



KARAKTER FENOTIP JAHE MERAH (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) HASIL POLIPLIPOIDISASI DENGAN KOLKISIN

THE PHENOTYPE CHARACTERS OF POLYPLOID RED GINGER (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) INDUCED BY COLCHICINE

Meiliana Friska¹, Budi Setiadi Daryono^{2*}

¹Program Studi Biologi, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

²Laboratorium Genetika dan Pemuliaan, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

*Corresponding author: bs_daryono@mail.ugm.ac.id

Naskah Diterima: 03 Februari 2017; Direvisi: 15 Mei 2017; Disetujui: 15 Juni 2017

Abstrak

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) merupakan salah satu tanaman temu-temuan yang banyak digunakan sebagai bumbu masakan, bahan obat tradisional, manisan, minuman penyegar, dan bahan komoditas ekspor nonmigas. Rimpang jahe merah memiliki manfaat untuk kesehatan, kesegaran, dan campuran pada masakan. Rasa pedas yang ditimbulkannya disebabkan oleh senyawa keton 'gingerol'. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan tanaman poliploid pada jahe merah dengan mengamati perubahan karakter fenotip pada daun, batang, dan rimpang hasil induksi kolkisin. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak kelompok pola faktorial dengan dua faktor, yaitu konsentrasi kolkisin (0,05%; 0,1%; 0,2%) dan waktu perendaman (6; 12; 24 jam). Hasil pengamatan dianalisis dengan *analisis variansi* dan pengolahan data secara statistik dilakukan dengan menggunakan uji F pada taraf signifikansi 5%. Jika menunjukkan perbedaan nyata dilanjutkan dengan *Duncan multiple range test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan karakter fenotip jahe merah hasil induksi kolkisin terlihat pada perlakuan dengan konsentrasi kolkisin 0,05% yang direndam selama 12 jam. Tinggi tanaman, diameter batang semu, jumlah daun, berat rimpang, dan kadar klorofil menunjukkan perubahan yang signifikan, tetapi tidak pada panjang, lebar, dan luas daun.

Kata kunci: Kolkisin; Poliploidi; *Zingiber officinale* var. *rubrum*.

Abstract

Red ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) is one of the herb plants that often being used as a spice, traditional medicines, sweets, drinks, and commodities for non-oil and gas export. The ginger rhizome is the most common part used for health, freshness and spice for food. The spiciness from the ginger comes from ketone compounds 'gingerol'. This research aimed to produce polyploid crops in red ginger by observing the changes of phenotypic characteristics on the leaves, stems and rhizome resulted from induction by colchicine. This research used experimental method by randomized design with two factors, which were colchicine concentration (0,05%; 0,1%; 0,2%) and incubation time (6; 12; 24 hours). The data were analyzed using analysis of variance and statistical data processing was performed by using the F test with a significance level of 5%. If the result shows any significant differences, then was followed with *Duncan multiple range test*. The results showed that the change in the phenotypic characteristics of the red ginger was observed from the treatment of 0,05% colchicine soaked for 12 hours. The plant height, stem diameter, number of leaves, rhizome weight and leaf chlorophyll content showed changes significantly, but not for leaf length, leaf width and leaf area.

Keywords: Colchicine; Polyploid; *Zingiber officinale* var. *rubrum*.

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v10i2.4813>

PENDAHULUAN

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) adalah salah satu tanaman temu-temuan suku *Zingiberaceae* yang banyak digunakan sebagai bumbu, bahan obat tradisional, manisan, minuman penyegar, dan bahan komoditas ekspor nonmigas. Pasokan jahe merah dari Indonesia ke negara pengimpor dalam beberapa tahun terakhir ini cukup meningkat. Namun, peningkatan permintaan jahe merah belum dapat diimbangi dengan peningkatan produksinya (Rostiana *et al.*, 2005).

Secara umum jahe memiliki jumlah kromosom $2n=2x=22$, namun beberapa kultivar jahe diketahui sebagai poliploid. Peter *et al.* (2007) mengobservasi 9 *Zingiber* spp. dan menemukan bahwa *Zingiber officinale* bersifat aneuploid ($2n=24$) dan poliploid ($2n=66$). Hasil penelitian Yulianto & Parjanto (2010) menemukan jumlah kromosom jahe merah yaitu $2n=24$.

Pemuliaan tanaman adalah suatu perpaduan seni dan ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana memperbaiki fenotip tanaman dalam populasi sehingga lebih bermanfaat bagi manusia (Sudarka *et al.*, 2009). Kegiatan pemuliaan tanaman jahe merupakan rangkaian kegiatan penelitian suatu varietas jahe untuk menghasilkan varietas baru dan mempertahankan kemurnian benih varietas yang dihasilkan.

Poliploidi adalah keadaan bahwa individu memiliki lebih dari dua genom. Poliploidi lebih banyak dijumpai pada tumbuhan sehingga kurang lebih separuh dari semua jenis tanaman yang dikenal adalah poliploidi (Adisewoyo, 1995). Kolkisin merupakan salah satu bahan kimia apabila diberikan pada tanaman dapat menyebabkan tanaman poliploid (Ommezine *et al.*, 2012). Kolkisin bersifat sebagai racun yang terutama pada tumbuhan memperlihatkan pengaruhnya pada nukleus yang sedang membelah. Larutan kolkisin dapat mencegah terbentuknya mikro-tubulus sehingga pemindahan kromosom pada tahap anafase dari mitosis tidak berlangsung dan menyebabkan penggandaan kromosom (Naghatenna *et al.*, 2008). Kolkisin bekerja efektif pada konsentrasi 0,05–0,1% selama 1 hari, 3 hari, dan 7 hari dan menghasilkan tetraploid pada tanaman *Calanthe* (Chung *et*

al., 2014). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter fenotip jahe merah hasil poliploidisasi dengan kolkisin.

MATERIAL DAN METODE

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor yaitu konsentrasi kolkisin (0,05%, 0,1% dan 0,2%) dan waktu perendaman (6 jam, 12 jam dan 24 jam).

Prosedur Kerja

Induksi Kolkisin

Induksi kolkisin dilakukan dengan cara rimpang jahe merah diinduksi dengan masing-masing konsentrasi 0,05%, 0,1%, dan 0,2% dan lama perendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam setelah selesai diinduksi kemudian jahe ditaman pada media taman yang telah disediakan. Waktu induksi dilakukan pada pagi hari karena pembelahan mitosis pada jahe optimum terjadi pada jam 08.00–10.00 (Etikawati & Setyawan, 2000).

Perubahan karakter fenotip hasil induksi kolkisin diamati mulai dari perubahan daun meliputi; jumlah daun, panjang daun, lebar daun, dan luas daun. Pada batang meliputi; panjang batang dan diameter batang. Pada rimpang meliputi; berat rimpang dan aroma rimpang yang diamati setelah jahe merah berumur 6 bulan setelah tanam.

Uji Kadar Klorofil

Penentuan kadar klorofil dilakukan dengan cara menggerus daun jahe merah segar sebanyak 0,1 g di dalam mortar. Gerusan tersebut kemudian diencerkan dengan aseton 80% dan disaring untuk mengambil cairan beningnya. Larutan klorofil ditaruh dalam kuvet dan dimasukkan ke dalam alat spektrofotometri pada panjang gelombang 663 dan 645 nm.

Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan pengolahan data secara statistik dilakukan dengan menggunakan uji F pada taraf $\alpha=5\%$. Jika hasil menunjukkan perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

HASIL
Pengaruh Kolkisin Terhadap Karakter
Fenotip Jahe Merah
Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tanaman dari batang

yang muncul di permukaan tanah sampai ke ujung tanaman. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada 1–6 bulan setelah tanam. Rerata tinggi tanaman disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata tinggi tanaman jahe merah umur 1–6 bulan hasil induksi kolkisin

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)					
	Umur (bulan)					
	1	2	3	4	5	6
Kontrol	15,96de	18,56c	38,50bc	50,00ab	70,10ab	71,66ab
K1W1	4,86ab	8,46ab	30,66ab	43,66a	63,70a	72,33ab
K1W2	17,70e	22,40c	47,23c	63,00b	79,66b	85,55b
K1W3	11,90cd	15,46bc	37,00bc	53,33ab	65,03a	72,66ab
K2W1	6,20ab	10,33ab	34,26bc	50,33ab	66,00a	74,00ab
K2W2	2,30a	5,40a	23,83ab	39,33a	53,00a	61,00a
K2W3	0,86a	5,03a	18,40a	37,33a	55,40a	63,66a
K3W1	3,76a	8,73ab	26,33ab	44,33a	59,33a	67,66a
K3W3	9,76bc	15,50bc	33,86bc	49,00ab	63,13a	71,33ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan uji DMRT pada $\alpha=0,05$)

K1= Kolkisin 0,05%; K2= Kolkisin 0,1%; K3= Kolkisin 0,2%

W1= perendaman 6 jam ; W2= Perendaman 12 jam; W3= Perendaman 24 jam

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada umur 1–3 bulan tinggi tanaman jahe merah antara kontrol dengan perlakuan K1W2 (kolkisin 0,05% dengan perendaman 12 jam) tidak berbeda nyata. Namun terdapat perbedaan yang nyata antara K1W2 dengan perlakuan lainnya (K1W1, K2W1, K2W2, K2W3, dan K3W1). Nilai rata-rata tertinggi ditunjukkan pada perlakuan K1W2 (17,70 cm) dan nilai

rata-rata terendah pada tinggi tanaman terdapat pada perlakuan K2W3 (0,86 cm).

Diameter Batang Semu

Diameter batang jahe merah diukur menggunakan jangka sorong pada jarak 1 cm di atas tanah. Rerata diameter batang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata diameter batang semu jahe merah pada umur 1–6 bulan hasil induksi kolkisin

Perlakuan	Rerata diameter batang (cm)					
	Umur (bulan)					
	1	2	3	4	5	6
Kontrol	0,36ab	0,63b	0,90ab	1,06a	1,23ab	1,23ab
K1W1	0,50b	0,60b	1,06ab	1,13a	1,23ab	1,30abc
K1W2	0,53b	0,70b	1,06ab	1,20a	1,42b	1,46c
K1W3	0,43ab	0,63b	1,03ab	1,23a	1,33b	1,36bc
K2W1	0,30ab	0,66b	1,13b	1,30a	1,40b	1,43c
K2W2	0,30ab	0,46ab	0,86ab	1,06a	1,23ab	1,30abc
K2W3	0,23a	0,40ab	0,66a	0,96a	1,06a	1,13a
K3W1	0,40ab	0,50ab	0,76ab	1,03a	1,23ab	1,30abc
K3W3	0,40ab	0,56b	0,96ab	1,16a	1,33b	1,36bc

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak adanya beda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan uji DMRT pada $\alpha=0,05$)

K1= Kolkisin 0,05%; K2= Kolkisin 0,1%; K3= Kolkisin 0,2%

W1= perendaman 6 jam; W2= Perendaman 12 jam; W3= Perendaman 24 jam

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa jahe merah pada umur 1–5 bulan setelah tanam tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata antara kontrol dan perlakuan kolkisin. Pada umur 6 bulan setelah tanam perlakuan kolkisin berpengaruh terhadap diameter batang. Perbedaan nyata dapat dilihat dari rerata diameter batang antara kontrol (1,23 cm) dengan perlakuan KIW2 (1,46 cm).

Jumlah Daun

Jumlah daun dihitung pada setiap batang, dari hasil analisis perlakuan kolkisin tidak berbeda nyata terhadap jumlah daun antara kontrol dan perlakuan. Tanaman jahe merah dengan perlakuan K1W2 memiliki jumlah daun yang paling banyak dibandingkan perlakuan lain. Rerata jumlah daun disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata jumlah daun tanaman jahe merah umur 1–6 bulan hasil induksi kolkisin

Perlakuan	Rerata jumlah daun (cm)					
	Umur (bulan)					
	1	2	3	4	5	6
Kontrol	3,00a	4,33a	11,00a	22,66a	38,33a	57,00a
K1W1	1,00a	2,33a	9,33a	20,00a	39,33ab	58,33a
K1W2	1,00a	3,00a	13,00a	38,00b	68,00b	76,00b
K1W3	3,66a	3,66a	11,66a	34,00ab	56,00ab	75,66ab
K2W1	3,00a	3,66a	11,66a	25,66ab	42,33ab	62,33ab
K2W2	0,66a	2,66a	9,66a	29,00ab	44,00ab	66,00ab
K2W3	0,33a	2,33a	10,33a	32,66ab	46,66ab	70,33ab
K3W1	2,4a	4,00a	12,00a	27,00ab	47,00ab	69,00ab
K3W3	2,3a	4,33a	12,33a	28,00ab	48,33ab	65,33ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak adanya beda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan uji DMRT pada $\alpha=0,05$)

K1= Kolkisin 0,05%; K2= Kolkisin 0,1%; K3= Kolkisin 0,2%

W1= perendaman 6 jam; W2= Perendaman 12 jam; W3= Perendaman 24 jam

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa jahe umur 1–3 bulan setelah tanam tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata antara kontrol dan perlakuan kolkisin, sedangkan pada umur 4–6 bulan setelah tanam perlakuan kolkisin K1W2 berpengaruh terhadap jumlah

daun dengan rerata hasil berbeda nyata terhadap kontrol. Rerata jumlah daun tertinggi terlihat pada perlakuan kolkisin K1W2 yaitu pada 4 bulan sebesar 38,00, 5 bulan sebesar 68,00, dan 6 bulan sebesar 76,00.

Tabel 4. Rerata panjang, lebar dan luas daun jahe merah umur 6 bulan hasil induksi kolkisin

Perlakuan	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Luas daun (cm)
Kontrol	28,00a	2,76a	46,00a
K1W1	27,00a	2,60a	48,33a
K1W2	27,73a	2,73a	47,66a
K1W3	26,66a	2,60a	48,00a
K2W1	27,66a	2,65a	46,66a
K2W2	26,53a	2,56a	47,66a
K2W3	26,40a	2,53a	43,66a
K3W1	27,80a	2,60a	43,66a
K3W3	26,16a	2,53a	42,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak adanya beda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan uji DMRT pada $\alpha=0,05$)

K1= Kolkisin 0,05%; K2= Kolkisin 0,1%; K3= Kolkisin 0,2%

W1= perendaman 6 jam; W2= Perendaman 12 jam; W3= Perendaman 24 jam

Panjang, Lebar, dan Luas daun

Panjang, lebar dan luas daun jahe merah diukur saat panen umur 6 bulan. Rerata panjang, lebar dan luas daun disajikan pada Tabel 4.

Berat Rimpang

Berat rimpang tiap perlakuan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Rerata berat rimpang jahe merah umur 6 bulan perlakuan

kolkisin dengan kontrol disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa berat rimpang pada tanaman jahe menunjukkan perbedaan nyata antara perlakuan K1W2 dengan kontrol. Rerata berat rimpang tertinggi adalah 47,14 cm dan rerata terendah adalah 11,48 cm.

Tabel 5. Rerata berat rimpang jahe merah umur 6 bulan hasil induksi kolkisin

Perlakuan	Berat rimpang (gr)
Kontrol	11,48a
K1W1	34,99c
K1W2	47,14d
K1W3	34,24c
K2W1	29,49bc
K2W2	13,82a
K2W3	19,04ab
K3W1	22,53abc
K3W3	23,62abc

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak adanya beda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan uji DMRT pada $\alpha=0,05$)

K1= Kolkisin 0,05%; K2= Kolkisin 0,1%; K3= Kolkisin 0,2%

W1= perendaman 6 jam; W2= Perendaman 12 jam; W3= Perendaman 24 jam

Kadar Klorofil Daun

Kadar klorofil yang diukur pada tanaman jahe merah adalah klorofil a, klorofil b, dan klorofil total. Rerata nilai kadar klorofil tiap perlakuan disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan Tabel diketahui bahwa kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total

yang paling rendah terlihat pada tanaman kontrol. Pada perlakuan konsentrasi kolkisin 0,05% dengan lama perendaman 12 jam memiliki nilai yang paling tinggi, hal ini dapat dilihat bahwa antara kontrol dengan perlakuan K1W2 menunjukkan perbedaan nyata dari hasil analisis.

Tabel 6. Kadar klorofil daun tanaman jahe merah dengan induksi kolkisin

Perlakuan	Klorofil		
	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total
mg/g daun.....		
Kontrol	21,26a	10,16a	31,42a
K1W1	29,39b	12,39ab	43,17abcd
K1W2	30,57b	20,51b	52,46d
K1W3	26,65ab	11,94ab	40,59abcd
K2W1	20,46b	16,74ab	47,19bccd
K2W2	29,71b	19,221b	46,05cd
K2W3	29,17b	15,30ab	44,45bcd
K3W1	25,47ab	20,23b	37,67abc
K3W3	26,73ab	12,83ab	39,55ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak adanya beda nyata antar perlakuan (ANOVA dengan uji DMRT pada $\alpha=0,05$)

K1= Kolkisin 0,05%; K2= Kolkisin 0,1%; K3= Kolkisin 0,2%

W1= perendaman 6 jam; W2= Perendaman 12 jam; W3= Perendaman 24 jam

PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Rerata hasil induksi kolkisin menunjukkan hasil yang lebih rendah, hal ini terbukti bahwa tanaman dengan perlakuan kolkisin memiliki laju pertumbuhan yang lebih rendah dan kepekaan terhadap pengaruh kolkisin berbeda-beda pada tanaman. Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian Liu *et al.* (2007), bahwa tanaman *Patanus acerifolia* hasil induksi kolkisin menunjukkan laju pertumbuhan dan perkembangan sangat lambat dibandingkan dengan kontrol. Menurut Poespadarsono (1988), salah satu ciri tanaman poliploid adalah laju pertumbuhannya lebih lambat dibandingkan dengan diploid.

Pada umur 1–3 bulan tinggi tanaman mengalami hambatan hal ini disebabkan adanya pengaruh kolkisin pada pertumbuhan awal, sesuai dengan pendapat Hetharie (2003) bahwa salah satu ciri poliploid yaitu kecepatan pertumbuhan awal lebih lambat dibanding diploid. Pada umur 4–6 bulan menunjukkan peningkatan pertumbuhan pada setiap perlakuan (K1W1, K1W2, K1W3, K2W1, K2W2, K2W3, K3W1, K3W3) karena pada pertumbuhan selanjutnya tidak ada hambatan pertumbuhan. Rerata nilai tertinggi pada perlakuan K1W2 (85,55 cm). Menurut Arisumi (1973) bahwa tanaman tetraploid mempunyai batang yang lebih besar dibandingkan tanaman diploid.

Diameter Batang Semu

Konsentrasi kolkisin 0,05% dengan lama perendaman 12 jam mengakibatkan tanaman poliploidi dengan menunjukkan ukuran diameter batang menjadi lebih besar dibanding dengan kontrol. Sesuai dengan pendapat Adisewoyo (1995), jika perlakuan kolkisin dan lama perendaman mencapai keadaan yang optimum maka poliploidi dapat terbentuk. Sebaliknya jika konsentrasi kolkisin terlalu tinggi dan waktu perendaman terlalu lama maka pertumbuhan dan perkembangannya terhambat.

Jumlah Daun

Konsentrasi kolkisin 0,01% dengan lama perendaman 12 jam memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan semua perlakuan, hal ini disebabkan konsentrasi dan

lama perendaman mencapai keadaan optimum sehingga terbentuk tanaman poliploid.

Pertumbuhan tunas memberi pengaruh terhadap jumlah daun karena pada tiap tunas akan mengalami pertumbuhan menjadi batang dan pada batang akan muncul daun-daun baru. Pada perlakuan K1W2 memiliki jumlah tunas yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga memiliki jumlah daun yang paling banyak. Liu *et al.* (2007), menyatakan bahwa tanaman yang mengalami poliploid memiliki jumlah tunas yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman diploid. Ariyanto *et al.* (2011), tanaman *Zingiber officinale* var. *officinatum* pada umur 24 minggu hasil induksi kolkisin menghasilkan jumlah tunas paling banyak dibandingkan dengan kontrol.

Panjang, Lebar dan Luas daun

Pada perlakuan K1W2 memiliki ukuran rimpang yang lebih besar, hal ini disebabkan karena konsentrasi kolkisin dan lama perendaman mencapai titik optimum. Menurut Yadav *et al.* (2013), walaupun konsentrasi kolkisin sama pada semua tumbuhan tetapi dapat menghasilkan pertumbuhan yang berbeda hal ini disebabkan karena tahap pembelahan sel pada tanaman berbeda-beda.

Kadar Klorofil

Kihara (1951), menyatakan bahwa tanaman yang mengalami poliploid memiliki warna daun yang lebih gelap dibandingkan dengan tanaman diploid. Pada tanaman jahe merah perlakuan K1W2 mengalami mixoploid yaitu ($2n=2x+4x$). Pada tanaman mixoploid terjadi peningkatan jumlah klorofil hal ini disebabkan karena laju fotosintesis pada tanaman poliploid berkorelasi dengan jumlah DNA per sel (Amiri *et al.*, 2010).

Hasil penelitian Mensah *et al.* (2007), juga menunjukkan bahwa kadar klorofil pada tanaman wijen (*Sesame indicum*) hasil induksi kolkisin lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol. Perbedaan jumlah klorofil tersebut disebabkan karena adanya pengaruh perbedaan konsentrasi kolkisin dengan waktu perendaman, sehingga pengaruh kolkisin pada tanaman dalam tiap perlakuan juga berbeda.

KESIMPULAN

Pemberian kolkisin pada tanaman jahe merah berpengaruh terhadap beberapa karakter fenotip yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, berat rimpang dan kadar klorofil daun secara signifikan. Panjang daun, lebar daun dan luas daun tidak menunjukkan adanya perubahan karakter fenotip secara signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI) yang telah memberikan beasiswa 3T, Pusat Inovasi Agro Teknologi (PIAT) UGM yang telah memberikan izin pemakaian *green house* sampai penelitian selesai serta Bapak Romli dan Bapak Saija yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- Adisewoyo, S. S. (1995). *Sitogenetika*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Amiri, S., Kazemitabaar, S. K., Ranjbar, G., & Azadbakht, M. (2010). The effect of trifluralin and colchicine treatments on morphological characteristics of jimsonweed (*datura stramonium* L.). *Trakia Journal of Sciences*, 8(4), 47-61.
- Ariyanto, S. E., Parjanto, Supriyadi. 2011. Pengaruh kolkisin terhadap fenotipe dan jumlah kromosom Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *Sains dan Teknologi*, 4(1). ISSN 1979-6870.
- Chung, M. Y., Kim, C. Y., Min, J. S., Lee, Do-Jin., Naing, A. H., Chung, J. D., & Kim, C.K. (2014). In vitro induction of tetraploids in an interspecific hybrid of *Calanthe* (*Calanthe discolor* x *Calanthe sieboldii*) through colchicine and oryzalin treatments. *Korean Society for Plant Biotechnology*, 8, 251-257.
- Hetharie, H. (2003). *Keragaman Fenotipik Beberapa Klon Hibrida Somatik Kentang pada Taraf dan Sumber Ploidii Berbeda*. Skripsi. Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kihara, H. (1951). Triploid watermelons. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 58, 217-230.
- Mensah, J. K., Obadoni, B. O., Akomeah, P. A., Ikhajiagbe, B., & Ajibolu. J. 2007. The effects of sodium azide and colchicine treatments on morphological and yield traits of sesame seed (*Sesame indicum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 6(5):534-538.
- Nagahatenna, D. S. K., & Peiris, S. E. (2008). Modification of Plant Architecture of *Hemidesmus indicus* (L.) R. Br. (*Iramusu*) by In vitro Colchicine Treatment. *Tropikal Agricultural Research*, 20, 234-242.
- Peter, K. V., Ravindran, P. N., Babu, N. K., Sasikumar, B., Minoo, D., Geetha, S. P., & Rajalaksmi, K. 2002. *Establishing in vitro conservatory of spices germplasm*. ICAR Project Report. Indian Institute of Spices Research. Kerala.
- Poespodarsono, S. (1988). *Dasar-Dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman*. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor.
- Rostiana, O., Abdullah, A., Taryono, & Haddad, E. A. (1991). Jenis-jenis Tanaman Jahe. *Edisi Khusus Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, VII (1), 7-10.
- Sudarka, W., Sarwadana, S. M., Wijana, I. G., & Pradnyawati, N. M. (2009). *Pemuliaan Tanaman*. Program Studi Agronomi. Universitas Udayana.
- Yadav, A. K., Singh, S., Yadav, S. C., Dhyani, D., Bhardwaj, G., Sharma, A., & Singh, B. (2013). Induction and morphochemical characterization of *Stevia rebaudiana* colchipooids. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 83 (2), 156-165.
- Yulianto, F. K., & Parjanto. (2011). Analisis kromosom jahe (*Zingiber officinale* var. *officinale*). *Agrosains*, 12(2), 60-65.