

## RESPON TANAMAN LADA (*Piper nigrum* L.) VARIETAS CIINTEN TERHADAP IRADIASI SINAR GAMMA

### *Respons of Gamma Irradiation on Black Pepper (Piper nigrum L.) Ciinten Variety*

NUR LAELA WAHYUNI MEILAWATI<sup>1</sup>, NURLIANI BERMAWIE<sup>1</sup>, AGUS PURWITO<sup>2</sup>, DYAH MANOHARA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Jalan Tentara Pelajar No. 3  
Cimanggu, Bogor 16111

<sup>2</sup> Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jalan Meranti, Kampus  
IPB Darmaga 16680

email: [nur.laela@libang.pertanian.go.id](mailto:nur.laela@libang.pertanian.go.id)

Diterima: 1-3-2016; Direvisi: 14-3-2016; Disetujui: 4-4-2016

#### ABSTRAK

Lada merupakan tanaman introduksi dan selalu diperbanyak secara vegetatif, sehingga keragaman genetiknya sempit. Keragaman genetik yang tinggi modal dasar pemuliaan tanaman menghasilkan varietas baru, khususnya untuk ketahanan terhadap penyakit busuk pangkal batang (BPB). Salah satu cara untuk meningkatkan keragaman genetik adalah melalui iradiasi sinar gamma. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon lada varietas Ciinten terhadap iradiasi sinar gamma. Penelitian dilakukan di PAIR BATAN dan rumah kaca Balitro, Juni 2014 - April 2015. Bahan tanaman yang digunakan adalah biji lada Ciinten pada fase benih dan benih dengan radikula. Perlakuan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu dosis iradiasi dengan tujuh taraf yaitu (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150) Gy. Masing-masing perlakuan terdiri dari tiga ulangan, setiap ulangan terdiri dari 60 benih. Radiosensitivitas fase benih dengan radikula lebih tinggi dibandingkan dengan fase benih ditunjukkan oleh nilai LD50 (Lethal Dose 50) pada fase benih dengan radikula yaitu 30 Gy, sedangkan LD50 fase benih yaitu 68,15 Gy. Semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan pada kedua fase perlakuan mengakibatkan tinggi tanaman, panjang daun semakin terhambat pertumbuhannya sehingga jumlah daun dan jumlah ruas semakin sedikit. Dosis iradiasi 25 dan 50 Gy pada fase benih dan 25 Gy pada fase benih dengan radikula nyata meningkatkan keragaman genetik berdasarkan karakter morfologi kuantitatif dan kualitatif dan anatomi serta ketahanan daun terhadap infeksi *P. capsici*. Tujuhbelas mutan putatif tahan terhadap infeksi *P. capsici* pada daun memiliki peluang untuk dikembangkan menjadi varietas unggul tahan penyakit BPB.

Kata kunci: respon pertumbuhan, iradiasi, lada, radikula, benih

#### ABSTRACT

Black Pepper is an introduced species and has always been propagated vegetatively, so it has narrow genetic base. High genetic variability is necessary to produce new varieties, especially for breeding of resistance to foot rot disease. Increasing genetic diversity can be done through gamma ray irradiation. This research aims to evaluate response of black pepper Ciinten variety to gamma ray irradiation. The research was conducted in PAIR BATAN and greenhouse IMACRI from June 2014 to April 2015. The plant material was Ciinten variety at the seed and radicle emergence phases. The experimental design used was completely

randomized design (CRD) with one factor which is dose of irradiation with seven levels (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150) Gy. Each treatment consisted of three replications, each replication consisted of 60 seeds. Radiosensitivity of pepper on radicle emergence phase was higher than the seed phase indicated by LD50 (Lethal Dose 50) at seed with radicle phase was 30 Gy, whereas LD50 at seed phase was 68,15 Gy. The higher irradiation dose that given to both treatment phases caused reduction in plant height, leaf length, while the number of leaves and nodes decreasing. Irradiation dose 25 dan 50 Gy in seed phase and 25 Gy in seed with radicle phase significantly increase genetic diversity base on quantitative, qualitative morphological, anatomical characters and leaf lesion following *P. capsici* infection. Seventeen putative mutants resistant to infection *P. capsici* at leaf, are potential to be developed as resistant varieties.

Keywords: growth respons, irradiation, pepper, radicle, seed

#### PENDAHULUAN

Lada (*Piper nigrum* L.) merupakan tanaman yang buahnya berfungsi sebagai bumbu masakan, obat herbal, anti bakteri dan anti oksidan. Kebutuhan lada dunia mencapai 350 ribu ton/tahun. Kontribusi Indonesia sebagai pengekspor lada mencapai 29% dari kebutuhan dunia, terbesar kedua setelah Vietnam (IPC, 2013). Produksi lada nasional tahun 2014 mencapai 91.941 ton (DIREKTORAT JENDERAL PERKEBUNAN, 2014).

Salah satu kendala dalam budidaya lada adalah penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* (WAHYUNO *et al.*, 2010). Serangan pada daun akan menimbulkan bercak yang meluas keseluruh permukaan daun, sedangkan serangan pada pangkal batang dan akar dapat menyebabkan tanaman mati (MANOHARA *et al.*, 2005). Tingkat serangan cendawan *P. capsici* pada tanaman lada sangat dipengaruhi oleh tingkat ketahanan tanaman, virulensi cendawan tersebut dan faktor lingkungan. Kehilangan hasil lada akibat penyakit

BPB pada triwulan ketiga tahun 2010 sebesar 16 milyar rupiah.

Upaya mengatasi penyakit BPB telah dilakukan antara lain dengan perbaikan kultur teknis yaitu pemberian nutrisi untuk meningkatkan ketahanan tanaman (MANOHARA *et al.*, 2005) dan pengendalian secara kimia atau agens hayati maupun terpadu (WAHYUNO *et al.*, 2007), namun hasilnya belum signifikan dan pengendalian penyakit secara kimiawi berdampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah penyakit pada tanaman lada adalah dengan menggunakan bibit yang berasal dari varietas lada yang tahan. Perakitan varietas tahan merupakan pendekatan yang paling efektif, ekonomis dan ramah lingkungan.

Ciinten adalah salah satu varietas unggul lada yang telah dilepas Balitro (BERMAWIE *et al.*, 2015b), mempunyai produksi lebih tinggi dibanding lada varietas Petaling-1 (BERMAWIE *et al.*, 2013). Varietas Petaling-1 merupakan varietas yang peka terhadap penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *P. capsici*. Hasil pengujian daun secara *in vitro* varietas Ciinten ini ternyata moderat tahan terhadap infeksi *P. capsici* sehingga diperlukan metode pemuliaan untuk meningkatkan karakter ketahanannya.

Keberhasilan pembentukan varietas tahan ditentukan oleh tersedianya plasma nutfah dengan keragaman genetik yang tinggi. Salah satu cara untuk meningkatkannya adalah dengan induksi mutasi (SUWARNO dan SILITONGA, 1996). Mutagen fisik dengan sinar gamma lebih banyak digunakan karena memiliki energi dan daya tembus tinggi, memiliki frekuensi dan spektrum iradiasi dan tergantung pada dosis dan laju dosis yang digunakan. Pengaruh iradiasi fisik ini sangat efisien menyebabkan perubahan materi genetik (MEDINA *et al.*, 2005) seperti anyelir (AISYAH *et al.*, 2009) kalus nilam (KADIR *et al.*, 2007), kalus tebu (SUHESTI, 2015), rimpang jahe (BERMAWIE *et al.*, 2015a).

Respon tanaman terhadap efek iradiasi sinar gamma dipengaruhi oleh faktor genetik (genus, spesies, genotipe, varietas), bagian tanaman, umur fisiologis tanaman dan laju dosis radiasi yang digunakan (SHU *et al.*, 2012). Untuk mengetahui bagian tanaman yang paling respon terhadap dosis iradiasi (radiosensitivitas) diperlukan fase pertumbuhan yang optimal dalam menangkap efek iradiasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon lada varietas Ciinten pada fase benih dan fase benih dengan radikula terhadap iradiasi sinar gamma.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni 2014 sampai bulan April 2015, di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) BATAN, Jakarta Selatan, Rumah Kaca dan Laboratorium Genetika dan Molekuler, Balitro. Pengamatan morfologi dilakukan di rumah kaca Balitro serta Laboratorium Mikroteknik IPB, Darmaga.

### Metode

Bahan tanaman yang digunakan adalah biji lada varietas Ciinten pada fase benih dan fase benih dengan radikula. Fase benih yaitu biji lada yang berwarna merah dipisahkan antara kulit dan benihnya, sedangkan fase benih dengan radikula yaitu benih lada yang sudah terpisah dari kulitnya diletakkan pada cawan petri kemudian diseleksi pada hari ke-12 hingga hari ke-15, untuk mendapatkan radikula lada dengan ukuran sekitar 0.1-1 cm, kemudian keduanya diberi perlakuan iradiasi sinar gamma. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu dosis iradiasi dengan tujuh taraf yaitu (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150) Gy. Masing-masing perlakuan terdiri dari tiga ulangan, setiap ulangan terdiri dari 60 benih. Benih hasil iradiasi sinar gamma pada kedua fase masing-masing ditanam pada bak persemaian yang berisi pasir, setelah mencapai 3-4 daun tanaman lada dipindah ke dalam polibag yang berisi tanah dan pupuk kandang (2:1) untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman.

### Radiosensitivitas Lada terhadap Iradiasi Sinar Gamma

Radiosensitivitas yaitu sensitivitas suatu materi genetik terhadap radiasi. Ini dapat diukur berdasarkan nilai LD (*Lethal Dose*) yaitu dosis yang menyebabkan kematian dari populasi tanaman yang diiradiasi. Dosis yang rendah dapat menyebabkan "*diploptic selection*" sehingga memungkinkan mutan dapat kembali lagi ke asalnya, sedangkan dosis yang tinggi dapat menyebabkan steril atau bahkan mengalami kematian. Dosis optimum yang dapat menghasilkan mutan terbanyak umumnya diperoleh disekitar dosis lethal (DATTA, 2001). Radiosensitivitas dihitung berdasarkan persentase tanaman yang hidup 50% (LD<sub>50</sub>) dengan menggunakan program *curve fit analysis*.

### Respon Karakter Morfologi terhadap Iradiasi Sinar Gamma

Respon tanaman terhadap dosis iradiasi diamati pada karakter morfologi kuantitatif dan kualitatif. Karakter kuantitatif meliputi tinggi tanaman (cm), panjang daun (cm), jumlah daun dan jumlah ruas saat tanaman umur 8BST (Bulan Setelah Tanam). Pengamatan dilakukan pada seluruh tanaman lada yang hidup setelah diberi perlakuan iradiasi pada masing-masing dosis. Data dianalisis uji F pada taraf nyata 5% dengan menggunakan program SAS, bila hasilnya berbeda nyata maka akan diuji lanjut dengan uji Duncan (*Duncan's Multiple Range Test-DMRT*). Karakter kualitatif yang diamati yaitu bentuk daun, bentuk pangkal daun, tepi daun diamati berdasarkan IPGRI (1995) dan warna daun yang diamati dengan menggunakan *Colour Chart Royal Horticultural Society* (RHS, 2007).

### Respon Karakter Anatomi (Stomata) terhadap Iradiasi Sinar Gamma

Stomata diamati pada masing-masing dosis dengan 10 sampel individu pada daun ketiga dan keempat. Sampel

stomata menggunakan metode preparat awetan. Permukaan bawah daun diolesi dengan cat kuku setelah mengering dilekatkan pada selotip bening lalu dikelupas dan diletakkan di atas gelas objek. Pengamatan dengan mikroskop pada bidang pandang perbesaran 40x. Pengamatan meliputi banyaknya stomata, panjang dan lebar stomata, kerapatan stomata serta indeks stomata. Setiap sampel preparat diamati tiga bidang pandang.

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\sum \text{stomata}}{\text{Luasbidangpandang(mm}^2\text{)}}$$

$$\text{Indeks stomata} = \frac{\sum \text{stomata}}{\sum \text{stomata} + \sum \text{selepidermis}} \times 100\%$$

Respon karakter anatomi terhadap dosis iradiasi dianalisis ragam dengan uji F pada taraf nyata 5% dengan menggunakan program SAS, bila hasilnya berbeda nyata maka akan diuji lanjut dengan uji Duncan (*Duncan's Multiple Range Test-DMRT*).

#### **Respon Karakter Ketahanan Daun terhadap Infeksi *Phytophthora capsici* Hasil Iradiasi Sinar Gamma**

Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi. Sampel tanaman yang digunakan adalah seluruh tanaman yang hidup. Masing-masing tanaman dengan tiga ulangan dan diamati tiga daun, yaitu daun ketiga, keempat dan kelima pada umur 10 BST. Inokulasi daun dilakukan menggunakan potongan biakan *P. capsici* dengan diameter 0,5 cm diletakkan pada permukaan bawah daun. Daun-daun tersebut disimpan pada wadah yang lembab dan diinkubasi selama 2-4 hari pada kondisi suhu ruang, pengamatan dilakukan terhadap luas bercak daun yang terjadi pada tiap daun dengan menggunakan *leaf area* meter.

Isolat cendawan *P. capsici* yang digunakan yaitu isolat K2 yang memiliki agresivitas tinggi dan merupakan koleksi Balitro (CHAERANI dan MANOHARA, 2012). Isolat K2 dibiakkan pada media agar V8 dan diinkubasi selama 4-6 hari dengan pencahayaan terang 24 jam. Hasil persentase bercak daun dianalisis ragam dengan uji F pada taraf nyata 5% dengan menggunakan program SAS, bila hasilnya berbeda nyata maka akan diuji lanjut dengan uji Dunnet.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Radiosensitivitas Lada terhadap Iradiasi Sinar Gamma**

Perlakuan dosis iradiasi menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan mengakibatkan persentase hidup tanaman lada semakin rendah pada fase benih

maupun fase benih dengan radikula (Tabel 1). Persentase hidup pada 4 MST (Minggu Setelah Tanam) tanaman lada yang diberi perlakuan dosis 25 Gy pada fase benih sebesar 85%, sedangkan dosis 50 Gy sebesar 70% dan menurun hingga dosis 100 Gy sebesar 1,7%. Persentase hidup fase benih dengan radikula dosis 25 Gy sebesar 80,2%, dan menurun tajam hingga 3,1% pada dosis 50 dan 75 Gy. Diduga dosis 125-150 Gy telah mengakibatkan terjadinya kerusakan DNA pada benih lada yang menyebabkan kematian.

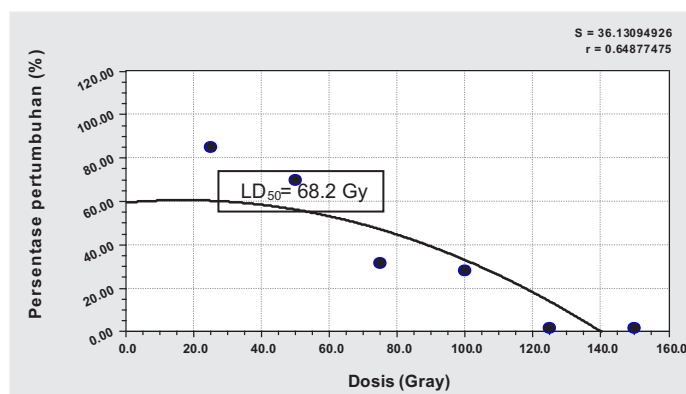
Hasil penelitian KRISTINA dan ARLIANTI (2013) benih lada varietas Petaling1 dengan perlakuan dosis iradiasi 100 Gy menghasilkan persentase hidup 34%, sedangkan dosis 150 Gy adalah 6,9%. Penelitian HADIPOENTYANTI (2007) perlakuan iradiasi sinar gamma pada lada varietas Natar 1 dengan dosis 0-5 krad dengan pertumbuhan biji pada kontrol 95,6% dan mengalami penurunan pada pemberian sinar gamma 3 krad dengan tingkat perkecambahan 17%.

Perlakuan dosis iradiasi dianalisis dengan menggunakan rumus *best fitting curve*, menghasilkan rumus persamaan kurva Quadratic Fit yaitu  $y = a+bx+cx^2$  ( $y = 59,346 + 0,136x - 0,00040x^2$ ) dengan kisaran LD<sub>50</sub> untuk fase benih yaitu 68,15 Gy, sedangkan untuk fase benih dengan radikula rumus yang diperoleh adalah persamaan Quadratic Fit  $y = a+bx+cx^2$  ( $y = 59,462 + 0,924x - 0,0034x^2$ ) memiliki nilai LD<sub>50</sub> yaitu 30 Gy. Huruf Y merupakan persentase tumbuh, sedangkan X merupakan dosis iradiasi sinar gamma yang diberikan. anggap pertumbuhan tanaman terhadap dosis iradiasi diperlukan untuk menentukan dosis mematikan (LD) karena pada dosis ini menjadi perimbangan antara keragaman genetik dan kerusakan fisiologi (IAEA, 1977). Hasil ini menunjukkan bahwa radiosensitivitas lada fase benih dengan radikula lebih tinggi dibandingkan dengan fase benih. Perbedaan radiosensitivitas disebabkan pada fase benih dengan radikula memiliki kadar air lebih tinggi karena terjadi imbibisi saat ditanam dalam media kertas saring dalam cawan petri, dibandingkan kadar air pada fase benih. Pada penelitian CHAN (2009b) pada benih pepaya yang diimbibisi jauh lebih sensitif terhadap iradiasi (LD<sub>50</sub> = 50 - 87 Gy) dibandingkan benih pepaya kering (LD<sub>50</sub> belum tercapai sampai 300 Gy). Hasil penelitian ZANZIBAR dan WITJAKSONO (2011) menunjukkan bahwa radiosensitivitas tertinggi diperoleh pada benih suren (*Toona sureni Blume Merr*) segar yaitu 70 Gy, sedangkan benih yang mengalami penuaan 4 hari yaitu sebesar 95 Gy. Radiosensitivitas dipengaruhi kondisi morfologi dan biologis benih. Kondisi biologis benih yang mempengaruhi yaitu faktor genetik dan lingkungan seperti oksigen, kadar air dan suhu. Semakin banyak kadar oksigen dan molekul air dalam materi maka semakin banyak radikal bebas yang terbentuk sehingga menjadi semakin sensitif.

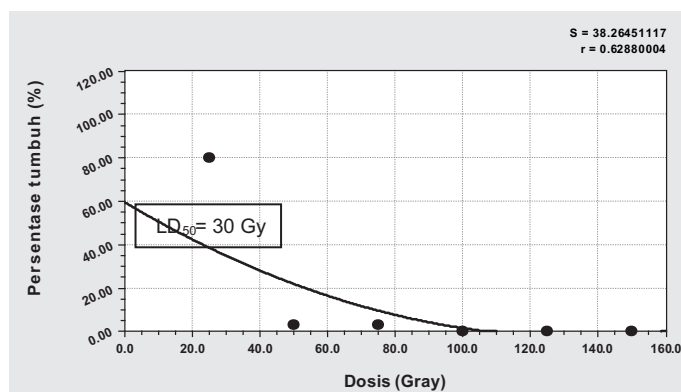
Tabel 1. Persentase hidup tanaman lada hasil iradiasi fase benih dan fase benih dengan radikula pada 4 MST  
 Table 1. Live percentage of irradiated piper in seed and radicle emergence phase on 4 week after plant

Dosis (Gy)/ Doses (Gy)	Persentase hidup (%) / Live percentage (%)	
	Fase Benih/ Seed phase	Fase benih dengan radikula/ Radicle emergence phase
0	100	100
25	85,0	80,2
50	70,0	3,1
75	31,7	3,1
100	27,3	-
125	1,7	-
150	1,7	-

Keterangan: - tanaman tidak tumbuh  
 Note: - unable to grow



Gambar 1. Kurva respon persentase hidup lada fase benih pada beberapa dosis iradiasi  
 Figure 1. Response curve live percentage in seed phase following irradiation dose



Gambar 2. Kurva respon persentase hidup lada fase benih dengan radikula pada beberapa dosis iradiasi  
 Figure 2. Response curve growth percentage in radicle emergence phase following irradiation doses

### Respon Karakter Morfologi terhadap Iradiasi Sinar Gamma

Respon tanaman terhadap dosis iradiasi diukur pada karakter morfologi kuantitatif pada umur 8 bulan. Hasil analisis ragam menunjukkan pada fase benih, dosis 25 Gy memiliki tinggi tanaman terbaik, berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan dosis 50-100 Gy, tinggi tanaman pada fase benih dengan radikula, pemberian dosis 25 Gy berbeda nyata dengan kontrol dan pemberian dosis lebih

dari 25Gy tanaman tidak tumbuh. Perlakuan 25 dan 50 Gy fase benih menghasilkan panjang daun yang tidak berbeda nyata dengan kontrol tetapi berbeda nyata dengan dosis (75-100) Gy. Fase benih dengan radikula panjang daun pada dosis 25 Gy berbeda nyata dengan kontrol. Jumlah daun tanaman lada fase benih diberi perlakuan iradiasi 25 Gy tidak berbeda nyata dengan kontrol tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan kontrol pada fase benih dengan radikula menghasilkan daun dengan jumlah yang lebih banyak dan berbeda nyata dengan perlakuan

lainnya. Benih lada yang diberi perlakuan iradiasi menghasilkan 25 dan 50 Gy memiliki jumlah ruas yang tidak berbeda nyata dengan kontrol (0 Gy), sedangkan fase benih dengan radikula saat 8 BST jumlah ruas pada kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang diberikan perlakuan iradiasi.

Hal ini dikarenakan perlakuan iradiasi dengan dosis yang tinggi dapat menyebabkan terhambat pertumbuhan tinggi tanaman, panjang dan jumlah daun serta jumlah tunas yang lebih sedikit pada fase benih dan fase benih dengan radikula (Tabel 2). Sejalan dengan hasil penelitian (ZANZIBAR dan WITJAKSONO, 2011) pada benih suren segar yang diberi perlakuan dosis 5 Gy menunjukkan tinggi tanaman terbaik, peningkatan dosis yaitu 90 Gy mengakibatkan tanaman tidak tumbuh. Penelitian PURNAMANINGSIH *et al.* (2011) galur-galur mutan yang dihasilkan beragam pada karakter tinggi tanaman, bentuk daun dan umur berbunga. Demikian juga penelitian SUHESTI (2015) pada kalus tebu menunjukkan semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan berdampak pada penurunan kemampuan tumbuh/ viabilitas tanaman tebu, tinggi tanaman dan jumlah daun. Penelitian TAHERI *et al.* (2014) pada *Curcuma alismatifolia* menunjukkan pem-

berian iradiasi dengan dosis 20 Gy menurunkan secara signifikan jumlah daun semua varietas dibandingkan kontrol.

Warna daun yang diamati dengan menggunakan Colour Chart (RHS, 2007) menunjukkan kelompok warna Green Group 144 dominan untuk menggambarkan warna daun tua pada fase benih dan fase benih dengan radikula yang diberi perlakuan iradiasi. Warna daun muda didominasi dengan kelompok Yellow Green Group 144, sedangkan warna batang didominasi oleh kelompok warna Yellow Green Group 139. Bentuk daun, tepi daun dan pangkal daun pada lada yang diberi perlakuan iradiasi pada kedua fase menjadi beragam. Bentuk daun terdiri dari Ovate, Ovate-elliptic, Ovate-lanceolate, Elliptic-lanceolate, Cordate. Tepi daun lada terdiri dari lurus dan bergelombang, sedangkan pangkal daun terdiri dari Round, Coradate, Acute, Obligate (IPGRI, 1995). Bentuk daun, tepi daun dan pangkal daun pada lada yang diberi perlakuan iradiasi pada kedua fase menjadi beragam. Bentuk daun terdiri dari Ovate, Ovate-elliptic, Ovate-lanceolate, Elliptic-lanceolate, Cordate. Tepi daun lada terdiri dari lurus dan bergelombang, sedangkan pangkal daun terdiri dari Round, Coradate, Acute, Obligate (IPGRI, 1995).

Tabel 2. Respon iradiasi pada karakter morfologi kuantitatif varietas Ciinten fase benih dan fase benih dengan radikula umur 8 bulan akibat perlakuan iradiasi sinar gamma

Table 2. Irradiation response on quantitative morphological characters of Ciinten variety in seed phase and radicle emergence phase at 8 months following gamma irradiation treatment

Fase/Phase	Dosis/Doses	Tinggi Tanaman/ Plant height (cm)	Panjang daun/ Leaf length (cm)	Jumlah daun/ Number of leaf	Jumlah ruas/ Number of internode
Fase benih/Seed phase	0	13,23 b	8,51 a	8,84 ab	8,51 a
	25	17,06 a	9,30 a	9,77 a	9,30 a
	50	14,73 b	8,43 a	8,57 b	8,43 a
	75	10,57 c	6,56 b	6,98 c	6,56 b
	100	5,96 d	5,50 c	6,20 c	5,50 c
	%KK	13,05	9,17	9,32	12,29
Fase benih dengan radikula/Radicle emergence phase	0	20,26 a	9,36 a	10,8 a	8,85 a
	25	12,28 b	7,76 b	9,05 b	6,73 b
	%KK	20,28	13,04	16,91	14,72

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing-masing kolom, tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT

Note: Numbers followed by the same letters on each column are not significantly different at 5% (DMRT)



Gambar 3. Tanaman hasil iradiasi pada benih lada  
Figure 3. Plant variability following irradiation at seed phase



Gambar 4. Tanaman lada hasil iradiasi menggunakan benih fase benih dengan radikula  
 Figure 4. Plant variability following irradiation on seed at radicle emergence phase

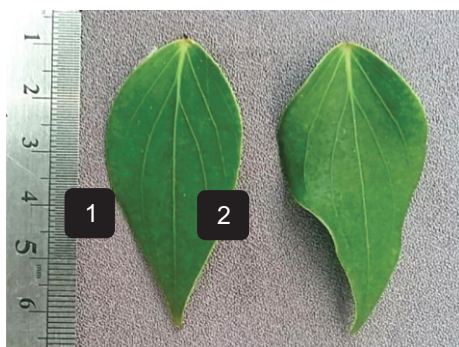
Bentuk daun lada yang telah diiradiasi hanya seperti nomor 1, 2, 3 dan 5 (Gambar 7), tidak ada yang berbentuk seperti nomor (4) Elliptic-lanceolate (Gambar 6). Bentuk daun (1) ovate pada dosis 25 hingga 75 Gy lebih tinggi

dibandingkan bentuk daun lainnya, sedangkan bentuk daun kontrol (3) ovate-lanceolate lebih tinggi dibandingkan bentuk daun lainnya pada fase benih dan fase benih dengan radikula (Tabel 3).

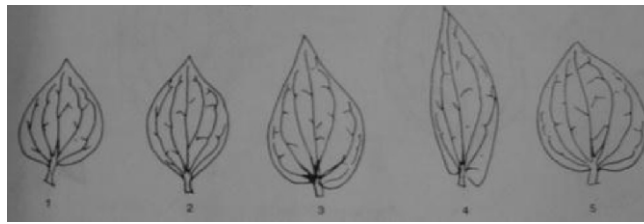
Tabel 3. Pengaruh radiasi terhadap persentase bentuk daun, bentuk dasar daun, tepi daun  
 Table 3. Effect of irradiation on the percentage of leaf lamina shape, leaf base shape and leaf margin

Fase/Phase	Dosis/Dosses (Gy)	% Bentuk daun/ % Leaf lamina shape					% Bentuk pangkal daun/ % Leaf base shape				% Tepi daun/ % Leaf margin	
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2
Benih/Seed	0	23	28	39	0	9	35	64	2	0	65	35
	25	40	23	25	0	12	36	64	0	0	64	36
	50	38	23	31	0	8	25	73	2	0	73	27
	75	44	19	29	0	7	26	74	0	0	88	12
	100	21	40	15	0	24	45	55	0	0	81	19
Benih dengan radikula/Radicle emergence	0	23	28	39	0	9	35	64	2	0	65	35
	25	48	18	32	0	3	54	44	2	0	77	23

Keterangan: Bentuk daun terdiri dari (1) Ovate, (2) Ovate-elliptic, (3) Ovate-lanceolate, (4) Elliptic-lanceolate, (5) Cordate; pangkal daun terdiri dari (1) Round, (2) Coradate, (3) Acute, (4) Obligate; Bentuk tepi daun (1) lurus dan (2) bergelombang.  
 Note: .....

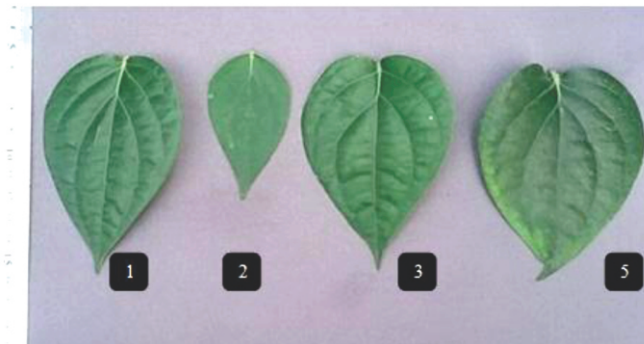


Gambar 5. Bentuk tepi daun (1) lurus dan (2) bergelombang.  
 Figure 5. Margin leaf shape (1) even and (2) wavy



Gambar 6. Bentuk daun berdasarkan IPGRI, 1995 (1) Ovate, (2) Ovate-elliptic, (3) Ovate-lanceolate, (4) Elliptic-lanceolate (5) Cordate

Figure 6. Leaf lamina shape based on IPGRI, 1995 (1) Ovate, (2) Ovate-elliptic, (3) Ovate-lanceolate, (4) Elliptic-lanceolate (5) Cordate



Gambar 7. Bentuk daun (1) ovate, (2) Ovate-elliptic, (3) Ovate-lanceolate, (5) Cordate pada fase benih dan fase benih dengan radikula

Figure 7. Leaf lamina shape (1) Ovate, (2) Ovate-elliptic, (3) Ovate lanceolate, (4) Elliptic-lanceolate, (5) Cordate in seed and radicle emergence phase

Persentase bentuk pangkal daun lada hasil iradiasi fase benih pada bentuk (2) Coradate dosis 25 Gy hingga 100 Gy lebih tinggi dibandingkan bentuk pangkal daun lainnya, sama halnya dengan kontrol, sedangkan pada fase benih dengan radikula bentuk pangkal (1) Round lebih tinggi dibanding bentuk pangkal (2) coradate pada kontrol. Persentase tepi daun (1) lurus pada dosis 25-100 Gy dan kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan tepi daun (2) bergelombang pada kedua fase. Perlakuan iradiasi mengakibatkan adanya variasi fenotipik pada tanaman lada. KADIR *et al.* (2007) menyatakan pemberian dosis iradiasi sinar gamma 20 Gy dapat menginduksi peningkatan frekuensi keragaman fenotipik. Terhambatnya pertumbuhan disebabkan iradiasi merusak sel tanaman. Sama halnya dengan penelitian SETIAWAN *et al.* (2015) pada tanaman gandum, semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan menyebabkan diameter dan bobot kalus embriogenik gandum semakin rendah, warna kalus menjadi kecoklatan hingga menghitam.

#### Respon Karakter Anatomi (Stomata) terhadap Iradiasi Sinar Gamma

Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah stomata dan kerapatan stomata fase benih pada dosis (25, 50 dan 75) Gy tidak berbeda nyata dengan kontrol, tetapi berbeda nyata dengan dosis 100 Gy. Pada fase benih dengan radikula dosis 25 Gy tidak berbeda nyata dengan kontrol,

tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Indeks stomata fase benih pada dosis 50 Gy berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan dosis lainnya, sedangkan fase benih dengan radikula dosis 25 Gy tidak berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan mutasi untuk tujuan pemuliaan diharapkan dapat menimbulkan perubahan fisiologis rendah namun perubahan genetik tinggi (EL SHERIF *et al.*, 2011).

Stomata dan jaringan sklerenkim tersebar pada lapisan epidermis daun lada. Berdasarkan SURADINATA (1998) tipe stomata lada masuk ke dalam tipe parasitik yaitu sel penutup diiringi sebuah sel tetangga atau lebih, dengan sumbu sel tetangga sejajar dengan sebuah sel tetangga atau lebih. Hasil mutasi tidak menyebabkan perubahan bentuk pada stomata, hanya jumlah stomata, kerapatan stomata menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kontrol dan tanaman yang diiradiasi dengan sinar gamma pada fase benih dosis 100 Gy.

#### Respon Karakter Ketahanan Daun terhadap Infeksi *Phytophthora capsici* Hasil Iradiasi Sinar Gamma

Gejala berupa bercak pada daun yaitu titik hitam yang semakin lama semakin melebar. Hal ini dapat menyebabkan tanaman terganggu dan semakin lama tanaman mengalami kematian. Bercak mulai tampak pada saat 24 jam setelah inokulasi. Gejala penyakit bercak daun diamati setelah 72 jam setelah inokulasi seperti pada Gambar 7.

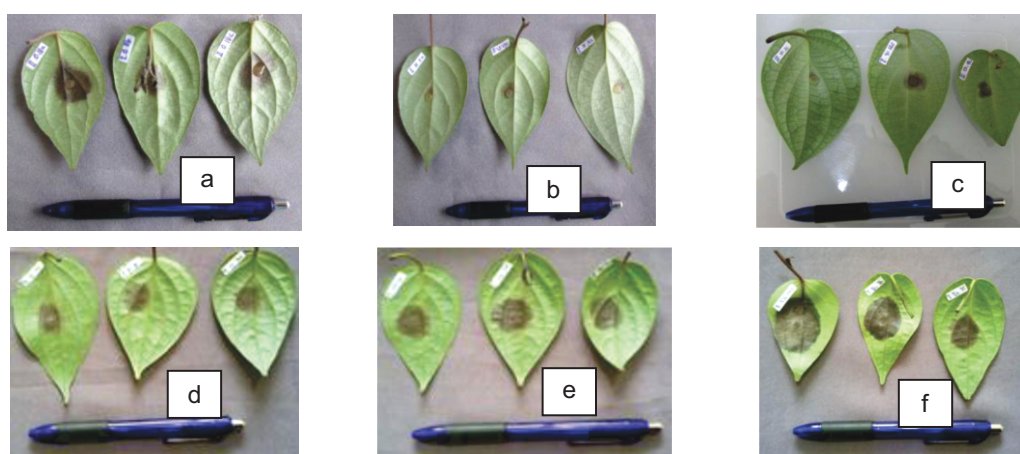
Tabel 4. Respon stomata varietas lada Ciinten umur 8 bulan fase benih dan fase benih dengan radikula terhadap perlakuan dosis iradiasi

Table 4. Responses of stomata on Ciinten pepper at 8 month in seed phase and radicle emergence phase to gamma radiation

Fase/Phase	Dosis/Dose (Gy)	Jumlah stomata/ Number of stomata	Kerapatan stomata/ Density of stomata	Indeks stomata/ Index of stomata (%)
Benih/Seed	0	8,2ab	9,32ab	0,05b
	25	9,1a	10,03a	0,05b
	50	8,6a	9,79a	0,10a
	75	8,8a	9,97a	0,05b
	100	7,1b	8,05b	0,05b
	%KK	7.36	7.37	0.01
Benih dengan radikula/Radicle emergence	0	8,2a	9,32a	0,05a
	25	7,9a	9,05a	0,05a
	%KK	11.79	11.76	0.01

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT

Note: Numbers followed by the same letters on each characteristic column are not significantly different at 5% (DMRT)



Gambar 7. Respon daun lada Ciinten hasil iradiasi sinar gamma (a) kontrol, (b) 25Gy, (c) 50Gy, (d) 75Gy, (e) 100Gy, (f) 25Gy terhadap infeksi *P. capsici* pada (b)(c)(d)(e) fase benih dan (f) fase benih dengan radikula inkubasi 72 jam

Figure 7. Respon of black pepper leaf Ciinten variety following gamma ray irradiation (a) kontrol, (b) 25Gy, (c) 50Gy, (d) 75Gy, (e) 100Gy, (f) 25Gy to *P. capsici* in (b)(c)(d)(e) seed phase and (f) radicle emergence phase in 72 hour incubation

Tabel 5. Luas bercak pada mutan putatif Ciinten hasil iradiasi sinar gamma dan satu tetua lada varietas Ciinten

Table 5. Wide of leaf necrose in black pepper Ciinten variety following gamma irradiation

No	Genotipe	Luas bercak daun (mm)	Uji Mutan terhadap tetua (-)	No	Genotipe	Luas bercak daun (mm)	Uji Mutan terhadap tetua (-)
1	MP1(I.D1.3)	2.28		15	MP15(I.50.10)	2.41	
2	MP2(I.D1.4)	6.34	***	16	MP16(I.50.13)	0.41	***
3	MP3(I.D1.5)	2.84		17	MP17(I.50.16)	0.59	***
4	MP4(I.D1.13)	0.85	***	18	MP18(I.50.17)	0.35	***
5	MP5(II.D1.3)	1.36		19	MP19(I.50.18)	0.24	***
6	MP6(II.D1.5)	1.03	***	20	MP20(II.25.1)	0.51	***
7	MP7(II.D1.11)	4.34		21	MP21(II.25.2)	1.05	***
8	MP8(III.D1.8)	1.62		22	MP22(II.25.6)	0.99	***
9	MP9(III.D1.12)	2.47		23	MP23(II.25.26)	0.44	***
10	MP10(I.25.14)	0.95	***	24	MP24(III.25.6)	0.93	***
11	MP11(I.25.16)	0.42	***	25	MP25(III.25.9)	0.34	***
12	MP12(I.50.1)	1.63		26	MP26(III.25.17)	0.17	***
13	MP13(I.50.2)	2.77		27	MP27(III.25.28)	0.95	***
14	MP14(I.50.7)	1.03	***	28	Kontrol	3.08	

Keterangan: Mutan Putatif Ciinten yang diberi tanda \* menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kontrol negatif berdasarkan uji dunnet pada taraf 5%. (D1= 25 Gy pada fase benih dengan radikula)

Note: .....



Terdapat perbedaan pada respon ketahanan daun terhadap infeksi *Phytophthora capsici* akibat iradiasi sinar gamma pada pengujian di daun. Hasil pengamatan menunjukkan 18 mutan yang memiliki luas bercak daun yang berbeda nyata dengan kontrol. Tujuh belas mutan putatif lada memiliki luas bercak daun lebih rendah dibandingkan kontrol pada kisaran 0.41-1.05 yaitu MP4, MP10, MP11, MP14, MP16, MP17, MP18, MP19, MP20, MP21, MP22, MP23, MP24, MP25, MP26 dan MP27, sedangkan satu mutan putatif lada memiliki nilai persentase lebih tinggi dibandingkan kontrol dengan nilai bercak daun 6.34 yaitu MP2. Mutan putatif lada yang tahan terhadap infeksi *P.capsici* diduga memiliki ketebalan daun yang tinggi, sehingga cendawan lebih sulit untuk menginfeksi daun. Ketahanan suatu aksesori cenderung bersifat fisiologis dari dalam tanaman lada lebih dominan dari pada faktor fisik yang ada (WAHYUNO *et al.*, 2009). Berdasarkan penelitian MANOHARA dan MACHMUD (1986) menyatakan bahwa penetrasi cendawan di dalam jaringan daun melalui dua cara yaitu cara langsung menembus epidermis dan cara tidak langsung melalui stomata, ternyata sebagian besar penetrasi cendawan melalui epidermis, tidak melalui stomata.

Mutan lebih dominan berasal dari perlakuan iradiasi sinar gamma 25 dan 50 Gy pada fase benih. Dosis ini merupakan dosis yang berada disekitar dosis LD<sub>20</sub> dan LD<sub>50</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa mutasi melalui iradiasi sinar gamma terutama disekitar LD<sub>20</sub> dan LD<sub>50</sub> akan memberi peluang mutasi pada sifat yang diinginkan dengan perubahan yang minimal pada karakter yang tidak diinginkan. Hasil ini sesuai dengan penelitian tebu (SUHESTI, 2015), mutan yang berada pada LD<sub>20</sub> dan LD<sub>50</sub> memberikan peluang diperolehnya mutan putatif yang mempunyai toleransi kekeringan lebih baik dibanding tetua asalnya. Perlakuan iradiasi sinar gamma juga telah dikembangkan pada tanaman pisang untuk menghasilkan pisang resisten penyakit layu Fusarium (SMITH *et al.*, 2006), tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) resisten penyakit ring spot virus (CHAN, 2009b), untuk mendapatkan tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) resisten Antracnose (LITZ, 2009). Kedelapan belas mutan putatif lada varietas Ciinten ini diharapkan menjadi varietas unggul dengan penelitian lebih lanjut di rumah kaca dan di lapang untuk mengetahui potensi produksi dan mutunya.

## KESIMPULAN

Radiosensitivitas lada pada fase benih dan fase benih dengan radikula berbeda. Radiosensitivitas pada fase benih dengan radikula lebih tinggi dibandingkan fase benih yang ditunjukkan oleh nilai LD<sub>50</sub> (Lethal Dose 50) pada fase benih lada yaitu 68,15 Gy, sedangkan pada fase benih dengan radikula yaitu 30,00 Gy. Semakin tinggi dosis iradiasi diberikan pada fase benih dan fase benih dengan radikula maka pertumbuhan tinggi tanaman, panjang daun, jumlah daun dan jumlah ruas semakin terhambat. Iradiasi

juga berpengaruh terhadap variasi bentuk daun, warna daun, kerapatan stomata, indeks stomata dan ketahanan daun terhadap infeksi *P. capsici*. Dosis iradiasi 25 dan 50 Gy pada fase benih dan 25 Gy pada fase benih dengan radikula nyata meningkatkan keragaman genetik berdasarkan karakter morfologi kuantitatif, morfologi kualitatif dan anatomi serta ketahanan terhadap *P. capsici*. Delapan belas mutan putatif tahan terhadap infeksi *P.capsici*.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian RI yang telah mendanai penelitian ini melalui APBN T.A. 2015. Penghargaan yang tinggi disampaikan kepada Dra. Natalini Nova, Dr. Dono Wahyuno, Susi Purwiyanti, MSi, atas saran dan masukannya dan Suryatna serta Ramdhan Arismaya yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- AISYAH, S.I., H. ASWIDINNOOR, A. SAEFUDDIN, B. MARWOTO dan S. SASTROSUMARJO. 2009. Induksi mutasi pada stek pucuk anyelir (*Dianthus caryophyllus* Linn.) melalui iradiasi sinar gamma. *J. Agron. Indonesia* 37 (1): 62-70.
- BERMAWIE, N., S. WAHYUNI, R. HERYANTO, R.T. SETIYONO, L. UDARNO. 2013. Observasi hasil dan mutu lada lokal di dua agroekologi. *Buletin Littro*, Volume 24, No. 2: 64-72.
- BERMAWIE, N., N.L.W. MEILAWATI, S. PURWIYANTI, MELATI. 2015a. Pengaruh iradiasi sinar gamma (<sup>60</sup>Co) terhadap pertumbuhan dan produksi jahe putih kecil (*Zingiber officinale* var. *amarum*). *Jurnal Littri*. Volume 21, No. 2: 47-56.
- BERMAWIE, N., dkk. 2015b. Naskah Pelepasan Varietas Lada Lokal Ciinten. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- CHAN, Y.K. 2009a. Induced Mutation in Tropical Fruit Tree. IAEA Tecdoc 1615. International Atomic Energy Agency, May 2009. (<http://mvgs.iaea.org/pdf/TECDOC1615.pdf>).
- DATA S.K. 2001. Mutation studies on garden chrysanthemum: A review. *Sci. Hort.* 7: 159-209.
- DIREKTORAT JENDERAL PERKEBUNAN. 2014. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Lada 2013-2015. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementrian Pertanian. 47 halaman. Jakarta.
- DIREKTORAT PERLINDUNGAN PERKEBUNAN. 2011. Rekapitulasi data Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Tahun 2010. Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- EL SHERIF, F., S. KHATTAB, E. GHONAME, N. SALEM, and K. RADWAN. 2011. Effect of gamma irradiation on enhancement of some economic traits and molecular

- changes in *Hibiscus sabdariffa* L. *Life Science Journal*. 8(3): 220-229.
- HADIPOENTYANTI, E. 2007. Karakteristik Lada mutan hasil iradiasi. *Prosiding Seminar Rempah*. Badan Litbang Pertanian. Pusat Penelitian dan Perkembangan Tanaman Perkebunan. Hal. 67-70.
- IAEA. 1977. Technical reports series No. 119. Second edition. Join FAO/IAEA division. Vienna.
- IPC (INTERNATIONAL PEPPER COMMUNITY). 2013. Report 41<sup>th</sup> pepper exporters meeting. 15<sup>th</sup> November 2013, Sarawak, Malaysia.
- (IPGRI) INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUT. 1995. Descriptors for Black Pepper (*Piper nigrum* L.). International Plant Genetic Resources Institut. Rome, Italy. 39 page.
- KADIR, A., S.H. SUTJAHJO, G.A. WATTIMENA, I. MARISKA. 2007. Pengaruh iradiasi sinar gamma pada pertumbuhan kalus dan keragaman planlet tanaman nilam. *Jurnal Agro Biogen* 3(1): 24-31.
- KRISTINA, N.N., T. ARLISANTI. 2013. Variasi mutan futatif tanaman lada (*Piper nigrum* L.) hasil iradiasi sinar gamma. *Warta Balitro*. No.60: 1-3.
- LITZ, R.E. 2009. Recovery of mango plants with antrachnose resistance following mutation induction and selection in vitro with the culture filtrate of *Colletotrichum gloeosporoides* Penz. In: IAEA, editor. *Induced Mutation in Tropical Fruits Trees*. Vienna, IAEA. Hlm. 7-13.
- MANOHARA, D., M. MAHMUD. 1986. Mekanisme infeksi *Phytophthora palmivora* (Butl.) pada daun lada. *Pembr. Littri* vol XI, No.3-4.
- MANOHARA, D. WAHYUNO, D. NOVERIZA R. 2005. Penyakit busuk pangkal batang lada dan strategi pengendaliannya. *Edsus Balitro*. 17: 41-51.
- MEDINA FIS, AMANO E, TANO S. 2005. *Mutations Breeding Manual*. Japan. Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA).
- PURNAMANINGSIH, R., E.G. LESTARI, M. SYUKUR, R. YUNITA . 2011. Evaluasi keragaman galur mutan artemisia hasil iradiasi gamma. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. vol.6, no.2. Hal. 139-146.
- RHS (ROYAL HORTICULTURA SOCIETY). 2007. *Colour Chart*, fifth edition.
- SETIAWAN, R.B., N. KHUMAIDA, D. DINARTI. 2015. Induksi mutasi kalus embriogenik gandum (*Triticum aestivum* L.) melalui iradiasi sinar gamma untuk toleransi suhu tinggi. *J. Agron. Indonesia* 43(1): 36-44.
- SHU, Q.Y., P. BRIAN, H. FORSTER, H. NAKAGAWA. 2012. *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. CABI 608 p.
- SMITH, M.K., S.D. HAMILL, P.W. LANGDON, J.E. GILES, W.J. DOOGAN, K.G. PEGG. 2006. Towards the development of a Cavendish banana resistant to race 4 of *Fusarium wilt*: gamma irradiation of micropopagated Dwarf Parlitt (*Musa* spp, AAA group, Cavendish subgroup). *Aust J ExpAgric* 46: 107-113.
- SUHESTI, S. 2015. Induksi Mutasi dan Seleksi In Vitro Tebu (*Saccharum officinarum* L.) untuk Toleransi terhadap Kekeringan. [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- SUWARNO, T.S. SILITONGA. 1996. Koleksi dan konservasi benih plasma nutfah dalam pengembangan bank gen. Makalah disajikan pada seminar sehari penyusunan konsep pelestarian ex-situ plasma nutfah pertanian di Bogor. 18 Des. 16 hal.
- SURADINATA, T.S. 1998. *Struktur Tumbuhan*. Bandung: Angkasa. Susantidiana,
- TAHERI S, T.L. ABDULLAH, Z. AHMAD, and N.A.P. ABDULLAH. 2014. Effect of Acute Gamma Irradiation on *Curcuma alismatifolia* Varieties and Detection of DNA Polymorphism through SSR Marker. *Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International Volume 2014, Article ID 631813, 18 pages*.
- WAHYUNO, D., D. MANOHARA, K. MULYA. 2007. Penyebaran dan usaha pengendalian penyakit busuk pangkal batang lada di Bangka. *Prosiding Seminar Nasional Rempah*.
- WAHYUNO D., D. MANOHARA, D.N. SUSILOWATI. 2010. Virulensi *Phytophthora capsici* asal lada terhadap *Piper* spp. *Buletin Plasma Nutfah* Vol. 16. No.2.
- WAHYUNO D., D. MANOHARA, R. T. SETIYONO. 2009. Ketahanan beberapa lada hasil persilangan terhadap *P. capsici* asal lada. *Jurnal Littri*. 15(2): 77-83.
- ZANZIBAR M, WITJAKSONO. 2011. Pengaruh penuaan dan iradiasi benih dengan sinar gamma (<sup>60</sup>Co) terhadap pertumbuhan bibit suren (*Blume merr*). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. Vol.8. No.2: 89-96.