

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan pusat diversitas marga *Musa* (Sari dan Badruzsaufari, 2013). Keanekaragaman hayati memegang peranan penting dalam ketersediaan sumber pada program pemuliaan tanaman untuk peningkatan produktivitas pangan dan hortikultura di Indonesia. Pisang menjadi tanaman Indonesia yang menempati posisi pertama sebagai komoditas buah-buahan dan memiliki potensi untuk dikembangkan karena mempunyai keunggulan komparatif yang tinggi, baik untuk pasar dalam negeri maupun luar negeri. Tanaman pisang mudah dijumpai hampir di seluruh wilayah Indonesia karena adaptasinya yang baik di berbagai kondisi lingkungan. Mudahnya tanaman pisang ini untuk tumbuh, memungkinkan munculnya berbagai kultivar pisang yang memiliki karakteristiknya sendiri-sendiri. Faktor abiotik seperti lingkungan, iklim, tanah, ketinggian tempat dari permukaan laut dan tinggi rendahnya permukaan air tanah, mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman buah-buahan, sehingga karakteristik buah pada berbagai wilayah Indonesia bisa tidak sama.

Di dalam Laporan Tahunan Kementerian Pertanian Indonesia pada tahun 2004-2012 (Anonymous, 2013) menunjukkan produktivitas pisang meningkat sekitar 2,89 %. Tetapi nilai ekspor pisang lebih rendah dibandingkan nilai impornya. Tingginya nilai impor disebabkan oleh produk pisang yang ada di Indonesia belum bisa menandingi kualitas produk pisang dari negara lain. Industri pisang dunia tergantung pada hanya satu kelompok varietas pisang, yaitu pisang ambon hijau yang secara komersial dikenal dengan nama pisang Cavendish yang karena perlakuan pascapanen warna kulitnya berubah menjadi kuning. Mulanya industri pisang bertumpu kepada pisang ambon yang dikenal dengan nama "Gross Michel", tetapi kemudian pisang ini hancur karena terserang *Fusarium oxysporum cubense* (FOC) ras I, sehingga sekarang beralih ke pisang Cavendish yang tahan terhadap FOC ras I, tetapi sementara ini diketahui bahwa Cavendish rentan terhadap FOC ras IV. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menanam varietas unggul yang diharapkan memiliki produktivitas tinggi, kualitas yang baik, umur genjah, toleran terhadap cekaman lingkungan dan tahan terhadap hama dan penyakit. Untuk menunjang varietas unggul pisang, diperlukan informasi mengenai karakter dari berbagai jenis pisang yang berbeda.

Di Indonesia terdapat empat kebun raya yang berperan dalam melakukan konservasi terhadap plasma nutfah di Indonesia, salah satunya adalah Kebun Raya

Purwodadi yang berperan dalam mengkonservasi tumbuhan di daerah dataran rendah kering, termasuk tanaman pisang. Di kebun raya tersebut terdapat 105 kultivar pisang yang telah dikoleksi tetapi belum dilakukan identifikasi secara menyeluruh terhadap karakternya. Kegiatan karakterisasi pada tanaman pisang tidak hanya terbatas pada kegiatan identifikasi, tetapi juga mencari hubungan kekerabatan dan menentukan genom. Dari kegiatan identifikasi karakter pada berbagai kultivar pisang, kemudian dilakukan analisis hubungan kekerabatan dan pengelompokan kultivar berdasarkan genom sebagai dasar dalam program pemuliaan tanaman. Oleh karena itu perlu dilakukan pengelompokan genom dan analisis hubungan kekerabatan pada tanaman pisang.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengelompokkan kultivar pisang berdasarkan genom dan mendapatkan hubungan kekerabatan berdasarkan karakter morfologi dari pisang yang diteliti.

1.3 Hipotesis

Tanaman pisang yang diteliti memiliki jenis genom yang berbeda-beda dan memiliki hubungan kekerabatan yang dekat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Tanaman Pisang

Kedudukan tanaman pisang dalam sistematika tumbuhan (taksonomi), masuk dalam famili Musaceae, marga *Musa* dan spesies *Musa paradisiaca* L. Menurut Orhan (2001) dua spesies yang dipercaya sebagai tetua dari pisang konsumsi (*M. paradisiaca*) adalah *Musa acuminata* Colla dan *Musa balbisiana* Colla. Pisang merupakan salah satu tanaman yang sering ditemui karena mudah tumbuh di berbagai kondisi lingkungan. Tanaman ini terdiri dari berbagai jenis sehingga warna, bentuk dan ukurannya berbeda-beda. Adapun morfologi dari tanaman pisang adalah sebagai berikut :

a. Akar

Awal pembentukan akar pisang berasal dari batang liar yang berumur pendek. Kemudian akan digantikan oleh banyak akar adventif yang terbentuk dari bagian dasar dan samping jaringan batang (kormus) di bawah tanah. Kormus terus membesar, sehingga akar adventif dan akar samping terus bertambah. Tiap akar memiliki masa hidup 4-6 bulan. Kormus atau bonggol pisang adalah batang di dalam tanah yang memendek dengan ruas batang pendek-pendek. Bagian apikal kormus mengandung jaringan meristem yang akan menghasilkan daun, akar dan batang (Rubatzky and Yamaguchi, 1998 dalam Rohman, 2012). Perkembangan akar pada tanaman pisang akan meluas jika tumbuh pada tanah lapang. Panjangnya bisa mencapai 9 m. Akar muda menunjukkan warna putih, dan akan menjadi coklat jika telah dewasa (Sumardi dan Wulandari, 2010).

b. Batang Semu

Tanaman pisang yang telah dibudidayakan memiliki tinggi 2-9 m yang termasuk ke dalam jenis tanaman monokotil tahunan. Sedangkan pada tanaman pisang liar spesies *Musa ingens* tingginya bisa mencapai 15 m. Batang pohon yang berada di atas tanah disebut batang semu dan terdiri dari pelepah daun dan helaian daun yang membentuk silinder berdiameter 20-50 cm. Keragaman pada morfologi dari batang semu biasanya terjadi terutama pada tinggi, susunan, dan warnanya (Anonymous, 2008).

c. Daun

Daun pada tanaman pisang termasuk pada kelompok daun yang memiliki bagian lengkap, karena memiliki tangkai daun (*petiole*) dan helaian daun. *Petiole* pada tanaman pisang memiliki bentuk setengah lingkaran. Bentuk helaian daun membujur (Sumardi dan Wulandari, 2010). Rata-rata, setiap tanaman pisang

mampu memproduksi 35 – 50 daun pada satu kali siklus hidupnya (Anonymous, 2007).

d. Bunga

Saat pembungaan, dari tengah titik tumbuh muncul lapisan daun yang melingkar disebut dengan tandan bunga. Biasanya tangkai tandan bunga memerlukan waktu sekitar 1 bulan dari saat inisiasi hingga muncul dari ujung batang semu dan panjangnya dapat mencapai 7 m. Tandan bunga ini kemudian memanjang, padat, kuncup berwarna ungu sampai hijau (biasanya disebut jantung pisang) yang merupakan bunga betina (ketika matang akan menjadi buah). Bunga yang awalnya tegak biasanya menjadi menggantung karena bobotnya meningkat. Walaupun beragam antar jenis, geotropisme dan ada tidaknya tunas bunga jantan juga mempengaruhi posisi bunga sehingga beberapa tanaman tidak sepenuhnya menggantung.

Bunga terbentuk sebagai tandan berbuku-buku dan buku-buku pangkal menghasilkan bunga betina. Sekelompok bunga betina dinamakan tangan (sisir) dan satu bunga tunggal disebut jari. Keseluruhan bunga disebut tandan. Sekitar 12 – 20 bunga diproduksi tiap tandan. Bunga betina dan bunga jantan awalnya tampak serupa, tetapi kemudian berubah setelah tumbuh lebih lanjut. Bunga betina memiliki ovarium (bakal buah) yang memanjang dengan tiga daun buah (karpel) yang menyatu. Karena bunga jantan dan betina biasanya steril, sel telur tidak berkembang dan buah yang terbentuk ialah buah yang tidak dibuahi. Setelah beberapa sisir bunga betina mulai terbentuk, buku-buku perbungaan bagian tengah membentuk bunga hermafrodit (berkelamin ganda) dan bunga jantan terbentuk pada buku-buku ujung. Pada ujung bunga tumbuh tunas apikal bunga jantan yang biasanya terus menghasilkan bunga jantan hingga tandan siap dipanen. Bunga pisang dibungkus oleh seludang (*braktea*) berwarna merah kecokelatan. Seludang tersebut jatuh ke tanah apabila bunga telah membuka (Ashari, 1995, Rubatzky and Yamaguchi, 1998 dalam Rohman, 2012; Nelson, Ploetz and Kepler, 2006).

e. Buah

Tanaman pisang memiliki buah terdapat bersama dalam sebuah tandan. Buah pisang ini merupakan buah partenokarpi. Buah berkembang dari bunga betina yang telah mekar. Pembentukan bijinya tampak di dalam buah seperti gerombolan. Periode perkembangan buah terjadi sekitar 3-4 bulan, sesuai dengan kondisi cuaca. Setelah buah dalam tandan tersebut terbentuk semua, maka

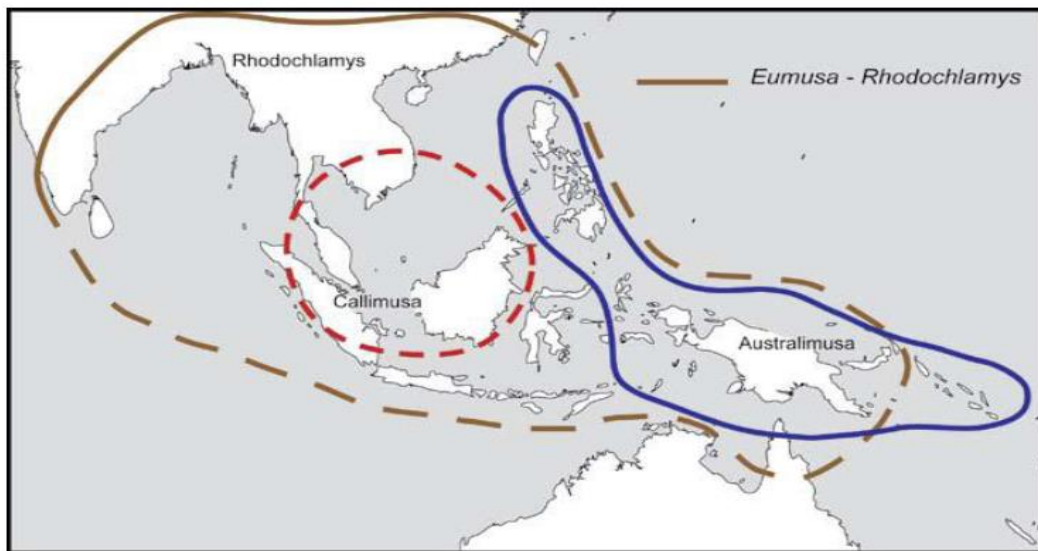
tanaman induk akan mati (Augsburger, Berger, Censkowsky, Heid, Milz and Streit., 2001).

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Pisang

Tanaman pisang menghendaki iklim panas, terutama di daerah tropik. Selain itu umumnya pisang juga memerlukan matahari penuh, sangat peka terhadap angin kencang yang dapat merobek daunnya sehingga berpengaruh terhadap produksi buah. Memerlukan curah hujan bulanan antar 200-220 mm. Kapasitas lapangnya antara 60-70% (Ashari, 2006). Tanaman pisang dapat hidup dan berproduksi di daerah-daerah pegunungan yang memiliki ketinggian lebih dari 1000 mdpl, tetapi dengan produksi yang kurang memuaskan dan umur panen yang lebih lama. Tanah yang sesuai untuk tanaman pisang adalah tanah liat berkapur atau aluvial yang tidak menggenang, gembur dan mengandung banyak humus. Keasaman tanah yang sesuai adalah berkisar antara 4,5 – 7,5 dan pH optimalnya 5-7. Rataan hujan yang sesuai bagi tanaman pisang adalah berkisar antara 1.520-3.800 mm per tahun dengan suhu berkisar 16⁰-38⁰C dan suhu udara optimal rata-rata 27⁰C. Di bawah suhu tersebut tanaman pisang akan tumbuh kerdil dan tangkai bunga akan muncul terlambat (Nurbanah dan Nindyawati,2005; Ducworth,1996; dalam Rohman, 2012).

2.3 Penyebaran dan Keragaman Genetik Tanaman Pisang

Tanaman pisang memiliki sejarah domestikasi yang panjang dan peranannya yang sangat penting untuk manusia dalam penyebarannya di wilayah tropis maupun subtropis. Untuk mengetahui penyebaran tanaman pisang yang telah didomestikasi dari habitat alaminya sangat rumit. Karena sering tidak dapat diprediksikan perubahan genetik setelah tanaman tersebut tersebar di wilayah yang berbeda di dunia. Menurut (Busaidi, 2013), marga *Musa* dibagi menjadi 4 yaitu 1) *Eumusa* yang meliputi semua Asia Timur, kecuali di Melanesia, 2) *Rhodoclamys* terdapat di Melanesia bagian timur yang tersebar di sekitar dataran iklim basah di Asia bagian selatan, 3) *Australimusa* yang didistribusikan dari selatan hingga Indonesia bagian timur dan Filipina bagian selatan ke Melanesia, serta 4) *Callimusa* yang ditunjukkan di Vietnam bagian selatan, Malaysia, Borneo dan Sumatra (Gambar 1.)



Gambar 1. Distribusi marga *Musa* di Asia Timur

Tanaman pisang yang ada sekarang diduga merupakan keturunan dari *M. acuminata* dan atau *M. balbisiana* yang mempunyai jumlah kromosom $2n=22$ (Simmonds, 1959 dalam Samsurianto; 2009). Tanaman pisang mempunyai tingkat ploidi yang beragam, hal ini terjadi karena persilangan-persilangan alami dari pisang-pisang jenis liar yang terus menerus berlangsung dan adanya pengaruh lingkungan sehingga tercipta jenis tanaman baru yang bersifat diploid, triploid dan tetraploid. Di antara marga *Musa* terdapat tanaman pisang abaka (*Musa textiles* Née) dengan jumlah kromosom $2n=20$. *M. acuminata* mempunyai genom yang dilambangkan oleh huruf A, sedangkan *M. balbisiana* dilambangkan dengan huruf B. Pisang-pisang yang dikonsumsi mempunyai genom AA, AB, dan mungkin BB, triploid AAA, AAB, ABB, dan mungkin juga BBB, serta tetraploid AAAA, AAAB, AABB, dan ABBB (Samsurianto, 2009). Genom AA bertanggung jawab terhadap rasa manis atau asam dengan kadar pati rendah, sedangkan genom BB berkaitan dengan kadar pati yang lebih tinggi (Suprianti, Hartiningsih, dan Suhendra, 2013).

Penampilan fenotip suatu tanaman bergantung pada genotip, lingkungan, dan interaksi dari keduanya. Jika tidak terdapat interaksi antara genotip dengan lingkungan, maka perbedaan yang disebabkan oleh genotip pada berbagai lingkungan akan konstan. Oleh karena itu, adanya interaksi ini menyebabkan penampilan yang berbeda-beda dari suatu gen (Kang, 1990 dalam Hermawati, 2008). Keragaman genetik yang tinggi merupakan salah satu faktor penting untuk merakit varietas unggul baru. Sumberdaya genetik dan taksonomi pisang diperlukan untuk pemuliaan tanaman pisang dalam memperoleh tanaman yang tahan terhadap penyakit dan kualitas buah yang prima (Nisa, Badruzsaufari, dan Wijaya, 2010).

2.4 Karakterisasi Tanaman Pisang

Karakterisasi merupakan kegiatan penting dalam pengelolaan plasma nutfah yang digunakan untuk menyusun deskripsi suatu varietas dalam rangka seleksi tetua pada program pemuliaan tanaman (Sukartini, 2008). Pada mulanya penaksiran keanekaragaman plasma nutfah tanaman menggunakan penanda karakter morfologi, kemudian berkembang dengan menggunakan penanda biokimia (Scandalios, 1969 dalam Sukartini, 2008) dan teknik-teknik biologi molekular yang berbasis DNA. Menurut Santos *et al* (2003 dalam Radiya, 2013) karakter morfologi dianggap masih belum cukup untuk mencari kedudukan yang jelas sehingga perlu metode lain sebagai komplemen untuk mengevaluasi kekerabatan, namun karakterisasi secara morfologi merupakan informasi awal yang diperlukan dalam upaya mencari karakter unggul dan diperlukan untuk perakitan varietas unggul melalui identifikasi sumber plasma nutfah yang ada. Identifikasi adalah pengenalan terhadap suatu hal dengan mengamati sifat-sifat khasnya yang dapat dibedakan secara visual, mudah diamati dengan mata biasa dan muncul pada semua kondisi lingkungan. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh (Jesus, Ferreire, Silva, Camara, Soares and Pestana, 2009) yang mendapatkan hasil bahwa karakterisasi yang dilakukan dengan menggunakan morfologi tidak berbeda jauh dengan menggunakan penanda molekular, sehingga penggunaan deskriptor morfologi efisien untuk mengidentifikasi berbagai variasi dan harus dijadikan sebagai pertimbangan untuk registrasi dan perlindungan terhadap suatu kultivar.

Karakterisasi secara morfologi pada tanaman pisang dilakukan menggunakan *Descriptors for Banana (Musa spp.)* dari IPGRI. Dalam (Anonymous^a, 2007) adapun karakter yang dikarakterisasi menurut IPGRI (2007) adalah :

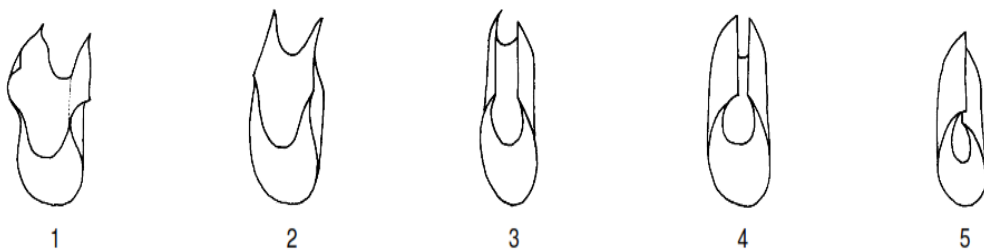
1. Habitus daun, terbagi menjadi tiga kategori yaitu tegak, medium dan menjulai



Gambar 2. Habitus daun. (1) Tegak, (2) Medium, (3) Menjulai

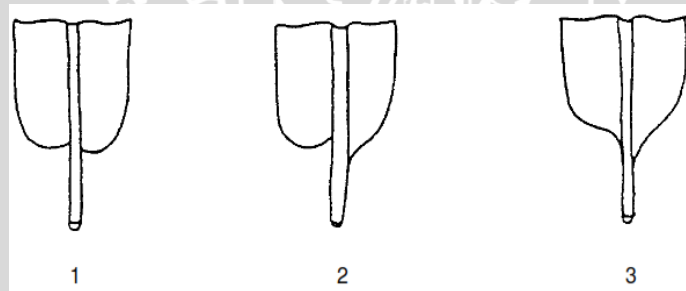
2. Aspek dari batang semu, diamati mulai ketinggian 1 m di atas tanah. Dikategorikan ke dalam tiga tipe yaitu ramping, normal, dan gemuk.
3. Warna batang semu, diamati dengan tanpa memindahkan pelepah bagian luar. Pelepah pisang yang telah tua dan kering diabaikan. Dikategorikan ke dalam

- hijau kekuningan, hijau sedang, hijau, hijau gelap, hijau kemerahan, merah, merah keunguan, biru, dan yang lainnya.
4. Bercak pada batang semu, yang dikategorikan ke dalam bercaknya meluas, bercak banyak, bercak sedang dan bercak jarang.
 5. Warna bercak pada batang semu, dikategorikan ke dalam coklat, hitam, coklat kemerahan dan yang lainnya.
 6. Penampakan batang semu, dikategorikan ke dalam kusam jika terdapat lapisan lilin, dan mengkilat jika tidak terdapat lapisan lilin.
 7. Warna batang semu bagian dalam, diamati dengan membuka lapisan batang semu bagian luar. Dikategorikan ke dalam hijau bening, hijau muda, hijau, krem, pink keunguan, merah keunguan, ungu dan yang lainnya.
 8. Pigmentasi batang semu bagian dalam, dikategorikan ke dalam pink keunguan, merah, ungu dan yang lainnya.
 9. Warna getah, diamati dengan memotong bagian pelepah luar dan mengamati karakteristik dari getah. Dikategorikan dengan seperti susu, bening, merah keunguan dan yang lainnya.
 10. Lapisan lilin pada pelepah, dikategorikan ke dalam tidak ada, sedikit, sedang, dan banyak.
 11. Posisi anakan, dikategorikan ke dalam dekat dengan tetua (tumbuh menyudut), dekat dengan tetua (tumbuh vertikal) dan jauh dari tetua.
 12. Bercak pada dasar *petiole*, dikategorikan ke dalam jarang, kecil, lebar, pigmentasi menyebar, dan tidak ada pigmentasi.
 13. Warna bercak pada dasar *petiole*, dikategorikan ke dalam coklat, coklat gelap, hitam kecoklatan, hitam keunguan dan yang lainnya.
 14. Bentuk kanal *petiole* pada daun ketiga, dikategorikan ke dalam membuka dengan tepi menyebar, lebar dengan tepi tegak, lurus dengan tepi tegak, tepi menutup ke dalam, dan tepi bertindihan (Gambar 3).



Gambar 3. Bentuk kanal *petiole*. (1) Membuka dengan tepi menyebar, (2) Lebar dengan tepi tegak, (3) Lurus dengan tepi tegak, (4) Tepi menutup ke dalam, (5) Tepi bertindihan

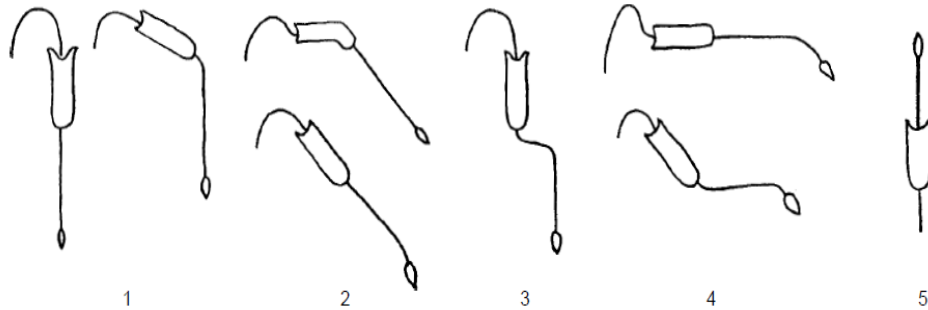
15. Warna tepi *petiole*, dikategorikan ke dalam hijau, pink keunguan-merah, ungu-biru dan yang lainnya.
16. Pinggir dari tepi *petiole*, dikategorikan ke dalam tidak berwarna, dan berwarna di sepanjang tepi.
17. Warna daun bagian atas, dikategorikan ke dalam hijau kekuningan, hijau sedang, hijau, hijau tua, hijau tua dengan warna merah keunguan, biru dan yang lainnya.
18. Kenampakan daun bagian atas, dikategorikan menjadi kusam dan mengkilat.
19. Warna daun bagian bawah, dikategorikan ke dalam hijau kekuningan, hijau sedang, hijau, hijau gelap, biru, merah keunguan dan yang lainnya.
20. Kenampakan daun bagian bawah, dikategorikan menjadi, kusam dan mengkilat.
21. Lapisan lilin pada daun, dikategorikan menjadi tidak ada, sedikit, sedang, dan banyak.
22. Bentuk dasar daun, dikategorikan menjadi kedua sisi membulat, satu sisi membulat, satu sisi meruncing, dan kedua sisi meruncing (Gambar 4).



Gambar 4. Bentuk dasar daun. (1) Kedua sisi membulat, (2) Satu sisi membulat, satu sisi meruncing, (3) Kedua sisi meruncing

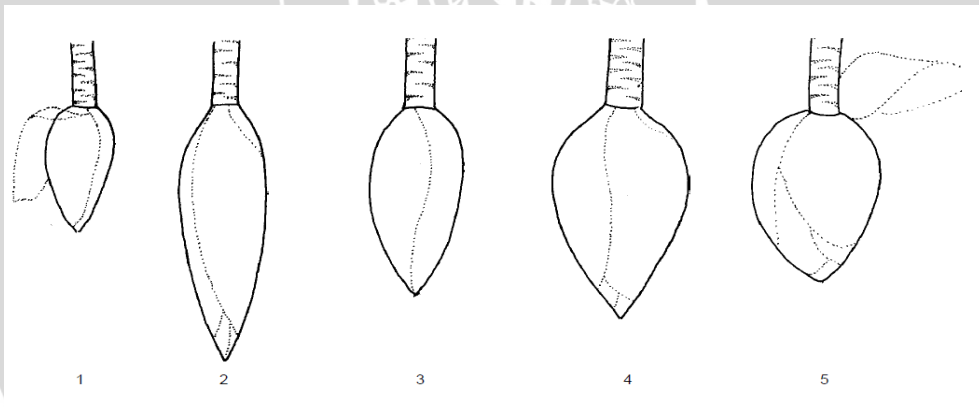
23. Kerutan pada daun, dikategorikan ke dalam halus, sedikit bergaris, dan sangat kaku.
24. Warna tulang daun bagian bawah, dikategorikan ke dalam kuning, hijau muda, hijau, pink keunguan, merah keunguan, ungu-biru dan yang lainnya.
25. Warna tulang daun bagian atas, dikategorikan ke dalam kuning, hijau muda, hijau, pink keunguan, merah keunguan, ungu-biru dan yang lainnya.
26. Jumlah ruang kosong pada tandan
27. Warna tandan, dikategorikan ke dalam hijau muda, hijau, hijau tua, pink/ungu, dengan ungu kecoklatan atau bercak biru dan yang lainnya.
28. Bulu pada tandan, dikategorikan ke dalam tidak berbulu, berbulu jarang, sangat berbulu (pendek) dan sangat berbulu (panjang > 2 mm).
29. Penampakan sisir, dikategorikan ke dalam jarang, padat, dan sangat padat.

30. Posisi buah pada mahkota, dikategorikan ke dalam tunggal, ganda, tunggal dan mengecil serta ganda dan mengecil.
31. Posisi *rachis*, dikategorikan ke dalam vertikal ke bawah, membentuk sudut, membentuk kurva, horizontal dan tegak (Gambar 5).



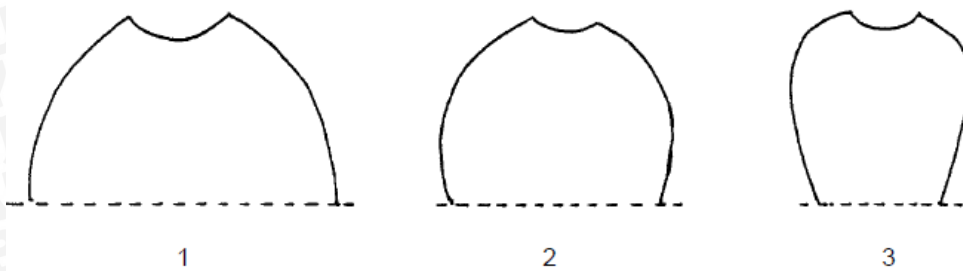
Gambar 5. Posisi *rachis*. (1) Vertikal ke bawah, (2) Membentuk sudut, (3) Membentuk kurva, (4) Horizontal, (5) Tegak

32. Bentuk jantung, dikategorikan ke dalam seperti puncak, lonjong, medium, oval dan bulat (Gambar 6)



Gambar 6. Bentuk Jantung. (1) Seperti puncak, (2) Lonjong, medium, (3) Oval, (4) Bulat

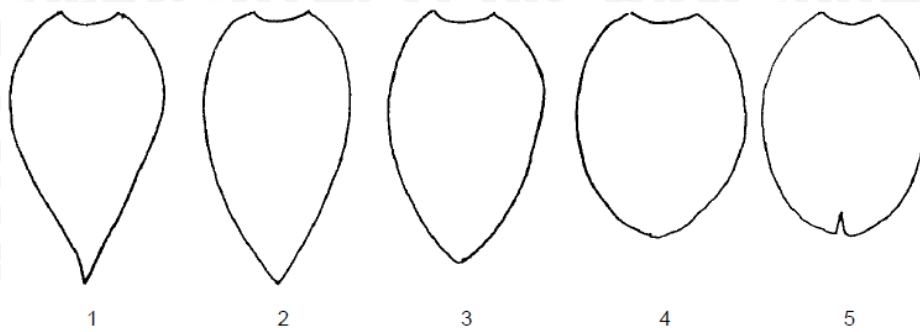
33. Bentuk dasar *braktea*, dikategorikan ke dalam bahu kecil, medium dan bahu lebar (Gambar 7)



Gambar 7. Bentuk dasar *braktea*. (1) Bahu kecil, (2) Medium, (3) Bahu lebar

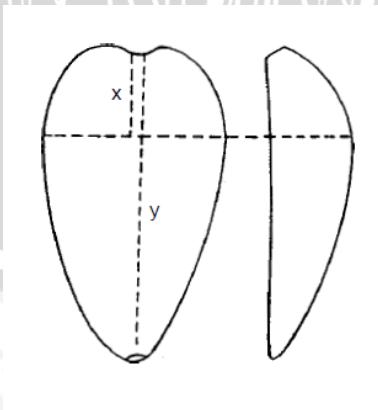
34. Bentuk ujung *braktea*, dikategorikan ke dalam runcing, meruncing, medium, tumpul, tumpul dan membelah (Gambar 8)





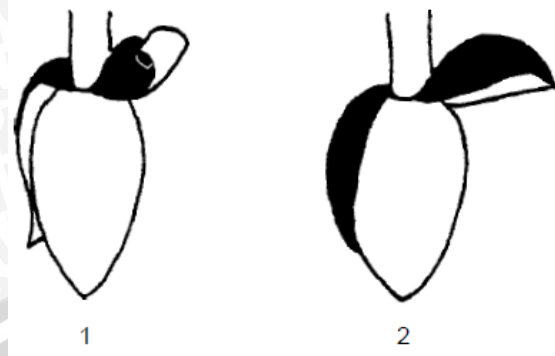
Gambar 8. Bentuk ujung *braktea*. (1) Runcing, (2) Meruncing, (3) Medium, (4) Tumpul, (5) Tumpul dan terbelah

- 35. Warna *braktea* bagian dalam, dikategorikan ke dalam kuning, hijau, merah, merah keunguan, ungu kecoklatan, ungu, biru, pink keunguan dan jingga kemerahan.
- 36. Warna *braktea* bagian luar, dikategorikan ke dalam keputihan, kuning kehijauan, jingga kemerahan, merah, ungu, ungu kecoklatan, pink keunguan dan yang lainnya.
- 37. Warna ujung *braktea*, dikategorikan ke dalam ada tanda kuning dan tidak ada tanda kuning.
- 38. Luka *braktea* pada *rachis*, dikategorikan ke dalam sangat menonjol dan tidak menonjol
- 39. Hilangnya warna pada dasar *braktea*, dikategorikan ke dalam, warna homogen dan warna memudar sampai dasar *braktea*.
- 40. Bentuk *braktea*, dikategorikan ke dalam lonjong ($x/y < 0,28$), $0,28 < x/y < 0,3$, oval ($x/y > 0,3$) (Gambar 9).



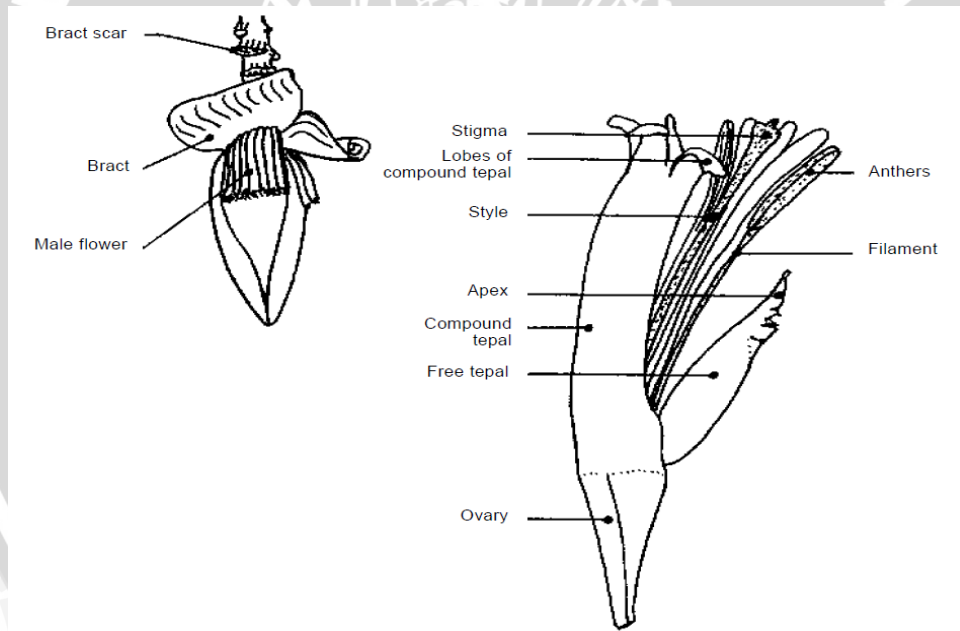
Gambar 9. Bentuk *braktea*

- 41. Jatuhnya *braktea*, dikategorikan ke dalam tidak jatuh dari jantung, jatuh satu kali tiap satu waktu dan jatuh dua atau lebih tiap satu waktu.
- 42. Kebiasaan *braktea* sebelum jatuh, dikategorikan ke dalam menggulung dan tidak menggulung (Gambar 10).



Gambar 10. Kebiasaan *braktea* sebelum terjatuh, (1) Menggunglung, (2) Tidak menggunglung

- 43. Lapisan lilin pada *braktea*, dikategorikan ke dalam tidak ada, sedikit, sedang dan banyak.
- 44. Kebiasaan bunga jantan, dikategorikan ke dalam jatuh sebelum *braktea*, jatuh bersama *braktea*, jatuh setelah *braktea* dan netral/ bunga bertahan (Gambar 11).

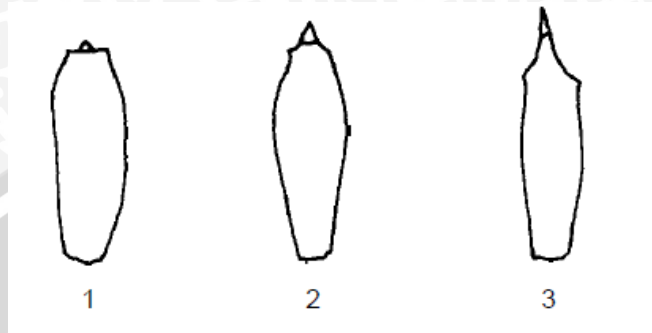


Gambar 11. Bunga jantan

- 45. Warna dasar dari *compound tepal* (Gambar 11), dikategorikan ke dalam putih, krem, kuning, jingga, pink/pink keunguan dan yang lainnya.
- 46. Pigmentasi dari *compound tepal*, dikategorikan ke dalam sedikit/tidak ada pigmentasi, terdapat bercak coklat dan terdapat tanda pink.
- 47. Warna dari *lobe* pada *compound tepal* (Gambar 11), dikategorikan ke dalam krem, kuning, jingga, hijau dan yang lainnya.
- 48. Warna dari *free tepal* (Gambar 11), dikategorikan ke dalam putih transparan, putih buram, terdapat tanda kuning dan terdapat tanda pink.

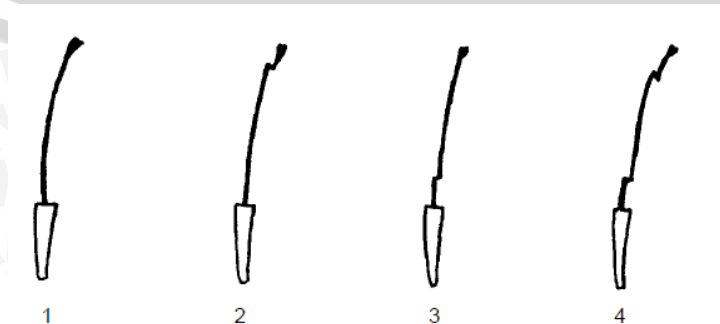


- 49. Bentuk dari *free tepal*, dikategorikan ke dalam persegi panjang, oval, bulat, dan berbentuk kipas.
- 50. Perkembangan pada ujung dari *free tepal*, dikategorikan ke dalam tidak ada/sedikit berkembang, berkembang, dan sangat berkembang (Gambar 12).



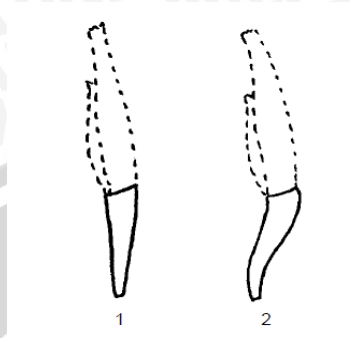
Gambar 12. Perkembangan ujung *free tepal*. (1) Tidak ada/sedikit berkembang, (2) Berkembang, (3) Sangat berkembang

- 51. Bentuk dari ujung *free tepal*, dikategorikan ke dalam seperti benang, segitiga dan tumpul.
- 52. Warna dari tangkai sari (Gambar 11), dikategorikan ke dalam putih, krem, kuning dan yang lainnya.
- 53. Warna dari benang sari (Gambar 11), dikategorikan ke dalam putih, krem, kuning, abu-abu, coklat, pink/pink keunguan, hitam dan yang lainnya.
- 54. Warna pada serbuk sari, dikategorikan ke dalam putih, krem, kuning, coklat, pink/pink keunguan, merah keunguan dan yang lainnya.
- 55. Warna dasar pada tangkai putik, dikategorikan ke dalam putih, krem, merah keunguan dan yang lainnya.
- 56. Pigmentasi pada tangkai putik, dikategorikan ke dalam tidak ada dan ungu.
- 57. Bentuk tangkai putik, dikategorikan ke dalam lurus, membentuk kurva di bawah putik, membentuk kurva di dasar, kurva kembar dan yang lainnya (Gambar 13).



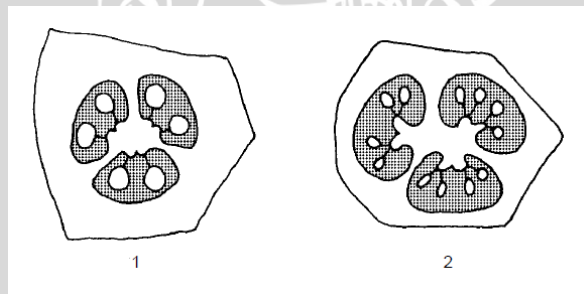
Gambar 13. Bentuk tangkai putik, (1) Lurus, (2) Membentuk kurva di bawah putik, (3) Membentuk kurva di dasar, (4) Kurva kembar

- 58. Warna putik, dikategorikan ke dalam krem, kuning, pink/pink keunguan, kuning terang, jingga dan yang lainnya.
- 59. Bentuk *ovary*, dikategorikan ke dalam tegak dan bengkok (Gambar 14).



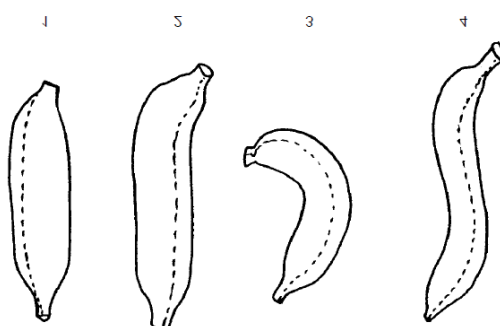
Gambar 14. Bentuk *ovary*. (1) Tegak, (2) Bengkok

- 60. Warna dasar *ovary*, dikategorikan ke dalam putih, krem, kuning, hijau dan yang lainnya.
- 61. Pigmentasi pada *ovary*, dikategorikan ke dalam tidak ada/sedikit dan merah keunguan.
- 62. Warna dominan dari bunga jantan, dikategorikan ke dalam putih, krem, kuning, pink/pink keunguan, merah keunguan dan yang lainnya.
- 63. Susunan dari *ovule*, dikategorikan ke dalam dua baris, 4 baris (lebih/kurang) (Gambar 15).



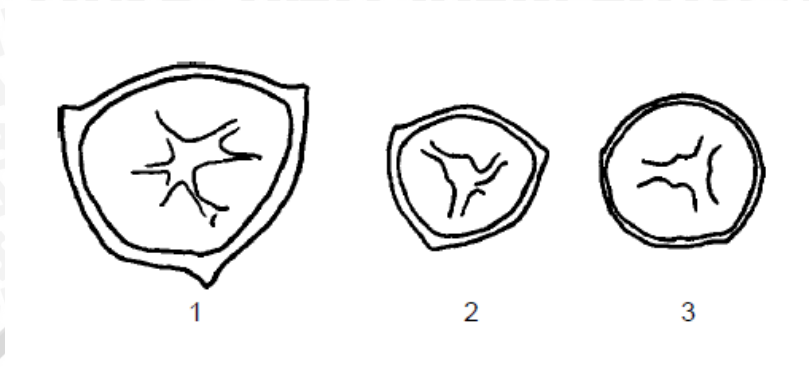
Gambar 15. Susunan dari *ovul*, (1) Dua baris, (2) Empat baris (lebih/kurang)

- 64. Bentuk buah, dikategorikan ke dalam tegak, tegak di bagian tengah, bengkok, bengkok berbentuk “S” dan yang lainnya (Gambar 16).



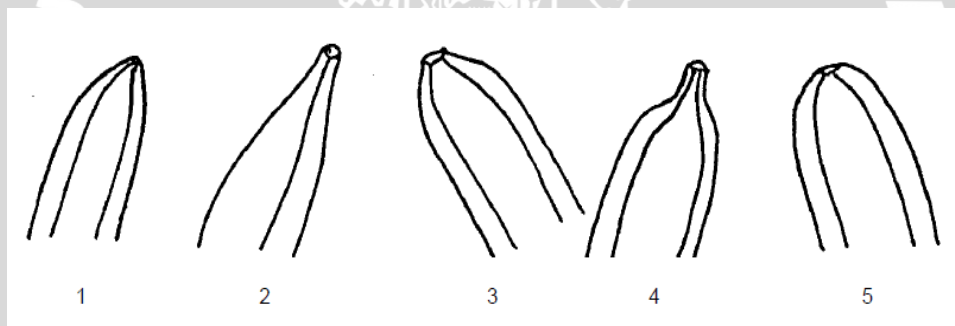
Gambar 16. Bentuk buah, (1) Tegak, (2) Tegak di bagian tengah, (3) Bengkok, (4) Bengkok berbentuk “S”

65. Potongan melintang dari buah. Dikategorikan ke dalam sangat bersudut, sedikit bersudut, dan bulat (Gambar 17).



Gambar 17. Potongan melintang buah, (1) Sangat bersudut, (2) Sedikit bersudut, (3) Bulat

66. Bentuk ujung buah, dikategorikan ke dalam meruncing, panjang meruncing, tumpul di ujung, seperti leher botol dan bulat (Gambar 18).



Gambar 18. Bentuk ujung buah, (1) Meruncing, (2) Panjang meruncing, (3) Tumpul di ujung, (4) Seperti leher botol, (5) Bulat

67. Panjang dari tangkai buah (*pedicel*), dikategorikan ke dalam ≤ 10 mm, 11-20 mm dan ≥ 21 mm.
68. Warna kulit buah sebelum matang, dikategorikan ke dalam kuning, hijau muda, hijau merah/ungu, keperakan, hijau tua, dan yang lainnya.
69. Warna daging buah sebelum matang. Dikategorikan ke dalam putih, krem, putih tulang, kuning, dan yang lainnya.
70. Ada tidaknya biji di dalam daging buah. Dikategorikan ke dalam ada dan tidak ada

2.5 Hubungan Kekerbatan pada Tanaman Pisang

Pada tanaman pisang, kegiatan karakterisasi tidak hanya mengidentifikasi kultivar pisang, tetapi juga menentukan hubungan genetik atau kekerabatan. Hubungan kekerabatan genetik antar genotip dalam populasi dapat diukur berdasarkan kesamaan sejumlah karakter yang berbeda dari suatu individu, menggambarkan perbedaan susunan genetiknya (Sukartini, 2008).

Menurut Thomas *et al.*, 1994 (dalam Julisaniah, Sulistyowati, Sugiharto, 2008), informasi hubungan genetik antar individu di dalam dan di antara kultivar mempunyai kegunaan penting bagi perbaikan tanaman. Dalam program pemuliaan tanaman, pendugaan hubungan genetik sangat berguna untuk mengelola plasma nutfah, identifikasi kultivar, membantu seleksi tetua untuk persilangan, serta mengurangi jumlah individu yang dibutuhkan untuk pengambilan sampel dengan kisaran keragaman genetik yang luas. Semakin jauh hubungan kekerabatan antar sampel, maka semakin kecil keberhasilan persilangan, tetapi kemungkinan untuk memperoleh genotip unggul lebih besar jika persilangan berhasil. Perkawinan antara individu berjarak genetik dekat atau hubungan kekerabatannya sama mempunyai efek peningkatan homozigositas, sebaliknya perkawinan antara individu berjarak genetik besar atau kekerabatannya jauh mempunyai efek peningkatan heterozigositas. Informasi tersebut bermanfaat pada proses perakitan bibit unggul. Perkawinan tetua dengan variasi genetik yang relatif tinggi akan menghasilkan individu dengan heterozigositas tinggi (Julisaniah *et al.*, 2008)

2.6 Penentuan Genom pada Tanaman Pisang

Hampir semua pisang yang dapat dimakan yang ada di dunia berasal dari dua pisang liar yaitu *M. acuminata* dan *M. balbisiana*. Menurut Simmonds (1955 dalam Singh, Singh, dan Shrivastava 2014), pisang yang dapat dimakan telah ditemukan sistem *nomenclature* yang baru berdasarkan genotipnya. Simmonds dan Shepherd membuat skoring berdasarkan taksiran visual dari karakter yang ditampakkan dan pengetahuan tentang jumlah kromosom dari tanaman, yang kemudian ditandai dengan grup genom yang berbeda. *M. acuminata* ditandakan dengan genotip AA dan *M. balbisiana* ditandakan dengan genotip BB, keduanya merupakan spesies yang diploid. Beberapa pisang yang dapat dimakan yang ditemukan memiliki genotip AA/AB tetapi yang paling banyak adalah triploid. Penempatan grup genom pada tanaman pisang didasarkan oleh skoring visual. Di dalam (Simmonds, 1959) terdapat 15 karakter yang diskoring dengan rentangan nilai 1-5 (Tabel 1). Nilai 1 digunakan pada ciri karakter yang sesuai dengan ciri *M. acuminata*, nilai 5 digunakan pada ciri karakter yang sesuai dengan ciri *M. balbisiana*, sedangkan nilai 2-4 digunakan pada ciri yang hampir mendekati ciri dari *M. acuminata*/*M. balbisiana*. Kemudian hasil skoring tersebut dijumlah dan disesuaikan dengan kartu skoring dari Simmonds dan Shepherd (Tabel 1).

Tabel 1. Sistem skoring Simmonds dan Shepherd

Karakter	<i>Musa acuminata</i>	<i>Musa balbisiana</i>
Warna batang semu	Memiliki bercak yang banyak/kurang dengan bercak berwarna coklat/hitam	Bercak sangat tipis atau tidak ada
Kanal <i>petiole</i>	Tepi tegak/ menyebar, memiliki sayap dan tidak menutupi batang semu	Tepi menutup, tidak bersayap tetapi menutupi batang semu
Tandan	Biasanya lembut/berbulu	Sedikit/tidak berbulu
Tangkai buah	Pendek	Panjang
<i>Ovul</i>	2 baris teratur pada tiap lokus	4 baris tidak teratur pada tiap lokus
Bahu <i>braktea</i>	Biasanya tinggi (rasio $< 0,28$)	Biasanya rendah (rasio $> 0,3$)
Kebiasaan <i>braktea</i> sebelum jatuh	<i>Braktea</i> menggulung kembali setelah bunga terbuka	<i>Braktea</i> tidak menggulung kembali
Bentuk <i>braktea</i>	Lonjong/hampir bulat telur, lancip dengan tajam dari bahu	Bulat telur lebar, lancip yang tidak tajam
Ujung <i>braktea</i>	Lancip	Tumpul
Warna <i>braktea</i>	Merah, ungu pucat/kuning di bagian luar; merah muda, ungu pucat/kuning di bagian dalam	Berwarna khusus kecoklatan-ungu di bagian luar, merah tua terang di bagian dalam
Kepudaran	Warna <i>braktea</i> bagian dalam biasanya memudar menjadi kuning di bagian dasar	Warna <i>braktea</i> bagian dalam biasanya berlanjut sampai ke bawah
Luka pada <i>rachis</i>	Menonjol	Sedikit menonjol
<i>Free tepal</i> pada bunga jantan	Bergelombang di bagian bawah	Jarang bergelombang
Warna bunga jantan	Putih-krem	Bervariasi dengan tanda merah muda
Warna putik	Jingga/kuning terang	Krem, kuning pucat/merah muda pucat

Teknik genetik secara modern memberikan dukungan yang besar pada taksiran genom yang dibuat oleh sistem Simmonds dan Shepherd, tetapi perubahan yang signifikan terkadang dapat terjadi (Singh *et al.*, 2014) (Tabel 2).

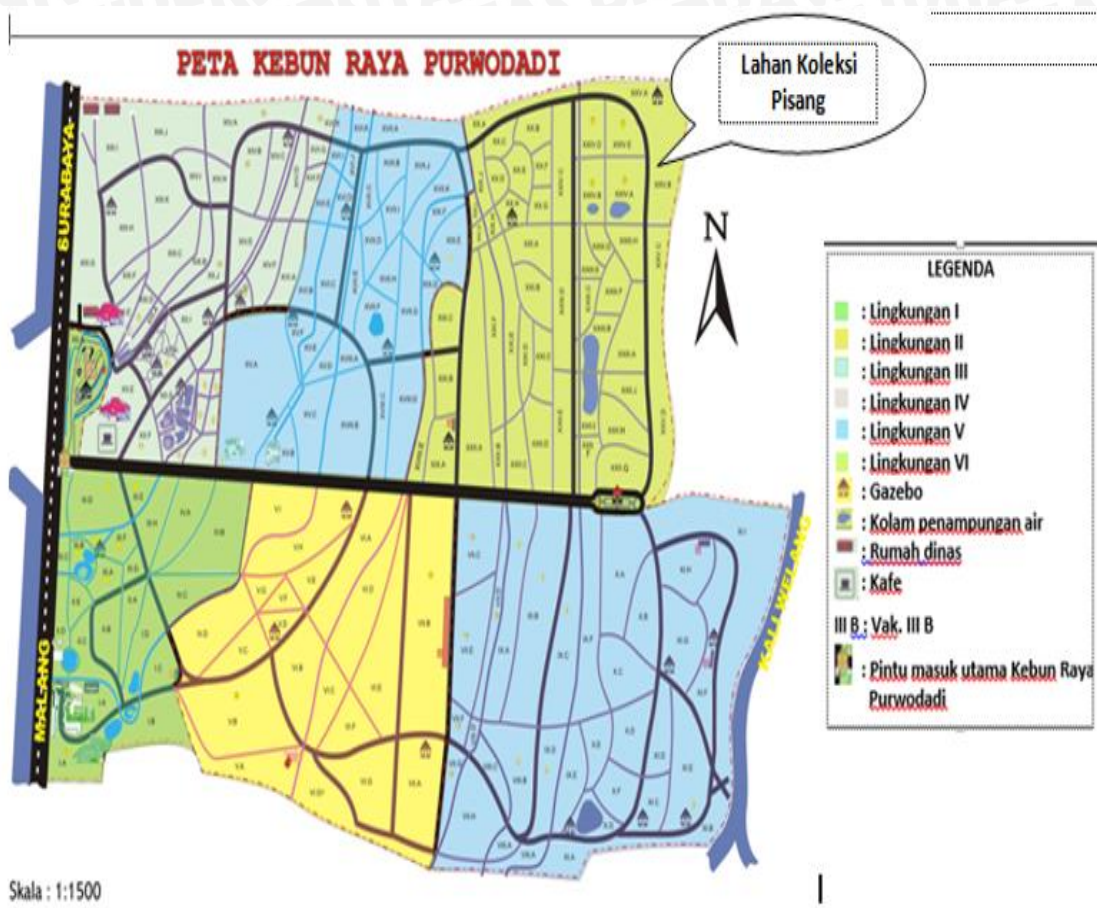
Tabel 2. Modifikasi kartu skoring genom berdasarkan Simmonds and Shepherd

Genom	Simmonds & Shepherd (1982)	Silayoi & Chamchalow (1987)	Singh & Uma (1996)	Rinaldi, Mansyurdin & Hermanto (2014)
AA/AAA	15-23	15-25	15-25	15-25
AAB	24-46	26-46	26-45	26-46
AB	49	-	46-49	47-58
ABB	59-63	59-63	59-65	59-63
ABBB	67	-	66-69	64-75
BB/BBB	-	70-75	70-75	-

Sumber : Singh *et al.*, 2014 dan Rinaldi *et al.*, 2014

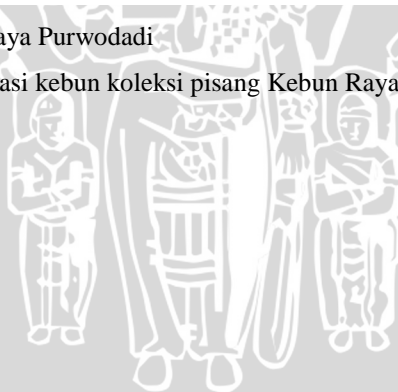
2.7 Kondisi Umum Kebun Koleksi Pisang Kebun Raya Purwodadi

Kebun raya merupakan kawasan konservasi tumbuhan secara *ex situ* yang memiliki koleksi tumbuhan, terdokumentasi, dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, bioregion, tematik, atau kombinasi dari pola-pola tersebut untuk tujuan kegiatan konservasi, penelitian, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan (Perpres No.93, 2011 dalam Yodhoyono, 2013). Kebun Raya Purwodadi dikenal sebagai Hortus Iklim Kering, sebuah kebun yang khusus untuk iklim kering. Salah satu koleksi yang berada di Kebun Raya ini adalah Kebun Koleksi Pisang. Kebun koleksi tanaman pisang berada pada Wilayah II, Lingkungan 6, Vak XXIV yang dibagi ke dalam empat bagian, yaitu Vak XXIV A, Vak XXIV B, Vak XXIV D, dan Vak XXIV E (Gambar 19). Menurut data dari unit Registrasi (2014), jumlah koleksi kultivar pisang sebanyak 105 kultivar yang terdiri atas 14 kultivar pisang liar, 6 aksesori yang masih *sp.* dan 85 aksesori kultivar pisang budidaya.



Sumber : Unit Registrasi Kebun Raya Purwodadi

Gambar 19. Lokasi kebun koleksi pisang Kebun Raya Purwodadi



III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-Mei 2015 di Kebun Koleksi Pisang Kebun Raya Purwodadi Pasuruan. Kondisi lingkungan koleksi pisang KRP berada pada dataran rendah kering, ketinggian $\pm 309,3$ m dpl, letak geografis $07,80077^\circ$ LS dan $112,74266^\circ$ BT, suhu berkisar antara $22-32^\circ\text{C}$, curah hujan 2.372 mm/tahun dan tipe tanah vertisol.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *Descriptor for Banana* yang dikeluarkan oleh IPGRI tahun 2007, *Munsell Colour for Tissues*, kamera, penggaris, galah, dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah 30 kultivar dan varietas pisang koleksi Kebun Raya Purwodadi yang telah mencapai fase generatif yang karakternya dapat diamati sesuai dengan parameter pengamatan berdasarkan deskriptor tanaman pisang yaitu :

1. Rojo Marto (*M. paradisiaca*)
2. Rayap (*M. paradisiaca*)
3. Cici Hutan (*M. acuminata*
Colla var. *rutilifes*)
4. Pulut (*M. paradisiaca*)
5. Susu (*M. paradisiaca*)
6. *M. acuminata* var. *tomentosa*
(Warb. Ex K.Schum)
7. cv. Kates (*M. paradisiaca*)
8. cv. Ebung (*M. paradisiaca*)
9. Klutuk (*M. balbisiana*)
10. cv. Blitung (*M. paradisiaca*)
11. Rojo Molo (*M. paradisiaca*)
12. Awak (*M. paradisiaca*)
13. cv. Jambe (*M. paradisiaca*)
14. cv. Jaran (*M. paradisiaca*)
15. cv. Kayu (*M. paradisiaca*)
16. Sobo Awu (*M. paradisiaca*)
17. Usuk (*M. paradisiaca*)
18. Grito (*Musa sp.*)
19. cv. Kreas (*M. paradisiaca*)
20. cv. Klutuk Wulung (*M. balbisiana*)
21. Tanduk Hijau (*M. paradisiaca*)
22. Rojo Siem (*M. paradisiaca*)
23. Rojo Bandung (*M. paradisiaca*)
24. cv. Plembang (*M. paradisiaca*)
25. Berlin Kuning (*M. paradisiaca*)
26. cv. Cici (*M. paradisiaca*)
27. cv. Mas Mirah (*M. paradisiaca*)
28. cv. Kongkong (*M. paradisiaca*)
29. cv. Rojo Glintung (*M. paradisiaca*)
30. cv. Brentol Warangan (*M. paradisiaca*)

3.3 Metode Penelitian

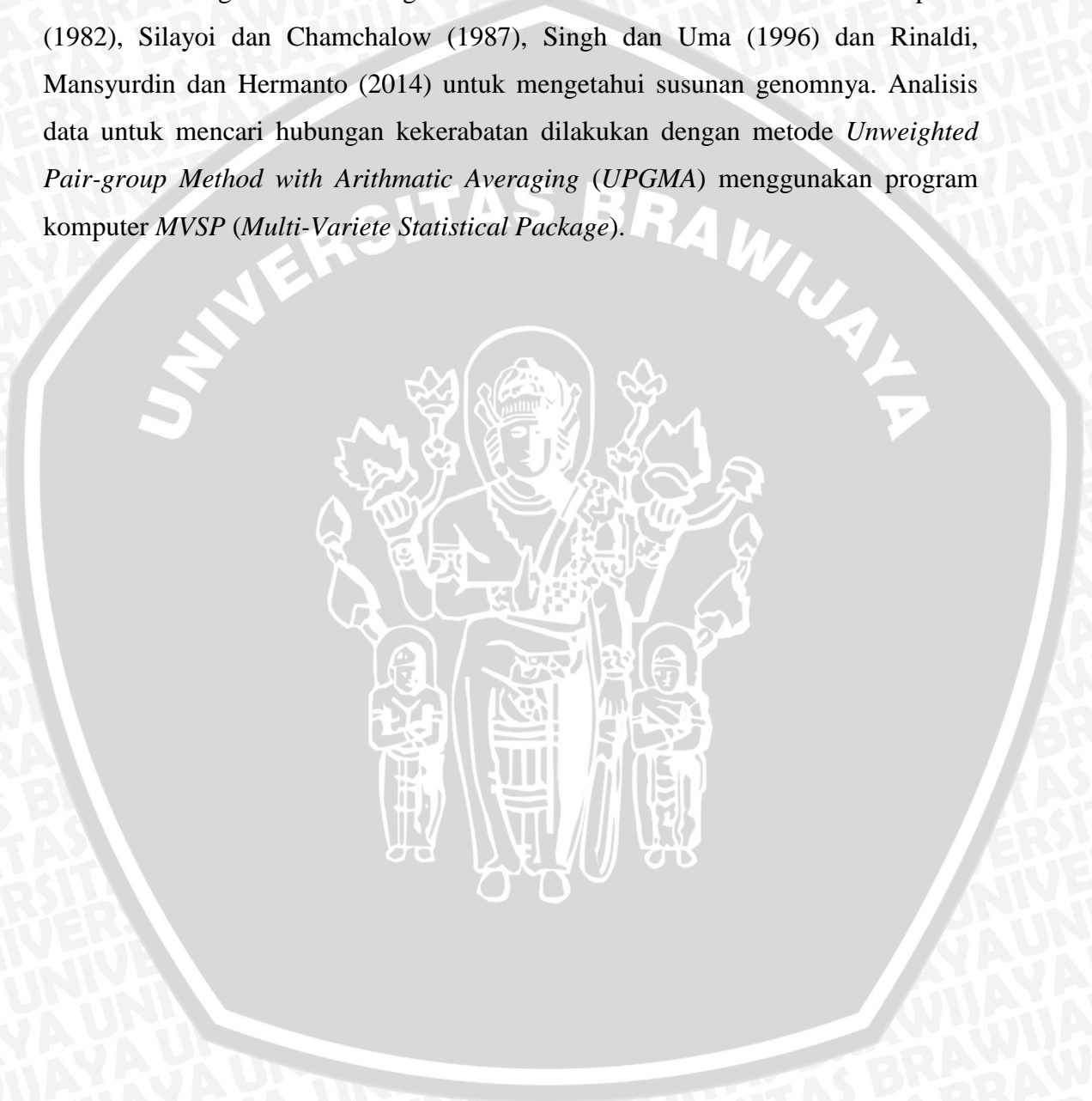
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi lapang dengan mengamati secara langsung karakter morfologi pisang yang ada di kebun koleksi pisang Kebun Raya Purwodadi secara acak pada 30 kultivar pisang.

3.4 Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapang, meliputi karakter morfologi sesuai pedoman karakterisasi pada deskriptor tanaman pisang yaitu (1) Habitus daun, (2) Aspek dari batang semu, (3) Warna batang semu, (4) Bercak pada batang semu, (5) Warna bercak pada batang semu, (6) Penampakan pada batang semu, (7) Warna batang semu bagian dalam, (8) Pigmentasi batang semu bagian dalam, (9) Warna getah, (10) Lapisan lilin pada pelepah, (11) Posisi anak-anak, (12) Bercak pada dasar *petiole*, (13) Warna bercak pada dasar *petiole*, (14) Bentuk kanal *petiole*, (15) Warna tepi *petiole*, (16) Pinggir dari tepi *petiole*, (17) Warna daun bagian atas, (18) Kenampakan daun bagian atas, (19) Warna daun bagian bawah, (20) Kenampakan daun bagian bawah, (21) Lapisan lilin pada daun, (22) Bentuk dasar daun, (23) Kerutan pada daun, (24) Warna tulang daun bagian bawah, (25) Warna tulang daun bagian atas, (26) Ruas kosong pada tandan, (27) Warna tandan, (28) Bulu pada tandan, (29) Penampakan sisir, (30) Posisi buah pada mahkota, (31) Posisi *rachis*, (32) Bentuk jantung, (33) Bentuk dasar *braktea*, (34) Bentuk ujung *braktea*, (35) Warna *braktea* bagian dalam, (36) Warna *braktea* bagian luar, (37) Warna ujung *braktea*, (38) Luka *braktea* pada *rachis*, (39) Hilangnya warna pada dasar *braktea*, (40) Bentuk *braktea*, (41) Jatuhnya *braktea*, (42) Kebiasaan *braktea* sebelum jatuh, (43) Lapisan lilin pada *braktea*, (44) Kebiasaan bunga jantan, (45) Warna dasar *compound tepal*, (46) Pigmentasi *compound tepal*, (47) Warna *lobe* pada *compound tepal*, (48) Warna *free tepal*, (49) Bentuk *free tepal*, (50) Perkembangan pada ujung *free tepal*, (51) Bentuk ujung *free tepal*, (52) Warna tangkai sari, (53) Warna benang sari, (54) Warna serbuk sari, (55) Warna dasar putik, (56) pigmentasi pada putik, (57) Bentuk putik, (58) Warna kepala putik, (59) Bentuk *ovary*, (60) Warna dasar *ovary*, (61) Pigmentasi pada *ovary*, (62) Warna dominan bunga jantan, (63) Susunan *ovul*, (64) Bentuk buah, (65) Potongan melintang buah, (66) Bentuk ujung buah, (67) Panjang tangkai buah, (68) Warna kulit buah sebelum matang, (69) Warna daging buah sebelum matang, (70) Keberadaan biji.

3.5 Analisis Data

Data hasil pengamatan yang diperoleh dari penelitian, selanjutnya dikelompokkan menurut genom berdasarkan 15 karakter sesuai dengan metode Simmonds dan Shepherd (1982) kemudian skoring tersebut dijumlah dan disesuaikan dengan kunci skoring berdasarkan metode dari Simmonds dan Shepherd (1982), Silayoi dan Chamchalow (1987), Singh dan Uma (1996) dan Rinaldi, Mansyurdin dan Hermanto (2014) untuk mengetahui susunan genomnya. Analisis data untuk mencari hubungan kekerabatan dilakukan dengan metode *Unweighted Pair-group Method with Arithmetic Averaging (UPGMA)* menggunakan program komputer *MVSP (Multi-Variete Statistical Package)*.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

















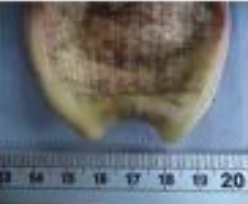

















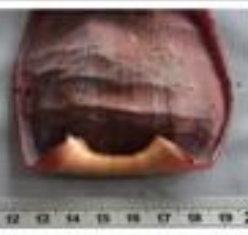
4.1 Hasil

4.1.1 Pengelompokan Genom


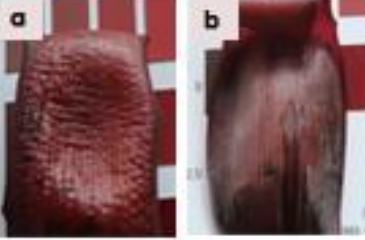




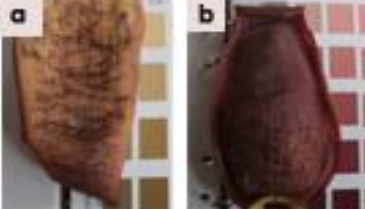


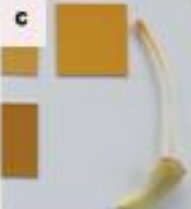





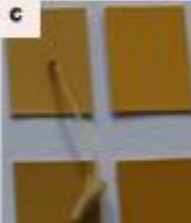


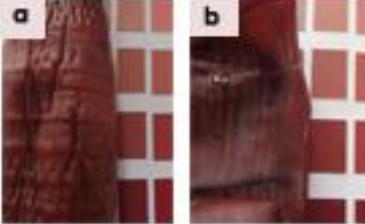



Kebun Raya Purwodadi memiliki 105 kultivar koleksi pisang baik yang merupakan pisang budidaya maupun pisang liar. Dari 105 kultivar koleksi tersebut, dipilih secara acak 30 kultivar pisang yang telah mencapai fase generatif untuk dikarakterisasi (Lampiran 1). Terdapat 15 karakter sebagai dasar penentu genom yang meliputi warna batang semu, bentuk kanal dari *petiole*, bulu pada tandan, panjang/pendeknya tangkai buah, susunan *ovul*, bentuk bahu pada *braktea*, kebiasaan *braktea* sebelum jatuh, bentuk *braktea*, bentuk ujung *braktea*, warna *braktea*, pudarnya warna pada *braktea* bagian dalam, luka pada *rachis*, bentuk *free tepal* pada bunga jantan, warna bunga jantan, dan warna putik. Dokumentasi dari 15 karakter yang telah diamati tersaji pada Tabel 3.

Hasil skoring dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil skoring genom berdasarkan 4 metode yaitu Simmonds dan Shepherd (1982), Silayoi dan Chamchalow (1987), Singh dan Uma (1996), Rinaldi, Mansyurdin dan Hermanto (2014) menunjukkan susunan genom yang sama. Kecuali pada beberapa kultivar pisang hanya berdasarkan satu/ dua metode saja yaitu pisang Ebung bergenom AB menurut metode skoring dari Rinaldi, Mansyurdin dan Hermanto (2014), dan tidak dapat diduga susunan genomnya berdasarkan tiga metode yang lain. Sobo Awu bergenom AB menurut metode Singh dan Uma (1996) tetapi bergenom AAB menurut tiga metode yang lain. Klutuk Wulung bergenom BB menurut metode Silayoi dan Chamchalow (1987), Singh dan Uma (1996), tetapi bergenom ABBB menurut metode Rinaldi, Mansyurdin dan Hermanto (2014) dan tidak dapat diduga susunan genomnya menurut metode Simmonds dan Shepherd (1982). Rojo Siem bergenom AB menurut metode Rinaldi, Mansyurdi, dan Hermanto (2014) tetapi tidak dapat diduga susunan genomnya berdasarkan tiga metode yang lain. Mas Mirah bergenom AB menurut metode Singh dan Uma (1996), Rinaldi, Mansyurdin, dan Hermanto (2014) tetapi tidak dapat diduga susunan genomnya berdasarkan dua metode yang lain.

























Tabel 3. Dokumentasi 15 karakter penentu genom

Kultivar / nama lokal	Bercak di (a) dasar petiole (b) batang semu		Kanal petiole	Bulu pada peduncle		Pedical	Susunan Ovul	Bentuk bahu pada braktea
1). Pisang Rojo Marto		 	 12 13 14 15			 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	 10 11 12 13	Tidak terdokumentasi
2). Pisang Rayap		 	 11 12 13 14			 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	 14 15 16 17	 12 13 14 15 16 17 18 19 20
3). Pisang Cici Hutan		 	 10 11 12 13			 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	 10 11 12	 12 13 14 15 16 17
4). Pisang Pulut		 	 13 14 15 16 17			 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	 9 10 11 12 13	 12 13 14 15 16 17 18 19 20



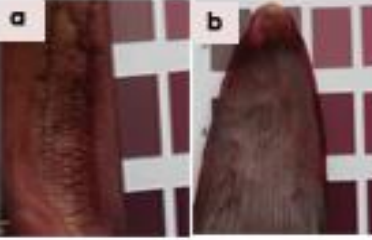


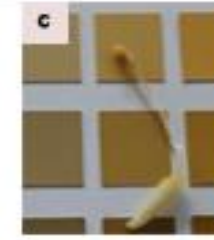






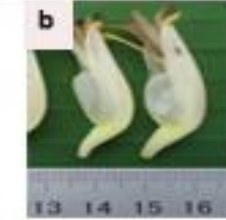




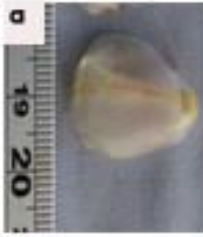

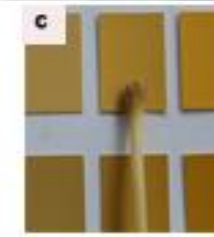






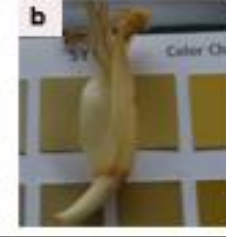
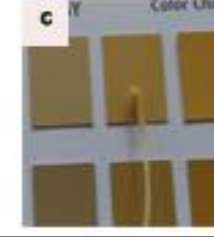
Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bentuk dan kebiasaan braktea sebelum jatuh (a), dan luka di rachis (b)	Bentuk ujung braktea	Warna braktea dalam (a) dan luar (b)	Free tepal (a), Bunga jantan (b), dan putik (c)		
1). Pisang Rojo Marto		Tidak terdokumentasi				c. Tidak Terdokumentasi
2). Pisang Rayap						
3). Pisang Cici Hutan						
4). Pisang Pulut	<p>a. Tidak terdokumentasi</p> 					























Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bercak di (a) dasar petiole (b) batang semu	Kanal petiole	Bulu pada peduncle	Pedicef	Susunan Ovul	Bentuk bahu pada braktea
5). Pisang Susu						
6). Pisang <i>M. acuminata</i> Colla var. tomentosa						
7). Pisang Kates						
8). Pisang Ebung						







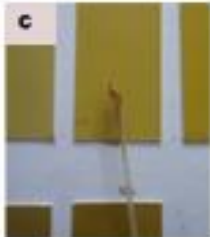




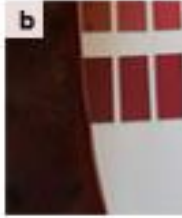


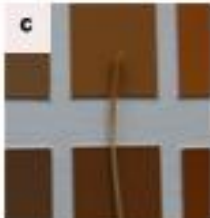







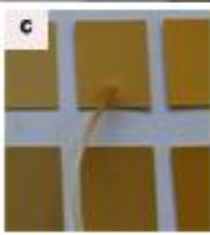






Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bentuk dan kebiasaan braktea sebelum jatuh (a), dan luka di rachis (b)		Bentuk ujung braktea	Warna braktea dalam (a) dan luar (b)		Free tepal (a), Bunga jantan (b), dan putik (c)		
5). Pisang Susu	Tidak terdokumentasi 							
6). Pisang <i>M. acuminata</i> Colla var. <i>tomentosa</i>								
7). Pisang Kates				Tidak terdokumentasi				
8). Pisang Ebung								






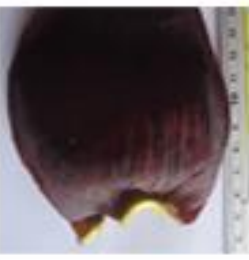
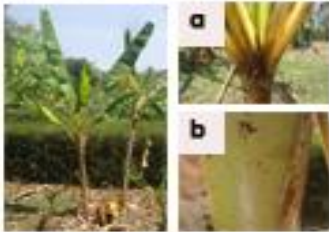















Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bercak di (a) dasar petiole (b) batang semu	Kanal petiole	Bulu pada peduncle	Pediceal	Susunan Ovul	Bentuk bahu pada braktea
9). Pisang Klutuk						
10). Pisang Blitung						
11). Pisang Rajo Molo						
12). Pisang Awak				Tidak Terdokumentasi	Tidak Terdokumentasi	



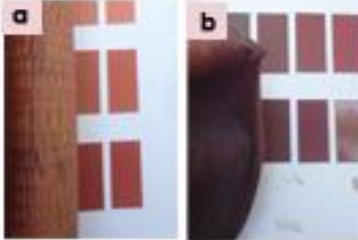



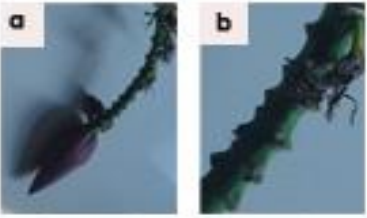








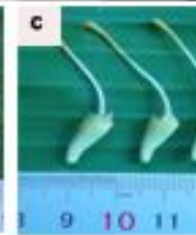





Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bentuk dan kebiasaan braktea sebelum jatuh (a), dan luka di rachis (b)	Bentuk ujung braktea	Warna braktea dalam (a) dan luar (b)	Free tepal (a), bunga jantan (b), dan putik (c)
9). Pisang Klutuk	 		 b. Tidak terdokumentasi	  
10). Pisang Blitung	 		 	  
11). Pisang Rojo Molo	 		 	  
12). Pisang Awak	 		Tidak terdokumentasi	  
















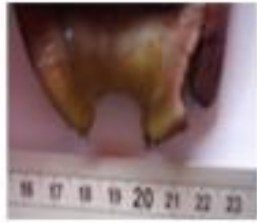


















Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bercak di (a) dasar petiole (b) batang semu	Kanal petiole	Bulu pada peduncle	Pedicef	Susunan Ovul	Bentuk bahu pada braktea
13). Pisang Jambe						
14). Pisang Jaran						Tidak terdokumentasi
15). Pisang Kayu						Tidak terdokumentasi
16). Pisang Sobo Awu						











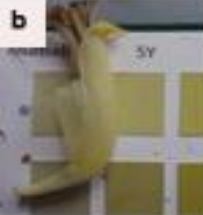








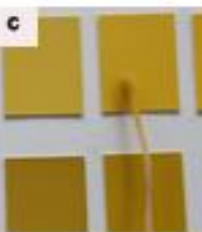





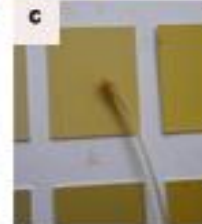
Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bentuk dan kebiasaan braktea sebelum jatuh (a), dan luka di rachis (b)		Bentuk ujung braktea	Warna braktea dalam (a) dan luar (b)	Free tepal (a), Bunga jantan (b), dan stigma (c)		
13). Pisang Jambe							
14). Pisang Jaran				<p>Tidak terdokumentasi</p>			
15). Pisang Kayu				<p>Tidak terdokumentasi</p>			
16). Pisang Sobo Awu				<p>Tidak terdokumentasi</p>			






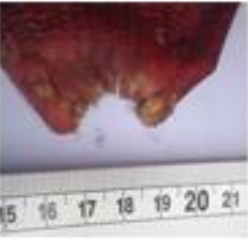


















Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bercak di (a) dasar petiole (b) batang semu	Kanal petiole	Bulu pada peduncle		Pedicef	Susunan Ovul	Bentuk bahu pada braktea
17). Pisang Usuk	  				Tidak terdokumentasi		Tidak terdokumentasi
18). Pisang Grito	  						
19). Pisang Kreas	  						
20). Pisang Klutuk Wulung	  						




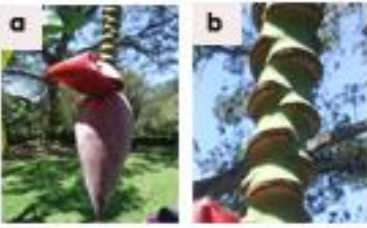

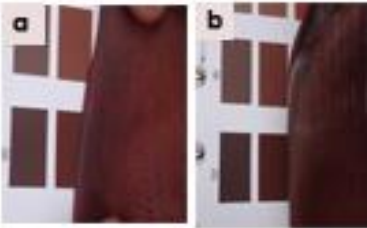

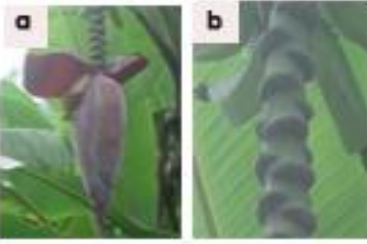

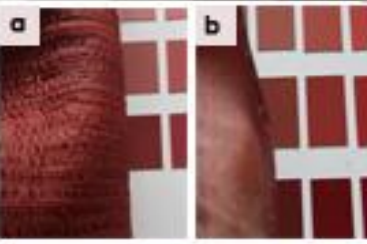



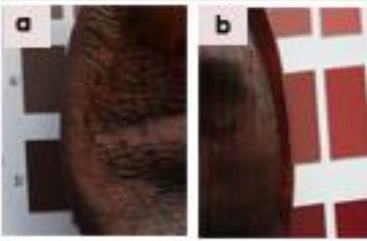
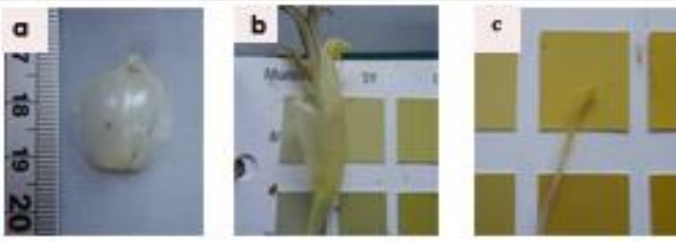
Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar/ nama lokal	Bentuk dan kebiasaan braktea sebelum jatuh (a), dan luka di rachis (b)	Bentuk ujung braktea	Warna braktea dalam (a) dan luar (b)	Free tepal (a), Bunga jantan (b), dan putik (c)		
17). Pisang Usuk	 		Tidak terdokumentasi			
18). Pisang Grito	 		Tidak terdokumentasi			
19). Pisang Kreas	 		 			
20). Pisang Klutuk Wulung	 		Tidak terdokumentasi			






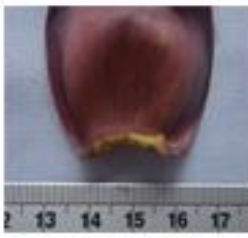


















Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bercak di (a) dasar petiole (b) batang semu	Kanal petiole	Bulu pada peduncle	Pedical	Susunan Ovul	Bentuk bahu pada braktea
21). Pisang Tanduk Hijau						
22). Pisang Rojo Siem						
23). Pisang Rojo Bandung						
24). Pisang Plembang						










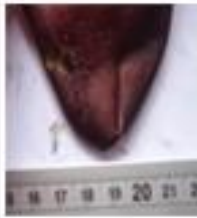



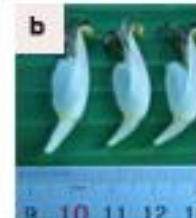
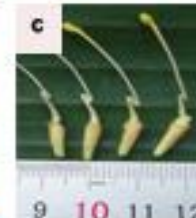











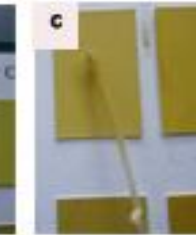
Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bentuk dan kebiasaan braktea sebelum jatuh (a), dan luka di rachis (b)		Bentuk ujung braktea	Warna braktea dalam (a) dan luar (b)		Free tepal (a), Bunga jantan (b), dan putik (c)		
21). Pisang Tanduk Hijau				Tidak terdokumentasi				
22). Pisang Rojo Siem								
23). Pisang Rojo Bandung								
24). Pisang Piembang								















Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bercak di (a) dasar petiole (b) batang semu	Kanal petiole	Bulu pada peduncle	Pedical	Susunan Ovul	Bentuk bahu pada braktea
25). Pisang Berlin Kuning						
26). Pisang Cici						
27). Pisang Mas Mirah						
28). Pisang Kongkong						



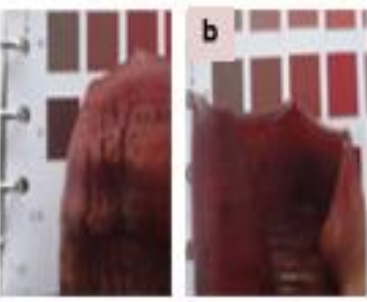
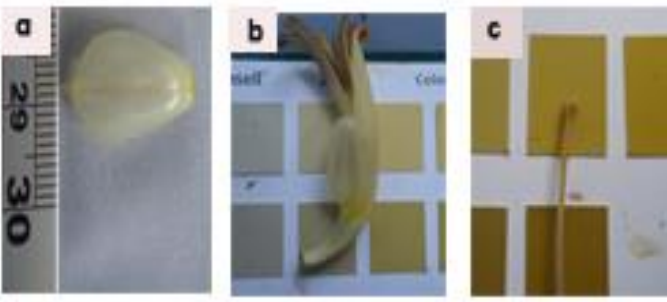



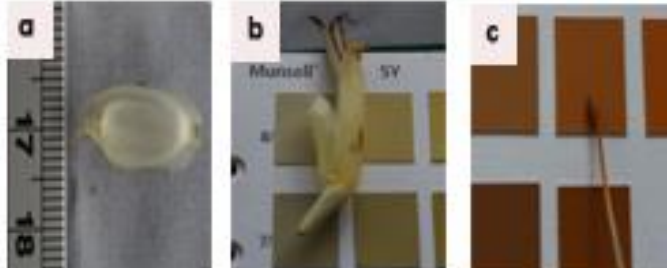
Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bentuk dan kebiasaan braktea sebelum jatuh (a), dan luka di rachis (b)		Bentuk ujung braktea	Warna braktea dalam (a) dan luar (b)	Free tepal (a), Bunga jantan (b), dan putik (c)		
25). Pisang Berlin Kuning				 b. Tidak terdokumentasi			
26). Pisang Cici				 			
27). Pisang Mas Mirah				Tidak terdokumentasi			 c. Tidak terdokumentasi
28). Pisang Kongkong				 b. Tidak terdokumentasi			

Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bercak di (a) dasar petiole (b) batang semu	Kanal petiole	Bulu pada peduncle	Pedicef	Susunan Ovul	Bentuk behu pada braktea
29). Pisang Rojo Gantung	  		 	Tidak terdokumentasi	Tidak terdokumentasi	Tidak terdokumentasi
30). Pisang Brentol Warangan	 		 			

Tabel lanjutan dari (Tabel 3)

Kultivar / nama lokal	Bentuk dan kebiasaan braktea sebelum jatuh (a), dan luka di rachis (b)		Bentuk ujung braktea	Warna braktea dalam (a) dan luar (b)		Free tepal (a), Bunga jantan (b), dan putik (c)		
29). Pisang Rojo Gantung								
30). Pisang Brentol Warangan								

Tabel 4. Hasil skoring 30 kultivar pisang

No	Kultivar	Karakter														Σ	Ge- nom	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n			o
1	Rojo Marto	1	5	5	5	1	1	1	3	5	3	1	1	1	2	5	44	AAB
2	Rayap	1	1	5	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	26	AAB
3	Cici Hutan	2	1	5	1	1	5	1	3	1	3	1	1	5	1	2	29	AAB
4	Pulut	1	1	5	5	1	1	1	4	1	3	1	1	5	2	2	38	AAB
5	Susu	2	5	5	5	1	5	1	3	1	1	5	5	5	2	2	44	AAB
6	<i>Musa acuminata</i> Colla var. <i>tomentosa</i>	1	1	1	1	1	5	1	3	1	1	1	1	1	1	2	18	AA/ AAA
7	Kates	4	1	5	5	1	5	1	3	5	3	5	1	1	5	2	43	AAB
8	Ebung	1	5	5	1	1	5	1	5	5	3	5	5	1	5	5	53	AB
9	Klutuk	5	1	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	1	5	1	60	ABB
10	Blitung	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	2	1	28	AAB
11	Rojo Molo	2	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	2	2	26	AAB
12	Awak	3	5	5	1	1	3	1	3	5	1	1	1	1	5	5	41	AAB
13	Jambe	1	1	5	1	1	1	1	3	1	1	1	1	5	2	1	30	AAB
14	Jaran	4	1	5	1	1	1	1	3	5	1	1	1	1	2	2	34	AAB
15	Kayu	4	1	5	1	1	1	1	4	5	1	1	1	1	2	2	35	AAB
16	Sobo Awu	4	5	5	5	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	5	46	AB
17	Usuk	4	1	5	5	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	2	31	AAB
18	Grito	1	1	1	1	1	5	1	3	1	1	1	1	1	2	1	18	AA/ AAA
19	Kreas	2	1	1	1	1	5	1	3	1	3	1	1	1	2	2	22	AA/ AAA
20	Klutuk Wulung	5	5	5	5	5	3	5	4	5	3	5	5	5	5	5	70	BB
21	Tanduk Hijau	2	1	1	5	1	3	1	4	1	1	5	1	1	5	5	37	AAB
22	Rojo Siem	5	5	5	5	1	5	1	5	5	1	5	1	5	5	2	56	AB
23	Rojo Bandung	5	5	5	5	5	5	1	3	5	5	5	1	5	5	5	61	ABB
24	Plembang	2	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	5	2	2	30	AAB
25	Berlin Kuning	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	5	1	1	2	2	27	AAB
26	Cici	2	1	5	5	1	5	1	3	1	5	1	1	5	5	2	39	AAB
27	Mas Mirah	5	1	5	5	1	1	5	4	1	1	5	1	5	1	2	47	AB
28	Kongkong	3	1	5	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5	2	2	34	AAB
29	Rojo Glintung	3	1	5	1	1	3	1	5	5	5	5	1	1	2	1	40	AAB
30	Brentol Warangan	2	1	5	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	2	1	28	AAB

Keterangan : (a) Warna batang semu, (b) Bentuk kanal *petiole*, (c) *Tandan*, (d) *Tangkai buah*, (e) Susunan *ovule*, (f) Bentuk bahu *braktea*, (g) Kebiasaan *braktea* sebelum jatuh, (h) Bentuk *braktea* (i) Ujung *braktea*, (j) Warna *braktea*, (k) Kepudaran *braktea*, (l) Luka pada *rachis*, (m) *Free tepal* pada bunga jantan, (n) Warna bunga jantan, (o) Warna *putik*

Sesuai dengan skoring di atas, hasil pengelompokan pisang berdasarkan genom disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengelompokan 30 kultivar pisang berdasarkan genom

AA/AAA	AAB	
1. <i>M. acuminata</i> var. <i>tomentosa</i> 2. Pisang Grito 3. Pisang Kreas	1. Pisang Rojo Marto 2. Pisang Rayap 3. Pisang Cici Hutan 4. Pisang Pulut 5. Pisang Susu 6. Pisang Kates 7. Pisang Blitung 8. Pisang Rojo Molo 9. Pisang Awak 10. Pisang Jambe	11. Pisang Jaran 12. Pisang kayu 13. Pisang Usuk 14. Pisang Tanduk Hijau 15. Pisang Plembang 16. Pisang Berlin Kuning 17. Pisang Cici 18. Pisang Kongkong 19. Pisang Rojo Glintung 20. Pisang Brentol Warangan
AB	ABB	BB
1. Pisang Mas Mirah 2. Pisang Rojo Siem 3. Pisang Sobo Awu 4. Pisang Ebung 5. Pisang Rojo Bandung	Pisang Klutuk	Pisang Klutuk Wulung

Hasil skoring 30 kultivar pisang (Tabel 4) menunjukkan skor yang berbeda-beda dengan rentang skor 18-70. Skor terkecil terdapat pada pisang *M. acuminata* Colla var. *tomentosa* dan Grito. Sedangkan skor tertinggi pada pisang Klutuk Wulung. Beberapa kultivar pisang memiliki hasil skoring yang sama yaitu pisang *M. acuminata* Colla var. *tomentosa* dan pisang Grito dengan skoring 18, pisang Rayap dan pisang Rojo Molo dengan skoring 26, pisang Blitung dan Brentol Warangan dengan skoring 28, pisang Jaran dan pisang Kongkong dengan skoring 34, pisang Rojo Marto dan pisang Susu dengan skoring 44.

Hasil pengelompokan genom (Tabel 5) bahwa terdapat lima kelompok genom yang terbentuk yaitu genom AA/AAA, AAB, AB, ABB, dan BB. Dari 30 kultivar pisang tersebut diketahui bahwa mayoritas merupakan pisang bergenom triploid. Kelompok genom yang memiliki anggota terbanyak adalah genom AAB sebanyak 20 kultivar yang memiliki rentang skoring 26-44. Kelompok genom

AAB meliputi pisang Rojo Marto, pisang Rayap, pisang Cici Hutan, pisang Pulut, pisang Susu, pisang Kates, pisang Blitung, pisang Rojo Molo, pisang Awak, pisang Jambe, pisang Jaran, pisang Kayu, pisang Usuk, pisang Tanduk Hijau, pisang Plembang, pisang Berlin Kuning, pisang Cici, pisang Kongkong, pisang Rojo Glintung, dan pisang Brentol Warangan. Kelompok genom AA/AAA memiliki tiga anggota dengan rentang skoring 18-22 yang meliputi *M. acuminata* var. *tomentosa*, pisang Grito dan pisang Kreas. Kelompok genom AB memiliki rentang skoring 47-61 yang meliputi pisang Mas Mirah, pisang Rojo Siem, pisang Sobo Awu, pisang Ebung, dan pisang Rojo Bandung. Kelompok genom ABB yaitu pisang Klutuk dengan skoring 60 dan kelompok genom BB yaitu pisang Klutuk Wulung dengan skoring 70.

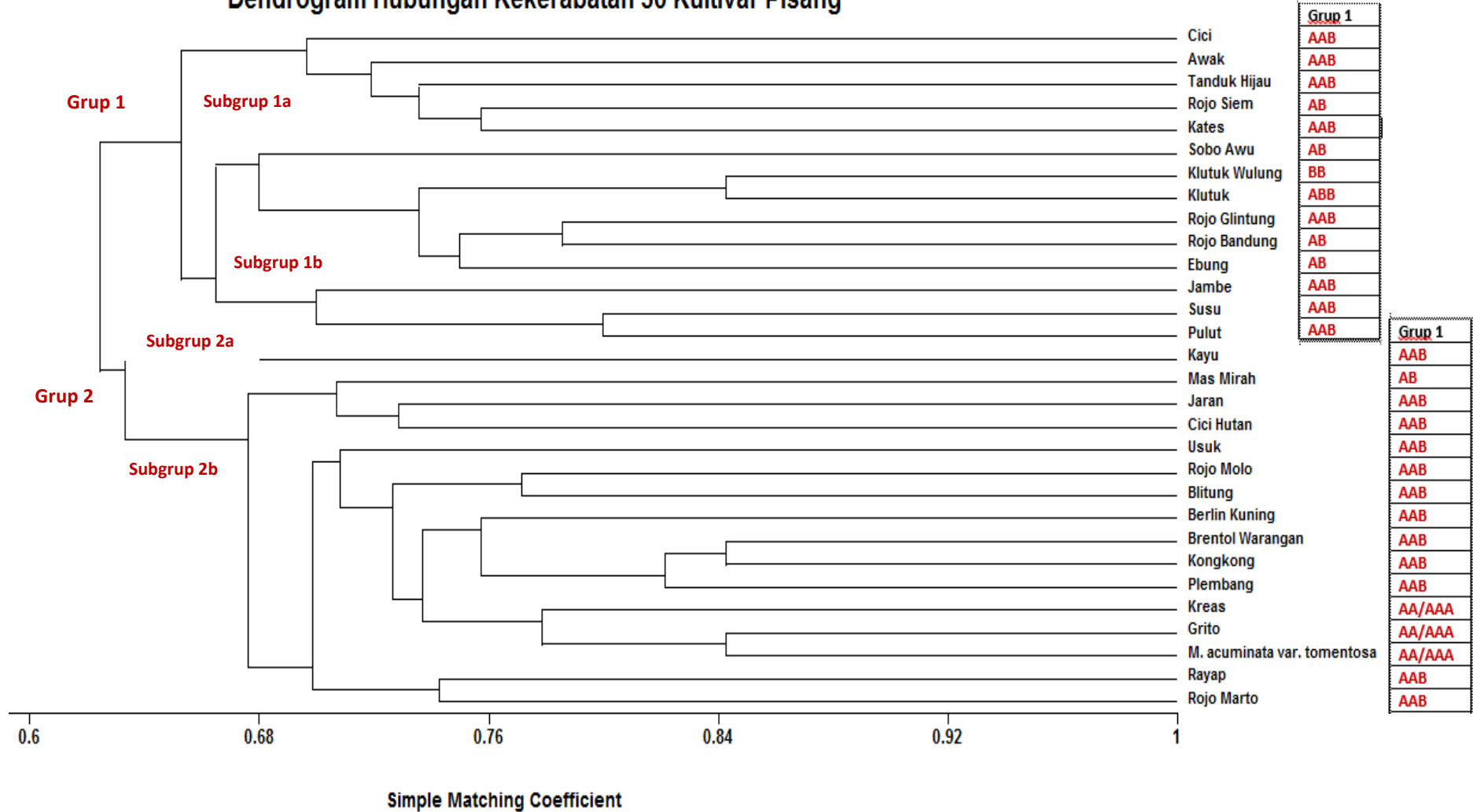
4.1.2 Hubungan Kekkerabatan

Hubungan kekerabatan dapat dilihat pada tabel nilai kemiripan dan dendrogram. Nilai kemiripan dapat dilihat pada (Tabel 6) dan dendrogram dapat dilihat pada (Gambar 20). Dendrogram menunjukkan bahwa nilai kemiripan berkisar antara 0,62-0,84. Nilai kemiripan tertinggi adalah 0,84 atau 84% yang berada pada pisang *M. acuminata* Colla var. *tomentosa* dengan Grito, Klutuk dengan Klutuk Wulung, dan Kongkong dengan Brentol Warangan. Nilai kemiripan terkecil yaitu 0,62 atau 62% yang memisahkan 30 kultivar pisang menjadi dua kelompok besar (Gambar 20). Kelompok pertama memiliki 14 anggota yaitu pisang Cici, Awak, Tanduk Hijau, Rojo Siem, Kates, Sobo Awu, Klutuk Wulung, Klutuk, Rojo Glintung, Rojo Bandung, Ebung, Jambe, Susu, dan Pulut. Kelompok kedua memiliki 16 anggota yaitu pisang Kayu, Mas Mirah, Jaran, Cici Hutan, Usuk, Rojo Molo, Blitung, Berlin Kuning, Brentol Warangan, Kongkong, Plembang, Kreas, Grito, *M. acuminata* Colla var. *tomentosa*, Rayap, dan Rojo Marto. Kelompok pertama ditempati oleh kultivar pisang yang memiliki genom AAB, AB, ABB, dan BB. Kelompok kedua ditempati oleh kultivar pisang yang memiliki genom AA/AAA, AAB, dan AB.

Tabel 6. Nilai kemiripan

Node	Grop 1	Grop 2	Simil.	Obyek dalam Grup
1	<i>M. acuminata</i> var. <i>tomentosa</i>	Grito	0.84	2
2	Klutuk	Klutuk Wulung	0.84	2
3	Kongkong	Brentol Warangan	0.84	2
4	Plembang	Node 3	0.82	3
5	Pulut	Susu	0.80	2
6	Rojo Bandung	Rojo Glintung	0.79	2
7	Node 1	Kreas	0.78	3
8	Blitung	Rojo Molo	0.77	2
9	Kates	Rojo Siem	0.76	2
10	Node 4	Berlin Kuning	0.76	4
11	Ebung	Node 6	0.75	3
12	Rojo Marto	Rayap	0.74	2
13	Node 7	Node 10	0.74	7
14	Node 9	Tanduk Hijau	0.74	3
15	Node 11	Node 2	0.74	5
16	Cici Hutan	Jaran	0.73	2
17	Node 13	Node 8	0.73	9
18	Node 14	Awak	0.72	4
19	Node 17	Usuk	0.71	10
20	Node 16	Mas Mirah	0.71	3
21	Node 5	Jambe	0.70	3
22	Node 12	Node 19	0.70	12
23	Node 18	Cici	0.70	5
24	Node 15	Sobo Awu	0.68	6
25	Node 22	Node 20	0.68	15
26	Node 21	Node 24	0.66	9
27	Node 26	Node 23	0.65	14
28	Node 25	Kayu	0.63	16
29	Node 28	Node 27	0.62	30

Dendrogram Hubungan Kekerbatan 30 Kultivar Pisang



Gambar 20. Dendrogram hubungan kekerabatan

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengelompokan Genom

Skoring 30 kultivar pisang menghasilkan rentang skor antara 18-70. Skoring terendah dimiliki oleh pisang *M. acuminata* var. *tomentosa* dan Grito. Hal ini menunjukkan bahwa kedua pisang tersebut memiliki ciri-ciri dominan dari *M. acuminata*, kecuali pada karakter bentuk bahu *braktea* yang mengarah kepada *M. balbisiana* yaitu memiliki bahu yang kecil, bentuk *braktea*, warna bunga jantan, dan warna putik yang mengarah pada karakter yang dimiliki oleh *M. acuminata* dan *M. balbisiana* yaitu bentuk *braktea* medium, warna bunga jantan kuning pucat (Grito), dan warna putik kuning (*M. acuminata* var. *tomentosa*) (Tabel 3). Skoring tertinggi dimiliki oleh pisang Klutuk Wulung yang menunjukkan bahwa karakter yang dimiliki pisang Klutuk Wulung memiliki ciri-ciri dominan dari *M. balbisiana* kecuali pada karakter bentuk bahu *braktea* dan warna *braktea* yang mengarah pada karakter yang dimiliki oleh *M. acuminata* dan *M. balbisiana* yaitu bentuk *braktea* medium dan warna *braktea* merah di bagian dalam dan merah keunguan di bagian luar (Tabel 3). Beberapa kultivar pisang memiliki skoring yang sama tetapi memiliki karakter yang berbeda seperti pisang Blitung dan Brentol Warangan sama-sama memiliki skor 28 dengan 5 karakter yang berbeda dari 15 karakter yang diamati. Pisang Blitung memiliki bercak di batang semu dan di dasar *petiole* banyak (Gambar 21), berwarna hitam, memiliki bulu yang banyak pada tandan (Gambar 22), *braktea* berbentuk oval dengan ujung yang tumpul dan terbelah serta bagian dalam dan luarnya berwarna merah keunguan (Gambar 23). Pisang Brentol Warangan memiliki bercak yang sedang; berwarna coklat di batang semu dan bercak yang lebar berwarna coklat kemerahan di dasar *petiole*, tidak terdapat bulu pada tandan, *braktea* berbentuk oval dengan ujung yang lancip, bagian dalam *braktea* berwarna jingga dan bagian luarnya berwarna merah keunguan.



Gambar 21. Bercak pada batang semu, (a) Blitung, (b) Brentol Warangan



Gambar 22. Bulu pada tandan. (a) Blitung, (b) Brentol Warangan



Gambar 23. (1) Blitung, (2) Brentol Warangan, a) Bentuk jantung, b) Ujung *braktea*

Skoring terhadap 30 kultivar pisang menghasilkan 5 kelompok genom yaitu AA/AAA, AAB, AB, ABB, dan BB dimana jumlah anggota terbanyak berada pada kelompok AAB. Hal tersebut menunjukkan bahwa kebanyakan pisang yang ada di Kebun Raya Purwodadi merupakan hibrid atau pisang yang telah melakukan persilangan. Hal ini didukung dengan pernyataan Valmayor, *et al* (2000) bahwa AAB hibrid memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan klon ABB, dan juga untuk AB, AABB, dan ABBB hibrid masih jarang. Hasil skoring menggunakan empat metode menunjukkan bahwa pisang Rojo Marto, Jambe, Pulut, Tanduk Hijau, dan Rojo Molo memiliki genom AAB dan pisang Klutuk Wulung memiliki genom BB. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Hapsari dan Masrum (2012) bahwa Rojo Marto dan Jambe bergenom AAB yang digunakan sebagai pisang buah, begitu pula dengan pisang Pulut, Tanduk Hijau, dan Rojo Molo memiliki genom AAB dan pisang Klutuk Wulung memiliki genom BB. Hapsari dan Masrum (2012) menyatakan bahwa Brentol Warangan, Kates, Ebung dan Sobo Awu bergenom ABB, sedangkan pisang Kayu, Kongkong, Jaran, Blitung, dan Susu bergenom AA/AAA. Hal ini berbeda dengan hasil genom yang didapatkan pada Pisang Brentol Warangan, Kates, Kayu, Kongkong, Jaran, Blitung, dan Susu (AAB), Ebung (AB), Sobo Awu (AB), Klutuk (ABB).

Perbedaan pendugaan susunan genom disebabkan oleh adanya perbedaan dalam skoring. Menurut (Nisa, Badruzsaufari, dan Wijaya, 2010) perbedaan

skoring dalam pendugaan grup salah satunya disebabkan oleh rentang skor yang berbeda. Adanya perbedaan yang terjadi antara hasil pengamatan dengan pustaka menunjukkan adanya variasi terhadap ciri/sifat pada satu kultivar. Adanya kemiripan antar kultivar yang berbeda kelompok genom juga menyebabkan pendugaan genom yang berbeda. Seperti terlihat pada pisang Sobo Awu yang memiliki skor 46 jika skoring menggunakan metode Simmonds dan Shepherd (1982), Silayoi dan Chamchalow (1987) dan Rinaldi, Mansyurdin dan Hermanto (2014) masuk ke dalam kelompok genom AAB, namun skoring menggunakan metode dari Singh dan Uma (1996) pisang Sobo Awu masuk ke dalam kelompok genom AB. Pada skoring metode Simmonds dan Shepherd (1982), Silayoi dan Chamchalow (1987), Singh dan Uma (1996), Rinaldi, Mansyurdin dan Hermanto (2014) beberapa kultivar pisang tidak dapat diduga susunan genomnya. Pisang Rojo Siem memiliki skoring 56 dan pisang Mas Mirah memiliki skoring 47 sehingga untuk pendugaan genom pisang Rojo Siem menggunakan metode Rinaldi, Mansyurdi, dan Hermanto (2014) dan pisang Mas Mirah menggunakan metode Singh dan Uma (1996), Rinaldi, Mansyurdin dan Hermanto (2014) yang menunjukkan bahwa pisang Rojo Siem dan Mas Mirah masuk ke dalam kelompok genom AB.

Keempat sistem skoring tersebut memiliki kelemahan karena tidak dapat membedakan antara kelompok genom AA dan AAA. Tidak dibedakannya kelompok genom AA dan AAA ini disebabkan ploidi pada genom AA diploid menjadi triploid mengakibatkan perubahan jumlah kromosom tetapi tidak mengubah bentuk dari aksesori pisang (Rinaldi *et al*, 2014). Tanaman pisang yang ada sangatlah beragam baik yang memiliki genom diploid, triploid maupun tetraploid. Megia (2005) menyatakan bahwa ketersediaan berbagai level ploidi pada genom yang sama dalam plasma nutfah tanaman memberikan kesempatan untuk mengeksplorasi peran poliploidi pada fungsi metabolik dasar. Umumnya pisang triploid memiliki kenampakan buah yang lebih besar dibandingkan dengan pisang diploid. Adanya perbedaan kultivar genom pisang memberikan pengaruh terhadap sifat yang dimiliki. Genom A berasal dari *M. acuminata* dan genom B berasal dari *M. balbisiana*. Menurut Rahmawati dan Hayati (2013) aksesori-pisang yang memiliki sifat dominan dari *M. acuminata* umumnya adalah pisang yang dikonsumsi langsung sedangkan yang dominan dari *M. balbisiana* umumnya

perlu diolah atau dimasak terlebih dahulu. Pisang dengan genom AA bertanggung jawab terhadap rasa manis atau asam dengan kadar pati rendah, sedangkan genom BB berkaitan dengan kadar pati yang lebih tinggi (Suprianti *et al.*, 2013). Oleh karena sifat tersebut pisang dibedakan menjadi dua kultivar yaitu pisang buah (*dessert banana*) dan pisang olah (*plantain*).

Menurut Aurore, Parvait, and Fahrasmane (2008) kebanyakan kultivar pisang buah adalah yang bergenom AA/AAA sedangkan pisang olah berasal dari kelompok AAB, ABB, atau BBB. Pisang buah memiliki daging buah yang dapat dimakan, bebas dari biji dan memiliki aroma yang khas. Saat matang, kulit dari buah segar berubah warna dari hijau menjadi kuning, dan daging yang awalnya keras menjadi lunak. Komposisi buah terdiri atas 75% air, mengandung 90 kkal/100g, 20g karbohidrat tiap 100g buah segar, 4.1-5.55mg kalium tiap 100g berat kering dan kaya akan kandungan gula saat matang (Goswami and Borthakur; 1996 *dalam* Aurore *et al*, 2008). Pada pisang olah, kaya akan karbohidrat, memiliki tekstur yang keras meskipun telah matang karena masih mengandung zat tepung (Valmayor; 2000 *dalam* Aurore *et al*, 2008). Hasil percobaan Qi, Moore, dan Orchard (2000) pada pengaruh lama pemasakan pisang Big Ebanga (AAB) dengan Hijau Cavendish (AAA) yang mana percobaan tersebut menunjukkan bahwa pisang Big Ebanga yang memiliki genom AAB memiliki daging buah yang 33% lebih keras dibandingkan dengan pisang Hijau Cavendish yang mentah. Kekerasan daging pada pisang Hijau Cavendish menurun tajam selama 10 menit proses pemasakan sedangkan pada pisang Big Ebanga pelunakan daging berjalan lambat selama pemasakan. Jaringan daging buah pada buah olah mengandung lebih banyak tepung, amilosa, dan bahan kering tetapi pisang buah memiliki 30% pektin lebih banyak dari pada Big Ebanga.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Hapsari dan Masrum (2012) menunjukkan bahwa kultivar kelompok genom AAB, ABB dan BBB lebih toleran terhadap penyakit kerdil pisang dibandingkan dengan kultivar yang bergenom AA dan AAA. Pisang dengan satu atau dua genom B menunjukkan sifat yang lebih toleran terhadap penyakit kerdil (Niyongera, Ateka, Losenge, Blome and Leoint, 2011). Meskipun beberapa kultivar yang diketahui cenderung toleran terhadap penyakit kerdil ternyata memiliki sifat yang rentan terhadap layu darah (Hapsari dan Masrum, 2012). Selain itu pisang yang mengandung genom B cenderung

menghasilkan senyawa fenol yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pisang yang tidak mengandung genom B atau sedikit mengandung genom B. Perbanyakkan pisang melalui kultur *in vitro* sangat di pengaruhi oleh kultivar genom yang dimiliki. Sehingga pisang yang mengandung genom B sulit untuk dikulturkan karena bersifat menghambat inisiasi dan regenerasi tunas karena kandungan fenol yang dimiliki. Gen A yang dikandung oleh pisang yang bergenom AAB atau ABB diduga berperan mengurangi atau menghambat keluarnya senyawa fenol (Damayanti dan Roostika, 2010).

4.2.2 Hubungan Kekerbatan

Hubungan kekerabatan antar 30 kultivar pisang ditunjukkan dengan nilai kemiripan yang terdapat pada dendrogram hubungan kekerabatan. Menurut Kuswandi, Sobir, dan Suwarno (2014) hasil analisis berupa dendrogram dan jarak matriks dapat menjelaskan persentase kemiripan dan jarak genetik antar kultivar tanaman. Berdasarkan dendrogram dapat dilihat bahwa koefisien kemiripan terdekat ada pada kultivar pisang Kongkong dengan Brentol Warangan pada koefisien sebesar 84%. Hal ini menunjukkan bahwa 84% karakter vegetatif dan generatif yang ada pada pisang Kongkong juga dimiliki oleh pisang Brentol Warangan, begitu juga dengan pisang *M. acuminata* var. *tomentosa* dengan Grito, dan pisang Klutuk dengan Klutuk Wulung yang memiliki nilai kemiripan 84%.

Selain pada dendrogram, jarak kemiripan antar kultivar dapat dilihat pada matriks kemiripan (Lampiran 2). Dari matriks tersebut diketahui nilai kemiripan antar kultivar Cici dengan Klutuk merupakan jarak yang terendah yaitu 46% yang menunjukkan bahwa antara pisang Klutuk dengan Cici memiliki hubungan kekerabatan yang jauh. Menurut Cahyarini *et al*, 2010 (dalam Trimanto, 2012) jarak kemiripan dapat dikatakan jauh apabila kurang dari 0,60 atau 60%. Selain koefisien kemiripan, dendrogram juga menunjukkan jarak genetik. Jarak genetik adalah selisih genetik antar kultivar atau antar populasi dalam satu kultivar tertentu. Semakin besar jarak genetik yang ditunjukkan maka hubungan kemiripannya semakin jauh, dan sebaliknya semakin kecil jarak genetik yang ditunjukkan hubungan genetiknya akan semakin dekat serta kemiripan antar kultivar semakin mirip (Rinaldi *et al*, 2014). Menurut Sukartini (2008) faktor yang menentukan keberhasilan persilangan antar aksesori pisang selain faktor kemudahan melakukan

persilangan dan tingkat sterilitas, besarnya nilai koefisien kemiripan genetik dan jarak genetik juga mempengaruhi.

Dendrogram yang terbentuk berdasarkan 30 karakter yang meliputi karakter vegetatif dan generatif membagi 30 kultivar pisang menjadi dua kelompok besar pada koefisien 62%. Masing-masing kultivar pisang menempati kelompok dengan nilai koefisien tertentu (Gambar 20). Menurut (Herison, Turmudi, dan Handajaningsih, 2010) antar kultivar dalam satu kelompok memiliki kesamaan karakteristik morfologi maupun fisiologi yang mengindikasikan terdapat hubungan kekerabatan secara genetik antar kultivar tersebut meskipun dikumpulkan dari daerah yang berbeda. Pengelompokan pada dendrogram terbentuk karena adanya perbedaan ada tidaknya pigmentasi pada *compound tepal*. Grup 2 tidak memiliki pigmentasi pada *compound tepal* sedangkan Grup 1 memiliki pigmentasi pink pada *compound tepal* (Gambar 24) kecuali pada pisang Rojo Glintung, Jambe, Susu, dan Pulut.



Gambar 24. Pigmentasi pada *compound tepal*. (a) pisang Plembang, (b) pisang Rojo Bandung

Grup 1 terdiri dari kultivar pisang yang bergenom AAB, AB, ABB, dan BB. Grup 2 terdiri dari kultivar pisang yang memiliki genom AA/AAA, AAB, dan AB (Gambar 20). Grup pertama terdiri dari pisang yang semua anggotanya memiliki gen B, sedangkan Grup kedua terdiri dari pisang yang memiliki lebih banyak gen A. Pada Grup pertama terlihat bahwa genom yang sama tidak selalu mengumpul pada kelompok yang sama. Seperti pada pisang Rojo Siem (AB) yang memiliki hubungan lebih dekat dengan pisang Kates (ABB). Menurut (Sukartini, 2007) hal tersebut semakin menguatkan teori bahwa pada pisang-pisang yang ada terjadi proses penyerbukan bebas. Terjadinya penyerbukan bebas antara aksesori-aksesori pisang akan memperbesar peluang variasi genetik yang terjadi. Variasi-variasi tersebut dapat berupa beragamnya komposisi genom pada suatu aksesori yang disebabkan oleh perbedaan asal genom. Sehingga apabila terdapat dua atau lebih

aksesi pisang yang mempunyai genom sama belum tentu mempunyai asal genom yang sama pula.

Grup pertama terpisah menjadi dua Subgrup yaitu 1a dan 1b. Subgrup ini terpisah karena adanya perbedaan lapisan lilin yang ada pada *braktea* (Gambar 25). Subgrup 1a memiliki lapisan lilin yang tidak ada sampai medium. Subgrup 1b memiliki lapisan lilin pada *braktea* yang banyak.



Gambar 25. Perbedaan lapisan lilin pada *braktea*. (a) pisang Klutuk, (b) pisang Tanduk Hijau

Pada Grup 1 juga terlihat pisang Klutuk dan Klutuk Wulung yang mengelompok bersama dengan nilai kemiripan 84%. Bagian yang sangat tampak membedakan kedua pisang ini antara lain adalah warna batang semu, warna kulit buah sebelum matang, dan bentuk ujung *braktea*. Pisang Klutuk memiliki batang semu dan kulit buah sebelum matang yang berwarna hijau, dan ujung *braktea* berbentuk tumpul dan terbelah sedangkan Klutuk Wulung batang semunya berwarna coklat gelap, kulit luar buah sebelum matang berwarna hijau muda dan memiliki ujung *braktea* tumpul dan tidak terbelah (Gambar 26)



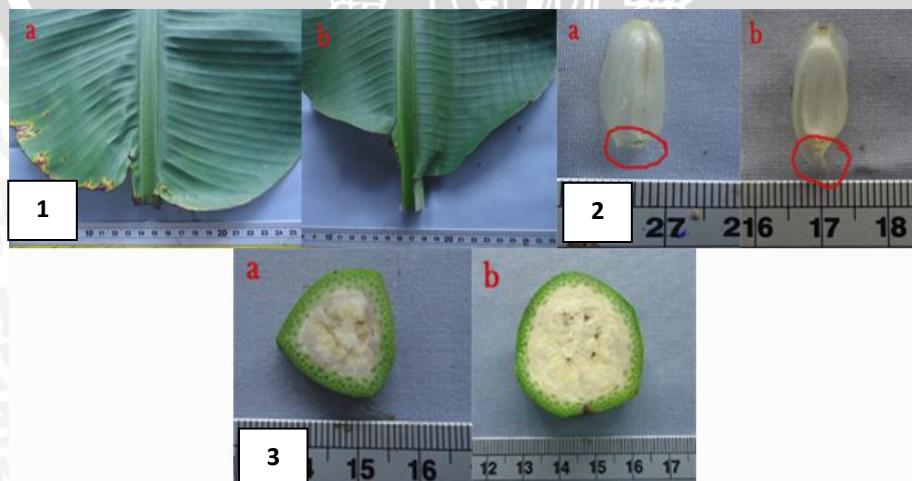
Gambar 26. (1) Warna batang semu, (2) Warna kulit buah sebelum matang, (3) Bentuk ujung *braktea*. a) pisang Klutuk, b) pisang Klutuk Wulung

Grup kedua terpisah menjadi dua subgrup yaitu 2a dan 2b. Subgrup 2a hanya diisi oleh pisang Kayu. Pemisahan tersebut terjadi karena adanya karakter pada pisang kayu yang tidak dimiliki oleh pisang lain pada anggota Grup 2 yaitu ujung *braktea* yang berbentuk tumpul dan terbelah, *braktea* bagian dalam berwarna jingga, terdapat pigmentasi berwarna coklat pada tangkai putik, bentuk *ovary* yang bengkok, dan daging buah sebelum matang berwarna putih (Gambar 27).



Gambar 27. Pisang Kayu. a) Bentuk ujung *braktea*, b) Warna *braktea* bagian dalam, c) Pigmentasi pada tangkai putik, d) Bentuk *ovary*, e) Warna daging buah sebelum matang

Hubungan kekerabatan terdekat pada Grup 2 ditempati oleh pisang *M. acuminata* var. *tomentosa* dengan Grito dan pisang Kongkong dengan Brentol Warangan. Dari 70 karakter yang diamati pada pisang Kongkong dengan Brentol Warangan hanya terdapat 18 karakter yang berbeda (Lampiran 3) yaitu bercak pada batang semu, warna batang semu, lapisan lilin pada batang semu, warna bercak di dasar *petiole*, lapisan lilin pada daun, bentuk dasar daun (Gambar 24), kerutan pada daun, warna tulang daun atas, susunan buah pada mahkota, bentuk jantung, warna *braktea* dalam, warna *braktea* luar, perkembangan pada ujung *free tepal* (Gambar 24), Warna benang sari, warna tangkai putik, warna putik, bentuk melintang dari buah (Gambar 28), dan warna dari daging buah yang belum matang.



Gambar 28. (1) Bentuk dasar daun, (2) Perkembangan pada ujung *free tepal* (3) Penampang melintang buah. a) pisang Kongkong, b) pisang Brentol Warangan

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pengelompokan genom berdasarkan 15 karakter menurut 4 metode mengelompokkan 25 kultivar pisang kedalam pendugaan susunan genom yang sama, sedangkan lima kultivar yang lain yaitu pisang Ebung dan Rojo Siem hanya dapat diduga menurut metode skoring dari Rinaldi, Mansyurdin dan Hermanto (2014), Sobo Awu memiliki genom berbeda berdasarkan metode Singh dan Uma (1996) dengan tiga metode yang lain. Klutuk Wulung berdasarkan metode Rinaldi, Mansyurdin dan Hermanto (2014) memiliki genom berbeda dengan tiga metode lain. Mas Mirah memiliki genom berbeda berdasarkan metode Singh dan Uma (1996), dengan metode Rinaldi, Mansyurdin, dan Hermanto (2014) dan tidak dapat diduga susunan genomnya berdasarkan dua metode yang lain. Hubungan kekerabatan menghasilkan dua kelompok besar dengan rentang nilai koefisien kemiripan pada dendrogram 62–84%. Hubungan kekerabatan terdekat terdapat pada pisang Kongkong dengan Brentol Warangan, pisang *Musa acuminata* var. *tomentosa* dengan Grito, dan pisang Klutuk dengan Klutuk wulung pada koefisien 84%. Nilai kemiripan terkecil adalah 62% yang menunjukkan bahwa 30 kultivar pisang memiliki hubungan kekerabatan yang dekat.

5.2 Saran

Untuk menunjang kegiatan pemuliaan tanaman pisang, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada pisang yang tidak dapat diduga ataupun berbeda susunan genomnya dari empat metode dan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh genom terhadap karakter yang dimiliki oleh pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2007. The Biology of Banana and Plantains. Uganda National Council or Science and Technology (UNCST). Uganda. 8 pp.
- Anonymous^a. 2007. Descriptors for Banana (*Musa* spp). International Plant Genetic Resources Institute. p. 22-46
- Anonymous. 2008. The Biology of *Musa* L. (Banana). Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator. Australia. p. 24-25
- Anonymous. 2013. Laporan Data Kinerja Kementerian Pertanian Tahun 2004-2012. Kementerian Pertanian. Jakarta. p. 59-60
- Ashari, S. 2006. Hortikultura Aspek Budidaya. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 380 pp.
- Augsburger F., J. Berger, U. Censkowsky, P. Heid, J. Milz and C. Streit. 2001. Organic Farming in Tropics and Subtropics (Banana). United Nations Conference on Trade and Development. German. p. 9-10
- Aurore, G., B. Parvait, and L. Fahrasmene. 2008. Bananas, Raw Materials for Making Processed Food Products. Trends in Food Science and Technology. Elsevier. p. 6-8
- Busaidi, 2013. Banana Domestication on the Arabian Peninsula: review of their domestication history. Directorate General of Agriculture and Livestock Research. J. Academic 5(11): 194-203
- Damayanti, F. dan I. Roostika. 2010. Koleksi Plasma Nutfah Pisang Secara *Ex Vitro* dan *In Vitro* Serta Kajian Sitologi dan Analisa Keragaman antar Karakter Berdasarkan Penanda Fenotipe. J. Ilmiah Faktor Exacta 3(2): 145-158
- Hapsari, L dan A. Masrum. 2012. Preliminary Screening Resistance of *Musa* Germplasms for Banana Bunchy Top Disease in Purwodadi Botanic Garden, Pasuruan, East Java. Bull. Kebun Raya 15 (2) : 57-68
- Herison, C., E. Turmudi, dan M. Handajaningsih. 2010. Studi Kekerabatan Genetik Aksesori Uwi (*Dioscorea* sp.) yang dikoleksi dari Beberapa Daerah di Pulau Jawa dan Sumatra. J. Akta Agrosia 13(1) : 55-61
- Hermawati, T. 2008. Penampilan Fenotopik dan Hasil Sembilan Genotip Kacang Hijau (*Vigna radiate* L.) pada Musim Hujan di Mandolo Barat, Jambi. J. Agronomi 12(2) : 39-40
- Jesus, O.N, C.F. Ferreire, S.O. Silva, T.R. Camara, T.L Soares and K.N. Pestana. 2009. Characterization of Recommended Banana Cultivars Using Morphological and Molecular Descriptors. J. Crop Breeding and Applied Biotechnology 9 : 164-173

- Julisaniah N.I., L. Sulistyowati, A.N. Sugiharto. 2008. Analisis Kekerbatan Mentimun (*Cucumis sativus* L.) menggunakan Metode RAPD-PCR dan Isozim. *J. Biodiversitas* 9(2): 99-102
- Kuswandi, Sobir, dan Suwarno. 2014. Keragaman Genetik Plasma Nutfah Rambutan di Indonesia Berdasarkan Karakter Morfologi. *J. Hort* 24(4): 29
- Megia, R. 2005. Ulasan *Musa* sebagai Model Genom. *J. Hayati* 12(4) : 167-170
- Nelson, S.C., R.C Ploetz and A.K. Kepler. 2006. *Musa* Species (Banana and Plantain). Permanent Agriculture Resources (PAR). Hawai. p. 1-26
- Nisa, Badruzsaufari, dan Wijaya. 2010. Penentuan Genom Fenetik Kultivar Pisang yang Tumbuh di Kalimantan Selatan. *J. Zira'ah* 29 (3) : 188-192
- Niyongera,C., Ateka, Losenge, Blome and Leoint. 2011. Screening *Musa* Genotips for BBTV Resistance in Burundi. Abstract in *J. Bioiversity* [online]. diakses 7 Juni 2015
- Orhan, I. 2001. Biological Activities of *Musa* Kultivar. *J. Fac. Pham.* 30(1) : 39-50
- Qi B., K.G. Moore and J. Orchard. 2000. Effect of Cooking Banana and Plantain Texture. *J. Agric. Food Chem.* 48(9): 4221-4226
- Radiya, M. 2013. Karakterisasi Morfologi Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.) di Kabupaten Agam. FP Universitas Tamansiswa Padang. Padang. 5 pp.
- Rahmawati, M., dan R. Hayati. 2013. Pengelompokan Berdasarkan Karakter Morfologi Vegetatif pada Plasma Nutfah Pisang Asal Kabupaten Aceh Besar. *J. Agrista* 17(3): 111-118
- Rinaldi, R., Mansyurdin dan C. Hermanto. 2014. Pendugaan ploidi dan Kekerbatan Beberapa Aksesori Pisang Hasil Koleksi Balitbu Tropika Solok. *J. Saintek* 6 (1) : 17-23
- Rohman. 2012. Pengaruh Ketinggian Tempat Kurang dari 100, 150 dan 250 Meter di Atas Permukaan Laut Terhadap Pertumbuhan Fase Generatif Tanaman Pisang Agung Semeru (*Musa balbisiana* cv. Agung Semeru) dan Mas Kirana (*Musa paradisiaca* cv. Mas Kirana). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. p. 14-18
- Samsurianto. 2009. Analisis Jumlah Kromosom dan Kekerbatan Berdasarkan Penanda Fenotipe antar Karakter pada Beberapa Plasma Nutfah Pisang (*Musa* sp.) Asal Kalimantan Timur. *J. Bioprospek* 6 (1) : 55-62
- Sari, S.G. dan Badruzsaufari. 2013. Hubungan Kekerbatan Fenetik Beberapa Varietas Pisang Lokal Kalimantan Selatan. *J. Penelitian Sains* 16(1): 33-36
- Simmonds, N.W. 1959. *Bananas*. Longmans Hijau and Co. Ltd. London. p. 47-49

- Singh, W.R., S.S. Singh, and K. Shrivastava. 2014. Analysis of Banana Genome Groups of Wild and Cultivated Cultivars of Manipur, India Using sScore Card Method. *Lib. Pelagia Research* 5(1): 35-38
- Sukartini. 2007. Pengelompokan Aksesii Pisang Menggunakan Karakter Morfologi IPGRI. *J. Hort.* 17(1): 26-23
- Sukartini. 2008. Analisis Jarak Genetik dan Kekerabatan Aksesii-Aksesii Pisang Berdasarkan Primer Random Amplified Polymorphic DNA. *Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. J.Hort.* 18(3): 261-266
- Sumardi I. dan M. Wulandari. 2010. Anatomy and Morphology Character of Five Indonesian Banana Cultivars (*Musa spp.*) of Different Ploidy Level. *Fakultas Biologi UGM. Yogyakarta.* p. 167-175
- Suprianti, N., R.W. Hartiningsih, M.F. Suhendra (editor). 2013. Bioresources untuk Pembangunan Ekonomi Hijau. *LIPI. Jakarta.* p. 44-47
- Trimanto. 2012. Karakterisasi dan Jarak Kemiripan Uwi (*Dioscorea alata L.*) Berdasarkan Penanda Morfologi Umbi. *Buletin Kebun Raya* 15(1) : 46-55
- Valmayor, R.V., S.H. Jamaluddin, B. Silayoi, S. Kusumo, L.D. Danh, O.C. pascua, and R.R.C. Espino. 2000. Banana Cultivars names and synonym and shouteast asia. *INIBAp. France.* p. 5-13
- Yudhoyono, A.(editor). 2013. 3500 Plant Species Of The Botanic Gardens Of Indonesia. *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.* p. 30-34