

Efek Radiasi Sinar Gamma Terhadap Perkecambahan Serbuk Sari dan Pembuahan Cabai Besar

Muhammad Alwi¹⁾ dan Eny Yuniati¹⁾

¹⁾ Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tadulako Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu, Sulawesi Tengah 94117
E.mail: alwimillang@yahoo.co.id

ABSTRACT

This research aim to to know influence of γ -ray irradiation sprout of pollen, and also effect to percentage of efficacy of impregnation of hot pepper plant. Result of research indicate that hot pepper plant (LV-2319, LV-2323 have pollen higher viabel generally than hot pepper plant (CK-L, CK-C). This result energy of sprout of pollen and mount impregnation efficacy also become high, that is reach 36,20% (LV-2323) and 28,60% (LV-2319).

Key words: Hot Pepper, pollination, impregnation, γ -ray.

PENDAHULUAN

Cabai besar (*Capsicum annuum* L.) adalah salah satu jenis sayuran yang telah membudaya di kalangan petani Indonesia. Tanaman ini menjadi salah satu komoditas alternatif pada masa-masa mendatang, karena mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, perlu penanganan dan pengelolaan yang benar dan efektif.

Daerah-daerah yang merupakan sentra penanaman cabai besar (*Capsicum annuum* L.) yang tersebar di seluruh Nusantara, tidak mampu memenuhi permintaan untuk skala nasional yang bertambah dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan karena rendahnya produksi cabai secara nasional. Rata-rata produktivitas cabai Indonesia yakni 9,5 ton/ha (Deptan, 2005). Penyebab utama rendahnya produksi cabai di Indonesia adalah keterbatasan teknologi budidaya yang

dimiliki oleh para petani. Kemudian penyebab yang lain adalah penggunaan benih lokal yang diturunkan terus menerus. Serangan hama dan penyakit juga menyebabkan rendahnya produksi cabai di Indonesia.

Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi cabai adalah dengan menggunakan benih unggul. Benih hibrida merupakan benih unggul cabai. Untuk mendapatkan benih hibrida diperlukan tanaman homosigot atau galur murni yang dijadikan sebagai tetua dalam persilangan. Pada pemuliaan tanaman secara konvensional untuk mendapatkan tanaman yang homozigot memerlukan banyak biaya, tenaga dan waktu, sehingga cara ini kurang efisien.

Pembentukan galur homosigot melalui penggandaan jumlah kromosom pada tanaman haploid adalah suatu metode alternatif. Dengan demikian perakitan tanaman haploid merupakan salah satu tahapan awal yang digunakan

untuk perakitan benih hibrida. Salah satu cara untuk merakit tanaman haploid adalah dengan induksi ginogenesis dengan memanfaatkan teknik radiasi sinar gamma terhadap perkecambahan serbuk sari dan efeknya terhadap pembentukan buah.

Penelitian ini merupakan tahapan awal dalam rangka usaha untuk mendapatkan tanaman cabai merah haploid melalui induksi ginogenesis. Ginogenesis dapat diinduksi dengan menggunakan polen yang telah diradiasi sinar gamma untuk penyerbukan. Selain itu, juga dijadikan sebagai informasi yang berguna dalam bidang budidaya tanaman cabai besar, khususnya para pemulia tanaman untuk menghasilkan galur murni.

METODE PENELITIAN

Bahan Tanaman

Bahan tanaman yang digunakan adalah cabai merah varietas LV-2319 dan LV-2323 koleksi Balai Penelitian Sayuran Lembang Bandung. Tanaman ini ditanam di pot dan diletakkan di rumah kaca Pusat Penelitian Bioteknologi IPB Bogor sampai membentuk bunga dan buah. Bunga yang digunakan sebagai sumber serbuk sari untuk penyerbukan berasal dari tanaman yang berumur 45 hari setelah tanam (hst).

Radiasi dengan Sinar Gamma

Radiasi sinar gamma berasal dari atom ^{137}Cs yang dilakukan dengan alat radiasi IBL 437-C. Radiasi dilakukan di Pusat Studi Ilmu Hayati IPB Bogor. Debit

radiasi pada saat penelitian adalah 2,72 Gy/menit. Bunga yang akan diradiasi dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian cawan petri dimasukkan ke dalam tabung radiasi. Dosis radiasi yang diberikan adalah 10 dan 25 Gy.

Proses Penyerbukan dan Pembuahan

Bunga diemaskulasi dengan membuang semua benang sari dan mahkota bunganya, kemudian ditutup dengan kertas transparan. Bunga yang diemaskulasi adalah bunga yang diperkirakan akan mekar satu hari kemudian. Penyerbukan dilakukan dengan melekatkan serbuk sari yang telah diradiasi pada kepala putik pada varietas yang sama, lalu ditutup kembali untuk menghindari kontaminasi dari serbuk sari lain. Sebagai kontrol, penyerbukan dilakukan dengan serbuk sari tanpa radiasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Keberhasilan Pembuahan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis radiasi yang diberikan pada cabai merah besar (LV-2323 dan LV-2319) maupun pada cabai keriting (CK-L dan CK-C) berpengaruh nyata terhadap keberhasilan pembentukan buah (fruit set). Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian dosis radiasi 1000 Rad pada cabai merah besar dan 2500 Rad pada cabai keriting dapat mempengaruhi keberhasilan pembentukan buahnya. Hasil pengujian dan nilai rata-rata keberhasilan pembentukan buah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase pembentukan buah cabai setelah diserbuki polen yang diradiasi sinar gamma

Dosis Radiasi (Rad)	Pembentukan Buah CB. (%)	Pembentukan Buah CK. (%)	BNJ 5%	BNJ 1%
0	30,25	30,13	a	a
1000	19,67	14,05	ab	ab
2500	8,17	6,25	b	b

Keterangan : * Huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata
 * CB = Cabai merah besar (LV-2323 dan LV-2319).
 * CK = Cabai keriting (CK-L dan CK-C).

Pengaruh radiasi lebih nyata terlihat pada cabai keriting (CK-L dan CK-C) daripada cabai merah besar (LV-2323 dan LV-2319), dan secara umum persentase keberhasilan pembentukan buah pada cabai merah besar lebih tinggi daripada cabai keriting. Hal ini sesuai dengan viabilitas kecambah cabai merah besar yang lebih tinggi dibandingkan dengan cabai keriting. Berbeda dengan yang dilaporkan oleh Supena dan Suharsono (1998), bahwa persentase pembentukan buah pada cabai besar lebih rendah daripada cabai keriting. Kemungkinan perbedaan ini disebabkan oleh varietas dan umur buah cabai yang dipergunakan. Faktor lamanya setelah penyerbukan juga sangat berpengaruh terhadap persentase pembentukan buah. Seperti pada penelitian ini, pada hari ke-3 setelah penyerbukan (hsp) tingkat keberhasilan pembuahan cabai bisa mencapai 91% dari keseluruhan bunga yang diserbuki. Tetapi setelah memasuki hari ke-11 setelah penyerbukan hanya mencapai 13 %.

Selain itu morfologi buah yang jadi, baik panjang maupun besarnya nampak ada perbedaan. Pada umur 3 hari setelah penyerbukan (hsp) ukuran

buah yang terbentuk tidak berbeda antara kontrol dengan pemberian dosis radiasi, yaitu panjangnya berkisar antara 2 – 5 mm. Namun mulai hari ke-5 setelah penyerbukan, nampak jelas pengaruh radiasi terhadap ukuran buah, khususnya panjang buah.

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa varietas cabai besar (*Capsicum annum* L.) yang digunakan dalam penelitian ini memberikan perbedaan yang nyata terhadap tingkat keberhasilan pembuahan, sedangkan interaksi antara varietas dan waktu setelah penyerbukan (hsp) tidak berbeda nyata.

Perlakuan waktu setelah penyerbukan (hsp) memperlihatkan perbedaan yang nyata terhadap keberhasilan pembuahan cabai. Seperti telah diungkapkan terdahulu bahwa faktor waktu sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pembuahan cabai. Dari hasil pengamatan dan perhitungan tingkat keberhasilan pembuahan, maka makin lama makin menurun. Hal ini disebabkan karena kemungkinan adanya pengaruh dosis radiasi yang diberikan pada serbuk sari, sehingga terjadi perubahan viabilitas dari serbuk sari, atau terjadi perubahan setelah penyerbukan, akibat adanya

perubahan pada serbuk sari yang dipakai menyerbukinya.

Hasil pengujian dan nilai rata-rata pembentukan buah dari pengaruh

lamanya setelah penyerbukan dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Keberhasilan Pembentukan Buah Cabai dari Serbuk Sari Teradiasi yang Dipengaruhi Waktu Setelah Penyerbukan

Waktu (Hari)	Pembentukan Buah (%)	BNJ 5%	BNJ 1%
3	91,70	a	a
5	79,90	a	a
7	35,50	b	b
9	20,20	c	bc
11	13,90	c	c

Keterangan : * Huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata.

* Waktu (hari) adalah lamanya setelah penyerbukan.

Selain itu masih banyak faktor yang dapat menggagalkan pembentukan buah. Salah satu faktor yang sangat penting adalah faktor fisiologis tanaman itu sendiri. Tanaman yang terlalu banyak berbunga akan menggugurkan sebagian buahnya yang terbentuk, sehingga buah yang tersisa dapat memperoleh nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan selanjutnya. Faktor lain yang dapat mempengaruhi keberhasilan pembentukan buah juga tergantung pada tingkat kesehatan tanaman. Bila tanamannya terganggu dengan serangan hama maka pembentukan buahnya pun juga terganggu. Seperti pengalaman peneliti, bahwa tanaman cabai yang terserang tungau *Polyphagotarsonemus latus* Bank dan *Tetranychus innabarinus* Boisd dapat mengurangi tingkat keberhasilan pembuahan cabai sekitar 50%.

Disamping faktor internal, kegagalan pembentukan buah juga dapat disebabkan oleh kerusakan mekanis selama pelaksanaan kastrasi, penyerbukan dan penyungkupan. Secara tidak sengaja dalam proses

kastrasi dan penyerbukan dapat terjadi kerusakan pada putik sehingga proses pembuahan menjadi terganggu.

Persentase Daya Kecambah Serbuk Sari

Berkecambahnya suatu serbuk sari ditandai dengan terbentuknya tabung kecambah pada serbuk sari tersebut. Pada pengamatan morfologi serbuk sari cabai secara mikroskopis dengan pewarnaan JKJ dapat memberikan gambaran viabilitas serbuk sarinya. Serbuk sari yang ditetesi larutan JKJ mengalami perubahan warna, dimana warna gelap kebiruan menandakan serbuk sari yang masih viabel, sedangkan warna terang menandakan serbuk sari tidak viabel. Dengan demikian serbuk sari cabai dapat dikelompokkan menjadi (1) kelompok tidak viabel dengan ciri-ciri serbuk sari berukuran kecil, bentuk keriput, tidak/kurang terwarnai, dan (2) kelompok viabel dengan ciri berukuran normal, bentuk relatif bulat, dan berwarna gelap kebiruan. Serbuk sari yang tidak viabel tidak ada yang berkecambah, sedangkan serbuk sari yang viabel sebagian besar dapat berkecambah dengan baik. Keadaan ini sesuai dengan pengamatan Supena dan Suharsono (1998).

Serbuk sari yang tidak viabel lebih banyak ditemukan pada cabai keriting (CK-C; CK-L) daripada cabai merah besar (LV-2323; LV-2319). Hal ini kemungkinan besar merupakan penyebab utama daya kecambah serbuk sari cabai merah besar sekitar (73,2 %) lebih tinggi daripada cabai keriting (61,8 %). Berbeda dengan yang dilaporkan oleh Supena dan Suharsono (1998), bahwa cabai keriting lebih tinggi dibanding dengan cabai besar. Namun demikian secara statistik bahwa pemberian dosis radiasi 1000 dan 2500 Rad tidak berbeda nyata dengan kontrolnya (0 Rad) di dalam meresponi

perkecambahan serbuk sari cabai. Tetapi setelah serbuk sari disimpan selama 11 hari pada suhu 4 °C masih mampu berkecambah sekitar 2,0 – 3,4%, sedangkan yang tidak diradiasi masih viabel 6,6 %. Hasil uji BNJ 5% memperlihatkan bahwa tidak terdapat perbedaan dengan kontrolnya pada penggunaan dosis 1000 Rad, sedangkan pada penggunaan dosis 2500 Rad ada perbedaan yang nyata dengan kontrolnya. Hal ini menandakan bahwa serbuk sari cabai masih viabel walaupun disimpan selama 11 hari. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Respon Daya Kecambah Serbuk Sari Cabai Setelah Disimpan 11 Hari Pada Suhu 4 °C

Dosis Radiasi (Rad)	Daya Kecambah (%)	BNJ 5%	BNJ 1%
0	6,603	a	a
1000	3,372	ab	ab
2500	2,030	ab	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata.

Meski di duga telah terjadi perubahan struktur kromosom pada serbuk sari yang telah diradiasi, namun tampaknya kerusakan yang diakibatkan oleh radiasi tidak sampai mengganggu kondisi fisiologis serbuk sari tersebut. Hasil ini serupa dengan yang didapatkan pada tembakau (Suharsono, 1993). Pada tembakau, serbuk sari yang diradiasi sampai dosis 200 Krad tidak menunjukkan perbedaan daya kecambah yang nyata bila dibandingkan dengan kontrolnya.

Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan bukan dosis radiasi yang menyebabkan terjadinya penurunan daya kecambah serbuk sari cabai dan perbedaan dengan kontrolnya. Namun

karena faktor fisiologis yang dimiliki oleh serbuk sari cabai tersebut. Walaupun demikian radiasi sinar gamma dapat menyebabkan kerusakan atau perubahan pada asam deoksiribonukleat (DNA), sebab DNA sangat sensitif terhadap radiasi. Karena DNA memiliki peranan yang sangat penting di dalam sel, maka kerusakan molekul ini akan menimbulkan gangguan dalam aktivitas sel (Micke and Donini, 1994 ; Van Harten, 1998). Dari data diperoleh bahwa makin lama serbuk sari disimpan pada suhu 4 °C maka makin menurun daya perkecambahannya.

Menurunnya daya perkecambahan serbuk sari cabai karena aktivitas metabolisme sel menjadi rendah. Karena pada suhu rendah (mendekati titik beku)

maka aktivitas enzim di dalam sel kurang aktif, dan akan menjadi tidak aktif bila berada pada suhu di bawah nol. Selain itu pada penyimpanan suhu rendah juga dimungkinkan terjadi penurunan kadar air dalam butir serbuk sari. Karena kandungan air di dalam butir serbuk sari sangat mempengaruhi laju reaksi enzimatik. Pada kadar air rendah terjadi halangan dalam difusi enzim atau substrak, sehingga dapat mempengaruhi proses perkecambahan

serbuk sari cabai pada media sintetik. Apabila terjadi halangan dalam difusi substrak, maka proses perkecambahan juga akan terhambat.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa serbuk sari dari beberapa varietas cabai yang diradiasi dan dipadukan dengan waktu penyimpanan memberikan perbedaan yang nyata terhadap daya kecambahnya. Demikian juga interaksi antara varietas dan waktu penyimpanan menunjukkan adanya perbedaan (Tabel 4).

Tabel 4. Respon Daya Kecambah Serbuk Sari Beberapa Varietas Cabai Teradiasi Setelah Disimpan Pada Suhu 4 °C

Varietas	Daya Kecambah (%)	BNJ 5%	BNJ 1%
LV-2323	36,20	a	a
LV-2319	28,60	b	a
CK-L	27,80	b	a
CK-C	32,40	ab	a

Keterangan : * Huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata.
 * LV-2323 dan LV-2319 = Cabai merah besar.
 * CK-L dan CK-C = Cabai keriting.

Berdasarkan hasil pengujian statistik dengan uji BNJ pada taraf 5 % (Tabel 4), terlihat bahwa varietas LV-2323 berbeda dengan varietas lainnya kecuali varietas CK-C tidak berbeda nyata. Dengan demikian varietas LV-2323 memberikan respon daya kecambah yang terbaik diantara varietas uji sebesar 36,2 %. Hal ini merupakan faktor yang mendukung terjadinya keberhasilan pembuahan atau pembentukan buah pada cabai. Karena dengan viabilitas yang tinggi

dari serbuk sarinya, maka akan meningkatkan keberhasilan pembuahan.

Apabila serbuk sari tidak disimpan (0 hari), maka jumlah yang mampu berkecambah sekitar 67,5% dari total serbuk sari yang dikecambahkan. Pada penyimpanan 11 hari dalam suhu 4 °C, masih mampu menghasilkan kecambah serbuk sari sebanyak 1,6 %. Makin lama serbuk sari disimpan, maka makin sedikit yang mampu berkecambah. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Respon Daya Kecambah Serbuk Sari Cabai Selama Waktu Penyimpanan Pada Suhu 4 °C

Waktu (Hari)	Pembentukan Buah (%)	BNJ 5%	BNJ 1%
0	67,50	a	a
3	40,90	b	b
5	26,80	c	c
7	34,60	bc	bc
9	16,10	d	d
11	1,60	e	e

Keterangan : * Huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata.
* Waktu (hari) adalah lamanya penyimpanan pada suhu 4 °C.

Pada penyimpanan suhu rendah (4°C) maka proses metabolisme sel menjadi rendah dan respirasi berkurang akibat karena aktivitas enzim berkurang. Dengan demikian viabilitas serbuk sari cabai masih tinggi, sehingga masih mampu bertahan sampai 11 hari dan masih menunjukkan adanya sifat viabel dari butir serbuk sarinya. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka semakin tinggi aktivitas metabolisme sehingga menyebabkan viabilitas serbuk sari dapat cepat berkurang.

Selama waktu penyimpanan terjadi perubahan - perubahan makromolekul menjadi molekul-molekul sederhana. Karbohidrat berupa pati akan diubah menjadi sukrosa, sehingga pada saat kandungan pati menurun, maka kandungan sukrosa naik. Sukrosa yang terbentuk akan dipecah menjadi fruktosa dan glukosa. Sebagian glukosa yang terbentuk akan digunakan untuk menyediakan energi.

Dengan demikian makin lama serbuk sari disimpan, maka makin cepat kandungan karbohidratnya berkurang, sehingga serbuk sari makin banyak yang tidak viabel. Penurunan karbohidrat dapat teramati pada

perubahan warna serbuk sari cabai yang telah ditetesi larutan JKJ, yaitu dari warna biru gelap menjadi tidak berwarna (terang). Perubahan ini terjadi karena tidak adanya reaksi antara pati dengan yodium yang diberikan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh radiasi sinar gamma terhadap daya perkecambahan serbuk sari untuk mempengaruhi terjadinya pembuahan sebagai berikut:

1. Pada cabai merah besar (LV-2319, LV-2323) daya kecambah serbuk sarinya lebih rendah dibandingkan dengan cabai keriting (CK-C, CK-L), sedangkan pembentukan buahnya lebih tinggi dibandingkan dengan cabai keriting.
2. Varietas LV-2323 memberikan respon daya kecambah dan keberhasilan pembuahan yang lebih tinggi dan berbeda dengan varietas uji lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pusat Penelitian Bioteknologi IPB yang bekerja sama dengan BIORIN (*Biotechnology Research Indonesia the Netherlands*) atas bantuan dana penelitian. Ucapan terima kasih yang sama disampaikan kepada para staf dan teknisi Pusat Penelitian Bioteknologi IPB yang ikut membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abak K, Caglar G. 1999. *In situ* haploid embryo induction in cucumber (*Cucumis sativus* L.) after pollination by irradiated pollen. *Agric. Forestry* 23(1):63-72.
- Bajaj YPS. 1983. In vitro production of haploid. Di dalam: Evas DA, Sharp WR, Amirato PV, Yamada Y, (ed). *Handbook of Plant Cell Culture*, Vol. 1. Macmilan Publishing Co. New York. hlm 230–287.
- Christopher T, Rajam MV. 1994. In vitro clonal propagation of *Capsicum spp.* *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 38:25-29.
- Cuny F, Grotte M, Dumas de Vaulx R, Rieu A. 1993. Effects of gamma irradiation of pollen on parthenogenetic haploid production in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Environ. Exp. Botany* 33(2):301-312.
- Darnaedi D. 1991. Informasi tentang kromosom. Disajikan pada Pelatihan Sitogenetika Tumbuhan, PAU Ilmu Hayat IPB. 05 Nopember – 05 Desember 1991. IPB Bogor.
- Deptan Departemen Pertanian, Dirjen Produksi Hortikultura dan Aneka Tanaman. 2000. *Informasi Hortikultura dan Aneka Tanaman Indonesia*. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Kotobuki K, Yoshioka T, Masuda T, Terai T. 1998. Fruit and seed set of Japanese pear by pollination with gamma irradiated mature pollen. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 67 Suppl. 1:86.
- Mukhambetzhonov SK. 1997. Culture of nonfertilized female gametophytes in vitro. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 48:111-119.
- Musial K, Przywara L. 1999. Pollination with heavily irradiated pollen in *Nicotiana sp.*: induced parthenogenesis and embryological study. *Acta Biol. Cracoviensia Series Botanic.* 41:127–137.
- Pierik RLM. 1987. *In Vitro Culture of Higher Plants*. Martinus Nijhoff Publishers. Boston, Dordrecht, Lancaster.
- Prajnanta F. 1999. *Agribisnis Cabai Hibrida*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sugiyama K, Morishita M. 1998. New technique for production of seedless watermelon. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 67 Suppl. 1:135.
- Suharsono. 1993. Effet du gene mitochondrial atp.9 non-edite sur la fertilité, chez des plantes transgeniques de *Nicotiana tabacum* [Disertasi]. Universite de Bordeaux II. France.
- Suharsono S, Supena EDJ. 1998. Induction of ginogenesis and androgenesis in hot pepper plant (*Capsicum annuum* L.) using gamma irradiation. *Japan Soc. Hort. Sci.* 67 (Suppl):127.
- Supena EDJ, Suharsono. 1997. Pembentukan galur murni cabai (*Capsicum annuum* L) menggunakan teknik *in vitro* dan mutagenesis. Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bogor.