

# Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



# BERITA BIOLOGI

Vol. 16 No. 1 April 2017

Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
No. 636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

---

## **Tim Redaksi (*Editorial Team*)**

Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)  
Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)  
Gono Semiadi  
Atit Kanti  
Siti Sundari  
Evi Triana  
Kartika Dewi  
Dwi Setyo Rini

## **Desain dan Layout (*Design and Layout*)**

Muhamad Ruslan, Fahmi

## **Kesekretariatan (*Secretary*)**

Nira Ariasari, Enok, Budiarmo

## **Alamat (*Address*)**

Pusat Penelitian Biologi-LIPI  
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)  
Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46,  
Cibinong 16911, Bogor-Indonesia  
Telepon (021) 8765066 - 8765067  
Faksimili (021) 8765059  
Email: [berita.biologi@mail.lipi.go.id](mailto:berita.biologi@mail.lipi.go.id)  
[jurnalberitabiologi@yahoo.co.id](mailto:jurnalberitabiologi@yahoo.co.id)  
[jurnalberitabiologi@gmail.com](mailto:jurnalberitabiologi@gmail.com)

---

Keterangan foto cover depan (*Notes of cover picture*): Bentuk koloni isolat bakteri Bt, BLSP-4, dan BLSP-3: (A) pada media pertumbuhan NA dan (B) pada pengamatan secara mikroskopis dengan perbesaran 100x (*Bacterial colony shapes of Bt, BLSP-4 and BLSP-3, respectively: (A) bacterial colony in growth medium NA (B) bacterial colony on 100 x microscopic magnification*), sesuai dengan halaman 15.



**ISSN 0126-1754**  
636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015  
Volume 16 Nomor 1, April 2017

# **Berita Biologi**

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

|                |         |       |              |                   |                |
|----------------|---------|-------|--------------|-------------------|----------------|
| Berita Biologi | Vol. 16 | No. 1 | Hlm. 1 - 110 | Bogor, April 2017 | ISSN 0126-1754 |
|----------------|---------|-------|--------------|-------------------|----------------|

**Pusat Penelitian Biologi - LIPI**

Ucapan terima kasih kepada  
Mitra Bebestari nomor ini  
16(1) – April 2017

Dr. Heddy Julistiono  
Ir. Suciatmih M.Si.  
Dr. Nuril Hidayati  
Drs. Haryono M.Si  
Drs. Awit Suwito, M.Si  
Dr. Rizkita Rachmi Esyanti  
Prof. Dr. Amarila Malik, MSi., Apt.  
Ir. I Gusti Bagus Adwita Arsa, MP.  
Dr. Shanti Ratnakomala, M.Si  
Dr. Fenny M. Dwivany  
Dr. Ir. Barep Sutiyono, M.S.  
Dr. I Made Suidiana, M.Sc.  
Dr. Tri Muji Ermayanti  
Dr. Ika Roostika Tambunan, SP. MSi.  
Ucu Yanu Arbi M.Si.  
Vani Nur Oktaviany Subagyo SP., Msi

## KARAKTERISASI PISANG REJANG TETRAPLOID HASIL INDUKSI DENGAN ORYZALIN

### [Characterization of tetraploid Pisang Rejang induced by oryzalin]

Yuyu S. Poerba<sup>✉</sup>, T Handayani dan Witjaksono

<sup>✉</sup>Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Jl. Raya Jakarta Bogor km 46 Cibinong

email: yyspoerba@yahoo.com

#### ABSTRACT

Triploid banana cultivar is the most desirable cultivar in banana industry because of its higher yield compared to its diploid cultivar. The triploid cultivar can be produced by crossing tetraploid with diploid cultivar. However, tetraploid banana cultivar is rarely existed naturally. Induced tetraploid of Pisang Rejang was produced using oryzalin. The present research was conducted to characterize tetraploid Pisang Rejang (*Musa acuminata*, AAAA genome) induced by *in-vitro* oryzalin treatment from diploid Pisang Rejang. Ploidy level, molecular and morphotaxonomic characters were observed. Ploidy identification of induced Pisang Rejang was conducted using Flowcytometer. Molecular characterization was done using RAPD and ISSR markers. Morphology characters were observed based on UPOV (2010). The results showed that tetraploid plants have similar genetic properties with their diploid controls as shown by genetic identity of 0.9901 – 0.9935. The tetraploids were differed from their diploid plants in plan habit and diameter of fruit. The tetraploid plants produce fewer suckers, drooping leaves and broader fruits compared to its diploid control.

**Key words:** Pisang Rejang, *Musa acuminata*, oryzalin, tetraploid

#### ABSTRAK

Kultivar pisang triploid merupakan kultivar yang paling diminati dalam industri pisang karena daya hasil yang lebih tinggi dibandingkan kultivar diploidnya. Kultivar triploid ini dapat dihasilkan dengan persilangan kultivar tetraploid dengan diploid. Namun demikian, kultivar pisang tetraploid jarang ditemukan secara alami. Induksi Pisang Rejang tetraploid telah dilakukan dengan menggunakan oryzalin. Penelitian ini dilakukan untuk mengkarakterisasi Pisang Rejang Tetraploid (*Musa acuminata*, genom AAAA) yang diinduksi secara *in-vitro* dari Pisang Rejang diploid dengan perlakuan oryzalin. Karakter yang diamati meliputi: tingkat ploidi, molekuler dan morfotaksonomik. Identifikasi ploidi Pisang Rejang hasil induksi dilakukan dengan Flowcytometer. Karakterisasi molekuler dilakukan dengan marka RAPD dan ISSR. Karakter morfologi diamati berdasarkan UPOV (2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman tetraploid memiliki properti genetik yang sama dengan tanaman diploid kontrol yang terlihat pada nilai identitas genetik 0,9901 – 0,9935. Tanaman tetraploid berbeda dengan tetua diploidnya dalam habitus tanaman dan diameter buah. Tanaman tetraploid memiliki anakan lebih sedikit, daun yang merunduk serta diameter buah yang lebih besar dibandingkan kontrol diploidnya.

**Kata Kunci:** Pisang Rejang, *Musa acuminata*, oryzalin, tetraploid

#### PENDAHULUAN

Pisang triploid lebih diminati industri pisang karena daya hasilnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar diploidnya. Tidak banyak tersedianya varietas/klon pisang triploid hasil pemuliaan disebabkan karena kompleksnya sistem genetik pada tanaman pisang (*Musa* spp.). Partenokarpi, fertilitas polen yang rendah, kegagalan dalam sistem penyerbukan/pembuahan, heterozigositas yang tinggi, serta genom yang berlainan merupakan faktor-faktor yang menghambat keberhasilan persilangan pisang triploid.

Salah satu metoda untuk menghasilkan pisang triploid yaitu dengan persilangan pisang tetraploid dengan diploid (Stover dan Simmonds, 1987; Uma *et al.*, 2004; Bakry *et al.*, 2007, 2009, Oselebe *et al.*, 2010; Kanchanapoom and Koarapatchaikul, 2012, Poerba *et al.*, 2012, 2013). Namun demikian, pisang tetraploid tidak banyak tersedia di alam. Oleh karenanya induksi pisang

tetraploid dari pisang diploid dilakukan, diantaranya Pisang Madu Tetraploid (Poerba *et al.*, 2012) dan Pisang Lumut Tetraploid (Poerba *et al.*, 2014).

Pisang Rejang merupakan salah satu kultivar pisang diploid (kelompok genom AA) yang dibudidayakan di beberapa daerah di Sumatera (Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung) dan Jawa (Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur). Pisang Rejang dikenal dengan nama Pisang Kalengkong (Sumatera Barat), Pisang Serindit, Pisang Seringgit, Pisang Kepak (Bengkulu, Lampung), Pisang Rejang atau Renyang (Jawa Barat), Mas Penjalim dan Mas Beranjut (Jawa Tengah dan Jawa Timur). Pisang Rejang memiliki bentuk kecil dengan aroma harum dan rasa yang lebih manis, dengan bentuk buah yang kecil, ramping dengan ujung buah panjang dan meruncing. Keunggulan Pisang Rejang adalah rasa yang enak, manis dan tahan terhadap serangan penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Tropical race-4 (Sutanto *et al.*, 2014). Pembentukan tetraploid Pisang

Rejang berguna sebagai tetua dalam persilangan  $4x \times 2x$  untuk mendapatkan pisang triploid yang tahan penyakit layu Fusarium.

Induksi autotetraploidi pada pisang telah banyak dilakukan dengan menggunakan senyawa penghambat pembentuk *spindle*, seperti kolkhisin (Vakili, 1967; Hamill *et al.*, 1992, Asif *et al.*, 2000; Rodrigues *et al.*, 2011) dan oryzalin (van Duren *et al.*, 1996; Kanchanapoom & Koarapachaikul, 2012; Poerba *et al.*, 2012, 2014) baik pada biji/kecambah (Vakili, 1967), kalus (Kanchanapoom dan Koarapachaikul, 2012), maupun pada kultur tunas *in vitro* (Hamill *et al.*, 1992; van Duren *et al.*, 1996; Poerba *et al.*, 2012, 2014). Oryzalin lebih sering dipergunakan untuk induksi poliploid karena mempunyai efektivitas sama dengan kolkhisin (van Duren *et al.*, 1996; Bakry *et al.*, 2007, 2009; Kanchanapoom dan Koarapachaikul, 2012) bahkan pada konsentrasi yang lebih rendah daripada kolkhisin, sehingga efek *cytotoxic* dapat diminimalkan (Dhooghe *et al.*, 2009). Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi Pisang Rejang tetraploid hasil induksi dengan oryzalin baik dari segi tingkat ploidi, molekuler maupun morfologi. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diperoleh Pisang Rejang Tetraploid yang sudah terkarakterisasi dengan baik mulai dari tingkat ploidi, karakter molekuler maupun karakter morfologi, serta stabil, sehingga dapat dimanfaatkan dalam program persilangan untuk mendapatkan hibrid triploid.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Bahan

Bahan yang digunakan adalah Pisang Rejang diploid (AA) (dikenal dengan nama Pisang Serindit, Pisang Kepak, Pisang Seringgit) hasil eksplorasi di Desa Cahaya Negeri, Kecamatan Sukaraja Kabupaten Seluma, Bengkulu pada kegiatan eksplorasi buah-buahan tanggal 5-11 April 2010.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Sel dan Jaringan Tumbuhan, Laboratorium Genetika Tumbuhan dan Kebun Percobaan Cibinong, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong.

### Cara Kerja

Induksi tetraploid dilakukan terhadap tunas

pisang Rejang diploid dari biak tunas *in vitro* dengan menggunakan oryzalin sesuai dengan protokol Van Duren *et al.* (1996) yang dimodifikasi (Poerba *et al.*, 2012, 2014). Seleksi awal dilakukan pada setiap tahap sub-kultur, dengan tanaman yang vigor sebagai kriteria seleksi. Aklimatisasi dan penanaman di lapang mengikuti protokol yang sudah dikembangkan (Poerba *et al.*, 2014).

Identifikasi tingkat ploidi dilakukan dengan menggunakan Flowcytometer, dengan mengacu pada protokol yang telah dikembangkan untuk pisang (Doležel *et al.*, 2004). Potongan daun berukuran  $0,5 \text{ cm}^2$  ditaruh di *petridish* dan ditetesi 1,5 ml *buffer cystain* UV-Ploidi (Partec, Germany) dan dicacah dengan silet. Cacahan daun disaring dengan saringan  $30 \mu\text{m}$  dan filtrat di masukkan dalam tabung *cuvette* untuk analisa. Sampel dibaca pada panjang gelombang 440 nm dan kecepatan 1000 *nuclei* per detik. Sampel kontrol tanaman diploid dikalibrasi pada *channel* 200. Data ditunjukkan dalam bentuk grafik. Tanaman diploid menunjukkan *peak* pada *channel* 200, triploid pada *channel* 300 dan tetraploid pada *channel* 400, dan tanaman *mixoploid* menunjukkan lebih dari 1 *peak* pada *channel* yang berbeda.

Pisang Rejang hasil induksi poliploidi diidentifikasi secara molekuler dengan menggunakan marka Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) dan Inter Simple Sequence Repeats (ISSR). Ekstraksi DNA genom dilakukan dengan metoda CTAB (Delaporta *et al.*, 1983) yang dimodifikasi (Poerba *et al.*, 2014). Analisis RAPD dan ISSR dilakukan terhadap 17 sampel Pisang Rejang hasil induksi poliploidi dan kontrolnya dengan menggunakan 8 primer RAPD (OPA-02, OPA-07, OPA-13, OPA-18, OPB-07, OPN-06, OPN-12, dan OPU-06) dan 8 primer ISSR (UBC-811, UBC-814, UBC-822, UBC-823, UBC-826, UBC-834 dan UBC-835, dan UBC-843 (University of British Columbia). Urutan basa setiap primer tertera pada Tabel 2. Reaksi PCR dilakukan pada volume total 15 ml yang berisi 0,2 nM dNTPs; 1X bufer reaksi; 2mM  $\text{MgCl}_2$ ; 25 ng DNA sample; 1 pmole primer tunggal; dan 1 unit Taq DNA polymerase (Promega) dengan menggunakan Thermocycler (Takara) selama 35 siklus. Amplifikasi DNA dilakukan dengan kondisi amplifikasi dari protokol Witono *et al.*

(2008) sebagai berikut: pemanasan sebelum PCR pada suhu 94°C selama 5 menit, kemudian diikuti oleh 35 siklus yang terdiri atas denaturasi 1 menit pada suhu 94°C, annealing 1 menit pada suhu 50°C, dan 5 menit ekstensi pada suhu 72°C. Setelah 35 siklus selesai, pendinginan pada suhu 4°C.

Hasil amplifikasi PCR difraksinasi secara elektroforesis pada gel agarosa 2,0% dalam bufer TAE (Tris-EDTA) dengan menggunakan Mupid Mini Cell selama 50 menit pada 50 Volt. Kemudian diredam dalam larutan ethidium bromida dengan konsentrasi akhir 1ml/100 ml selama 10 menit. Hasil pemisahan fragmen DNA dideteksi dengan menggunakan UV transluminator, kemudian difoto dengan menggunakan geldocumentation system (Takara). Sebagai standar ukuran DNA digunakan 100 bp plus DNA *ladder* (Fermentas) untuk menetapkan ukuran pita hasil amplifikasi DNA.

Setiap pita RAPD dan ISSR dianggap sebagai satu alel putatif. Hanya alel yang menunjukkan pita yang jelas yang digunakan untuk skoring: ada (1) dan kosong (0). Matriks binari fenotip RAPD dan ISSR ini kemudian disusun untuk digunakan pada analisis kluster dengan matrik jarak genetik antar populasi dihitung dengan menggunakan *Nei's unbiased genetic distances* (Nei, 1978) dengan program *POPGENE software* (Yeh *et al.*, 1999).

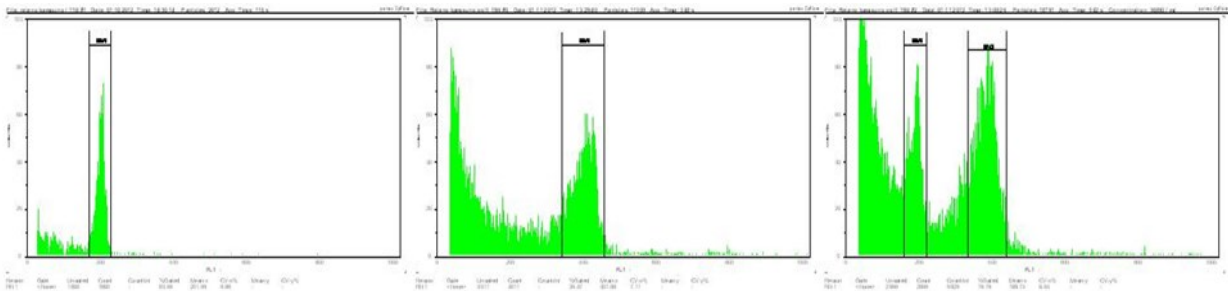
Karakterisasi morfologi tanaman Pisang Rejang hasil induksi dilakukan pada masing-masing 10 tanaman tetraploid dan mixoploid hasil induksi dan 10 tanaman diploid (kontrol, tanpa induksi). Parameter yang diamati meliputi 52 karakter tanaman berdasarkan kriteria dari UPOV (2010). Karakterisasi

dilakukan selama 2 siklus tanaman, yang dimulai dengan munculnya perbungaan (8-9 bulan setelah tanam) hingga pasca panen (10-11 bulan setelah tanam).

**HASIL**

Hasil proliferasi tunas pada sub-kultur ke-6 setelah perlakuan Pisang Rejang perlakuan dengan oryzalin, diperoleh 137 tunas in-vitro. Selanjutnya 137 tunas tersebut kemudian diaklimatisasi, dan selanjutnya ditanam di pembibitan. 103 bibit tanaman Pisang Rejang hasil induksi yang berhasil tumbuh dan berkembang di pembibitan dan hanya 84 tanaman yang tumbuh dan berkembang di kebun. Hasil identifikasi ploidi dengan Flowcytometer dari 84 bibit tanaman Pisang Rejang hasil induksi diperoleh 33 tanaman diploid (39,29%), 30 (35,71%) tanaman tetraploid dan 21 (25,0%) tanaman mixoploid (Tabel 1). Contoh hasil identifikasi ploidi terlihat pada Gambar 1. Gambar 1A adalah contoh hasil pisang diploid, Gambar 1B menunjukkan pisang tetraploid dan Gambar 1C adalah contoh pisang mixoploid

Hasil amplifikasi total genom DNA dengan menggunakan 8 primer RAPD dan 8 primer ISSR pada 17 sampel Pisang Rejang diperoleh 134 fragmen DNA yang berukuran dari 250 bp hingga 2,2kb, 5,22% di antaranya merupakan fragmen DNA polimorfik. Ke-16 primer menghasilkan 5-12 fragmen DNA, dan setiap primer menghasilkan rata-rata 8 pita DNA yang dapat dideteksi dan diskor (Tabel 2, Gambar 2).



**Gambar 1.** Hasil identifikasi tingkat ploidi dengan Flowcytometer: Pisang Rejang diploid (A), tetraploid (B) dan Pisang Rejang mixoploid (C) [ *Results of ploidy level identification using Flowcytometer: Diploid Pisang Rejang (A), Tetraploid (B) and mixoploid (C) ]*

**Tabel 1.** Tingkat ploidi Pisang Rejang hasil perlakuan oryzalin (*Ploidy level of oryzalin-induced Pisang Rejang*)

| No   | No Aksesii<br>(Accession<br>No) | Mean   | CV (%) | Ploidi<br>(Ploidy) | No   | No Aksesii<br>(Accession<br>No) | Mean   | CV (%) | Ploidi<br>(Ploidy) |
|--|---------------------------------|--------|--------|--------------------|--|---------------------------------|--------|--------|--------------------|
| Pisang Rejang (Kontrol)<br>(Pisang Rejang) (Control) |                                 |        |        |                    | Pisang Rejang hasil perlakuan oryzalin<br>(Oryzalin-treated Pisang Rejang) |                                 |        |        |                    |
| 1  | I 06B#1                         | 215,32 | 10,43  | 2x                 | 49   | II 05A#1                        | 385,92 | 7,92   | 4x                 |
| 2  | I 06B#2                         | 192,84 | 8,34   | 2x                 | 50   | II 06B#2                        | 396,78 | 5,77   | 4x                 |
| 3  | I 06B#3                         | 123,46 | 13,4   | 2x                 | 51   | II 06B#3                        | 409,81 | 6,59   | 4x                 |
| 4  | I 06B#4                         | 162,95 | 11,09  | 2x                 | 52   | II 06B#4                        | 404,34 | 8,75   | 4x                 |
| 5  | I 06B#5                         | 165,21 | 9,86   | 2x                 | 53   | II 06B#5                        | 380,05 | 7,69   | 4x                 |
| 6  | I 11B#1                         | 233,35 | 6,34   | 2x                 | 54   | III 19A#2                       | 416,33 | 4,64   | 4x                 |
| 7  | I 11B#2                         | 203,18 | 4,93   | 2x                 | 55   | III 19A#3                       | 401,58 | 4,18   | 4x                 |
| 8  | I 11B#3                         | 177,67 | 7,27   | 2x                 | 56   | III 19A#4                       | 420,57 | 3,91   | 4x                 |
| 9  | I 11B#4                         | 177,31 | 9,33   | 2x                 | 57   | III 19A#5                       | 387,52 | 6,69   | 4x                 |
| 10   | I 11B#5                         | 166,95 | 6,12   | 2x                 | 58   | III 19B#1                       | 398,18 | 9,52   | 4x                 |
| 1  | I 05A#3                         | 181,49 | 9,75   | 2x                 | 59   | III 19B#3                       | 365,72 | 3,99   | 4x                 |
| 2  | II 18B#1                        | 194,64 | 8,17   | 2x                 | 60   | III 19B#4                       | 394,37 | 6,74   | 4x                 |
| 3  | II 18B#2                        | 187,78 | 8,95   | 2x                 | 61   | III 19B#5                       | 405,43 | 4,15   | 4x                 |
| 4  | II 18B#3                        | 183,5  | 8,31   | 2x                 | 62   | IV 07A#2                        | 407,52 | 6,51   | 4x                 |
| 6  | II 18B#4                        | 192,07 | 7,28   | 2x                 | 63   | IV 07A#5                        | 402,7  | 5,92   | 4x                 |
| 7  | II 18B#5                        | 208,29 | 6,95   | 2x                 | 64   | I 05A#4                         | 234,77 | 5,37   | Mix                |
| 8  | II 21B#1                        | 196,62 | 9      | 2x                 |  |                                 | 333,61 | 6,72   |                    |
| 9  | II 21B#2                        | 168,04 | 8,94   | 2x                 | 65   | I 11A#1                         | 187,57 | 5,54   | Mix                |
| 10   | II 21B#3                        | 181,17 | 7,53   | 2x                 |  |                                 | 364,04 | 5,68   |                    |
| 11   | II 21B#4                        | 217,74 | 7,67   | 2x                 | 66   | I 11A#2                         | 165,64 | 8,24   | Mix                |
| 12   | II 21B#5                        | 184,67 | 8,85   | 2x                 |  |                                 | 335,76 | 5,49   |                    |
| 13   | III 19A#1                       | 184,96 | 9,82   | 2x                 | 67   | I 11A#3                         | 165,16 | 8,86   | Mix                |
| 14   | III 20A#1                       | 192,52 | 7,32   | 2x                 |  |                                 | 346,64 | 5,5    |                    |
| 15   | III 20A#2                       | 188,91 | 7,36   | 2x                 | 68   | I 11A#4                         | 163,24 | 8,83   | Mix                |
| 16   | III 20A#3                       | 172,17 | 15,93  | 2x                 |  |                                 | 336,96 | 6,54   |                    |
| 17   | III 20A#4                       | 167,71 | 16,32  | 2x                 | 69   | I 14A#1                         | 148,29 | 8,92   | Mix                |
| 18   | III 20A#5                       | 179,65 | 16,35  | 2x                 |  |                                 | 299,56 | 6,68   |                    |
| 19   | III 10F#1                       | 184,89 | 7,58   | 2x                 | 70   | I 14A#3                         | 190,19 | 7,43   | Mix                |
| 20   | III 10F#2                       | 207,81 | 6,8    | 2x                 |  |                                 | 388,45 | 6,19   |                    |
| 21   | III 10F#3                       | 216,34 | 7,59   | 2x                 | 71   | I 14A#4                         | 159,43 | 10,15  | Mix                |
| 22   | III 10F#4                       | 220,03 | 7,97   | 2x                 |  |                                 | 329,38 | 7      |                    |
| 23   | III 10F#5                       | 194,89 | 7,23   | 2x                 | 72   | I 14B#4                         | 204,23 | 8,26   | Mix                |
| 24   | III 7E#1                        | 172,06 | 8,14   | 2x                 |  |                                 | 416,65 | 6,19   |                    |
| 25   | III 7E#2                        | 182,74 | 7,76   | 2x                 | 73   | I 17B#2                         | 181,16 | 9,96   | Mix                |
| 26   | III 7E#3                        | 180,05 | 8,84   | 2x                 |  |                                 | 355,11 | 7,14   |                    |
| 27   | III 7E#5                        | 201,65 | 8,17   | 2x                 | 74   | I 21B#1                         | 176,93 | 9,51   | Mix                |
| 28   | III 13E#1                       | 216,25 | 4,58   | 2x                 |  |                                 | 353,45 | 7,38   |                    |
| 29   | III 13E#2                       | 180,85 | 6,67   | 2x                 | 75   | I 24B#1                         | 164,83 | 8,44   | Mix                |
| 30   | III 13E#3                       | 146,76 | 10,49  | 2x                 |  |                                 | 332,01 | 6,8    |                    |
| 31   | III 13E#4                       | 181,93 | 8,33   | 2x                 | 76   | II 0B#2                         | 173,26 | 9,37   | Mix                |
| 32   | III 13E#5                       | 180,78 | 7,62   | 2x                 |  |                                 | 338,78 | 6,83   |                    |
| 33   | III 13D#3                       | 164,19 | 9,75   | 2x                 | 77   | II 0B#3                         | 368,39 | 5,37   | Mix                |
| 34   | I 05A#1                         | 385,92 | 7,92   | 4x                 |  |                                 | 186,69 | 7,65   |                    |
| 35   | I 05A#2                         | 398,67 | 7,05   | 4x                 | 78   | II 0B#4                         | 210,05 | 9,29   | Mix                |
| 36   | I 05A#5                         | 406,82 | 6,42   | 4x                 |  |                                 | 423,11 | 7,48   |                    |
| 37   | I 11A#5                         | 388,17 | 7,22   | 4x                 | 79   | II 7A#1                         | 179,08 | 8,86   | Mix                |
| 38   | I 17B#1                         | 393,98 | 6,16   | 4x                 |  |                                 | 331,05 | 7,65   |                    |
| 39   | I 21B#3                         | 411,9  | 5,56   | 4x                 | 80   | II 7A#2                         | 175,18 | 9,06   | Mix                |
| 40   | II 0A#1                         | 422,57 | 5,41   | 4x                 |  |                                 | 358,51 | 8,68   |                    |
| 41   | II 0A#2                         | 392,06 | 9,11   | 4x                 | 81   | II 7A#3                         | 383,89 | 6,9    | Mix                |
| 42   | II 0A#3                         | 354,44 | 8,27   | 4x                 |  |                                 | 203,14 | 7,58   |                    |
| 43   | II 0A#4                         | 381,5  | 7,1    | 4x                 | 82   | II 7A#4                         | 188,49 | 8,62   | Mix                |
| 44   | II 0B#1                         | 394,67 | 6,44   | 4x                 |  |                                 | 354,09 | 8,27   |                    |
| 45   | II 0B#2                         | 395,9  | 6,47   | 4x                 | 83   | II 7A#5                         | 181,06 | 9,36   | Mix                |
| 46   | II 0B#3                         | 394,37 | 6,74   | 4x                 |  |                                 | 347,45 | 8,23   |                    |
| 47   | II 0B#4                         | 390,24 | 6,39   | 4x                 | 84   | III 19B#2                       | 180,66 | 6,47   | Mix                |
| 48   | II 0B#5                         | 405,43 | 4,15   | 4x                 |  |                                 | 358,29 | 4,95   |                    |



**Tabel 2.** Sekuens nukleotida primer serta jumlah dan ukuran pita DNA hasil amplifikasi Pisang Rejang Tetraploid (*Nucleotide sequence of the primers and number and size of amplified DNA bands of Tetraploid Pisang Rejang*)

| Primer RAPD (RAPD primer) | Kode Primer (Primer Code) | Urutan basa (5' -3') (Nucleotide sequence) (5'-3') | Jumlah pita (Numbers of bands) | Jumlah pita polimorfik (Numbers of polymorphic bands) | Ukuran (bp) (Size) (bp) |
|---------------------------|---------------------------|--|--------------------------------|---|-------------------------|
| 1                         | OPA-02                    | TGCCGAGCTG   | 7                              | 0   | 250-1100                |
| 2                         | OPA-07                    | GAAACGGGTG   | 8                              | 2   | 300-1800                |
| 3                         | OPA-13                    | CAGCACCCAC   | 7                              | 0   | 450-1700                |
| 4                         | OPA-18                    | AGGTGACCGT   | 7                              | 1   | 450-1800                |
| 5                         | OPB-07                    | GGTGACGCAG   | 7                              | 1   | 300-1500                |
| 6                         | OPN-06                    | GAGACGCACA   | 9                              | 1   | 250-1000                |
| 7                         | OPN-12                    | CACAGACACC   | 11                             | 0   | 300-2200                |
| 8                         | OPU-06                    | ACCTTTGCGG   | 10                             | 0   | 250-1800                |
| <b>ISSR</b>               |                           |  |                                |   |                         |
|                           |                           | GAG AGA GAG AGA GAG AC                             | 12                             | 1   | 450-1900                |
| 1                         | UBC-811                   |  |                                |   |                         |
| 2                         | UBC-814                   | CTC TCT CTC TCT CTC TA                             | 10                             | 0   | 350-1300                |
| 3                         | UBC-822                   | TCT CTC TCT CTC TCT CA                             | 7                              | 0   | 250-1300                |
| 4                         | UBC-823                   | TCT CTC TCT CTC TCT CC                             |                                |   | 1000-1700               |
| 5                         | UBC-826                   | ACA CAC ACA CAC ACA CC                             | 9                              | 1   | 400-1300                |
| 6                         | UBC-834                   | AGA GAG AGA GAG AGA GYT                            | 8                              | 0   | 400-1400                |
| 7                         | UBC-835                   | AGA GAG AGA GAG AGA GYC                            | 9                              | 0   | 400-1100                |
| 8                         | UBC-843                   | CTC TCT CTC TCT CTC TR                             | 8                              | 0   | 250-1100                |
|                           |                           | Jumlah Total                                       | 134                            | 7 (5,22%)   |                         |
|                           |                           | Rata-rata (Average)                                | 8.375                          |   |                         |

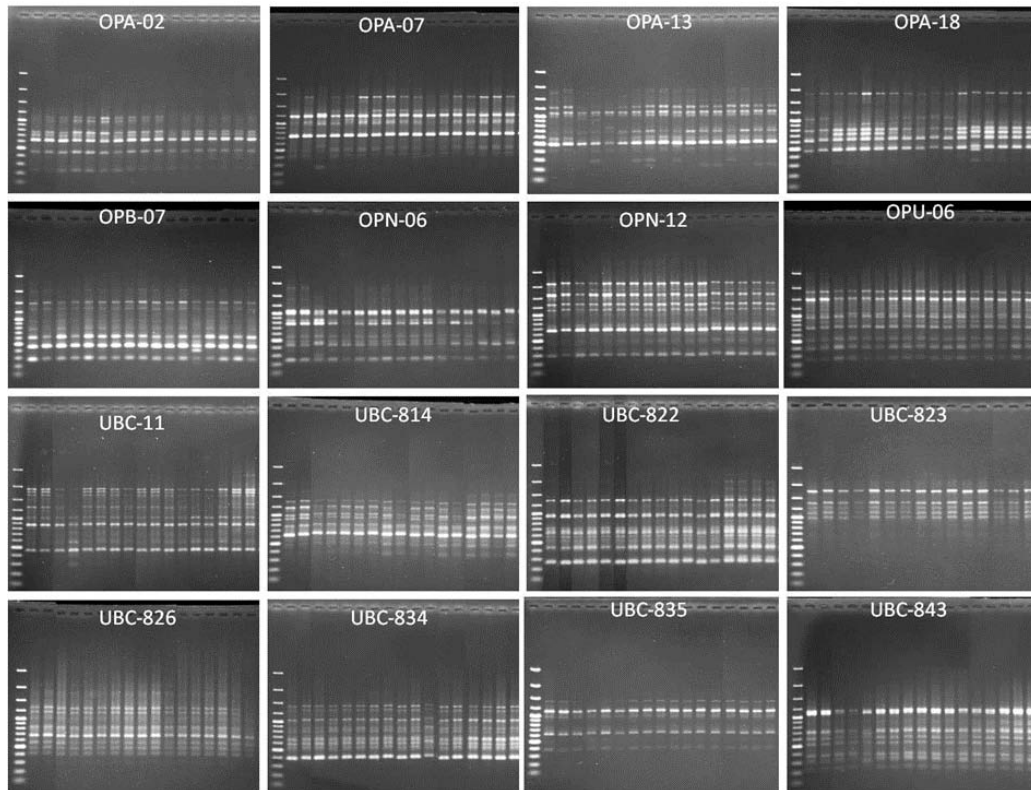
**Tabel 3.** Matriks identitas genetik dan jarak genetik (Nei, 1978) pada Pisang Rejang hasil induksi poliploid (*Table 3. Nei's Genetic identity and genetic distance matrix of oryzalin-induced Pisang Rejang*)

|                       | Rejang 2x (Kontrol)<br><i>Rejang 2x (control)</i> | Rejang 4x (OS)<br><i>Rejang 4x (OS)</i> | Rejang mix (OS)<br><i>Rejang mix (OS)</i> |
|-----------------------|---|---|---|
| Rejang 2x (Kontrol)   | -   | 0,9935                                  | 0,9904                                    |
| Rejang 4x (OS)        | 0,0065  | -                                       | 0,9901                                    |
| Rejang mixoploid (OS) | 0,0097  | 0,0100                                  | -   |

Hubungan kerabatan genetik antara populasi yang dianalisis berdasarkan matrik *Nei's genetic distance* di antara populasi (Tabel 3). Identitas/kesamaan genetik (Nei, 1972) yang tinggi juga diamati antar populasi Pisang Rejang, yaitu berkisar antara 0,9901-0,9935 (Tabel 3). Identitas/kesamaan genetik tertinggi (0,9935) terdapat antara Pisang Rejang 2x hasil (Kontrol) dengan Pisang Rejang 4x

(OS), yang diikuti oleh nilai 0,9904 antara Pisang Rejang 2x (Kontrol) dengan Pisang Rejang mixoploid (0,9904).

Dari pengamatan karakter kualitatif tanaman hanya ada satu sifat/karakter yang berbeda dari tetua diploidnya, yaitu pertumbuhan daun/habitus tanaman yang merunduk pada tanaman Pisang Rejang tetraploid, sedangkan pada Pisang



**Gambar 2.** Profil DNA Pisang Rejang hasil perlakuan oryzalin dengan marka RAPD dan ISSR (*DNA profile of oryzalin-induced Pisang Rejang using RAPD and ISSR markers*)

Keterangan (*Notes*): Kolom 1= Marker (100 bp plus DNA ladder (Fermentas) 2-4 = Rejang 2x, 5-11 = Rejang 4x, 12-18 = Rejang mixoploid Ukuran Marker (mulai dari yang terbawah hingga teratas) (bp): 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1500, 2000, dan 3000 Column 1= Marker (100 bp plus DNA ladder (Fermentas) 2-4 = Rejang 2x, 5-11 = Rejang 4x, 12-18 = Rejang mixoploid. Marker size (lowest to highest) (bp): 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1500, 2000, dan 3000



**Gambar 3.** Penampilan Pisang Rejang diploid (AA) dan Pisang Rejang tetraploid (AAAA) (*Performance of diploid Pisang Rejang (AA) and tetraploid Pisang Rejang (AAAA)*)

**Tabel 4.** Penampilan karakter kualitatif Pisang Rejang Tetraploid dan tetua diploidnya (UPOV, 2010) (*Performance of qualitative characters of Tetraploid Pisang Rejang and Its Diploid Parent*)

| No.       | Karakter<br>(Characters)  | Pisang Rejang 4x<br>(Pisang Rejang 4x) | Pisang Rejang 2x<br>(Pisang Rejang 2x) |
|-----------|---|--|--|
| 1         | Ploidi  | Tetraploid (AAAA)                      | Diploid (AA)                           |
| 2         | <b>Jumlah anakan</b>  | <b>Sedikit : 3 ± 2</b>                 | <b>Banyak : 9 ± 4</b>                  |
| 3         | <b>Tinggi batang semu (cm)</b>                                  | <b>Pendek : 200,2 ± 30,5</b>           | <b>Pendek : 195,63 ± 35,60</b>         |
| 4         | <b>Diameter batang (cm)</b>                                     | <b>Kecil : 10,17 ± 1,43</b>            | <b>Kecil : 8,71 ± 1,30</b>             |
| 5         | Pelepah daun ( <i>Pseudostem: overlapping of leaf sheaths</i> ) | Sedang                                 | Sedang                                 |
| 6         | <i>Pseudostem: tapering</i>                                     | Tidak ada                              | Tidak ada                              |
| 7         | Warna batang semu   | Hijau kemerahan                        | Hijau kemerahan                        |
| 8         | Pewarnaan antosianin  | Sedang                                 | Sedang                                 |
| 9         | Warna batang bagian dalam                                       | Merah                                  | Merah                                  |
| 10        | Kekompakan mahkota  | Sedang                                 | Sedang                                 |
| 11        | <b>Habitus tanaman</b>  | <b>Merunduk</b>                        | <b>Tegak</b>                           |
| 12        | Tangkai daun bagian pangkal                                     | Melengkung keluar                      | Melengkung keluar                      |
| 13        | <b>Panjang tangkai daun (cm)</b>                                | <b>Pendek : 35,50 ± 4,47</b>           | <b>Pendek : 38,33 ± 7,64</b>           |
| 14        | Warna tulang daun bagian bawah                                  | Pink                                   | Pink                                   |
| 15        | Bentuk daun bagian pangkal                                      | Kedua sisi meruncing                   | Kedua sisi meruncing                   |
| 16        | Lapisan lilin pada daun bagian bawah                            | Tidak ada                              | Tidak ada                              |
| 17        | <b>Panjang daun (cm)</b>  | <b>Pendek : 160,00 ± 17,89</b>         | <b>Pendek : 166,67 ± 11,55</b>         |
| 18        | <b>Lebar daun (cm)</b>  | <b>Sempit : 43,33 ± 5,16</b>           | <b>Sempit : 46,67 ± 7,64</b>           |
| 19        | Rasio panjang/lebar daun  | Sangat memanjang :3,69                 | Sangat memanjang :3,57                 |
| 20        | Kilap pada daun bagian atas                                     | Tidak ada                              | Tidak ada                              |
| 21        | Panjang tangkai tandan (cm)                                     | Pendek : 27,50 ± 3,28                  | Pendek : 19,83±5,98                    |
| 22        | Diameter tangkai tandan (cm)                                    | Kecil :3,84 ± 0,72                     | Kecil :3,34±0,64                       |
| 23        | Rambut pada tangkai tandan                                      | Ada                                    | Ada                                    |
| 24        | Lekukan tangkai tandan  | Kurang                                 | Kurang                                 |
| 25        | Panjang tandan (cm)   | Pendek : 115,33 ± 5,16                 | Pendek : 117,00 ± 8,77                 |
| 26        | Diameter tandan (cm)  | Sempit : 18,75± 2,58                   | Sempit : 18,67± 6,43                   |
| 27        | Bentuk tandan   | Tidak beraturan                        | Tidak beraturan                        |
| 28        | Susunan buah  | Horizontal – agak melengkung ke atas   | Horizontal – agak melengkung ke atas   |
| 29        | Kekompakan tandan   | Sedang                                 | Sedang                                 |
| 30        | Jumlah sisir  | Sedang: 6,02±0.89                      | Sedang: 8.43±0.78                      |
| 31        | Perbungaan jantan   | Miring                                 | Miring                                 |
| 32        | Bekas perbungaan  | Sedang                                 | Sedang                                 |
| 33        | Keberadaan braktea  | Tidak ada                              | Tidak ada                              |
| 34        | Keberadaan bunga hermaprodit                                    | Tidak ada                              | Tidak ada                              |
| 35        | Lekukan buah  | Lurus                                  | Lurus                                  |
| 36        | Lekukan pada kulit buah   | Tidak ada                              | Tidak ada                              |
| 37        | Panjang buah (cm)   | Pendek : 10,5± 0,64                    | Pendek : 9,85±0.35                     |
| 38        | Lebar buah (tidak termasuk kulit buah)                          | Sempit : 2,75 ± 0,15                   | Sempit : 2,55± 0,15                    |
| 39        | Panjang tangkai buah (cm)                                       | Pendek : 1,06± 0,15                    | Pendek : 1,3± 0,28                     |
| 40        | Bentuk ujung buah   | Rompong                                | Berleher botol                         |
| 41        | Tebal kulit buah (cm)   | Tipis : 0,30± 0,07                     | Tipis : 0,27± 0,03                     |
| 42        | Warna kulit buah sebelum masak                                  | Hijau                                  | Hijau                                  |
| 43        | Warna kulit buah  | Kuning                                 | Kuning                                 |
| 44        | Kelekatan kulit buah  | Sedang                                 | Sedang                                 |
| 45        | Keberadaan organ perbungaan                                     | Ada                                    | Ada                                    |
| <b>No</b> | <b>Karakter</b>   | <b>Pisang Rejang 4x</b>                | <b>Pisang Rejang 2x</b>                |
| 46        | Warna daging buah   | Krem                                   | Krem                                   |
| 47        | Kekerasan buah  | Sedang                                 | Sedang                                 |
| 48        | Keberadaan perbungaan jantan/jantung                            | Ada                                    | Ada                                    |
| 49        | Bentuk jantung  | Berbentuk lanset                       | Berbentuk lanset                       |
| 50        | Kondisi braktea   | Tertutup                               | Tertutup                               |
| 51        | Warna braktea bagian dalam                                      | Merah orange                           | Merah orange                           |
| 52        | Bentuk braktea bagian ujung                                     | Melancip sempit                        | Melancip sempit                        |

Rejang diploid menunjukkan pertumbuhan daun/habitus tanaman yang tegak (Tabel 4, Gambar 3). Beberapa karakter kuantitatif seperti tinggi batang semu dan diameter batang semu menunjukkan tanaman Pisang Rejang tetraploid memiliki ukuran lebih besar dibandingkan dengan tanaman Pisang Rejang diploid (Tabel 4). Sedangkan karakter panjang dan lebar daun serta panjang tangkai daun Pisang Rejang tetraploid lebih kecil dibandingkan Pisang Rejang diploid (Tabel 4).

## PEMBAHASAN

Pada penelitian ini induksi tetraploid Pisang Rejang menghasilkan 30 tanaman tetraploid (35,71%) (Tabel 1). Efektivitas perlakuan oryzalin dalam menghasilkan tanaman pisang tetraploid pada penelitian ini relatif tinggi dibandingkan dengan penelitian serupa yang dilakukan oleh van Duren *et al.* (1996) yaitu 29% dan 30% pada Pisang Mas Lumut (Poerba *et al.*, 2014). Tanaman tetraploid yang dihasilkan merupakan tanaman yang solid tetraploid, bukan chimera. Tanaman tetraploid tersebut juga ternyata stabil setelah dua siklus tanaman yang menunjukkan tetraploid solid, dan tidak chimera. Walaupun demikian 25% tanaman hasil induksi merupakan tanaman mixoploid. Mixoploid merupakan kimera ploidi hasil dari regenerasi paling sedikit dua sel dengan tingkat ploidi yang berbeda. Mixoploid (chimera) dapat dihilangkan dengan sub-kultur terus menerus, pada penelitian ini mixoploid tetap belum dapat dipisahkan hingga sub-kultur ke-6. Demikian pula setelah dua siklus tanaman, tanaman mixoploid masih stabil. Hal ini menunjukkan bahwa untuk memisahkan *solid mutant* dari jaringan chimera diperlukan sub-kultur yang terus menerus sehingga diperoleh sel mutan yang utuh (*solid*).

Hasil karakterisasi molekuler menunjukkan properti genetik Pisang Rejang hasil induksi poliploidi tidak berubah karena ploidisasi. Induksi poliploidi tidak merubah properti kromosom, hanya terjadi penggandaan kromosom dengan dihambatnya pembentukan *spindle* oleh senyawa oryzalin pada tahap metaphase mitosis sel (van Duren *et al.*, 1996).

Pada penelitian ini tanaman Pisang Rejang tetraploid menunjukkan tinggi dan diameter batang semu lebih besar dari tanaman Pisang Rejang diploid (kontrol), habitus daun yang merunduk (sedangkan

tanaman diploid Rejang memiliki habitus daun yang tegak) serta jumlah anakan yang lebih sedikit dibandingkan dengan diploid Rejang (kontrol) (Tabel 4). Hal ini sejalan dengan penelitian Vakili (1967) yang menyatakan bahwa tanaman pisang tetraploid pada umumnya menunjukkan ukuran tanaman yang lebih tinggi, habitus daun yang merunduk, waktu pertumbuhan yang lebih lama, jumlah anakan dan sistem akar lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman diploidnya (Vakili, 1967), serta tangkai daun mudah patah (Hamill *et al.*, 1992). Pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa teraploidi tidak mempengaruhi panjang buah Pisang Rejang, tetapi diameter/lebar buah menjadi lebih besar dibandingkan tetua diploidnya (Tabel 4). Penelitian yang dilakukan Bakry *et al.* (2007) yang menghasilkan tetraploid dari 21 klon diploid yang diinduksi dengan kolkhisin menunjukkan penampilan tanaman tetraploid yang lemah dibandingkan tanaman diploidnya, tetapi semua tetraploid berbunga dan dapat disilangkan dengan tanaman diploid dan menghasilkan hibrid triploid. Pada penelitian induksi tetraploidi pada Mas Lumut dan Pisang Madu dengan menggunakan oryzalin, semua tanaman tetraploid memiliki habitus tanaman yang merunduk, diameter buah yang lebih besar dan jumlah anakan yang lebih sedikit dibandingkan dengan tetua diploidnya (Poerba *et al.* 2012; 2014). Hasil penelitian Pisang Rejang tetraploid ini menunjukkan bahwa pisang Rejang tetraploid juga dapat berbunga dan berbuah selama penelitian dua siklus dan dapat disilangkan dengan dengan varietas lain, seperti *Musa acuminata* var *malaccensis* dan menghasilkan hibrid triploid RKMM dan dengan Pisang diploid menghasilkan pisang hibrid triploid RKRR (Poerba *et al.*, 2016).

Pada penelitian ini, pisang Rejang tetraploid dan mixoploid menunjukkan jumlah anakan lebih sedikit, pertumbuhan daun yang lebih merunduk dengan tangkai daun yang mudah patah, tinggi dan diameter batang semu lebih besar, panjang daun dan tangkai daun lebih besar, serta lebar buah yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman diploidnya (Tabel 4). Hal ini terjadi pada dasarnya adalah senyawa oryzalin menyebabkan kegagalan pembentukan dan fungsi normal *spindle* pada tahap metaphase mitosis, sehingga sel tidak membelah menjadi dua, akibatnya jumlah kromosom menjadi

ganda dan ukuran sel menjadi lebih besar (van Duren *et al.*, 1996).

## KESIMPULAN

Hasil penelitian induksi tetraploid Pisang Rejang dengan oryzalin menghasilkan 65% tanaman diploid, 30% tanaman tetraploid dan 5% tanaman mixoploid. Pisang Rejang hasil induksi poliploidi memiliki properti genetik yang mirip dengan kontrolnya dengan indeks kesamaan genetik yang berkisar antara 0.9901-0.9935.

Tanaman Pisang Rejang tetraploid hasil induksi poliploidi menunjukkan jumlah anakan lebih sedikit, pertumbuhan daun yang lebih merunduk, tinggi dan diameter batang semu lebih besar, daun lebih besar, serta buah yang lebih lebar dibandingkan dengan tanaman diploidnya. Tanaman Pisang Rejang Tetraploid dapat digunakan sebagai tetua betina dalam persilangan untuk menghasilkan pisang hibrid triploid. Penelitian ini membuka peluang untuk dilakukannya induksi poliploidi pada tanaman pisang komersial seperti Pisang Mas Kirana (diploid, AA) menjadi Pisang Mas Kirana tetraploid, yang memiliki diameter buah yang lebih besar dan dapat digunakan sebagai tetua silangan untuk pembentukan pisang hibrid triploid.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian didanai oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia melalui Program Kompetitif, Sub Program Eksplorasi dan Pemanfaatan terukur Sumber Daya Hayati (Darat dan Laut) Indonesia tahun 2010-2014. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Fajarudin Ahmad, MSi, K. Utami Nugraheni SP, Nuriyanto SP, Herlina, Desy Sukmawati SSi, Agus Yudhanto SP, Rizki Kahzar SSi, Yuli dan Dian, yang telah membantu dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Asif MJ, C Mak and ORYasmin. 2000. Polyploid induction in a local wild banana (*Musa acuminata* var *malaccensis*). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3(5), 740-743.

Bakry F, NPa de la Reberdiere, S Pichot and C Jenny. 2007. In liquid medium kolkhisin treatment induces non chimerical doubled-diploids in a wide range of mono- and interspecific diploid banana clones. *Fruits* 62(1), 3-12.

Bakry F, F Carreel, C Jenny and JP Horry. 2009. Genetic improvement of banana. In: *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*. Mohan Jain Shri, PM Priyadarshan (Eds), 3-50. Springer, New York.

Delaporta SL, J Wood and JB Hicks. 1983. A Plant DNA Miniprep. Version II. *Plant Molecular Biology Reporter* 4, 19-21.

Doležel J, M Valárik, MA Vrána Lysák, E Hřibová, J Bartos, N Gasmanova, M Doleželova, J Safar and H Simkova. 2004. Molecular cytogenetics and cytometry of bananas (*Musa* spp.). In: *Banana Improvement: Cellular, Molecular Biology, and Induced Mutation*. SM Jain and RSwennen (Eds), 229-244. Science Publishers, Inc, Enfield (NH), USA, Plymouth, UK.

Dhooghe, E, S Denis, T Eeckhaut, D Reheul, MCvan Labeke. 2009. In vitro induction of tetraploids in ornamental *Ranunculus*. *Euphytica* 168: 33-40.

Hamil SD, MK Smith and WA Dodd. 1992. In vitro induction of banana autotetraploid by kolkhisin treatment of micropropagated diploids. *Australian Journal of Botany* 42, 887-96.

Kanchanapoom K and K Koarapatchaikul. 2012. In vitro induction of tetraploid plants from callus cultures of diploid bananas (*Musa acuminata*, AA group) 'Kluai Leb Mu Nang' and 'Kluai Sa'. *Euphytica* 183, 111-117.

Nei M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89, 583-590.

Oselebe HO, IU Obi and MI Uguru. 2010. Predicting hybrids performances from interploidy crosses in *Musa* species. *Australian Journal of Crops Science* 4(6), 425-420.

Page RDM. 1998. TreeView (Win 32). Available at <http://www.taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/rod.html>. (Diunduh 9 Desember 2015.)

Poerba YS, F Ahmad dan Witjaksono. 2012. Persilangan pisang liar diploid *Musa acuminata* Colla var *malaccensis* (Ridl.) Nasution sebagai sumber polen dengan Pisang Madu tetraploid. *Jurnal Biologi Indonesia* 8(1), 181-196.

Poerba YS, Witjaksono, F Ahmad, dan T Handayani. 2014. Induksi dan karakterisasi Pisang Mas Lumut Tetraploid. 2014. *Jurnal Biologi Indonesia* 10(2), 191-200.

Poerba YS, Witjaksono dan Tri Handayani. 2016. Pembentukan dan penampilan Pisang Rejang Hibrid Triploid hasil persilangan Pisang Rejang Mixoploid dengan Pisang Rejang Diploid. *Jurnal Biologi Indonesia* 12(1), 19-30.

Rodrigues FA, JDR Soares, RR Santos, M Pasqual and SO Silva. 2011. Kolkhisin and amiprofos-methyl (AMP) in polyploidy induction in banana plant. *African Journal of Biotechnology* 10(62), 13476-13481.

Stover RH and NW Simmonds. 1987. *Bananas*. Longman Sci & Technical, Essex, England. 3rd Edition.

Sutanto A, D Sukma, C Hermanto and S Sudarsono. 2014. Isolation and characterization of resistance gene analogue (RGA) from *Fusarium* resistant banana cultivars. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 26(6), 508-518.

Uma S, MS Saraswathi, M Manickavasagam, S Sathiamoorthy and G Rajagopal. 2004. Effect of polyploidizing agents on cvs 'Matti' (AA) and 'Kunnan' (AB). *Proceeding of 1st International Congress on Musa. Harnessing research to improve livelihoods*, Penang, Malaysia, 6-9 July, 2004, 18.

UPOV – International Union for the Protection of New Varieties of Plants. 2010. *Banana: Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability*. Available at <http://www.upov.int/>. (Diunduh 19 Oktober 2015).

Vakili NG. 1967. The experimental formation of polyploidy and its effect in the genus *Musa*. *American Journal of Botany* 54(1), 24-36.

Yeh FC, RC Yang and T Boyle. 1999. Popgene Version 1.31. Microsoft Windows-based freeware for Population Genetic Analysis. Available at: <http://www.ualberta.ca/~fyeh/>. (Diunduh 7 Desember 2015).

## Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

**Berita Biologi** adalah jurnal yang menerbitkan artikel kemajuan penelitian di bidang biologi dan ilmu-ilmu terkait di Indonesia. Berita Biologi memuat karya tulis ilmiah asli berupa makalah hasil penelitian, komunikasi pendek dan tinjauan kembali yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Masalah yang diliput, diharuskan menampilkan aspek atau informasi baru.

### Tipe naskah

- 1. Makalah lengkap hasil penelitian (*original paper*)**

Naskah merupakan hasil penelitian sendiri yang mengangkat topik yang *up-to-date*. Tidak lebih dari 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Pencantuman lampiran seperlunya, namun redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.
- 2. Komunikasi pendek (*short communication*)**

Komunikasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil temuan yang menarik, spesifik dan baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Artikel yang ditulis tidak lebih dari 10 halaman. Hasil dan pembahasan boleh digabung.
- 3. Tinjauan kembali (*review*)**

Tinjauan kembali merupakan rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik penelitian tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran '*state of the art*', meliputi temuan awal, kemajuan hingga issue terkini, termasuk perdebatan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan ulang ini harus merangkum minimal 30 artikel.

### Struktur naskah

- 1. Bahasa**

Bahasa yang digunakan adalah bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar.
- 2. Judul**

Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah diikuti oleh nama dan alamat surat menyurat penulis. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*).
- 3. Abstrak**

Abstrak dibuat dalam dua bahasa, bahasa Indonesia dan Inggris. Abstrak memuat secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil yang signifikan, kesimpulan dan implikasi hasil penelitian. Abstrak berisi maksimum 200 kata, spasi tunggal. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimum enam kata, dimana kata pertama adalah yang terpenting. Abstrak dalam bahasa Inggris merupakan terjemahan dari bahasa Indonesia. Editor berhak untuk mengedit abstrak demi alasan kejelasan isi abstrak.
- 4. Pendahuluan**

Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Sebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan.
- 5. Bahan dan cara kerja**

Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metoda harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metoda yang digunakan adalah metoda yang sudah baku cukup ditulis sitasi dan apabila ada modifikasi harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan apa yang dimodifikasi.
- 6. Hasil**

Sebutkan hasil-hasil utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada tabel/grafik/diagram atau gambar uraikan hasil yang terpenting dan jangan menggunakan kalimat 'Lihat Tabel 1'. Apabila menggunakan nilai rata-rata harus menyebutkan standar deviasi.
- 7. Pembahasan**

Jangan mengulang isi hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan apa arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, bandingkan hasil penelitian ini dengan membuat perbandingan dengan studi terdahulu (bila ada).
- 8. Kesimpulan**

Menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, dan penelitian berikut yang bisa dilakukan.
- 9. Ucapan terima kasih**
- 10. Daftar pustaka**

Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review. Apabila harus menyitir dari "Laporan" atau "komunikasi personal" dituliskan '*unpublished*' dan tidak perlu ditampilkan di daftar pustaka. Daftar pustaka harus berisi informasi yang *up to date* yang sebagian besar berasal dari *original papers*. Penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

### Format naskah

- Naskah diketik dengan menggunakan program Word Processor, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.
- Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan bahasa Indonesia, angka desimal menggunakan koma (,) dan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5cm. Length of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.
- Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.
- Nama takson dan kategori taksonomi merujuk kepada aturan standar termasuk yang diakui. Untuk tumbuhan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICFAFP), *International Code of Nomenclature of Bacteria* (ICNB), dan untuk organisme yang lain merujuk pada kesepakatan Internasional. Penulisan nama takson lengkap dengan nama author hanya dilakukan pada bagian deskripsi takson, misalnya pada naskah taksonomi. Sedangkan penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.
- Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.
- Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).
- Tabel  
Tabel diberi judul yang singkat dan jelas, spasi tunggal dalam bahasa Indonesia dan Inggris, sehingga Tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Keterangan Tabel diletakkan di bawah Tabel. Tabel tidak dibuat tertutup dengan garis vertikal, hanya menggunakan garis horisontal yang memisahkan judul dan batas bawah. Paragraf pada isi tabel dibuat satu spasi.
- Gambar  
Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul ditulis secara singkat dan jelas, spasi tunggal. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi.
- Daftar Pustaka  
Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata 'dan' atau *et al*. Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.*, 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis



maka digunakan kata 'and'. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995).

a. Jurnal

Nama jurnal ditulis lengkap.

**Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992.** Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epicuticular Wax Load and Growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* **43**, 1559-1576.

b. Buku

**Kramer PJ. 1983.** *Plant Water Relationship*, 76. Edisi ke-(bila ada). Academic, New York.

c. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.

**Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995.** Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Sepioteuthis lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Aru, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Litaay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.

d. Makalah sebagai bagian dari buku

**Leegood RC and DA Walker. 1993.** Chloroplast and Protoplast. *In: Photosynthesis and Production in a Changing Environment*. DO Hall, JMO Scurllock, HR Bohlar Nordenkamp, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Chapman and Hall. London.

e. Thesis dan skripsi.

**Keim AP. 2011.** Monograph of the genus *Orania* Zipp. (Arecaceae; Oraniinae). University of Reading, Reading. [PhD. Thesis].

f. Artikel online.

Artikel yang diunduh secara online mengikuti format yang berlaku misalnya untuk jurnal, buku atau thesis, serta dituliskan alamat situs sumber dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses *peer review* atau artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.

**Forest Watch Indonesia[FWI]. 2009.** Potret keadaan hutan Indonesia periode 2000-2009. <http://www.fwi.or.id>. (Diunduh 7 Desember 2012).

#### **Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah**

Setiap penulis yang mengajukan naskahnya ke redaksi Berita Biologi akan diminta untuk menandatangani lembar persetujuan yang berisi hak alih terbit naskah termasuk hak untuk memperbanyak artikel dalam berbagai bentuk kepada penerbit Berita Biologi. Sedangkan penulis tetap berhak untuk menyebarkan edisi cetak dan elektronik untuk kepentingan penelitian dan pendidikan. Formulir itu juga berisi pernyataan keaslian naskah, yang menyebutkan bahwa naskah adalah hasil penelitian asli, belum pernah dan sedang diterbitkan di tempat lain.

#### **Penelitian yang melibatkan hewan**

Untuk setiap penelitian yang melibatkan hewan sebagai obyek penelitian, maka setiap naskah yang diajukan wajib disertai dengan 'ethical clearance approval' terkait *animal welfare* yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

#### **Lembar ilustrasi sampul**

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah. Oleh karena itu setiap naskah yang ada ilustrasi harap mengirimkan ilustrasi dengan kualitas gambar yang baik disertai keterangan singkat ilustrasi dan nama pembuat ilustrasi.

#### **Proofs**

Naskah *proofs* akan dikirim ke author dan diwajibkan membaca dan memeriksa kembali isi naskah dengan teliti. Naskah proofs harus dikirim kembali ke redaksi dalam waktu tiga hari kerja.

#### **Naskah cetak**

Setiap penulis yang naskahnya diterbitkan akan diberikan 1 eksemplar majalah Berita Biologi dan reprint. Majalah tersebut akan dikirimkan kepada *corresponding author*.

#### **Pengiriman naskah**

Naskah dikirim dalam bentuk .doc atau .docx.

Alamat kontak: Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911

Telp: +61-21-8765067

Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066

Email: [jurnalberitabiologi@yahoo.co.id](mailto:jurnalberitabiologi@yahoo.co.id)

[berita.biologi@mail.lipi.go.id](mailto:berita.biologi@mail.lipi.go.id)

# BERITA BIOLOGI

Vol. 16 (1)

Isi (*Content*)

April 2017

## MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

### **INDUKSI BIAK KALUS DAN BIAK SUSPENSI SEL *Aquilaria malaccensis* Lam. [Induction of Callus Culture and Cell Suspension Culture of *Aquilaria malaccensis* Lam.]**

*Aryani Leksonowati, Witjaksono dan Diah Ratnadewi* ..... 1 - 11

### **BAKTERI ENTOMOPATOGEN SEBAGAI AGEN BOKONTROL TERHADAP LARVA *Spodoptera litura* (F.) [Entomopathogenic Bacteria as Biocontrol Agent Against *Spodoptera litura* (F.) Larvae]**

*Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Bramantyo Wikantyo, Aprivi Zulfitri dan Deni Zulfiana* ..... 13 - 21

### **PENINGKATAN PERTUMBUHAN PADI VAR. CIHERANG SETELAH DIINOKULASI DENGAN *Azospirillum* MUTAN MULTIFUNGSI PENAMBAT N<sub>2</sub>, PELARUT P DAN PENGHASIL FITOHORMON INDOLE ACETIC ACID (IAA) [The growth enhancement of rice var. Ciherang after inoculated with *Azospirillum* mutants multifunction capable of N<sub>2</sub>-fixation, P solubilization, and producing phytohormone indole acetic acid (IAA)]**

*Eny Ida Riyanti dan Edy Listanto* ..... 23 - 30

### **KUALITAS SEMEN BEKU DOMBA GARUT (*Ovis aries*) PADA PENAMBAHAN SUKROSA DALAM PENGECER SEMEN TRIS KUNING TELUR [The Quality of Garut Ram (*Ovis aries*) Frozen Semen In Tris Egg Yolk Extender to The Sucrose Supplementation]**

*Herdis Suharman* ..... 31 - 38

### **PENGELOLAAN AIR, BAHAN ORGANIK DAN VARIETAS ADAPTIF UNTUK MENINGKATKAN HASIL PADI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT [Water Management, Organic Matter Application and Using Adaptable Variety to Increase Rice (*Oryza sativa* L.) Productivity on Tidal Swamp Land]**

*Koesrini dan Khairil Anwar* ..... 39 - 46

### **POTENSI SERAPAN CO<sub>2</sub> PADA BEBERAPA JENIS KANTONG SEMAR (*Nepenthes* spp.) DATARAN RENDAH [Potency of CO<sub>2</sub> Absorption of Lowland Pitcher Plants (*Nepenthes* spp.)]**

*Muhammad Mansur* ..... 47 - 57

### **CLONING, EXPRESSION, AND PARTIAL PURIFICATION OF PLANTARICIN W LOCUS PRODUCED BY *Lactobacillus plantarum* S34 [Kloning, Ekspresi, dan Purifikasi Parsial Lokus Plantarisin W Diproduksi oleh *Lactobacillus plantarum* S34]**

*Rifqiyah Nur Umami, Apon Zaenal Mustopa, Linda Sukmarini, Hasim Danuri, Andini Setyanti Putri, and Krisna Dwi Aria Wibowo* ..... 59 - 67

### **MIKROBA ENDOFIT DARI TANAMAN SRIKAYA (*Annona squamosa* L.) SEBAGAI PENGHASIL ANTI-MIKROBA *Staphylococcus aureus* DAN *Candida albicans* [Antimicrobial activity of endophytic microbes from sugar-apple (*Annona squamosa* L.) plant against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*]**

*Ruth Melliawati dan Sunifah* ..... 69 - 83

### **KARAKTERISASI PISANG REJANG TETRAPLOID HASIL INDUKSI DENGAN ORYZALIN [Characterization of tetraploid Pisang Rejang induced by oryzalin]**

*Yuyu S. Poerba, T Handayani dan Witjaksono* ..... 85 - 93

## KOMUNIKASI PENDEK

### **CATATAN KEKAYAAN JENIS GASTROPODA DI PESISIR PULAU LETI, KAWASAN BANDA SELATAN [Note on Species Richness of Gastropoda in Coastal Area of Leti Island, Southern Banda]**

*Muhammad Masrur Islami* ..... 95 - 99

### **KEANEKARAGAMAN KEONG DI PULAU ENGGANO, BENGKULU UTARA [The snails diversity in Enggano Island, Northern Bengkulu]**

*Heryanto* ..... 101 - 110