

Identifikasi Tingkat Ploidi Tanaman Pisang Menggunakan Flow Cytometer di Jawa Tengah

Herlina*, Yuyu Suryasari Poerba, Tri Handayani, Fajarudin Ahmad, Diyah Martanti

Pusat Riset Rekayasa Genetika, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, Kabupaten Bogor, Indonesia

*elin.herlina1307@gmail.com

Diterima: 7 Februari 2024 | Disetujui: 28 Februari 2024

ABSTRAK

Di Indonesia tanaman pisang diketahui mempunyai keragaman genetik yang cukup tinggi, baik pisang budi daya maupun pisang liar. Secara alami tanaman pisang diketahui mempunyai beberapa tingkat ploidi yaitu diploid, triploid, dan tetraploid. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat ploidi pada tanaman pisang hasil eksplorasi di Jawa Tengah. Metode penelitian menggunakan flow cytometer yaitu menganalisis ukuran genom tanaman, sehingga memberikan gambaran mengenai tingkat ploidi dan keragaman genetik pada populasi tanaman pisang. Sampel penelitian berupa daun tanaman pisang yang berasal dari berbagai lokasi eksplorasi di daerah Jawa Tengah. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa dari 30 sampel daun tanaman pisang yang berhasil dianalisis, diketahui bahwa jumlah sampel terbanyak dari tanaman pisang yang memiliki tingkat ploid triploid ($2n=3x$) yaitu 15 nomor, tingkat ploid diploid ($2n=2x$) sebanyak 14 nomor, dan ditemukan 1 pisang budi daya dengan tingkat ploid tetraploid ($2n=4x$). Hasil identifikasi tingkat ploid dapat memberikan panduan bagi peneliti dan pemulia tanaman dalam pemilihan genotipe yang tepat untuk pengembangan varietas unggul.

Kata Kunci: identifikasi, eksplorasi, triploid, diploid, tetraploid

Identification of Ploidy Level of Banana Plants Using Flow Cytometer in Central Java

ABSTRACT

In Indonesia, banana plants are known to have high genetic diversity, both cultivated and wild bananas. Banana plants are naturally known to have several levels of ploidy, namely diploid, triploid, and tetraploid. This study aims to identify the level of ploidy in banana plants explored in Central Java. The research method used flow cytometer, which analyzes the size of the plant genome, thus providing an overview of the level of ploidy and genetic diversity in banana plant populations. The research samples were banana plant leaves from various exploration locations in Central Java. The identification results show that of the 30 banana plant leaf samples that were successfully analyzed, it is known that the largest number of samples from banana plants that have triploid ploidy level ($2n = 3x$), namely 15 numbers, diploid ploidy level ($2n = 2x$) as many as 14 numbers, and found 1 cultivated banana with tetraploid ploidy level ($2n = 4x$). The results of ploidy level identification can provide guidance for researchers and plant breeders in selecting the right genotype for the development of superior varieties.

Keywords: identification, exploration, triploid, diploid, tetraploid

PENDAHULUAN

Indonesia kaya akan sumber daya alam hayati dengan keanekaragaman yang sangat besar dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu spesies tanaman yang keanekaragamannya cukup tinggi adalah pisang. Pisang merupakan tanaman buah dengan produksi terbesar di dunia dan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat karena berbagai manfaat yang dimilikinya (Suryani & Owbel, 2019). Tanaman pisang (*Musa paradisiaca* L.) dikenal sebagai pohon dengan seribu kegunaan karena seluruh bagian pohonnya, mulai dari akar hingga daun, dapat dimanfaatkan sebagai obat, pangan, pakan ternak, dan sediaan kosmetik. Pohon pisang dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun tinggi, sehingga pohon ini banyak ditanam masyarakat sebagai sumber pangan (Ekayanti *et al.*, 2023).

Indonesia merupakan pusat asal-usul dan keberagaman pisang liar *Musa acuminata* Colla dan pusat keberagaman varietas pisang budi daya (Dwivany *et al.*, 2021). Pisang budi daya atau komersial yang ada sekarang ini merupakan hasil evolusi dari kedua spesies nenek moyang pisang liar *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana* (Dwivany *et al.*, 2021). Pisang berkembang menjadi berbagai tingkat ploidi dan genom, di antaranya yakni diploid AA (misalnya pisang mas, pisang bangkahulu), triploid AAA (misalnya pisang ambon, pisang barangan) dan berhibridisasi dengan *M. balbisiana* menjadi triploid AAB (misalnya pisang raja, pisang tanduk), ABB (pisang kepok, pisang siem), dan tetraploid AAAB (pisang kastoli/pisang tarali/pisang ustrali). Di antara ribuan varietas yang tercatat di seluruh dunia, tidak kurang dari 200 nama varietas lokal terdapat di Indonesia, beberapa telah terkarakterisasi secara molekuler, namun sebagian besar belum pernah diperbaiki atau dikembangkan secara genetik (Poerba *et al.*, 2018). Berdasarkan data Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian pada tahun 2021, saat ini tercatat ada 101 jenis tanaman pisang yang terdaftar sebagai varietas asli di Indonesia. Jumlah ini diperkirakan akan terus bertambah karena masih banyak varietas pisang lokal yang belum diketahui namanya (Ismail *et al.*, 2023).

Eksplorasi merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mengumpulkan dan menangkap seluruh sumber keanekaragaman genetik yang ada. Identifikasi dilakukan untuk mengkarakterisasi seluruh sifat yang ada atau yang terdapat pada suatu sumber keanekaragaman genetik dalam bentuk database sebelum memulai rencana pemuliaan tanaman (Suryani & Owbel, 2019). Dalam kegiatan pemuliaan tanaman, plasma nutfah yang diperoleh melalui kegiatan eksplorasi, dapat digunakan sebagai sumber daya genetik (Mudasir & Susilastuti, 2023).

Tanaman pisang komersial umumnya mempunyai tingkat ploidi triploid, karena perawakan tanaman yang lebih kokoh (Dwivany *et al.*, 2021). Metode sitogenetika tradisional, seperti untuk mengestimasi ukuran genom, ploidi, dan penghitungan kromosom, memberikan informasi penting tentang genom. Selain itu, juga didapatkan informasi tambahan tentang konstitusi genom dan perubahan struktural kromosom (Simonikova *et al.*, 2022). Dalam hal analisisnya maka digunakan *flow cytometri* (Maulana *et al.*, 2021; Simonikova *et al.*, 2022), sedangkan untuk analisis pendugaan genom dan ploidi dilakukan berdasarkan skor penentu kelompok genom pisang dengan menggunakan 15 karakter morfologi (Kurnianingsih *et al.*, 2021). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi tingkat ploidi pisang hasil eksplorasi di daerah Jawa Tengah, baik pisang liar maupun pisang budi daya, dengan menggunakan *flow cytometri*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan informasi bagi masyarakat umum, pemulia, atau peneliti yang ingin mengembangkan tanaman pisang baik secara genetik atau dari segi produktivitas tanamannya.

METODE PENELITIAN

Waktu, Tempat, dan Metode

Kegiatan eksplorasi dilaksanakan selama satu bulan, dengan lokasi sekitar kebun petani, pekarangan rumah, pinggiran hutan, atau di sekitar curug wilayah Kabupaten/Kab. Kendal (Desa Bangunsari, Kecamatan/Kec. Patebon dan Desa Nambangan, Kec. Limbangan), Kab. Magelang (Desa Menoreh, Kec. Salaman dan Desa Wangunrejo, Kec. Kejoran) dan Kab. Semarang (Desa Kalisidi, Kec. Unggaran) (Gambar 1). Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *flow cytometer*.

Sampel dan Cara Kerja

Sampel penelitian berupa daun dari tanaman pisang yang tumbuh secara liar atau yang dibudidayakan oleh masyarakat. Daun diambil dari rumpun tanaman pisang yang morfologinya berbeda dan secara visual berperawakan sehat, selain itu juga diambil bonggol anaknya untuk ditanam di kebun koleksi pisang di Cibinong, Kabupaten Bogor. Daun yang dipilih adalah daun muda yang masih segar dan menggulung. Daun yang diambil dibersihkan dengan air atau *tissue* basah, selanjutnya dibungkus dengan *tissue* atau koran yang agak basah. Sampel daun disimpan dalam *ice box* selama dalam perjalanan eksplorasi, dan diusahakan selalu dalam keadaan segar sampai dilakukan preparasi dan analisis di laboratorium. Pada setiap lokasi pengambilan sampel dicatat ketepatan koordinatnya menggunakan *Global Positioning System* (GPS), diamati morfologi tumbuhan, dan didokumentasikan.



Sumber: Novriyadi (2023)

Gambar 1. Lokasi eksplorasi pengambilan sampel tanaman pisang (*Musa* spp.) di Jawa Tengah meliputi wilayah Kab. Kendal, Kab. Magelang, dan Kab. Semarang

Analisis *flow cytometer*

Analisis *flow cytometer* dilakukan di Laboratorium Genetika, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, Kabupaten Bogor. Tujuan penggunaan metode ini untuk membantu memperoleh data mengenai tingkat ploidi tanaman secara lebih cepat, yang dapat menjadi dasar penting dalam pemahaman genetik dan program pemuliaan tanaman. Bahan yang digunakan adalah daun pisang hasil eksplorasi dari wilayah Jawa Tengah. Identifikasi tingkat ploidi dilakukan menggunakan alat *flow cytometer* (Partec) mengacu pada protokol modifikasi di Laboratorium Genomik Pusat Riset Genetika BRIN untuk tanaman pisang dengan menggunakan reagen kit Cystain PI Absolute P (Sysmex 05-05022). Sampel daun pisang yang dikoleksi dari kegiatan eksplorasi dibersihkan kembali dengan air atau alkohol 70%, dan disimpan dalam suhu 4°C sebelum dilakukan preparasi sampel.

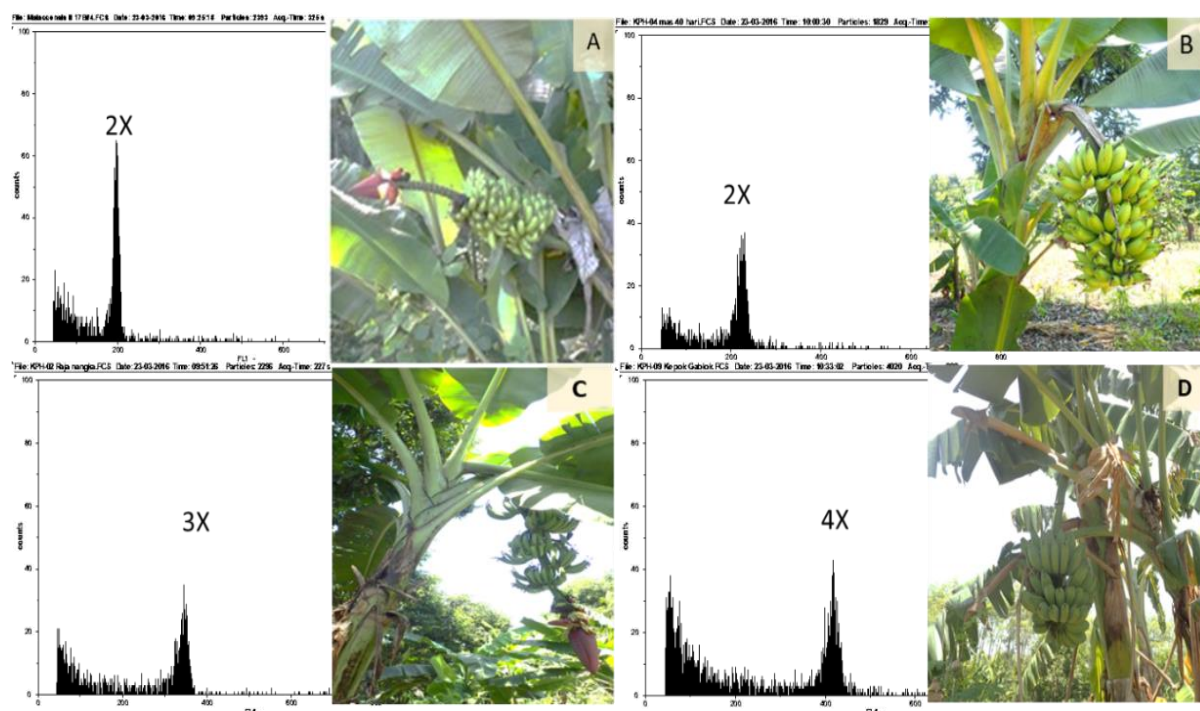
Preparasi sampel dilakukan dengan memotong daun ukuran 0.5-1.0 cm² direndam dalam 250-500 µL Nuclease Extraction buffer (Sysmex) dan dicincang halus di atas petri ukuran 60 x 15 mm menggunakan silet kemudian. Campuran kemudian disaring menggunakan 30 m filter (cellTrics™), dilanjutkan dengan penambahan 750-1000 µL larutan pewarna (*staining solution buffer*) yang berisi campuran 2 mL Staining buffer, 12 µL Propidium Iodide dan 6 µL RNase A (Sysmex 05-05022). Larutan campuran sampel dimasukkan dalam alat *flow cytometer* (Partec) untuk dianalisis, dan analisis data menggunakan *software Flowmax*.

Pembacaan sampel pertama dilakukan pada tanaman kontrol, tanaman kontrol diploid yang digunakan adalah tanaman pisang liar *Musa acuminata* ssp. *malaccensis* yang sudah diketahui tingkat ploidinya yakni diploid. Sampel untuk tanaman kontrol diatur pada channel 200 untuk puncak (*peak*) histogram hasil pembacaannya sebagai kontrol diploid ($2n=2x$). Pada pembacaan sampel, jika puncak histogram yang muncul pada sekitar *channel* 200 maka hasil tanamannya adalah diploid, jika puncak histogram pada sekitar *channel* 300 maka hasil tanaman triploid, sehingga apabila terdapat tanaman tetraploid akan ditunjukkan dengan pembacaan puncak histogram pada posisi *channel* 400. Hasil analisis *flow cytometry* ditampilkan di layar komputer dalam bentuk grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksplorasi pisang di daerah Jawa Tengah diperoleh 30 nomor aksesori, terdiri dari 20 varietas pisang budi daya dan 10 pisang liar. Pisang budi daya ditemukan di perkebunan petani, pekarangan rumah, tanaman pisang ini sangat mudah tumbuh bahkan bisa ditanam di antara tumpang sari dengan tanaman budi daya lainnya (Aisyah, 2020; Lubis, 2021). Pisang liar dapat ditemukan di sekitar daerah curug, pinggir jalan raya, dan pinggiran hutan. Pisang budi daya sebagian besar dirawat secara intensif oleh petani/masyarakat sekitar, walaupun ada beberapa varietas yang minim perawatan. Pisang kepok, pisang raja, dan pisang mas merupakan beberapa jenis pisang yang paling banyak dikonsumsi, dibudidayakan, dan diperjual-belikan oleh petani di Jawa Tengah sebagai sumber penghasilan.

Secara kajian ploidi, dari hasil eksplorasi tersebut, ditemukan 15 aksesori pisang diploid (Mean-X 184.79 sampai dengan 237.45), 14 aksesori pisang triploid (Mean-X 293.62 s/d 341.23), dan satu aksesori pisang tetraploid dengan nilai Mean-X 415.34 (Tabel 1). Hasil analisis *flow cytometer* (Gambar 2) menunjukkan bahwa semua aksesori hasil eksplorasi mempunyai tingkat ploidi bervariasi. Hasil analisis mengkonfirmasi adanya jenis pisang budi daya yang mempunyai tingkat ploidi beragam dari $2x$, $3x$ dan $4x$, sedangkan pisang liar hanya mempunyai ploidi $2x$. Jenis pisang diploid pada pisang budi daya ditemukan pada kelompok pisang mas yaitu pisang mas 40 hari, pisang triploid ditemukan pada jenis pisang ambon, pisang raja, pisang kepok. Penampakan morfologi tanaman dengan tingkat ploidi yang berbeda hasil eksplorasi tanaman di Jawa Tengah disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil *flow cytometri* (kiri) serta penampakan morfologi tanaman pisang liar dan pisang budi daya (kanan)

- A. *M. acuminata* ssp. *malaccensis* (sebagai kontrol tingkat ploidi) $2n = 2x$, mean- $x = 199,99$
 B. pisang mas 40 hari (diploid) $2n = 2x$ mean- $x = 223.49$
 C. pisang raja angka (triploid) $2n = 3x$ mean- $x = 316.26$
 D. pisang kapok gablok (tetraploid) $2n = 4x$ mean- $x = 415.34$.

Pisang tetraploid secara alami jarang terjadi, hanya beberapa varietas alami pisang tetraploid yang ditemukan di alam. Pada kegiatan eksplorasi ini hanya ditemukan pada jenis pisang kepok gablok. Berdasarkan publikasi sebelumnya, jenis pisang kepok umumnya memiliki tingkat ploidi triploid (Poerba *et.al.*, 2018; Sunandar & Kahar, 2018). Pisang tetraploid umumnya diinduksi secara buatan dengan menggunakan senyawa pengganda kromosom seperti oryzalin atau kolkisin, seperti yang sudah dihasilkan pada pisang mas jambe tetraploid (Poerba *et al.*, 2018), dan pisang klutuk tetraploid (Poerba *et al.*, 2019). Pada penelitian ini ditemukannya pisang kepok yang memiliki tingkat ploidi tetraploid merupakan hal yang baru. Bagaimanapun ini merupakan informasi awal, diperlukan konfirmasi tingkat ploidi dengan menghitung jumlah kromosom pisang tersebut secara manual.

Perbedaan tingkat ploidi umumnya akan menunjukkan perbedaan pada morfologi pisang secara umum. Perbedaan morfologi di antara ketiga tingkat ploidi tersebut, antara lain pada struktur daun, daun pada tanaman diploid mempunyai sudut daun lebih sempit terhadap batang, dan semakin tinggi tingkat ploidi semakin besar sudut daunnya. Pada visual fisiognomi tanaman pisang, tanaman triploid mempunyai fisiognomi yang lebih kokoh dibanding tanaman diploid atau tetraploid.

Tabel 1. Hasil analisis ploidi pisang hasil eksplorasi di daerah Jawa Tengah

No	Aksesi	Nama Sampel	Nama Ilmiah	Tipe	Mean-X	Cv %	Ploidi
1	KPH-01	Ambon	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	306.47	4.82	3x
2	KPH-02	Raja angka	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	341.23	4.52	3x
3	KPH-03	Kawesto	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	316.26	4.72	3x
4	KPH-04	Mas 40 hari	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	223.49	5.38	2x
5	KPH-05	Mas 40 hari	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	237.45	4.26	2x
6	KPH-06	Kepok banjar	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	351.52	3.93	3x
7	KPH-07	Raja bulu	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	321.66	3.92	3x
8	KPH-08	Kepok kuning	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	323.90	3.53	3x
9	KPH-09	Kepok gablok	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	415.34	3.73	4x
10	KPH-10	Tonto	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	309.00	3.76	3x
11	KPH-11	Klutuk	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	205.79	3.57	2x
12	KPH-12	Kidang	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	309.76	4.53	3x
13	KPH-13	Sumatra	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	319.52	4.18	3x
14	KPH-14	Raja angka	<i>M. acuminata</i> Colla X <i>M. balbisiana</i>	Budi daya	321.22	4.45	3x
15	KPH-15	Biok lumut	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	323.82	4.33	3x
16	KPH-16	Wulung	<i>M. acuminata</i> var. <i>Nakaii</i>	Liar	184.79	5.89	2x
17	KPH-17	Raja lawe	<i>M. acuminata</i> Colla X <i>M. balbisiana</i>	Budi daya	311.33	5.18	3x
18	KPH-18	Raja bulu	<i>M. acuminata</i> Colla X <i>M. balbisiana</i>	Budi daya	317.87	4.07	3x
19	KPH-19	Lampeneng	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	323.99	5.24	3x
20	KPH-20	Banten	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	293.62	5.36	3x

No	Aksesi	Nama Sampel	Nama Ilmiah	Tipe	Mean-X	Cv %	Ploidi
21	KPH-21	Gedang kele	<i>M. acuminata</i> var. <i>Rutilifles</i>	Liar	212.36	5.77	2x
22	KPH-22	Gedang kele	<i>M. acuminata</i> var. <i>Rutilifles</i>	Liar	224.77	5.27	2x
23	KPH-23	Gedang kele	<i>M. acuminata</i> var. <i>Rutilifles</i>	Liar	232.37	5.45	2x
24	KPH-24	Gedang kele	<i>M. acuminata</i> var. <i>Rutilifles</i>	Liar	221.53	5.69	2x
25	KPH-25	Gedang kele	<i>M. acuminata</i> var. <i>Rutilifles</i>	Liar	214.02	6.28	2x
26	KPH-26	Gedang kele	<i>M. acuminata</i> var. <i>Rutilifles</i>	Liar	233.42	5.99	2x
27	KPH-27	Gedang kele	<i>M. acuminata</i> var. <i>Rutilifles</i>	Liar	235.88	5.39	2x
28	KPH-28	Gedang kele	<i>M. acuminata</i> var. <i>Rutilifles</i>	Liar	225.13	6.02	2x
29	KPH-29	Gedang kele	<i>M. acuminata</i> var. <i>Rutilifles</i>	Liar	231.81	4.96	2x
30	KPH-30	Jaran	<i>M. acuminata</i> Colla	Budi daya	207.76	7.25	2x

Pisang dengan tingkat ploidi triploid lebih banyak dimanfaatkan sebagai tanaman model untuk pengembangan pisang karena pisang triploid tidak menghasilkan buah yang berbiji, dan tanaman lebih kokoh terhadap terpaan angin sehingga tidak mudah roboh. Pisang diploid yang banyak ditemukan di alam terutama dari spesies pisang liar dapat menjadi sumber plasma nutfah untuk sumber gen tingkat ketahanan terhadap hama dan penyakit (Poerba *et al.*, 2018). Pisang tetraploid dapat menjadi sumber tetua persilangan dengan tetua tanaman diploid untuk menghasilkan tanaman triploid (Simonikova *et al.*, 2022). Analisis ploidi menggunakan *flow cytometer* telah banyak digunakan untuk mengetahui tingkat ploidi tanaman terutama hasil induksi tetraploid seperti pada tanaman kelor (Ridwan & witjaksono, 2020); tanaman buah semangka (Bae *et al.*, 2020); tanaman talas (Handayani *et al.*, 2023). Hasil identifikasi tingkat ploidi tanaman pisang dari daerah Jawa Tengah dapat menjadi sumber panduan bagi peneliti dan pemulia tanaman dalam pemilihan genotipe yang tepat untuk pengembangan varietas unggul ataupun untuk kegiatan konservasi plasma nutfah tanaman pisang.

KESIMPULAN

Berdasarkan 30 aksesi pisang yang dianalisis ditemukan keragaman tingkat ploidi pada pisang yang tumbuh dan tersebar di daerah Jawa Tengah yaitu untuk kelompok pisang diploid terdapat 14 aksesi terdiri atas pisang mas 40 hari, klutuk, wulung (nakaii), gedang kele (pisang liar)); sedangkan pada kelompok pisang triploid terdapat 15 aksesi yang mencakup pisang ambon, raja nangka, kawisto, kepok banjar, raja bulu, kepok kuning, tonto, kidang, sumatra, biok lumut, raja lawe, dan barangan; serta hanya satu pisang tergolong dalam kelompok tetraploid. Pisang tetraploid yang ditemukan adalah pisang kepok gablok yang dapat memberikan informasi baru tentang tingkat ploidi pada pisang kepok karena sebagian besar diketahui mempunyai tingkat ploidi triploid. Identifikasi tingkat ploidi pada tanaman pisang penting untuk pemahaman lebih lanjut tentang sifat genetik dan potensi perbaikan genetik. Selain itu, juga memberikan kontribusi pada literatur ilmiah terkait informasi tingkat ploidi tanaman pisang dan dapat menjadi landasan untuk penelitian lebih lanjut terkait peningkatan produktivitas tanaman pisang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Dr. Yuyu Suryasari Poerba atas bimbingan selama melakukan kegiatan eksplorasi dan analisis menggunakan *flow cytometer*, serta Pusat Penelitian Biologi LIPI atas dana penelitian untuk kegiatan eksplorasi tanaman pisang. Kami juga mengucapkan penghargaan dan terima kasih kepada Kepala Dinas Pertanian Kabupaten Kendal beserta stafnya; Kepala Balai Benih Hortikultura beserta stafnya, Ibu Endang Purwanti, Bp. Tanto Suseno, Bp. Muhsama, serta semua pihak yang telah membantu kegiatan selama di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah. I., (2020). *Kultur Jaringan Pisang Kepok Tanjung Tidak Berjantung yang Tahan terhadap Penyakit Darah*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Bae, S.J., Md, M.I., Hong, Y.K., & Ki-B, L. (2020). *Induction of Tetraploidy Watermelon with Oryzalin Treatments*. Gyeongsangbuk-do Korea: Department of Horticultural Science, Kyungpook National University.
- Dwivany, F.M., Wikantika, K., Sutanto, A., Ghazali, M.F., Lim, C., & Gede, K. (2021). *Pisang Indonesia*. Bandung: ITB Press.
- Ekayanti N.L.F., Megawati, F., & Dewi, N.L.K.A.A. (2023). Pemanfaatan Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.) sebagai Sediaan Kosmetik. *Usaha Jurnal Integrasi Obat Tradisional*, 2(2), 19-24.
- Handayani, T., Prawestri, A.D., Rahayu, R.S., & Leksnowati, A. (2023). Orizalin-Induced Taro (*Colocasia esculenta* L.) Tetraploid and Diploid Assessment for Growth and Agronomic Traits. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 55(1), 163-174.
- Ismail, A., Karuniawan, W.A., Qosim, Y., Maharani, V.F., Pratiwi, & Kusumah, F.M.W. (2023). Strategi Konservasi Pelestarian dan Nilai Kepentingan Budaya (*Index of Cultural Significance*) Pisang Roid Lokal Jatigede. *Jurnal Kajian Budaya dan Humaniora*, 5(2), 79-86.
- Kurnianingsih, R., Rosidah, S., Ayu, D.S., Prasediya, E.S., & Astuti, S.P. (2021). Identification of Morphological Characters and Time of Mitotic *Musa paradisiaca* cv. Haji. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 1096-1105.
- Lubis, R.E. (2021). *Untung Berlimpah Budi Daya Pisang*. Jakarta: Penerbit Bhuana Ilmu Populer.
- Maulana, E., Efendi, D., & Sari, L. (2021). Evaluation of Growth, Chlorophyll and Carotenoids Content of Torbangun (*Coleus amboinicus* Lour.) Polyploid through in Vitro Cultured. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 8(2), 230-243.
- Mudasir & Susilastuti, D. (2023). *Analisa Keragaman Hayati Tanaman Pisang (Musa paradisiaca L.)* Jakarta Timur: Universitas Borobudur.
- Novriyadi (2023). Peta Jawa Tengah Lengkap dengan Nama Kota. Diakses dari <https://www.lamudi.co.id/journal/peta-jawa-tengah/>
- Poerba, Y.S., Martanti, D., Ahmad, F., Herlina., Handayani, T., & Witjaksono. (2018). *Deskripsi Pisang Koleksi Pusat Penelitian Biologi LIPI*. Jakarta: LIPI Press.
- Poerba, Y.S., Martanti, D., Handayani, T., & Witjaksono. (2018). Induction and characterization of auto tetraploid Mas Jambe Banana using oryzalin treatment. *AIP Conference Proceedings Preface: The 8th Annual Basic Science International Conference (BaSIC 2018)*.
- Poerba, Y.S., Martanti, D., Handayani, T., & Witjaksono. (2019). Induction of banana autotetraploids "klutuk sukun" and their reproductive function for producing triploid hybrids. *Asian Journal of Plant Sciences*, 18(2), 91-100.
- Ridwan & Witjaksono. (2020). Induction of autotetraploid Moringa plant (*Moringa oleifera*.) *Biodiversitas*, 21, 4086-4093.
- Simonikova, D., Cizkova, J., Zoulova, V., Christelova, P., & Hribova, E. (2022). Advances in the Molecular Cytogenetics of Bananas, Family *Musaceae*. MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional. *Plants*, 11(4), 482.
- Sunandar, A., & Kahar, A.P. (2018). Karakter Morfologi dan Anatomi Pisang Diploid dan Tertraploid. *Scripta Biologica*, 5(1), 31–36.

Suryani, R., & Owbel. (2019). Pentingnya Eksplorasi dan Karakterisasi Tanaman Pisang sehingga Sumber Daya Genetik Tetap Terjaga. *Agro Bali (Agricultural Journal)*, 2(2), 64-76.