q merupakan frekuensi alel:

$$H_e = \text{Keragaman} = 1 - (p^2 + q^2)$$

3.5.3 Analisis Kekuatan Primer

Analisis kekuatan primer menggunakan beberapa parameter seperti PIC *value* (*polymorphism information content*), EMR *value* (*effective multiplex ratio*), MI (*marker index*), dan RP (*resolution power*) (Laurentin dan Karlovsky, 2007). Rumus untuk mengetahui PIC *value* digunakan $PIC_i = 2f(1 - f)$ (Roldan-Ruiz *et al.*, 2000), PIC atau *polymorphism information content* i , f menunjukkan munculnya frekuensi band sedangkan $1 - f$ menunjukkan tidak munculnya band. EMR *value* merupakan jumlah polimorfisme band yang terdapat pada genotip yang diamati di setiap percobaan, nilai EMR dihitung dengan rumus $= \eta \cdot \beta$; EMR sendiri diartikan sebagai produk dari total jumlah band per primer (η) dan jumlah band polimorfik (β). Kemudian rumus untuk mengetahui *Marker Index* (MI)

adalah $MI = PIC \times EMR$ (Varshney *et. al.*, 2007) dan yang terakhir untuk mengetahui nilai *Resolution power* (R_p) digunakan rumus $R_p = \sum I_b$ (Prevost dan Wilkinson, 1999), I_b menunjukkan informasi band. Nilai I_b menggunakan skala 0-1, yang diketahui menggunakan rumus $I_b = 1 - [2 \times (0,5 - P)]$, dan P adalah skala dari genotipe yang memiliki band.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Kultivar Pisang Kepok Berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekuler RAPD

4.1.1 Identifikasi Kultivar Pisang Kepok Berdasarkan Karakter Morfologi

Total 16 pisang kepok berhasil didapatkan dan diidentifikasi. Dari ke 16 pisang tersebut, didapatkan 4 jenis kultivar pisang kepok yaitu kepok abang atau gajih abang, kepok putih atau gajih putih, kepok australian dan kepok manurun. Semua pisang kepok yang ditemukan memiliki genom ABB (Tabel 4.1).

Tabel 4.1. Identifikasi genom berdasarkan 15 karakter

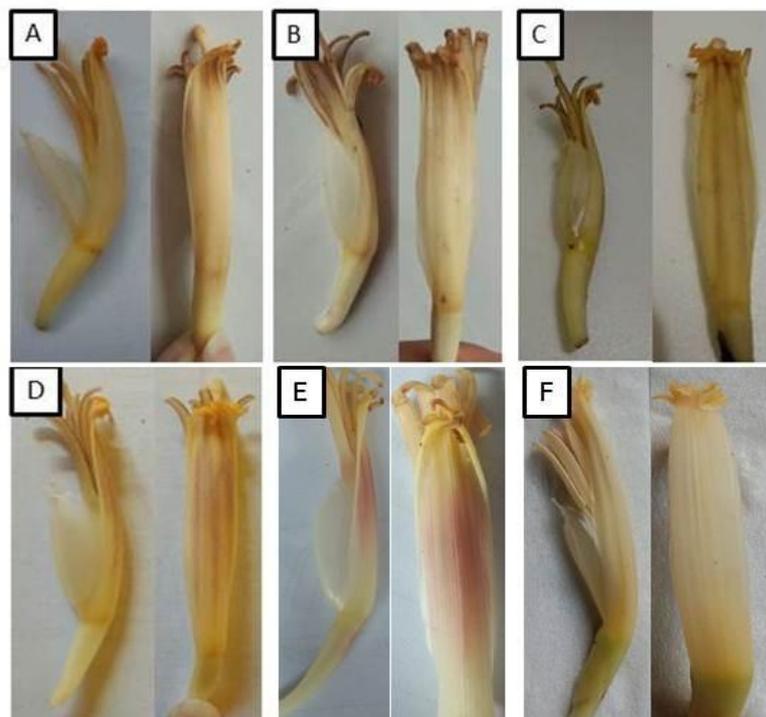
No.	Kultivar	Nama Latin	Skor	Genom
1.	Kepok Abang Singosari 1	<i>Musa acuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> (ABB) cv. <i>Kepok Abang</i>	59	ABB
2.	Kepok Abang Singosari 2	<i>Musa acuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> (ABB) cv. <i>Kepok Abang</i>	59	ABB
3.	Kepok Putih Jabung 1	<i>Musa acuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> (ABB) cv. <i>Kepok Putih</i>	59	ABB
4.	Kepok Putih Jabung 2	<i>Musa acuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> (ABB) cv. <i>Kepok Putih</i>	59	ABB
5.	Kepok Abang Wajak 1	<i>Musa acuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> (ABB) cv. <i>Gajih Abang</i>	59	ABB
6.	Kepok Abang Wajak 2	<i>Musa acuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> (ABB) cv. <i>Gajih Abang</i>	59	ABB
7.	Kepok Manurun Dampit 1	<i>Musa acuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> (ABB) cv. <i>Kepok Manurun</i>	63	ABB
8.	Kepok Manurun Dampit 2	<i>Musa acuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> (ABB) cv. <i>Kepok Manurun</i>	63	ABB
9.	Kepok Manurun Sumbermanjing 1	<i>Musa acuminata</i> x <i>Musa balbisiana</i> (ABB) cv. <i>Kepok Manurun</i>	63	ABB

10.	Kepok Manurun Sumbermanjing 2	<i>Musa acuminata x Musa balbisiana (ABB) cv. Kepok Manurun</i>	63	ABB
11.	Kepok Australi Gedangan	<i>Musa acuminata x Musa balbisiana (ABB) cv. Kepok Australi</i>	59	ABB
12.	Kepok Putih Gedangan	<i>Musa acuminata x Musa balbisiana (ABB) cv. Kepok Putih</i>	59	ABB
13.	Kepok Abang Donomulyo	<i>Musa acuminata x Musa balbisiana (ABB) cv. Kepok Abang</i>	59	ABB
14.	Kepok Manurun Donomulyo	<i>Musa acuminata x Musa balbisiana (ABB) cv. Kepok Manurun</i>	63	ABB
15.	Kepok Putih Kepanjen	<i>Musa acuminata x Musa balbisiana (ABB) cv. Gajih Putih</i>	59	ABB
16.	Kepok Abang Kepanjen	<i>Musa acuminata x Musa balbisiana (ABB) cv. Gajih Abang</i>	59	ABB
17.	Klutuk	<i>Musa acuminata (BB) cv. Klutuk</i>	75	BB
18.	Barlin	<i>Musa balbisiana (AA) cv. Barlin</i>	15	AA

Total skoring dari 15 karakter pisang kepok yang ditemukan memiliki total skor yang berkisar antara 59-63. Kultivar kepok abang, kepok putih dan kepok australi memiliki skor yang paling rendah yaitu 59, sedangkan kepok manurun memiliki skor yang paling tinggi yaitu 63 (Tabel 4.1). Rentang skor 59-63 mengindikasikan kultivar pisang begenom ABB (Tabel 3.2). Hal tersebut menunjukkan bahwa kultivar pisang kepok yang ditemukan seluruhnya memiliki genom ABB.

Perbedaan skor di masing-masing kultivar pisang kepok diakibatkan variasi karakter generatif khususnya warna bunga jantan. Warna bunga jantan pisang kepok bervariasi dari *cream* sampai *cream* bercampur merah muda (Gambar 4.1). Kultivar pisang kepok yang memiliki bunga jantan berwarna *cream*

diantaranya: kepok abang, kepok putih dan kepok australi, sedangkan kepok manurun memiliki warna bunga jantan *cream* bercampur merah muda (Gambar 4.1D).

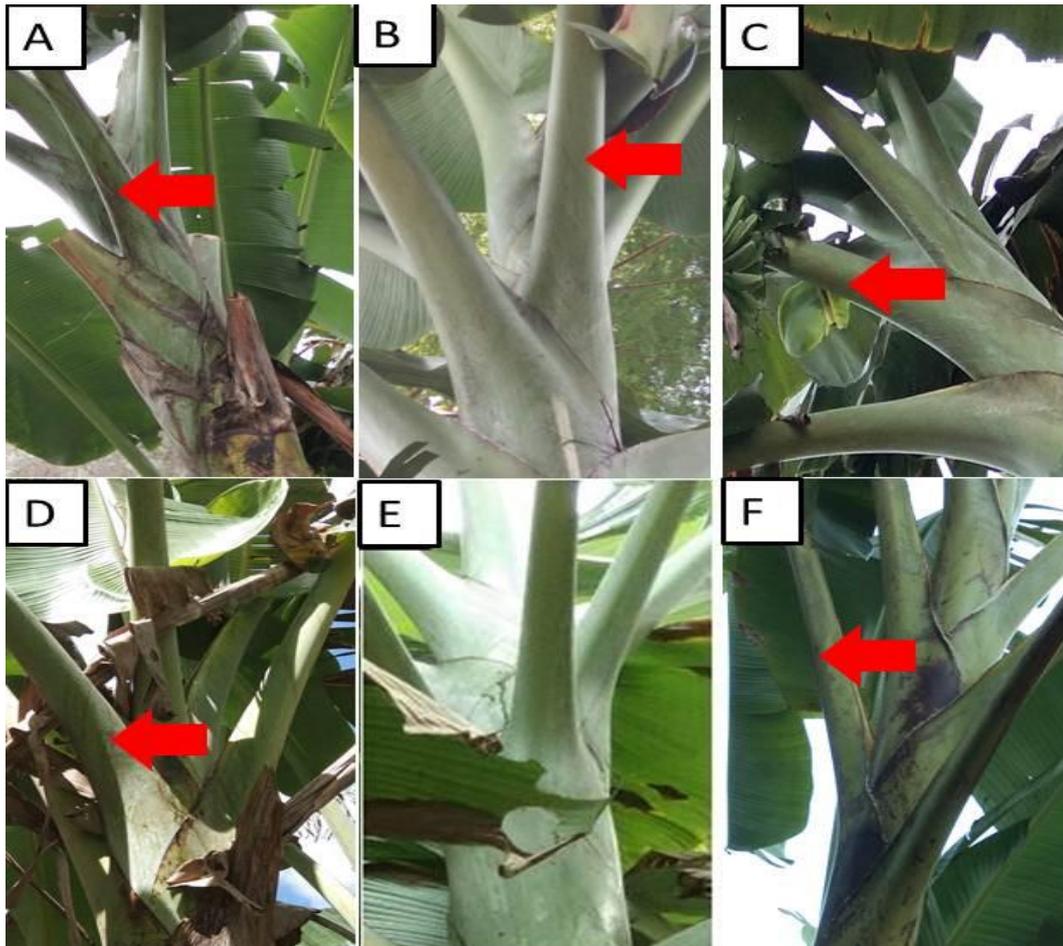


Gambar 4.1. Variasi warna bunga jantan pada pisang kepok. A) Kepok Abang; B) Kepok Putih; C) Kepok Australi; D) Kepok Manurun; E) Klutuk; F) Barlin

Karakter warna bunga jantan yang tercampur merah muda diberikan skor 5 karena mendekati karakter *Musa balbisiana* sedangkan karakter warna bunga jantan tidak tercampur merah muda diberi skor 1 karena mendekati karakter *Musa acuminata*. Karakter warna bunga jantan pada kepok manurun (Gambar 4.1D) sama dengan karakter bunga jantan pisang klutuk (Gambar 4.1E) yang berarti pisang kepok manurun mewarisi karakter bunga jantan dari *Musa balbisiana* (Valmayor *et al.*, 2000). Menurut Ernawati *et al.*, (2021), pigmentasi warna merah muda pada bunga jantan dikarenakan tingginya kadar pigmen antosianin.

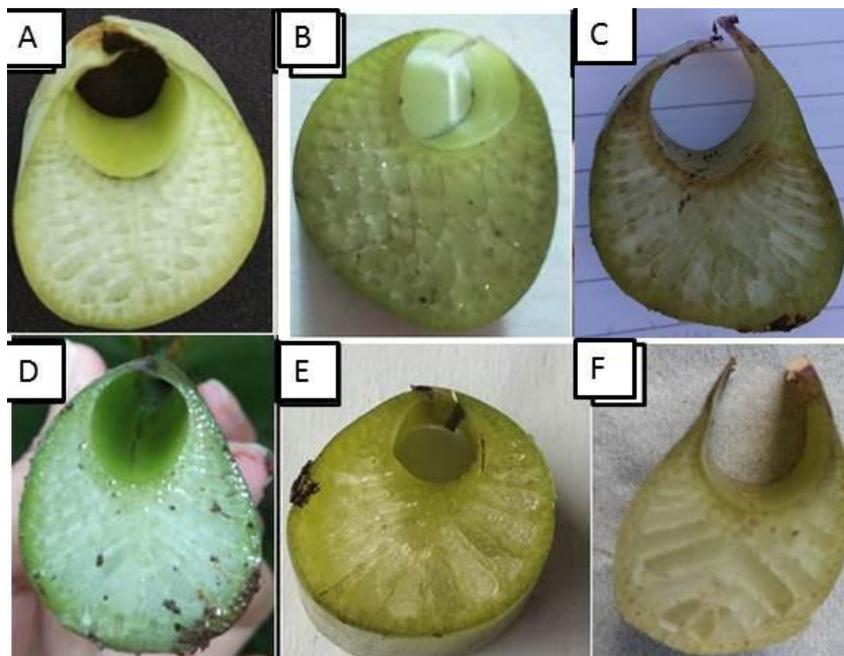
Pigmen antosianin berkontribusi terhadap karakter bunga jantan pisang dan menampilkan warna merah muda hingga ungu.

Karakter lain yang membedakan antara genom A dan B pada pisang kepok adalah bercak pada dasar tangkai daun (Gambar 4.2). Ke-16 kultivar pisang kepok yang ditemukan pada penelitian ini seluruhnya memiliki bercak pada dasar tangkai daun (Gambar 4.2). Hal tersebut menunjukkan bahwa pisang kepok mewarisi karakter bercak dari tetuanya yaitu *Musa acuminata* yang dalam penelitian ini diwakili oleh pisang barlin. Wahyudi *et al.*, (2020), juga menyatakan dalam penelitiannya bahwa sebagian besar kultivar dari *Musa acuminata* memiliki bercak kecil hingga besar di dasar tangkai daun yang berwarna coklat hingga coklat kehitaman. Hal senada juga disampaikan oleh Simmonds (1959) bahwa kultivar pisang bergenom ABB memiliki ekspresi karakter antara 2 tetuanya yaitu *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana* dan salah satu karakter yang diwariskan dari *Musa acuminata* adalah adanya bercak pada dasar tangkai daun.



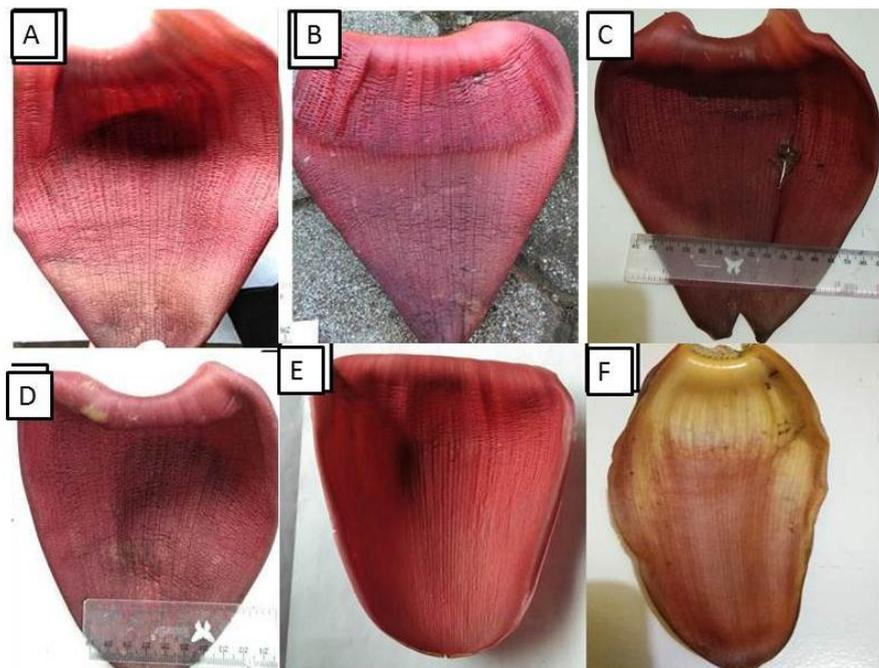
Gambar 4.2. Karakter bercak pada dasar tangkai daun pisang. A) Kepok abang; B) Kepok putih; C) Kepok australi; D) Kepok manurun; E) Klutuk; F) Barlin

Karakter selanjutnya yang menjadi pembeda antara genom A dan B pada pisang kepok adalah bentuk kanal tangkai daun. Ke 16 sampel kultivar pisang kepok memiliki kanal tangkai daun menutup (Gambar 4.3). Bentuk kanal tangkai daun menutup merupakan karakter dari *Musa balbisiana*. Hal tersebut sesuai dengan Wahyudi *et al.*, (2020), yang menyatakan bahwa kultivar yang diturunkan dari *Musa balbisiana* (BB genom) memiliki kanal tangkai daun menutup dan bertumpuk. Dalam penelitian ini dibuktikan bahwa pisang kepok mewarisi karakter kanal tangkai daun menutup dari salah satu tetuanya yaitu *Musa balbisiana*.



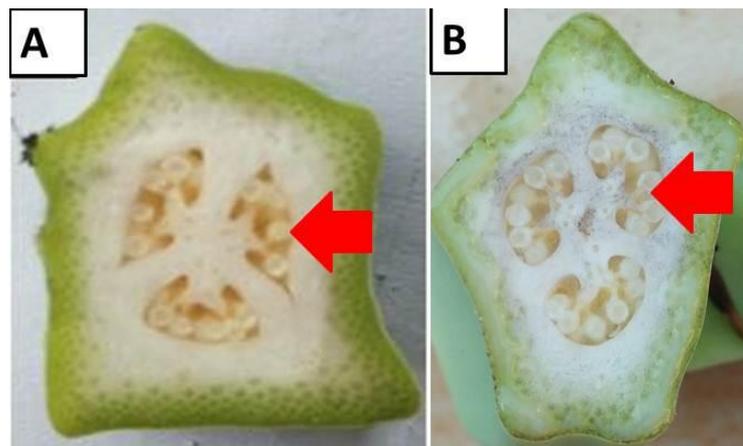
Gambar 4.3. Penampakan kanal tangkai daun pisang. A) Kepok abang; B) Kepok putih; C) Kepok australi; D) Kepok manurun; E) Klutuk; F) Barlin.

Karakter selanjutnya yang diidentifikasi sebagai pembeda antara genom A dan B pada pisang kepok adalah warna braktea. Kultivar pisang kepok seluruhnya memiliki warna braktea merah homogen (Gambar 4.4). Braktea dengan warna merah homogen mengindikasikan karakter dari *Musa balbisiana*, yang mana dalam penelitian ini dibuktikan oleh braktea pada pisang klutuk (Gambar 4.4E). Karakter warna merah keunguan yang homogen pada braktea menurut Roobha *et al.*, (2011) merupakan dampak dari adanya pigmen *glycoconjugated anthocyanin*. *Glycoconjugated anthocyanin* merupakan pigmen utama pada braktea pisang.



Gambar 4.4. Penampakan braktea pisang kepok. A) Braktea Kepok abang; B) Braktea Kepok putih; C) Braktea Kepok australi; D) Braktea Kepok manurun; E) Braktea Klutuk; F) Braktea Barlin

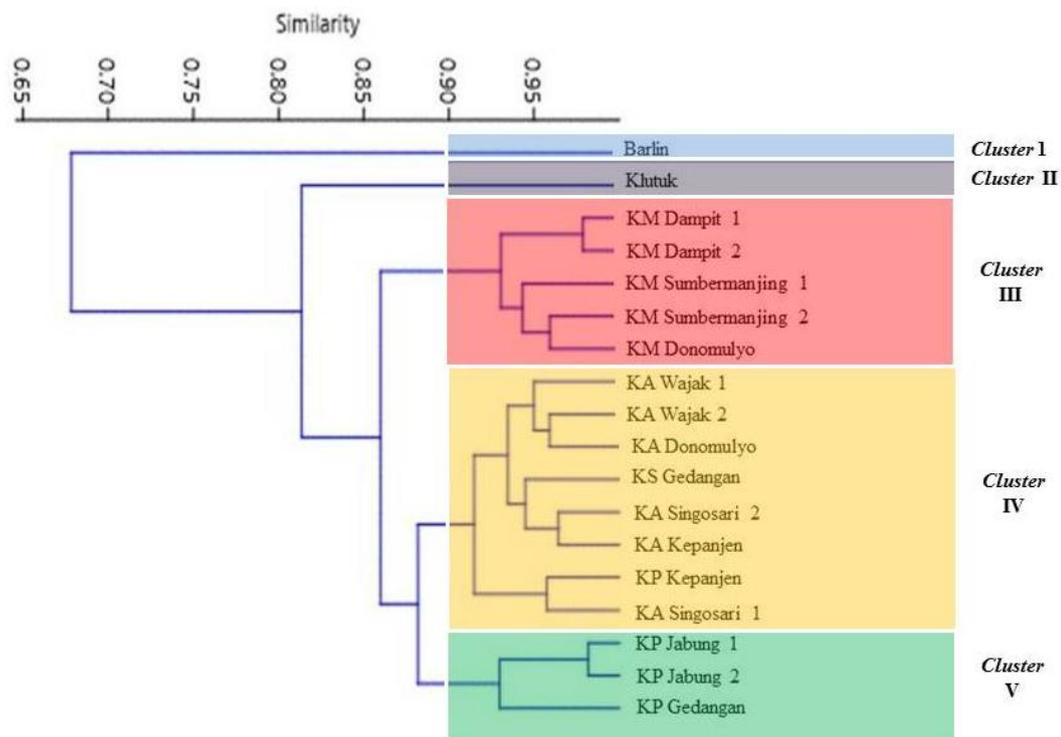
Karakter lain pada pisang kepok yang menyerupai *Musa balbisiana* adalah susunan ovul yang berjumlah 4 baris (Gambar 4.5). Kulitivar pisang kepok memiliki susunan ovul berjumlah 4 baris (Gambar 4.5) yang menunjukkan bahwa susunan ovul pada pisang kepok mewarisi karakter dari tetuanya yaitu *Musa balbisiana*. Pada penelitian ini hanya didapatkan gambar susunan ovul pada pisang kepok abang dan kepok putih. Hal tersebut dikarenakan karena fase umur buah yang berbeda sehingga pada beberapa buah yang ditemukan ovul sudah tertutupi dengan daging buah. Namun, dalam penelitian ini tidak didapatkan gambar susunan ovul pisang klutuk dikarenakan tidak didapatkannya sampel buah sehingga penelitian didasarkan pada Gusmiati *et al* (2018), yang menyatakan bahwa pisang olahan seperti pisang kepok memiliki susunan ovul yang sama dengan pisang klutuk (*Musa balbisiana*) yaitu 4 baris.



Gambar 4.5. Susunan ovul 4 baris pada pisang kepok. A) Kepok Abang; B) Kepok Putih

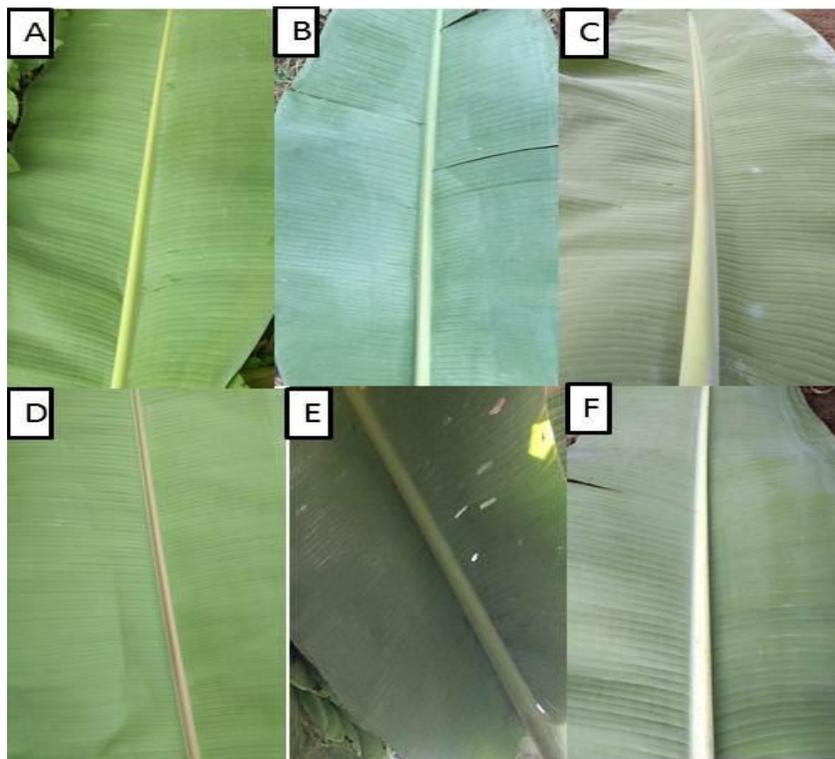
Selanjutnya analisis *clustering* dilakukan menggunakan 35 karakter (*all characters*) dari pisang kepok. Analisis *clustering* menghasilkan fenogram yang membagi 16 kultivar pisang kepok menjadi 5 kelompok besar (*cluster*) termasuk outgroup (Gambar 4.8). Penentuan *cluster* pada penelitian ini didasarkan pada nilai *similarity* 0,90. Lima kelompok besar tersebut memiliki karakter sinapomorphy dan autopomorphy. Karakter synapomorphy merupakan sifat turunan yang dimiliki oleh dua atau lebih kelompok taksa, sedangkan karakter autopomorphy adalah sifat unik (karakter unik) yang diturunkan dan hanya dimiliki oleh satu kelompok taksa (Appel, 2009).

Kelompok I dan 2 terdiri dari outgrup yaitu kultivar pisang barlin (AAw) dan pisang klutuk (BBw). Namun demikian dari kedua outgrup tersebut, pisang klutuk mengelompok lebih dekat dengan kultivar pisang kepok. Hal ini dikarenakan banyak karakter morfologi dari pisang kepok yang sama dengan pisang klutuk. Karakter tersebut antara lain: habitus daun, warna batang semu, bentuk kanal tangkai daun, warna braktea dan posisi lekukan braktea.



Gambar 4.6. Fenogram hasil analisis *clustering* kultivar pisang kepok. KM= Kepok Manurun; KA= Kepok Abang; KS= Kepok Australi; KP= Kepok Putih

Kelompok III terdiri dari kultivar kepok manurun. Seluruh kepok manurun yang ditemukan memiliki karakter yang hampir sama. Selain itu, kultivar kepok manurun memiliki karakter autpomorphy. Karakter tersebut diantaranya adalah warna bunga jantan (*cream* tercampur merah muda) dan warna midrib (merah muda keunguan) (Gambar 4.7). Seperti halnya pada bunga jantan, pigmen antosianin juga berpengaruh terhadap karakter warna midrib daun pisang (Siddiqah, 2002).



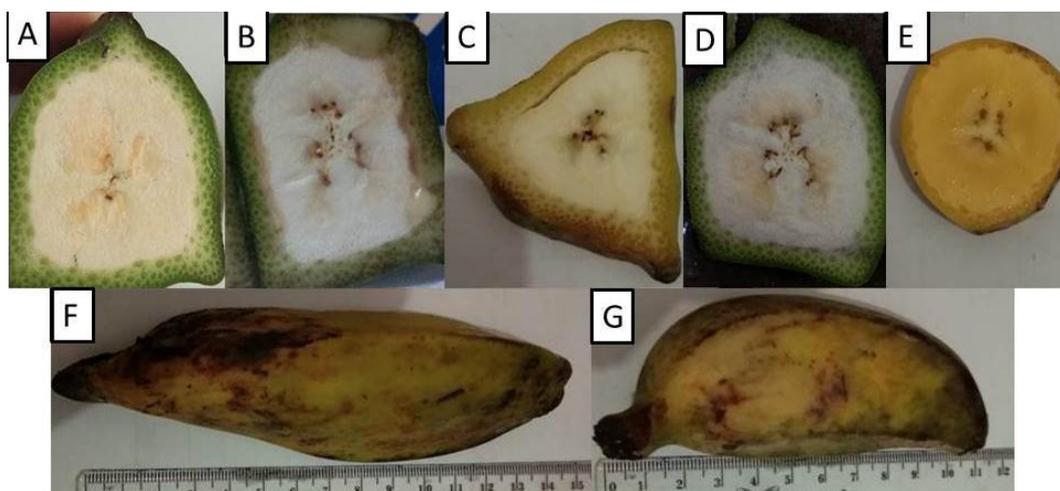
Gambar 4.7. Variasi warna midrib daun pisang kepok. A) Kepok Abang; B) Kepok Putih; C) Kepok Australi; D) Kepok Manurun; E) Klutuk; F) Barlin.

Kelompok IV terdiri dari kultivar kepok abang, kepok putih (Kepanjen) dan kepok australi. Kepok putih yang ditemukan di Kepanjen mengelompok bersama dengan kepok abang dan kepok australi. Kepok putih yang ditemukan di Kepanjen tidak mengelompok dengan kultivar kepok putih lainnya dikarenakan memiliki karakter yang berbeda yaitu tinggi batang semu (<3 m). Kepok abang, kepok putih Kepanjen dan kepok australi memiliki karakter synapomorphy yaitu warna bunga jantan (*cream* tanpa campuran wana merah muda) dan warna midrib daun (hijau) (Gambar 4.6).

Grup V terdiri dari kultivar kepok putih yang ditemukan di Kecamatan Jabung dan Kecamatan Gedangan. Hal tersebut dikarenakan kepok putih yang ditemukan di Jabung dan Gedangan memiliki banyak kesamaan pada karakter morfologi. Karakter morfologi yang sama tersebut seperti tinggi batang semu (> 3

m), warna daging buah mentah (putih merata) (Gambar 4.9) dan bentuk dasar braktea (lebar).

Warna daging buah pisang kepok dijadikan acuan nama oleh sebagian masyarakat. Kepok putih memiliki daging buah berwarna putih merata, sedangkan kepok abang memiliki daging buah berwarna kuning merata. Kepok abang (bahasa jawa “Merah”) menurut Saputra (2016) juga biasa disebut dengan kepok kuning dikarenakan memiliki warna daging buah kuning. Hal tersebut sesuai dengan Rahman (2020), bahwa masyarakat Indonesia cenderung menamai buah berdasarkan bentuk fisik buahnya salah satunya adalah warnanya.



Gambar 4.8. Variasi warna daging buah pisang kepok. A) Kepok abang; B) Kepok putih; C) Kepok australi; D) Kepok manurun; E) Barlin; F) Penampakan membujur Kepok australi; G) Penampakan membujur Kepok putih

Perbedaan karakter pada kultivar pisang kepok tersebut menunjukkan bahwa dalam satu jenis kultivar yang terlihat sama ternyata jika diteliti lebih dalam memiliki beberapa karakter yang membuatnya berbeda. Allah SWT berfirman dalam Al-Quran surah Al-An'am ayat 141:

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكْلُهُ
 وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَءَاتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ
 وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ١٤١

Artinya: “Dialah yang menumbuhkan tanaman-tanaman yang merambat dan yang tidak merambat, pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, serta zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Makanlah buahnya apabila ia berbuah dan berikanlah haknya (zakatnya) pada waktu memetik hasilnya. Akan tetapi, janganlah berlebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebihan”. (QS: Al-An’am [6]: 141).

Lafadz **وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَانَ** memiliki makna bahwasanya Allah SWT telah menciptakan buah-buahan seperti zaitun dan delima, yang mana keduanya memiliki karakter yang terlihat sama namun ternyata berbeda, hal tersebut ditegaskan dalam lafadz **مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ** yaitu yang memiliki makna “serupa ketika dipandang, akan tetapi tidak serupa ketika dirasakan” (Ath Thabari, 2009). Ayat tersebut menjelaskan mengenai tumbuh-tumbuhan yang mungkin terlihat sama ketika dilihat, namun ternyata memiliki perbedaan jika diteliti lebih detail mengenai karakter yang dimiliki. Hal tersebut sejalan dengan penelitian ini, dimana antar kultivar pisang kepok yang terlihat sama dalam hal perawakan pohon ternyata jika diteliti lebih detail memiliki beberapa karakter yang berbeda seperti karakter warna bunga jantan, warna midrib daun dan warna daging buah. Sekalipun kultivar tersebut masih dalam satu jenis yaitu pisang kepok. Hal tersebut tentu dapat menjadi ciri khas yang membedakan kultivar pisang kepok satu dengan yang lainnya sehingga menimbulkan keanekaragaman.

Analisis *similarity* juga dilakukan untuk mengetahui nilai koefisien pada setiap jenis kultivar pisang kepok yang ditemukan. Hasil analisis *similarity* pada 16 kultivar pisang kepok dapat diketahui melalui nilai koefisien similaritas. Nilai koefisien similaritas pada analisis ini berkisar antara 0,82-0,98 (Tabel 4.2).

Nilai koefisien similaritas tertinggi dimiliki oleh kultivar kepok putih Jabung 1 dengan kepok putih Jabung 2 (0,98) serta kepok manurun Dampit 1 dengan kepok manurun Dampit 2 (0,98). Hal tersebut dikarenakan antar keduanya memiliki 33 karakter yang sama. Nilai koefisien similaritas terendah dimiliki oleh kultivar kepok Putih Jabung 2 dengan kepok manurun Sumbermanjing 1 dan 2 (0,82). Hal tersebut dikarenakan kultivar kepok putih Jabung 2 dengan kepok manurun Sumbermanjing hanya memiliki 20 karakter yang sama. Sesuai dengan pendapat Wijayanto (2013), bahwa semakin besar nilai koefisien similaritas (mendekati satu) maka hubungan kekerabatan antar kultivar tersebut semakin dekat, sedangkan semakin kecil nilai koefisien similaritas (mendekati nol), hubungan kekerabatannya semakin jauh. Maka dapat diketahui bahwa hubungan kekerabatan terdekat dimiliki oleh kultivar kepok putih Jabung 1 dengan kepok putih Jabung 2 serta kepok manurun Dampit 1 dengan kepok manurun Dampit 2, dimana hal tersebut juga dibuktikan dengan percabangan pada fenogram yang menunjukkan *similarity* tertinggi (>95) (Gambar 4.6)

Tabel 4.2. Koefisien similaritas 16 kultivar pisang kepok

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1																	
2	0.94	1																
3	0.86	0.85	1															
4	0.88	0.86	0.98	1														
5	0.91	0.92	0.88	0.9	1													
6	0.93	0.94	0.88	0.89	0.96	1												
7	0.85	0.86	0.85	0.83	0.86	0.9	1											
8	0.87	0.86	0.86	0.84	0.87	0.91	0.98	1										
9	0.87	0.9	0.84	0.82	0.88	0.9	0.94	0.94	1									
10	0.85	0.86	0.84	0.82	0.83	0.85	0.93	0.93	0.95	1								
11	0.91	0.95	0.85	0.86	0.9	0.93	0.86	0.86	0.89	0.83	1							
12	0.89	0.88	0.92	0.94	0.92	0.9	0.82	0.83	0.86	0.84	0.88	1						
13	0.92	0.95	0.88	0.9	0.94	0.96	0.89	0.9	0.91	0.88	0.93	0.91	1					
14	0.85	0.84	0.85	0.83	0.85	0.86	0.91	0.92	0.94	0.96	0.84	0.84	0.88	1				
15	0.96	0.93	0.87	0.88	0.88	0.9	0.83	0.84	0.87	0.85	0.93	0.88	0.92	0.84	1			
16	0.91	0.96	0.87	0.88	0.94	0.95	0.87	0.87	0.93	0.87	0.94	0.92	0.96	0.88	0.9	1		
17	0.82	0.8	0.84	0.82	0.79	0.82	0.82	0.83	0.8	0.82	0.78	0.81	0.84	0.83	0.79	0.8	1	
18	0.68	0.66	0.72	0.74	0.67	0.69	0.63	0.63	0.65	0.67	0.67	0.72	0.69	0.68	0.68	0.7	0.7	1

Keterangan: 1) Kepok Abang Singosari 1, 2) Kepok Abang Singosari 2, 3) Kepok Putih Jabung 1, 4) Kepok Putih Jabung 2, 5) Kepok Abang Wajak 1, 6) Kepok Abang Wajak 2, 7) Kepok Manurun Dampit 1, 8) Kepok Manurun Dampit 2, 9) Kepok Manurun Sumbermanjing 1, 10) Kepok Manurun Sumbermanjing 2, 11) Kepok Australi Gedangan, 12) Kepok Putih Gedangan, 13) Kepok Abang Donomulyo, 14) Kepok Manurun Donomulyo, 15) Kepok Putih Kepanjen, 16) Kepok Abang Kepanjen, 17) Klutuk, 18) Barlin.

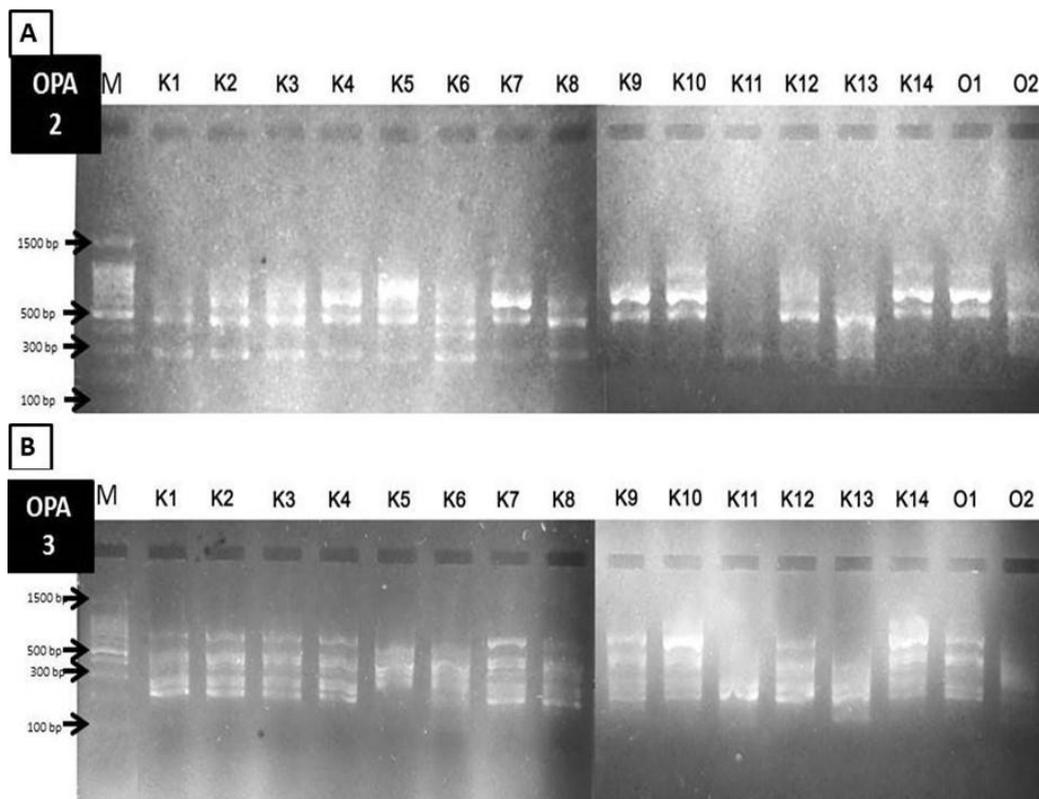
Nilai koefisien similaritas ke 5 kultivar kepok manurun berkisar 0,91-0,98 (Tabel 4.2). Nilai koefisien similaritas antar kepok manurun adalah yang paling tinggi dan hal tersebut diperkuat dengan analisis *clustering* dimana seluruh kultivar kepok manurun mengelompok menjadi satu cluster (Gambar 4.6). Nilai koefisien similaritas ke 4 kultivar kepok putih berkisar 0,87-0,94. Nilai koefisien terendah dimiliki oleh kepok putih Kepanjen dengan kepok putih Jabung 2, dimana hal tersebut dibuktikan pada analisis *clustering* bahwa kepok putih Kepanjen tidak mengelompok bersama kultivar kepok putih Jabung. Nilai koefisien similaritas ke 6 kultivar kepok abang berkisar 0,91-0,96 (Tabel 4.2). Hal tersebut dibuktikan dengan hasil analisis *clustering*, dimana seluruh kepok abang berkelompok menjadi satu *cluster* pada similarity >90. Kultivar kepok australi memiliki kemiripan terbanyak dengan kepok abang dibandingkan dengan jenis kultivar lainnya, yang dibuktikan dengan nilai koefisien similaritas berkisar 0,90-0,95 (Tabel 4.2). Hal tersebut juga dibuktikan dengan hasil analisis *clustering* dimana kepok australi membentuk satu *cluster* dengan kepok abang.

Analisis *similarity* juga menunjukkan nilai koefisien antar kultivar ingroup (pisang kepok) dan kultivar outgroup (klutuk dan barlin). Nilai koefisien similaritas antara pisang kepok dan pisang klutuk berkisar 0,79-0,84 sedangkan antara pisang kepok dan pisang barlin berkisar 0,63-0,74 (Tabel 4.2). Nilai koefisien similaritas tertinggi dimiliki oleh pisang klutuk dengan kepok putih Jabung 2 dan kepok abang Donomulyo (0,84). Hal tersebut dikarenakan antara pisang klutuk dengan pisang kepok putih Jabung dan pisang kepok abang Donomulyo memiliki 11 karakter yang sama. Nilai koefisien similaritas terendah dimiliki oleh pisang barlin dengan kepok manurun Dampit (0,63). Hal tersebut

dikarenakan antara keduanya hanya memiliki 5 karakter yang sama. Analisis *similarity* antar kultivar pisang kepok dengan outgrup menunjukkan bahwa kultivar pisang kepok memiliki lebih banyak kemiripannya dengan kultivar pisang klutuk (*Musa balbisiana*) daripada pisang barlin (*Musa acuminata*). Hal tersebut juga dibuktikan pada analisis *clustering* dimana pisang klutuk memiliki percabangan yang lebih dekat dengan pisang kepok. Senada dengan Simmonds (1959), yang menyatakan bahwa kultivar pisang bergenom ABB (kepok) memiliki ekspresi karakter antara 2 tetuanya yaitu *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana*, akan tetapi lebih cenderung terhadap *Musa balbisiana*.

4.1.2 Identifikasi Kultivar Pisang Kepok Berdasarkan Karakter Molekuler RAPD

Total 16 sampel kultivar pisang berhasil diisolasi dan diamplifikasi, dimana dari 16 sampel tersebut terdiri dari 14 sampel pisang kepok (K1-K14) dan 2 sampel outgrup (O1 dan O2) (Gambar 4.9). Amplifikasi PCR dibuktikan dengan hasil visualisasi DNA. Visualisasi DNA menunjukkan bahwa terdapat dua jenis pita DNA yang dihasilkan yaitu pita monomorfik (Gambar 4.9A) dan polimorfik (Gambar 4.9B). Pita monomorfik merupakan pita yang muncul pada semua lokus populasi, sedangkan pita polimorfik adalah pita yang tidak muncul pada semua lokus populasi yang diamati.



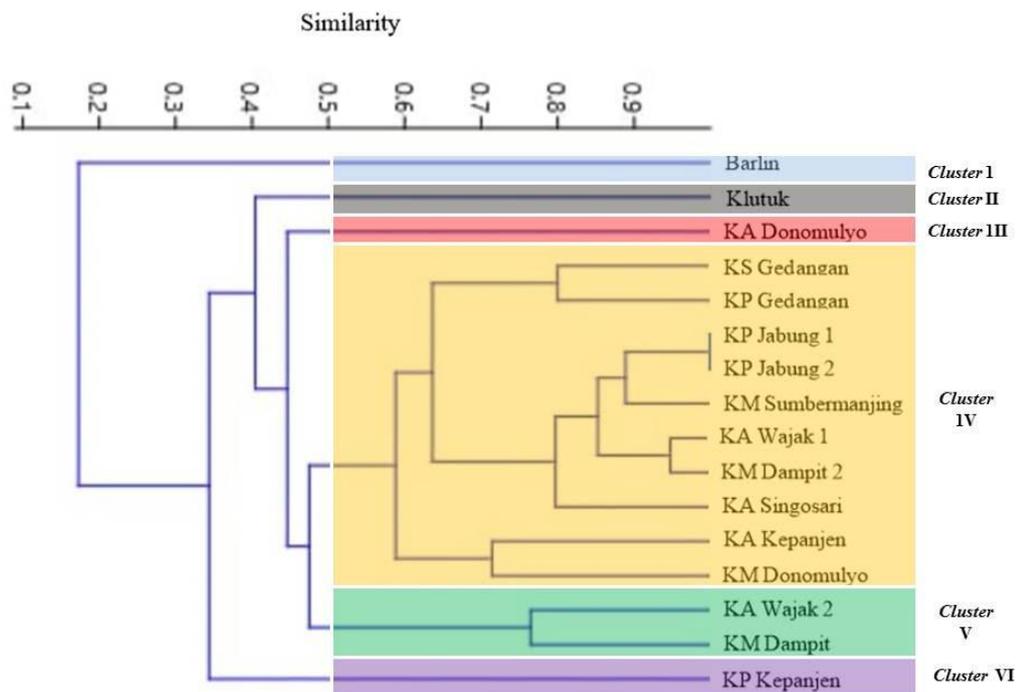
Gambar 4.9. Visualisasi DNA kultivar pisang berdasarkan marka RAPD. A) Pita polimorfik 450 bp; B) Pita monomorfik; M) Marker; K1) Kepok Abang Singosari; K2) Kepok Putih Jabung 1; K3) Kepok Putih Jabung 2; K4) Kepok Abang Wajak 1; K5) Kepok Abang Wajak 2; K6) Kepok Manurun Dampit 1; K7) Kepok Manurun Dampit 2; K8) Kepok Manurun Sumbermanjing; K9) Kepok Australi Gedangan; K10) Kepok Putih Gedangan; K11) Kepok Abang Donomulyo; K12) Kepok Manurun Donomulyo; K13) Kepok Putih Kapanjen; K14) Kepok Abang Kapanjen; O1) Klutuk; O2) Barlin

Amplifikasi PCR RAPD menghasilkan pita monomorfik pada primer OPA 2 (450 bp) dan primer OPA 4 (400 bp). Pita monomorfik dapat digunakan sebagai penanda yang dimiliki oleh semua kultivar pisang yang diuji. Namun, pada penelitian ini RAPD tidak mampu menjelaskan sifat dari *band* tersebut. Hal tersebut senada dengan Sharma (2018), bahwa RAPD tidak mampu menjelaskan mengenai sifat spesifik yang dikode oleh *band* DNA, sehingga dapat diketahui bahwa dari kultivar yang diuji memiliki panjang DNA yang sama namun tidak diketahui sifat apa yang dikode oleh DNA tersebut.

Pita polimorfik juga dihasilkan pada visualisasi DNA kultivar pisang Kepok. Terdapat 26 pita polimorfik yang dihasilkan dengan panjang berkisar 150-1500 bp. Pita polimorfik yang dihasilkan menunjukkan keragaman pada kultivar pisang kepok. Hal tersebut sesuai dengan Pratiwi (2012), yang menyatakan bahwa pita polimorfik menandakan tingginya keragaman genetik pada pada suatu organisme. Diantara 6 primer RAPD yang digunakan, hanya 4 primer (OPA 3, OPA 11, OPA 12 dan OPA 18) yang mampu menghasilkan pita polimorfik. Hal tersebut menunjukkan bahwa 4 primer tersebut dapat digunakan dalam analisis keragaman genetik kultivar pisang kepok.

Selain menghasilkan pita monomorfik dan polimorfik, hasil visualisasi juga menunjukkan adanya *band* unik yang mana hanya dimiliki oleh kultivar pisang Kepok saja dan tidak dimiliki oleh kultivar outgrup. Band tersebut terdapat pada primer OPA 2 dengan panjang 300 bp. *Band tersebut* dapat digunakan sebagai penanda yang hanya dimiliki oleh kultivar pisang kepok saja.

Selanjutnya dilakukan analisis *clustering* pada 16 sampel pisang termasuk outgrup. Hasil analisis menunjukkan fenogram yang membagi ke 16 sampel (termasuk outgrup) menjadi 6 kelompok (*cluster*). Penentuan cluster didasarkan pada nilai similaritas $\geq 0,5$ (Gambar 4.10).



Gambar 4.10. Fenogram Hasil Analisis *Clustering* berdasarkan karakter molekuler RAPD. KM= Kepok Manurun;; KA= Kepok Abang; KS= Kepok Australi; KP= Kepok Putih

Analisis *clustering* berdasarkan marka molekuler RAPD menghasilkan fenogram yang membagi 16 sampel kultivar menjadi 6 kelompok (*cluster*) (Gambar 4.10). Kelompok 1 dan 2 diisi oleh kultivar outgrup (pisang klutuk dan barlin). Kelompok 3 diisi oleh kultivar kepok abang Donomulyo. Kelompok 4 diisi oleh kepok australi, kepok abang, kepok putih dan kepok manurun. Kelompok 5 diisi oleh kepok abang dan kepok manurun. Kelompok 6 diisi oleh kepok putih. Analisis *clustering* berdasarkan marka RAPD belum mampu mengelompokkan sampel berdasarkan jenis kultivarnya. Fenogram menunjukkan bahwa kultivar pisang kepok belum mengelompok dengan baik sesuai dengan jenis kultivarnya. Hal tersebut dikarenakan beberapa hasil visualisasi DNA yang kurang jelas, dimana terdapat beberapa sampel dengan hasil pita yang smear sehingga tidak dapat dibaca dengan baik. Menurut Langga (2012), terjadinya

smear pada hasil visualisasi DNA dikarenakan rendahnya kemurnian DNA sampel sehingga mempengaruhi proses penempelan primer pada target dan dapat mempengaruhi hasil visualisasi DNA.

Analisis *similarity* juga digunakan untuk mengetahui nilai koefisien similaritas antar sampel pisang kepok berdasarkan marka molekuler RAPD. Nilai koefisien similaritas pada kultivar pisang kepok berdasarkan marka RAPD berkisar 0,21-1 (Tabel 4.3). Nilai similaritas tertinggi dimiliki oleh kultivar kepok putih Jabung 1 dengan kepok putih Jabung 2 (1,0). Sedangkan nilai koefisien similaritas terendah dimiliki oleh kepok putih Kepanjen dan kepok putih Gedangan (0,21) (Tabel 4.3). Kultivar kepok Jabung 1 dan 2 memiliki nilai koefisien similaritas tertinggi, yang mana juga dibuktikan oleh pola percabangan pada fenogram dengan nilai *similarity* 1 (Gambar 4.10). Selain itu, hasil analisis ini juga dibuktikan dengan hasil karakterisasi morfologi, dimana keduanya memiliki banyak kemiripan dan juga memiliki nilai koefisien similaritas tertinggi berdasarkan karakter morfologi (Tabel 4.2).

Analisis *similarity* berdasarkan marka molekuler RAPD juga menunjukkan nilai koefisien similaritas antara sampel pisang kepok dengan *outgroup*. Hasil analisis menunjukkan bahwa antara sampel pisang kepok dengan *outgroup* memiliki nilai koefisien similaritas berkisar 0,12-0,57 (Tabel 4.3). Nilai tertinggi dimiliki oleh kultivar kepok abang Kepanjen dengan kultivar klutuk (0,57), sedangkan nilai terendah dimiliki oleh kultivar kepok manurun Dampit dengan kultivar barlin (0,12) (Tabel 4.3). Hal tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan karakter molekuler RAPD, kultivar pisang kepok lebih dekat kemiripannya dengan kultivar pisang klutuk (*Musa balbisiana*), pernyataan

tersebut juga serupa dengan hasil analisis *similarity* berdasarkan karakter morfologi, dimana pisang kepok memiliki banyak karakter morfologi yang menyerupai pisang klutuk (*Musa balbisiana*) (Tabel 4.2).

4.2 Keragaman Genetik Kultivar Pisang Kepok berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekuler RAPD.

Keragaman genetik 16 kultivar pisang kepok berdasarkan karakter morfologi tergolong tinggi dengan nilai 0,4 dari rentang indeks 0-0,5 (Tabel 4.4). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Irsyad (2020), yang menyatakan jika nilai $H_e > 0,2$ maka termasuk dalam kategori tinggi. Begitu juga pada keragaman genetik berdasarkan marka RAPD yang memiliki nilai 0.3 dari rentang indeks 0-0.5 (Tabel 4.4). Hal tersebut didasarkan pada Chesnokov dan Artmveya (2015), yang menyatakan bahwa marka RAPD merupakan marka dominan yang memiliki nilai indeks keragaman genetik (H_e) maksimal sebesar 0,5 dikarenakan setiap lokus hanya dapat menampilkan dua alel (ada/tidaknya alel) yang disebut dengan data biner.

Keragaman genetik kultivar pisang kepok juga dianalisis berdasarkan ketinggian wilayah di atas permukaan laut (m dpl). Hal tersebut dikarenakan karakter morfologi atau fenotip cenderung dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (Suryani dan Owbel, 2019). Kondisi geografis Kabupaten Malang yang berbeda-beda bisa mempengaruhi keragaman genetik kultivar pisang kepok, dimana pada penelitian ini kultivar pisang kepok diambil dari ketinggian wilayah yang berbeda yaitu wilayah dataran tinggi, perbukitan dan dataran rendah. Menurut Sultan *et al.*, (2016), kondisi lingkungan yang bervariasi antara tempat satu dengan tempat yang lain dapat mengakibatkan keragaman jenis tanaman. Sehingga pada penelitian ini

juga dilakukan analisis keragaman genetik yang ditinjau dari segi kondisi geografis.

Tabel 4.3. Hasil analisis *similarity* berdasarkan karakter molekuler RAPD

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	O15	O16
K1	1															
K2	0.82	1														
K3	0.82	1	1													
K4	0.74	0.89	0.89	1												
K5	0.50	0.57	0.57	0.59	1											
K6	0.40	0.48	0.48	0.43	0.76	1										
K7	0.78	0.84	0.84	0.95	0.62	0.45	1									
K8	0.82	0.89	0.89	0.8	0.65	0.55	0.84	1								
K9	0.69	0.67	0.67	0.68	0.61	0.42	0.72	0.67	1							
K10	0.56	0.55	0.55	0.65	0.5	0.33	0.68	0.55	0.8	1						
K11	0.57	0.47	0.47	0.42	0.33	0.38	0.44	0.47	0.4	0.29	1					
K12	0.71	0.59	0.59	0.53	0.37	0.33	0.56	0.59	0.64	0.5	0.64	1				
K13	0.35	0.37	0.37	0.33	0.39	0.44	0.35	0.44	0.29	0.21	0.42	0.36	1			
K14	0.65	0.55	0.55	0.57	0.36	0.27	0.6	0.55	0.59	0.65	0.47	0.71	0.28	1		
O15	0.47	0.39	0.39	0.42	0.26	0.22	0.44	0.39	0.4	0.47	0.33	0.5	0.21	0.57	1	
O16	0.19	0.16	0.16	0.14	0.17	0.12	0.15	0.16	0.2	0.19	0.18	0.25	0.17	0.19	0.18	1

Keterangan: **K1)** Kepok Abang Singosari 1, **K2)** Kepok Putih Jabung 1, **3)** Kepok Putih Jabung 2, **4)** Kepok Abang Wajak 1, **5)** Kepok Abang Wajak 2, **6)** Kepok Manurun Dampit 1, **7)** Kepok Manurun Dampit 2, **8)** Kepok Manurun Sbrmanjing 1, **9)** Kepok Australi Gedangan, **10)** Kepok Putih Gedangan **11)** Kepok Abang Donomulyo, **12)** Kepok Manurun Donomulyo, **13)** Kepok Putih Kepanjen, **14)** Kepok Abang Kepanjen, **15)** Klutuk, **16)** Barlin.

Tabel 4.4. Hasil analisis keragaman genetik kultivar pisang kepok

	Kabupaten Malang	Karakter Morfologi			Karakter Molekuler RAPD
		Wilayah Dataran Tinggi	Wilayah Perbukitan	Wilayah Dataran Rendah	
N	18 ± 0	6 ± 0	6 ± 0	4 ± 0	16 ± 0
Na	1.943 ± 0,040	1.486 ± 0.095	1.657 ± 0.081	1.543 ± 0.085	1.929 ± 0.050
Ne	1.747 ± 0,047	1.364 ± 0.073	1.557 ± 0.072	1.421 ± 0.075	1.512 ± 0.075
He	0.409 ± 0,021	0.200 ± 0.037	0.298 ± 0.038	0.229 ± 0.038	0.291 ± 0.036

Keterangan: N: Jumlah sampel, Na: Jumlah alel, Ne: Jumlah alel efektif, dan He: Nilai diversitas genetik Nei (1978). Wilayah dataran tinggi: Singosari, Jabung, Wajak; Wilayah perbukitan: Kepanjen, Dampit, Donomulyo; Wilayah dataran rendah: Gedangan dan Sumbermanjing Wetan.

Didasarkan pada ketinggian wilayah, Kabupaten Malang terbagi menjadi 3 bagian yaitu: dataran rendah, perbukitan dan dataran tinggi. Hal tersebut didasarkan pada Meybeck *et al.*, (2001), yang menyatakan bahwa dataran rendah merupakan dataran dengan ketinggian 0-200 mdpl, perbukitan dengan ketinggian 200-500 mdpl dan dataran tinggi dengan ketinggian antara 500-6000 mdpl.

Keragaman genetik kultivar pisang kepok di wilayah dataran tinggi tergolong sedang dengan nilai He 0,2 dari indeks 0-0,5 (Tabel 4.4). Pada daerah dataran tinggi ditemukan 6 sampel pisang kepok yang hanya terdiri dari 2 jenis kultivar yaitu kepok putih dan kepok abang (Tabel 4.1). Selain itu, keragaman genetik pada wilayah tersebut juga bisa disebabkan oleh kondisi tanah yang sama. Hal tersebut didasarkan pada data geografis PEMKAB Malang (2015), yang

menyatakan bahwa wilayah Singosari, Jabung dan Wajak dihuni oleh jenis tanah yang sama yaitu latosol dan regosol.

Selain wilayah dataran tinggi, wilayah dataran rendah juga menunjukkan keragaman genetik sedang dengan nilai H_e 0,2 (Tabel 4.4). Pada wilayah ini ditemukan 4 sampel yang terdiri dari 3 jenis kultivar yaitu kepok manurun, kepok australi dan kepok putih (Tabel 4.1). Hal tersebut dikarenakan wilayah pengambilan sampel berada pada ketinggian yang hampir sama dan kondisi tanah yang sama. Hal tersebut sesuai dengan data geografis PEMKAB Malang (2015), yang menyatakan bahwa wilayah Sumbermanjing Wetan dan Gedangan dihuni oleh jenis tanah kompleks litosol, mediteran dan regosol dimana jenis tanah tersebut merupakan jenis tanah pada wilayah hutan dikarenakan wilayah Gedangan dan Sumbermanjing Wetan merupakan wilayah dengan ekosistem hutan yang luas dan sebagian wilayahnya dimanfaatkan untuk perkebunan pisang.

Wilayah perbukitan memiliki keragaman genetik pisang yang tinggi dengan nilai H_e 0,3 dari indeks 0-0,5 (Tabel 4.4). Pada wilayah ini ditemukan 6 sampel pisang kepok dengan 3 jenis kultivar yang berbeda yaitu kepok manurun, kepok abang, kepok putih. Keragaman genetik yang tinggi pada wilayah perbukitan dikarenakan wilayah Kepanjen, Dampit dan Donomulyo memiliki kondisi tanah yang berbeda. Menurut PEMKAB Malang (2015), wilayah Donomulyo merupakan wilayah dengan jenis tanah kompleks litosol, mediteran dan regosol yang mana jenis tanah tersebut ditemui pada wilayah hutan di bagian selatan Kabupaten Malang. Kepanjen memiliki jenis tanah alluvial dan Dampit memiliki jenis tanah latosol, yang mana wilayah Kepanjen terletak di sebelah barat dan Dampit terletak di bagian tenggara Kabupaten Malang.

Kondisi geografis termasuk kondisi tanah merupakan faktor yang mempengaruhi keragaman genetik pisang kepok, dimana hal tersebut mempengaruhi sifat atau karakter morfologi pada suatu tanaman. Hal tersebut sesuai dengan firman Allah SWT pada surah Ar Ra'd ayat 4:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَوِّرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَغَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِّضُهَا عَلَى بَعْضِ فِي الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ٤

Artinya: “Di bumi terdapat bagian-bagian yang berdampingan, kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman, dan pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang. (Semua) disirami dengan air yang sama, tetapi Kami melebihkan tanaman yang satu atas yang lainnya dalam hal rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar (terdapat) tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti”.

Lafadz **وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَوِّرَاتٌ** bermakna bahwa di bumi ini terdapat

“bagian-bagian yang berdampingan”. Abu Ja'far menyatakan bahwa firman tersebut menjelaskan bahwa di bumi terdapat “bagian yang berdampingan” yang diartikan sebagai “tanah”, sekalipun kondisi tanah tersebut berdampingan ataupun terlihat sama ternyata hal tersebut berbeda karena ada beberapa tanah yang dapat menumbuhkan tanaman (subur) dan ada yang tidak (Ath- Thabari, 2009). Hal tersebut menunjukkan bahwa jenis tanah berpengaruh terhadap karakter suatu tanaman. dalam ayat tersebut juga tertulis **وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ**

وَوَغَيْرُ صِنَوَانٍ yang bermakna bahwa serupa dengan jenis tanah, tanaman yang dihasilkan pun terkadang terlihat sama namun ternyata memiliki bentuk, warna dan rasa yang berbeda (Ath-Thabari, 2009). Hal tersebut sejalan dengan penelitian

ini, dimana kondisi geografis berupa jenis tanah berpengaruh terhadap keragaman genetik kultivar pisang kepok. Kultivar pisang kepok yang terlihat sama ternyata jika diamati lebih dalam akan menunjukkan karakter yang berbeda. Perbedaan karakter pada pisang kepok itulah yang menyebabkan terjadinya keragaman genetik.

Ayat terakhir **إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ** menurut tafsir At-Tabari

bermakna bahwa Allah SWT berfirman, "Sesungguhnya perbedaan yang dilakukan Allah SWT terhadap tanah-tanah yang berdampingan dengan rasa buah-buahnya yang bermacam-macam tersebut, merupakan bukti yang jelas dan pelajaran bagi orang-orang yang berfikir". Maksud kata "orang yang berfikir" adalah orang yang mengerti dan memahami perbedaan tersebut serta mengetahui bahwa Dzat yang membuat perbedaan-perbedaan tersebut adalah Dzat yang juga telah membuat perbedaan-perbedaan di antara makhluk-makhluk-Nya yang lain, sehingga hal tersebut adalah bukti dari kekuasaan Allah SWT yang hanya dapat diketahui oleh orang-orang yang menggunakan fikirannya (At-Tabari, 2009). Perbedaan karakter pada makhluk hidup termasuk perbedaan karakter pada tanaman pisang kepok dapat menjadi ayat-ayat kauniyah Allah SWT yang bisa menjadi perantara dalam mencari ilmu dan menambah keimanan terhadap kekuasaan Allah SWT.

Allah SWT berfirman dalam Quran surah Al-Imran ayat 190-191 yang berbunyi :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَبْصَارِ ۝ ١٩٠
 الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
 وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۝ ١٩١

Artinya : “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal [190], (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Mahasuci Engkau. Lindungilah kami dari azab neraka[191].

Ayat pada surat ini menjelaskan bahwa dalam penciptaan langit dan bumi serta silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi ulul albab. “Ulul Albab” diartikan sebagai orang-orang yang berakal. Orang-orang yang mau berpikir kritis terhadap fenomena-fenomena yang terjadi di alam. Pada tafsir Ibnu Katsir juz 1 dijelaskan bahwa ayat ini memotivasi umat manusia untuk memperhatikan semua fenomena yang ada di alam ini salah satunya mengenai makhluk ciptaan Allah yaitu tumbuhan dan keragamannya. Ayat selanjutnya pada surah ini menegaskan bahwa ciri-ciri dari “Ulul Albab” adalah orang yang banyak berdzikir dan bertafakkur dalam segala kondisi baik saat berdiri, duduk ataupun berbaring. Ia juga mentafakkuri (memikirkan) penciptaan alam ini hingga sampai pada kesimpulan bahwa Allah menciptakan alam tidak ada yang sia-sia. Maka ia pun berdoa kepada Allah, memohon perlindungan dari siksa neraka (Ibnu Katsir, 2002). Ayat tersebut menjelaskan betapa pentingnya memahami dan mempelajari mengenai fenomena-fenomena yang ada di alam semesta ini termasuk salah satunya adalah fenomena keragaman tumbuhan.

4.3 Analisis Kekuatan Primer

Penelitian ini menggunakan 6 jenis primer RAPD yaitu OPA 2, OPA 3, OPA 4, OPA 11, OPA 12 dan OPA 18 (Tabel 4.5). Berdasarkan 6 primer yang digunakan terdapat 28 pita yang berhasil di amplifikasi dan diantara 6 primer tersebut hanya 4 primer yang dapat menghasilkan presentase polimorfik 100% (Tabel 4.5), dimana 2 primer (OPA 2 dan OPA 4) menghasilkan pita monomorfik (4500 bp dan 400 bp) (*Lampiran*).

Tabel 4.5. Hasil analisis kekuatan primer

Primer	TNB	NPB	PB %	PIC	EMR	MI	RP
OPA 2	5	4	80%	0.08	20	1.64	5.5
OPA 3	4	4	100%	0.2	16	3.2	5.625
OPA 4	4	3	80%	0.15	12	1.83	5.375
OPA 11	6	6	100%	0.2	36	7.2	4.375
OPA 12	2	2	100%	0.08	4	0.33	1.87
OPA 18	6	6	100%	0.1	36	3.65	2.25
	Jumlah			0.637	739	119.371	0.82
	Rata-rata			0.15925	184.75	29.84275	0.136667

Keterangan: TNB: (*Total Number of Band*), NPB: (*Number of Polymorphic Band*), PB: (*Precentage Band*), PIC: (*Polymorphism Information Conten*), EMR: (*Effective Multiplex Ratio*), MI: (*Marker Index*), RP: (*Resolving Power*).

Primer RAPD yang digunakan didasarkan pada primer RAPD terbaik pada penelitian sebelumnya (Probojati *et al.*, 2019; Wahyudi *et al.*, 2020). Analisis kekuatan primer yang pertama adalah menghitung nilai PIC. Nilai PIC pada penelitian ini berkisar antara 0,08-0,2 dengan rata-rata 0.16 (Tabel 4.5). Nilai PIC terendah pada analisis ini dimiliki OPA 2 dan OPA 12 dengan nilai 0,08 dan nilai tertinggi dimiliki oleh primer OPA 4 dan OPA 11 (0,2) (Tabel 4.5). Berdasarkan nilai PIC diketahui bahwa OPA 4 dan OPA 11 adalah primer terbaik untuk mengetahui keragaman genetik kultivar pisang kepok, dimana semakin tinggi nilai PIC menunjukkan semakin baik suatu primer. Hal tersebut sesuai dengan

pendapat Probojati *et al.*, (2019), yang menyatakan bahwa PIC merupakan parameter untuk mengevaluasi hasil amplifikasi PCR yang didasarkan pada pita DNA yang berarti semakin tinggi nilai PIC (mendekati 0.5) maka primer tersebut bagus digunakan untuk mengetahui keragaman genetik.

Nilai EMR pada analisis ini menunjukkan rentang 4-36 dengan rata-rata 184.75 (Tabel 4.5). Nilai EMR terendah dimiliki oleh OPA 12 (4) dan nilai tertinggi dimiliki oleh OPA 11 dan 18 (36) (Tabel 4.5). Rumus EMR melibatkan jumlah pita polimorfik pada setiap primer dimana pada OPA 11 dan OPA 18 menghasilkan pita polimorfik dengan presentase 100%. Pada OPA 11 seluruh pita yang dihasilkan menunjukkan struktur polimorfik dengan panjang bp yang beragam (900 bp, 800 bp, 550 bp, 300 bp, 250 bp, dan 150 bp) begitu juga pada OPA 18 (1500 bp, 1000 bp, 800 bp, 500 bp, 350 bp, dan 250 bp). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Chesnokov (2015), bahwa nilai EMR dapat diperoleh dari total lokus polimorfik yang dikalikan dengan jumlah produk band yang dihasilkan pada setiap primer. Semakin tinggi nilai EMR maka semakin baik primer yang digunakan, pernyataan tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan parameter EMR, OPA 11 dan OPA 18 merupakan primer terbaik.

Nilai MI (*Marker Index*) pada analisis ini berkisar 0,33-7,2 dengan rata-rata 29.8 (Tabel 4.5). Nilai terendah dimiliki oleh OPA 12 (0,33) dan tertinggi dimiliki OPA 11 (7,2). *Marker Index* digunakan untuk mengetahui indeks suatu primer dalam menghasilkan pita yang polimorfik (Probojati *et al.*, 2019), maka dapat diketahui bahwa primer OPA 11 merupakan primer yang menghasilkan indeks marker dengan pita polimorfik tertinggi.

Selain analisis MI, dilakukan analisis RP (*Resolving Power*). Menurut Prevost dan Wilkinson, (1999), nilai Resolving Power perlu dianalisis untuk mengetahui primer yang paling informatif dalam membedakan pita DNA antar genotip. Dalam analisis ini menunjukkan bahwa nilai RP pada 6 primer berkisar 1,87-5.6 (Tabel 4.5). Nilai tertinggi dimiliki oleh OPA 3 dengan nilai 5,625 sedangkan nilai terendah dimiliki oleh OPA 12 (1,87) (Tabel 4.5). OPA 3 merupakan primer terbaik jika didasarkan pada analisis RP. Hal tersebut sesuai dengan Kayis *et al.*, (2010), yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai RP maka semakin informatif primer tersebut dalam menunjukkan polimorfisme dari genotip yang dianalisis.

BAB V PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Hasil identifikasi kultivar pisang kepok berdasarkan karakter morfologi menunjukkan bahwa terdapat 4 jenis kultivar pisang kepok yaitu kepok abang, kepok putih, kepok manurun dan kepok australi dimana seluruhnya memiliki genom ABB. Pada karakterisasi morfologi, analisis *clustering* dapat mengelompokkan sampel berdasarkan jenis kultivar masing-masing. Namun, pada identifikasi molekuler, analisis *clustering* belum dapat mengelompokkan berdasarkan jenis kultivar.
2. Keragaman genetik kultivar pisang kepok di Kabupaten Malang berdasarkan karakter morfologi dan molekuler RAPD tergolong tinggi dengan nilai indeks 0,4 (morfologi) dan 0,3 (molekuler RAPD) dengan rentang indeks 0-0,5.
3. Analisis kekuatan primer menunjukkan bahwa dari 6 primer yang digunakan terdapat 3 primer terbaik yaitu OPA 3, OPA 11, dan 18 karena menghasilkan presentase polimorfik 100% dan rata-rata tertinggi pada setiap parameter analisis kekuatan primer.

6.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah perlu dilakukan identifikasi menggunakan primer RAPD yang lebih bervariasi untuk menghasilkan data yang lebih baik. Penggunaan marka molekuler yang lain juga perlu untuk mengetahui karakter-karakter unik yang menjadi ciri khas dari kultivar pisang kepok. Selain itu, juga

perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan sekuen DNA untuk mengetahui sifat yang dikode oleh fragmen yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afuape SO, Okocha PI & Njoku D. 2011. Multi- variate assessment of the agromorphological variability and yield components among sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) landraces. *African J. Plant Sci.* 5 (2): 123–132.
- Al-Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir ad-Dimasyqi. 2002. *Terjemah Tafsir Ibnu Katsir Juz 1*, Bandung: Sinar Baru al-Gensindo.
- Anggereini, E. 2008. Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), suatu metode analisis DNA dalam menjelaskan berbagai fenomena biologi. *Biospecies*, 1(2).
- Appel, Ron D.; Feytmans, Ernest. 2009. *Bioinformatics: a Swiss Perspective.*"Chapter 3: Introduction of Phylogenetics and its Molecular Aspects." World Scientific Publishing Company, 1st edition.
- Arifin, M. F., Purnamaningsih, S. L., & Respatijarti, R. 2018. Identifikasi Morfologi Pisang Tanduk Di Kabupaten Malang Dan Lumajang. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(10).
- Ath-Thabari, Abu Ja'far Muhammad bin Jarir. 2009. *Jami'' Al-Bayan at Ta'wil Ayi Al-Qur''an*, penerjemah: Abdul Somad, Yusuf Hamdani, dkk, jilid 3, 12, 13, 21, Jakarta: Pustaka Azzam,
- Brown, N., S. Venkatasamy, G. Khittoo, T. Bahorun dan S. Jawaheer. 2009. Evaluation of genetic diversity between 27 banana cultivars (*Musa* spp.) in Mauritius using RAPD markers. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 8 (9): 1834-1840.
- Chiaki, Y., Nasir, N., Herwina, H., Sonoda, A., Fukumoto, T., Nakamura, M., & Iwai, H. (2015). Genetic structure and diversity of the Banana bunchy top virus population on Sumatra Island, Indonesia. *European journal of plant pathology*, 143(1), 113-122.
- Cleary, D. F. R., & Devantier, L. (2011). Indonesia: Threats to the Country's Biodiversity. *Encyclopedia of Environmental Health*, 1, 187-197.
- Das, B. K., Jena, R. C., & Samal, K. C. 2009. Optimization of DNA isolation and PCR protocol for RAPD analysis of banana/plantain (*Musa* spp.). *International Journal of Agriculture Sciences*, 1(2), 21.
- Dayarani M, Dhanarajan MS. 2014. Diversity and phylogenetic analysis of the genus *Musa*. *International Journal of ChemTech Research*. 6(4): 2357-2762.
- De Jesus, O. N., S. de Oliveira e Silva, E. P. Amorim, C. F. Ferreira, J. M. S. de Campos, G. de Gapsari Silva dan A. Figureira. 2013. Genetic diversity and population structure of *Musa* accesions in ex-situ conservation. *BMC Plant. Biol.* 13:41.
- De Langhe, E., L. Vrydaghs, P. 2009. Why Bananas matter: An introduction to the history of banana domestication. *Ethnobot. Res. & Appl.* 7:165-177.
- Deepthi, V. Phani. 2016. Taxonomic Scoring and Genomic Grouping in Bananas. *Flora and Fauna*. 22(2).
- Dharmayanti, I. 2011. Filogenetika Molekuler: Metode Taksonomi organisme Berdasarkan Sejarah Evolusi. *Wartazoa*. 21(1). 1-10.

- Ekasari, T.W.D., A. Retnoningsih dan T. Widianti. 2012. Analisis keanekaragaman kultivar pisang menggunakan penanda PCR-PFLP pada Internal Transcribed Spacer (ITS) DNA ribosom. *J. MIPA*. 35 (1): 21-30.
- Ennos, A. R., Spatz, H. C., & Speck, T. (2000). The functional morphology of the petioles of the banana, *Musa textilis*. *Journal of experimental botany*, 51(353), 2085-2093.
- Ermini, J. L., Tenaglia, G. C., & Pratta, G. 2018. Molecular Diversity in Selected Banana Clones (*Musa* AAA “Cavendish”): adapted to the Subtropical Environment of Formosa Province (Argentina).
- Ernawati, E., Pratami, G. D., Setyaningrum, E., & Ulhaq, S. S. D. 2021. Characterization Of morfology structure flower from variation cultivars of pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.). *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1751, No. 1, p. 012046). IOP Publishing.
- Ernawati, E., Rochmah, A., Bambang, I., Eka Nurhasanah, E., & Mohamad, K.2018. Germplasm Diversity Of Banana (*Musa* Spp) in The City of Bandar Lampung, Indonesia by Type of Genome and Number of Chromosome. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences* (SJAVS), 5(4), 251-254.
- Eurofins genomics. 2014. RAPD 10 MER KITS. https://www.eurofinsgenomics.eu/media/962761/rapd_10mer_kits_sequences.pdf. Diakses tanggal 22 Januari 2020.
- F.A.O.S.T.A.T. Anonymous. (2011). ProdSTAT: Crop. UN Food and Agriculture Organization,p.567<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>. Accessed date 27 Aug 2013.
- Fahmiyati, Lailatul.2017. Inventarisasi Kultivar Tanaman Pisang berdasarkan Ketinggian Tempat dan Pemetaan Persebaran di Kecamatan Semen Kabupaten Kediri. *Artikel Skirpsi*. Universitas Nusantara PGRI Kediri
- Gusmiati, L. H., Hapsari, L., & Wahyudi, D. 2018. Keragaman dan pengelompokan morfologi 10 pisang olahan (*Musa* cv. Grup ABB) koleksi Kebun Raya Purwodadi LIPI. *Floribunda*, 5(8).
- Hadiyanti, N., Supriyadi, S., & Pardono, P. (2018). Keragaman Beberapa Tumbuhan Ciplukan (*Physalis* Spp.) di Lereng Gunung Kelud, Jawa Timur. *BERITA BIOLOGI*, 17(2), 135-146.
- Hamka, Buya. 2007. *Tafsir Al-Azhar, jilid ke III, cet. VII*, Singapura: Pustaka Nasional PTE LTD.
- Hapsari, L. I. A., Kennedy, J., Lestari, D. A., Masrum, A., & Lestarini, W. 2017. Ethnobotanical survey of bananas (Musaceae) in six districts of East Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 18(1).
- Hapsari, L., Wahyudi, D., Azrianingsih, R., & Arumingtyas, E. L. 2015. Genome identification of bananas (*Musa* L.) from East Java Indonesia assessed with PCR-RFLP of the internal transcribed spacers nuclear ribosomal DNA. *International Journal of Biosciences*, 7(3), 42-52.
- Hapsari, L.2014. Wild *Musa* species collection of Purwodadi Botanic Garden: Inventory and its morpho-taxonomic review. *Journal of Tropical Life Science*, 4(1), 70-81.
- Hasan, S. A., & Khasim, S. M. 2018. Evaluation Of Rapd Analysis to Differentiate the Genotypes of 11 *Musa* Cultivars.

- Hiariej, A., & Karuwal, R. L. (2015). Profil lingkungan tumbuh pisang tongkat langit (*Musatroglydytarum L.*) di Kabupaten Maluku Tengah. *Bio Wallacea Jurnal Ilmiah IlmuBiologi* 1 (1), 59-63.
- Hollingsworth, P. M., Graham, S. W., & Little, D. P. 2011. Choosing and using a plant DNA barcode. *PloS one*, 6(5), e19254.
- Hughes, A.R., B.D. Inouye, M.T.J. Johnson, N. Underwood, M. Vellend. 2008. Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters*, 11: 609-623.
- INIBAP (International Network for the Improvement of Banana and Plantain). 2006. Global Conservation Strategy for *Musa* (Banana and Plantain). A consultative document prepared by INIBAP with the collaboration of numerous partners in the *Musa* research and development community. Montpellier, Perancis: International Network for the Improvement of Banana and Plantain.
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 1996. *Discriptors for banana (Musa spp)*. Perancis: International plant genetic, Resources Institute Rome Monllier.
- Irsyad, A. F., Rindyastuti, R., Yulistyarini, T., Darmayanti, A. S., & Daryono, B. S. 2020. Genetic variation of agarwood producing tree (*Gyrinops versteegii*) from Pongkor, Manggarai District, Flores Island, Indonesia using ISSR molecular markers. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(2).
- J. Anandhi, C. Vijila, G. S. Viswanath, and T. S. Lokeswari. 2007. "Screening banana plants for banana bunchy top virus with primers specific to Indian isolates," *J. Plant Dis. Prot.*, vol. 114, no. 3, pp. 101–107.
- J. Čížková et al., 2015. "Molecular and cytogenetic characterization of wild *Musa* species," *PLoS ONE*, vol. 10, no. 8. 2015.
- Jaccard P., Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. 1901. *Bulletin del la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*.37: 547-579.
- Janssens, S. B., Vandelook, F., De Langhe, E., Verstraete, B., Smets, E., Vandenhouwe, I., & Swennen, R. 2016. Evolutionary dynamics and biogeography of *M usaceae* reveal a correlation between the diversification of the banana family and the geological and climatic history of Southeast Asia. *New Phytologist*, 210(4), 1453-1465.
- Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2007. *Tafsir al-Qur'an Al-Aisar Jilid 4*, Alih Bahasa: Suratman dan Fityan Amali. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- Jones, S.B., and Luchsinger, A.E. 1987. *Plant Systematics 2nd ed. McGraw-Hill. Inc.*, New York. 512.
- Kemenag. 2019. Tafsir Kemenag MS. Word. Diakses 25 Februari 2021.
- Kiran, U., Moahnty, S. K., Roy, P. S., Behera, L., & Chand, P. K. 2015. Genetic diversity among banana cultivars from Odisha using RAPD markers. *Science Research Reporter*, 5(2), 118-124.
- Kirchoff, B. K. 2017. Inflorescence and flower development in *musa velutina* h. Wendl. & drude (*musaceae*), with a consideration of developmental variability, restricted phyllotactic direction, and hand initiation. *International Journal of Plant Sciences*, 178(4), 259-272.

- Kristina, A. 2009. Eksplorasi dan Identifikasi Tanaman Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn.) pada Lahan Kering di Kabupaten Malang (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Kumari, N., & Thakur, S. K. (2014). Randomly amplified polymorphic DNA-a brief review. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 9(1), 6-13.
- Kurnianingsih, R., Ghazali, M., & Astuti, S. P. 2018. Karakterisasi Morfologi Tanaman Pisang di Daerah Lombok. *Jurnal biologi tropis*, 18(2), 235-240.
- Lamare, A., & Rao, S. R. 2015. Efficacy of RAPD, ISSR and DAMD markers in assessment of genetic variability and population structure of wild *Musa acuminata* colla. *Physiology and molecular biology of plants*, 21(3), 349-358.
- Laurentin, H., & Karlovsky, P. 2007. AFLP fingerprinting of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars: identification, genetic relationship and comparison of AFLP informativeness parameters. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(7), 1437-1446.
- Mandal, Lincoln, Sunil Kumar Verma, Saugato Sasmal, Jawaharlal Katara. 2018. Potential Applications of Molecular Markers in Plant. *Curr Trends Biomedical Engineering & Bioscience*. Vol 12(4).
- Meitha, Karlia, Intan Fatmawati, Fenny Martha Dwivan, Agus Sutanto, Sigit Nur Pratama, Husna Nugrahapraja and Ketut Wikantika. 2020. Phylogenetic analysis of 23 accessions of Indonesian banana cultivars based on Internal Transcribed Spacer 2 (ITS2) region. *Indonesian Journal of Biotechnology*. Vol 25(1).
- Meybeck, M., Green, P., & Vörösmarty, C. 2001. A new typology for mountains and other relief classes. *Mountain Research and Development*, 21(1), 34-45.
- Mukhoyyarah, N. I., & Hakim, L. 2020. Etnobotani Pemanfaatan Pisang Lokal (*Musa* spp.) di Desa Srigonco, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 8(1), 43-53.
- Mukunthakumar, S., Padmesh, P., Vineesh, P. S., Skaria, R., Kumar, K. H., & Krishnan, P. N. 2013. Genetic diversity and differentiation analysis among wild antecedents of banana (*Musa acuminata* Colla) using RAPD markers.
- Munadjim. 1988. *Teknologi Pengolahan Pisang*. Jakarta: Gramedia.
- Nasution, R. E., & Yamada, I. 2001. Pisang-pisang liar di Indonesia. Puslitbang Biologi-LIPI.
- Nedha, N., Purnamaningsih, S. L., & Damanhuri, D. 2018. Observasi dan karakterisasi morfologi tanaman pisang (*Musa* spp.) di kecamatan Ngancar kabupaten Kediri. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(5).
- Opara UL, Jacobson D, AlSaady NA. 2010. Analysis of genetic diversity in banana cultivars (*Musa* cvs.) from the South of Oman using AFLP markers and classification by phylogenetic, hierarchical clustering and principal component analyses. *J Zhejiang Univ., Sci., B*. 11(5):332-341.
- Peakall, R. & Smouse, P.E. 2012. GenALEX 6.5; Genetic Analysis in Excel. Population Genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics*, 28(19), 2537-2539.

- Pemerintah Kabupaten Malang. 2021. <http://malangkab.go.id/mlg/default/page?title=rpjmd>. RPJMD. Diakses 16 Februari 2021.
- Pillay M, Tripathi L. 2007. Banana. In: CKole. (eds). Genome mapping and molecular breeding in plants Vol. 4. Fruits and Nuts. SpringerVerlag, Berlin.
- Pillay, M., & Tripathi, L. 2007. *Banana breeding*. Breeding major food staples, 393-428.
- Pillay, M., Ashokkumar, K., James, A., Kirubakaran, S. J. P., Miller, R., Ortiz, R., & Sivalingam, E. 2012. Molecular marker techniques in Musa genomic research. Genetics, Ge-nomics, and Breeding of Bananas, ed. Pillay M, Ude G and Kole C: Science Publishers, 70-90.
- Pillay, M., D. C. Nwakanma dan A. Tenkuano. 2000. Identification of RAPD Marker Linked to A and B Genomes Squences in Musa L. *Genome*. 43(5): 763-767.
- Ploetz, R. C., Kepler, A. K., Daniells, J., & Nelson, S. C. 2007. Banana and plantain—an overview with emphasis on Pacific Island cultivars. Species profiles for Pacific Island agroforestry, 1, 21-32.
- Poerba, Y.S, Ahmad, F., & Handayani, T. 2014. Induksi dan Karakterisasi Pisang Mas Lumut Tetraploid. *Jurnal Biologi Indonesia*, 10(2).
- Prabawati, Sulusi, Suyanti Dan Dondy A Setyabudi. 2008. Teknologi pascapanen dan teknik pengolahan buah pisang. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Pratiwi, P. (2012). Analisis variasi genetik beberapa populasi *Globba leucantha* Miq. di Sumatera Barat dengan Random Amplified Polimorphic DNA (RAPD)[thesis]. Program Pasca Sarjana, Universitas Andalas-Padang.
- Prevost, M.J. Wilkinson. 1999. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars, *Theor. Appl. Genet.* 98.107–112.
- Probojati, R. T., Wahyudi, D., & Hapsari, L. (2019). Clustering analysis and genome inference of Pisang Raja local cultivars (*Musa* spp.) from Java Island by Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) marker. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 4(2), 42-53.
- Purseglove, J. W. 1972. *Tropical crops: monocotylendons* (No. 584 P8).
- R. Kapoor et al., 2017. Development of a recombinase polymerase amplification assay for the diagnosis of banana bunchy top virus in different banana cultivars. *Arch. Virol.*, vol. 162, no. 9, pp. 2791–2796.
- R.K. Varshney, K. Chabane, P.S. Hendre, R.K. Aggarwal, A. Graner. 2007. Comparative assessment of EST-SSR, EST-SNP and AFLP markers forevaluation of genetic diversity and conservation of genetic resources using wild, cultivated and elite barleys, *Plant Sci.* 173. 638–649.
- Rahajeng W. 2015. Pendugaan keragaman karakter morfologi 50 aksesi plasma nutfah ubi jalar. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.* 1 (4): 904–909.
- Rahayu, S., Sumitro, S.B., Susilawati, T. dan Soemarno, 2006. Analisis isoenzim untuk mempelajari variasi genetik sapi Bali di Provinsi Bali. *Hayati*, 12, pp. 1–5.

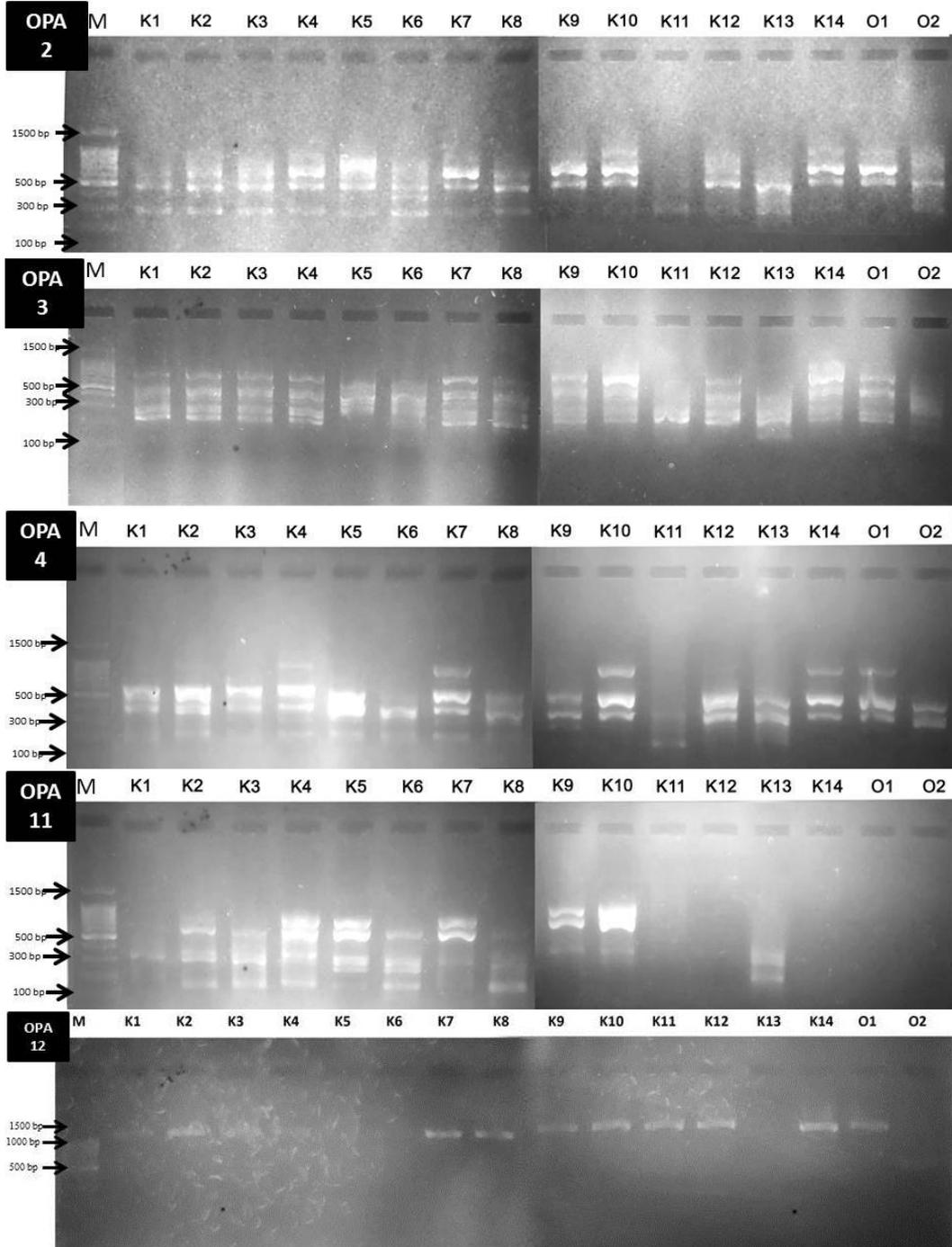
- Rahman, Nadhifa Indana Zulfa. 2020. Relasi Sematik Pada Penamaan Jenis-Jenis Mangga Di Indonesia. *KREDO*. 3:322-337.
- Rahmawati, M., & Hayati, E. 2013. Pengelompokan berdasarkan karakter morfologi vegetatif pada plasma nutfah pisang asal Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Agrista*, 17(3), 111-118.
- Retnoningsih, A. 2011. Hubungan kekerabatan filogenetika kultivar pisang di Indonesia berdasarkan karakter morfologi. *Floribunda*, 4(2).
- Rintelen, Von K., Arida, E., & Häuser, C. 2017. A review of biodiversity-related issues and challenges in megadiverse Indonesia and other Southeast Asian countries. *Research Ideas and Outcomes*, 3, e20860.
- Roldan-Ruiz, J. Dendauw, E. VanBockstaele, A. Depicker, M. De Loose, (2000) AFLP markers reveal high polymorphic rates in ryegrasses (*Lolium* spp.), *Mol. Breed.* 6 125–134.
- Roobha, J. J., Saravanakumar, M., Aravinthan, K. M., & Devi, S. P.2011. Antioxidant analysis of anthocyanin extracted from *Musa acuminata* bract. *J. Pharm. Res*, 4(11), 1488-1492.
- Sambrook J, Russell DW. 1989. *Molecular cloning: a laboratory manual 3rd edition*. NewYork. Laboratory Pr.
- Sánchez, Manzo- G., Buenrostro-Nava, M. T., Guzmán-González, S., Orozco-Santos, M., Youssef, M., & Medrano, R. M. E. G. 2015. Genetic diversity in bananas and plantains (*Musa* spp.). In *Molecular Approaches to Genetic Diversity*. IntechOpen.
- Sánchez, Manzo-G., Buenrostro-Nava, M. T., Guzmán-González, S., Orozco-Santos, M., Youssef, M., & Medrano, R. M. E. G. 2015. Genetic diversity in bananas and plantains (*Musa* spp.). *Molecular Approaches to Genetic Diversity*.
- Saraswati, F. N.2015. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Limbah Kulit Pisang Kepok Kuning (*Musa balbisiana*) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat (*Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Propionibacterium acne*). Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Sari, Sasi G. dan Badruzsauhari. 2013. Hubungan Kekerabatan Fenetik BeberapaVarietas Pisang Lokal Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*. 16(1).
- Satuhu, S. dan A. Supriyadi. 1999. *Budidaya Pisang, Pengolahan da Prospek Pasar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Siddiqah, M. 2002. *Biodiversitas dan hubungan kekerabatan berdasarkan karakter morfologi berbagai plasma nutfah pisang*. IPB. Bogor.
- Simangunsong, A. D., Respatijarti, R., & Damanhuri, D. 2017. Eksplorasi dan karakterisasi pisang mas (*Musa Spp*) di kabupaten Nganjuk, Mojokerto, Lumajang dan Kediri. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3).
- Simmonds, N. W. 1959. *Bananas*. Bananas.
- Simmonds, N. W. 1962. *The evolution of the bananas. The Evolution of the Bananas*.
- Simmonds, N. W., & Shepherd, K. 1955. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 55(359), 302-312.
- Simmonds, N.W. dan K. Shepherd. 1955. The taxonomy and origins of the cultivated banana. *Journal of Linnean Society (Botany)* 55:302-31.

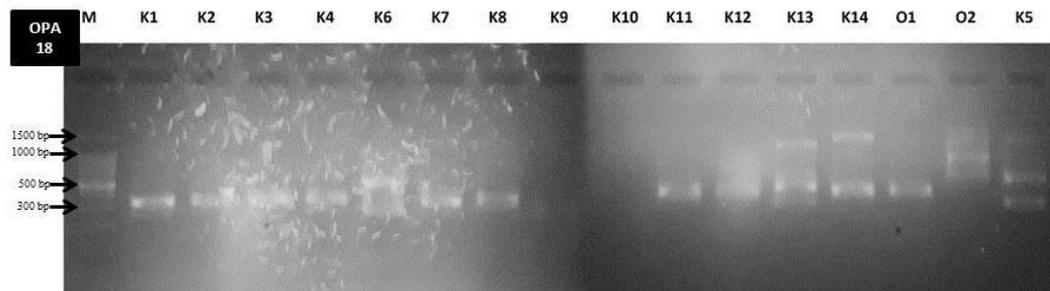
- Simpson, M. G. 1953. *Plant Systematic*. Canada: Elsevier.
- Sitompul, S. M. dan Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sobir, Rozyandra C & Darma K. 2006. Studi keragaman morfologi aksesi pisang koleksi dari Kabupaten Lampung Selatan. *Floribunda* 3 (1): 19–27.
- Sukartini 2007. Pengelompokan aksesi pisang menggunakan karakter morfologi IPGRI. *J. Hort.* 17 (1): 26–33.
- Sulistyaningsih, L. D., Megia, R., & Widjaja, E. A. 2014. Two new records of wild bananas (*Musa balbisiana* and *Musa itinerans*) from Sulawesi. *Makara Journal of Science*, 1-6.
- Sultan, M., Kadekoh, I., dan Sahiri, N. 2016. Pertumbuhan dan hasil dua jenis tanaman Ubi Banggai (*Dioscorea* spp.) pada jarak tanam yang berbeda. *Jurnal Agrotekbis*, 4(1), 50–57
- Sunandar, A., & Kahar, A. P. 2018. Karakter Morfologi dan Anatomi Pisang Diploid dan Triploid. *Scripta Biologica*, 5(1), 31-36.
- Suryani, R., & Owbel, O. (2019). Pentingnya Eksplorasi dan Karakterisasi Tanaman Pisang sehingga Sumber Daya Genetik Tetap Terjaga. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 2(2), 64-76.
- Susilo dan M. Setyaningsih, “Analysis of genetic diversity and genome relationships of four eggplant species (*Solanum melongena* L) using RAPD markers,” Ser. *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 948, no. 012017, pp. 1–6, 2018.
- Susilo, B., Maharani, D. M., Hawa, L. C., & Fitri, D. N. K. 2019. Study of sorption isotherm and isosteric heat of Kepok Banana (*Musa paradisiaca* F.) slice. *E&ES*, 230(1), 012017.
- Susilo, Handayani., Darmayani Setyaningsih., Shofi, M., & Raharjeng, A. R. P. 2018. RAPD Analysis of the Genetic Diversity Among Accessions of Micropropagation Bananas from Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1114, No. 1, p. 012137). IOP Publishing.
- Sutriana, S. 2018. Analisis Keragaman morfologi dan Anatomi Pisang Tanduk (*Musa acuminata* var *Typica*) di Kabupaten Enrekang. Skripsi.
- Suyanti & Supriyadi, Ahmad. 2008. *Pisang, Budidaya, Pengolahan & Prospek Pasar*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta
- Syahputra, I. 2017. Identifikasi Keragaman Molekuler Material Genetik Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) BERDASARKAN MARKA SSR (Simple Sequence Repeats). *Jurnal Pertanian Tropik*, 4(1), 57-64.
- Tjitrosoedirdjo, Sri Sudarmiyati., Chikmawati, Tatik., Ariyanti, Nunik., dan Djuitasari, Nina Ratna. 2014. *Taksonomi Tumbuhan Tinggi Edisi 2*. Penerbit Universitas Terbuka. Tangerang Selatan.
- Uji, T. (2007). Species diversity of indigenous fruits in Indonesia and its potential. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 8(2).
- Uma, S., J. Sudha, M.S. Saraswathi, M. Manickavasagam, R. Selvarajan, P. Durai, S. Sathiamoorthy dan S.A. Siva. 2006. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 79 (4): 523–527.
- Valmayor, R.V., S.H. Jamaluddin, B. Silayoi, S. Kusumo, L.D. Danh, O.C. Pascua dan R.R.C. Espino. 2000. Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia. Philippines: International Network for the

- Improvement of Banana and Plantain – Asia and the Pacific Office. Los Banos, Laguna.
- Wahyudi, D., & Rifliyah, K. 2020. Genome evaluation of banana cultivars based on morphological character and Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) molecular marker. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(7).
- Wahyudi, D., Adnin, N. I., & Hapsari, L. 2020. Intraspecific variation of thirteen pisang Ambon cultivars (*Musa Acuminata* CV. AAA) from East Java and Central Java (Indonesia) based on random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker. *International Journal of Conservation Science*, 11(4).
- Wahyuningtyas, W., Retnoningsih, A., dan Enni S. R. 2009. Keanekaragaman Genetika Pisang Bergenom B Berdasarkan Penanda Mikrosatelit. *Biosaintifika*. 1(1).
- Wijayanto, T., Dirvamena, B dan Ente, L. 2013. Hubungan Kekerbatan Aksesori Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Formatypica) di Kabupaten Muna Berdasarkan Karakter Morfologi dan Penanda RAPD. *J. Agroteknos* Vol.3 No.3 Hal 163-170.

LAMPIRAN

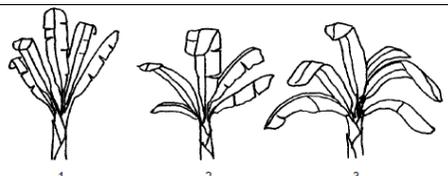
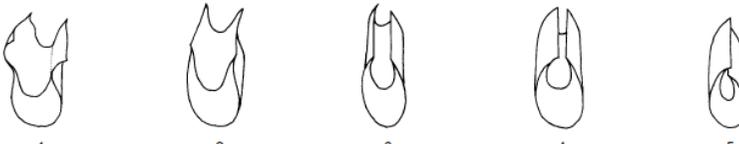
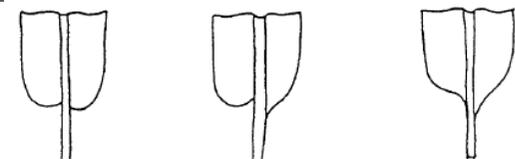
Lampiran 1. Visualisasi hasil amplifikasi primer RAPD



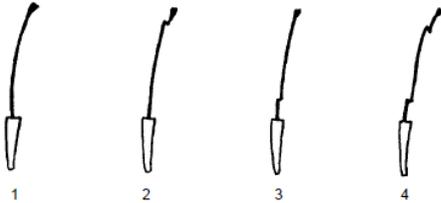


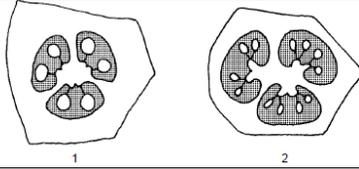
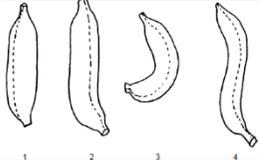
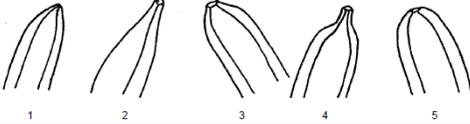
Keterangan: M) Marker; K1) Kepok Abang Singosari; K2) Kepok Putih Jabung 1; K3) Kepok Putih Jabung 2; K4) Kepok Abang Wajak 1; K5) Kepok Abang Wajak 2; K6) Kepok Manurun Dampit 1; K7) Kepok manurun Dampit 2; K8) Kepok Manurun Sumbermanjing; K9) Kepok Australi Gedangan; K10) Kepok Putih Gedangan; K11) Kepok Abang Donomulyo; K12) Kepok Manurun Donomulyo; K13) Kepok Putih Kepanjen; K14) Kepok Abang Kepanjen; O1) Klutuk; O2) Barlin

Lampiran 2. Karakter morfologi pisang Kepok yang diamati

No	Karakter Morfologi	Kode	Keterangan
1	Habitus daun	HD	
2	Tinggi batang semu	TBS	1) <2; 2) 2,1 to 2,9; 3) >3
3	Warna batang semu	WBS	1) Hijau kekuningan 2) hijau muda 3) hijau 4) hijau tua 5) hijau kemerahan 6) merah 7) merah keunguan 8) Biru 9) Chimerical (tidak biasa) 10) Other
4	Warna getah	WG	1) Bening; 2) putih susu; 3) merah keunguan; 4) other
5	Lapisan lilin pada pelepah	LLP	1) Tidak ada lilin; 2) sangat sedikit lilin; 3) lilin ada (sedang); 4) banak lilin
6	Bercak pada dasar tangkai daun	BDTD	1) Jarang bercak 2) sedikit bercak 3) bercak banyak (luas) 4) pigmentasi luas 5) tanpa pigmentasi
7	Bentuk <i>canal petiole</i>	BCP	
8	Bentuk dasar daun	BDT	
9	Warna Midrib Dorsal	WMD	1. Kuning 2. Hijau cerah 3. Hijau 4. Pink keunguan 5. Merah keunguan 6. Ungu kebiruan

10	Posisi rakis	PR	
11	Bentuk jantung	BJ	
12	Bentuk dasar braktea	BDB	
13	Bentuk ujung braktea	BUB	
14	Warna ujung braktea	WUB	<p>1) Terdapat warna kuning 2) tidak terdapat warna kuning</p>
15	Pola bukaan braktea sebelum jatuh	PBBSJ	

			1) tidak memutar (curled) sebelum jatuh
16	Lilin pada braktea	LB	1) Tidak berlilin 2) sedikit lilin 3) lilin sedang 4) banyak lilin
17	Warna compound tepal	WC	1) Putih 2) cream 3) kuning 4) oranye 5) pink keunguan
18	Warna lobus tepal	WLT	1) Cream 2) kuning 3) oranye 4) hijau
19	Warna tepal bebas	WTB	1) putih bening 2) putih buram 3) putih tercampur kuning 4) putih bercampur pink
20	Bentuk tepal bebas	BTB	1) Persegi panjang 2) lonjong 3) bulat 4) bentuk kipas
21	Bentuk ujung tepal bebas	BUTB	
22	warna dasar stilus	WDS	1) Putih 2) cream 3) merah keunguan
23	Bentuk stilus	BS	
24	Warna stigma	WS	1) Cream 2) kuning 3) pink keunguan 4) kuning cerah 5) oranye 6) other
25	Bentuk ovary	BO	
26	Warna dasar ovary	WDO	1) Putih 2) cream 3) kuning 4) hijau 5) other
27	Warna dominan bunga jantan	WD	1) Putih 2) cream 3) kuning 4) pink keunguan 5) merah keunguan

28	Susunan ovul	SO	
29	Posisi buah	PB	1) Melengkung menuju tangkai 2) sejajar dengan batang 3) melengkung ke atas 4) tegak lurus dengan tangkai 5) menggantung
30	Bentuk potongan membujur buah	BPMB	
31	Ujung buah	UB	
32	Warna kulit buah mentah	WKBM	1) Kuning 2) hijau cerah 3) hijau 4) hijau dan pink, merah atau ungu 5) silver 6) hijau tua 7) coklat 8) pink, merah ungu 9) hitam
33	Lilin pada kulit buah	LKB	1) Tidak ada lilin 2) sedikit lilin 3) berlilin sedang 4) berlilin banyak
34	Warna daging buah mentah	WDBM	1) Putih 2) cream 3) ivory 4) kuning 5) oranye 6) beige pink
35	Kehadiran biji	KB	1) Tidak ada 2) <5 3) 5-10 4) >10

Lampiran 3. Karakterisari morfologi pisang Kepok

Kul tiva r	H D	T B S	W B S	W G	L L P	B D T D	B C P	B D T	W M D	P R	B J	B D B	B U B	W U B	P B SJ	L B	W C	W L T	W T B	B T B	B U TB	W D S	B S	W S	B O	W D O	W D	S O	P B	BP M B	U B	W KB M	L K B	W DB M	K B
K1	1	2	1	2	4	1	5	1	2	2	5	1	3	2	2	4	2	2	3	3	2	2	1	1	2	2	2	2	3	2	5	2	4	2	3
K2	1	3	1	2	4	1	5	2	2	2	5	1	5	2	2	4	2	2	3	3	2	2	1	1	1	2	2	2	3	2	1	2	3	2	3
K3	1	3	1	1	4	3	4	3	2	2	3	2	2	1	2	4	5	2	3	2	2	2	1	1	1	2	4	2	3	2	5	3	2	1	3
K4	1	3	1	1	4	3	4	3	2	2	3	2	2	1	2	4	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	4	2	3	2	5	3	2	1	3
K5	1	3	1	2	4	3	5	2	2	2	5	2	1	4	2	4	2	2	3	3	1	2	1	1	1	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3
K6	1	3	1	2	4	3	5	2	2	2	5	2	4	2	2	4	2	2	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3
K7	1	3	1	2	4	3	5	1	4	2	5	1	5	2	2	2	5	2	3	3	1	1	1	1	2	2	4	2	3	2	3	3	2	7	3
K8	1	3	1	2	4	3	5	1	4	2	5	1	4	2	2	4	5	2	4	3	1	1	1	1	2	2	4	2	3	2	3	3	2	7	3
K9	1	3	3	2	4	3	5	1	4	2	5	1	5	2	2	4	5	2	3	3	2	2	1	1	1	2	2	2	3	2	2	3	3	7	3
K10	1	2	5	1	3	2	5	1	4	2	5	1	5	2	2	4	5	2	3	3	2	2	1	1	1	2	4	2	3	2	3	3	2	7	3
K11	1	3	1	2	4	3	4	1	2	2	5	1	5	2	2	4	2	2	3	3	2	1	1	1	1	1	2	2	3	2	1	2	4	1	3
K12	1	3	3	1	4	3	5	2	2	2	3	2	1	2	2	4	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	2	2	3	2	5	3	2	1	3
K13	1	3	1	2	4	3	5	1	2	2	5	2	5	2	2	4	2	2	3	3	2	3	1	1	1	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3
K14	1	2	5	2	3	3	5	1	4	2	4	2	4	2	2	4	5	2	3	3	2	3	1	1	1	2	4	2	3	2	3	3	4	7	3
K15	1	2	1	1	4	1	4	1	2	2	5	1	5	2	2	4	2	2	3	3	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	5	2	4	1	3
K16	1	3	3	2	4	3	5	2	2	2	5	2	5	2	2	4	2	2	3	3	2	2	1	1	1	2	2	2	3	2	1	3	3	2	3
O1	1	2	1	2	2	2	5	1	2	1	1	3	4	2	2	3	5	2	4	2	3	3	1	3	2	1	4	2	3	1	4	3	2	2	4
O2	2	1	7	1	1	4	2	3	1	4	3	3	3	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1	2	1	5	1	1	4	1	4	2	1	1	2

Keterangan: K1) Kepok Abang Singosari 1, K2) Kepok Abang Singosari 2, K3) Kepok Putih Jabung 1, K4) Kepok Putih Jabung 2, K5) Gajih Abang Wajak 1, K6) Gajih Abang Wajak 2, K7) Kepok Manurun Dampit 1, K8) Kepok Manurun Dampit 2, K9) Kepok Manurun Sbrmanjing 1, K10) Kepok Manurun Sbrmanjing 2, K11) Kepok Australi Gedangan, K12) Kepok Putih Gedangan, K13) Kepok Abang Donomulyo, K14) Kepok Manurun Donomulyo, K15) Gajih Putih Kepanjen, K16) Gajih Abang Kepanjen, O1) Klutuk, O2) Barlin

Lampiran 4. Hasil identifikasi berdasarkan 15 karakter morfologi

Kultivar	BP	BM	Ped	PDC	OV	BBr	LB	BB	UB	WB	PB	BDB	TB	WBJ	WS	total	genome
KA SING 1	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
KA SING 2	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
KP JAB 1	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
KP JAB 2	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
GA WAJ 1	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
GA WAJ 2	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
KM DAM 1	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	5	5	63	ABB
KM DAM 2	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	5	5	63	ABB
KM SBR 1	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	5	5	63	ABB
KM SBR 2	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	5	5	63	ABB
KS GED 1	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
KP GED 2	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
KA DON 1	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
KM DON 2	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	5	5	63	ABB
GP KEP 1	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
GA KEP 2	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	59	ABB
KLUTUK	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75	BB
BARLIN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	AA

Keterangan: BP = Bercak Pseudostem; BM= Bentuk Margin; Ped= Pedunculus; PDC= Pediculus; OV= Ovul; BBr= Bahu braktea; LB= Lekukan Braktea; BB=Bentuk Braktea; UB= Ujung Braktea; WB= Warna Braktea; PB=Pigmentasi Braktea; BDB= Bekas Duduk Braktea; TB= Tepal Bebas; WBJ= Warna Bunga Jantan; WS=Warna Stigma.

Lampiran 5. Skoring data biner RAPD pisang Kepok

OPA 2	K1	K2	K3	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	O1	O2
900 bp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
500 bp	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
450 bp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
350 bp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300 bp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
OPA 3	K1	K2	K3	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	O1	O2
800 bp	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
500 bp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
300 bp	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
250 bp	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
200 bp	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
OPA 4	K1	K2	K3	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	O1	O2
1000 bp	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
650 bp	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
400 bp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
250 bp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
OPA 11	K1	K2	K3	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	O1	O2
900 bp	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
800 bp	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
550 bp	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300 bp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0

250 bp	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
150 bp	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
OPA 12	K1	K2	K3	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	O1	O2
1250 bp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
500 bp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
OPA 18	K1	K2	K3	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	O1	O2
1500 bp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1000 bp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
800 bp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
500 bp	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350 bp	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
250 bp	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan: K1) Kepok abang Singosari; K2) Kepok putih Jabung 1; K3) Kepok putih Jabung 2; K4) Kepok abang Wajak 1; K5) Kepok abang Wajak 2; K6) Kepok manurun Dampit 1; K7) Kepok manurun Dampit 2; K8) Kepok manurun Sumbermanjing; K9) Kepok australi Gedangan; K10) Kepok putih Gedangan; K11) Kepok abang Donomulyo; K12) Kepok manurun Donomulyo; K13) Kepok putih Kepanjen; K14) Kepok abang Kepanjen; O1) Klutuk; O2) Barlin.

Lampiran 7. Bukti Konsultasi Pembimbing Biologi



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. (0341) 558933 Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Zahrobatul Lil Ilmi
NIM : 17620017
Program Studi : SI Biologi
Semester : Genap TA 2020/ 2021
Pembimbing : Didik Wahyudi, M.Si
Judul Skripsi : Keragaman Kultivar Pisang Kepok (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (ABB) cv. Kepok) di Kabupaten Malang berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekuler RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*).

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	13 Februari 2021	Pengajuan proposal skripsi	
2.	20 Februari 2021	Simulasi presentasi proposal skripsi	
3.	21 Februari 2021	Revisi proposal skripsi (1)	
4.	26 Februari 2021	Revisi proposal skripsi (2)	
5.	05 Maret 2021	Simulasi presentasi proposal skripsi (2)	
6.	09 Maret 2021	Revisi Proposal skripsi (3)	
7.	13 Maret 2021	ACC proposal skripsi	
8.	5 Mei 2021	BAB IV (Hasil dan pembahasan karakter morfologi)	
9.	28 Mei 2021	BAB IV Hasil dan Pembahasan	
10.	31 Mei 2021	BAB IV dan V	
11.	2 Juni 2021	Revisi BAB IV dan V	
12.			

Pembimbing Skripsi,

Didik Wahyudi, M.Si
NIP. 19860102 201801 1 001



Malang, 3 Juni 2021
Ketua Program Studi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.197410182003122002