

Regenerasi Kedelai (*Glycine max* L. Merr) Hasil Iradiasi Sinar Gamma

Soybean (*Glycine max* L. Merr) Regeneration Result Of Gamma Ray Irradiation

Masayu Nessya Khoirun Nisa^{1*)}, Endang Gati Lestari²⁾ dan Sumeru Ashari¹⁾

¹⁾ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Brawijaya University
 Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

²⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
 Jl. Tentara Pelajar No. 3A Bogor

^{*)}E-mail: masayunessykn@gmail.com

ABSTRAK

Produksi kedelai masih belum mencukupi kebutuhan masyarakat di Indonesia. Salah satu upaya meningkatkan produksi kedelai adalah dengan penggunaan varietas unggul dan ekstensifikasi pada lahan kering. Pemuliaan mutasi *in vitro* merupakan salah satu cara mendapatkan varietas unggul melalui perbaikan sifat yang diinginkan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui media terbaik guna meregenerasi planlet kedelai hasil iradiasi sinar Gamma 4. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Agustus 2017 di laboratorium biologi sel dan jaringan dan rumah kaca Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Bogor. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan iradiasi sinar gamma 4 Gray. Dari hasil analisis data kombinasi media MS+BA 0,5 mg/l+Kin 0,1 mg/l merupakan media regenerasi terbaik. Terdapat pengaruh dari perlakuan iradiasi sinar Gamma 4 Gray terhadap penurunan pertumbuhan kedelai varietas Grobogan, Wilis dan Dering 1. Serta didapatkan 14 planlet kedelai yang berhasil diaklimatisasi.

Kata Kunci: Iradiasi, Mutasi, Sinar Gamma, Tanaman Kedelai.

ABSTRACT

Soybean production is still insufficient for the needs of the people in Indonesia. One of the efforts to increase soybean

production is by using superior varieties. Breeding method by *in vitro* mutations is one way of obtaining superior varieties by improving the desired properties. The aim of this research is to know the best media to regenerate the soybean plantation from Gamma irradiation. The study was conducted from February to August 2017 at the Cell Biology Laboratory and Greenhouse of Indonesian Biotechnology and Genetic Resources Research and Development Center, Bogor. The study used a Completely Randomized Design with 4 Gray Gamma irradiation treatment. The result of the experiment showed that the combination media MS+BA 0.5 mg/l+Kin 0.1 mg/l was the best regeneration media. The effect of Gamma 4 Gray irradiation treatment decreased soybean growth of varieties Grobogan, Wilis and Dering 1. There were 14 soybean plantlets that acclimatized successfully.

Keywords: Gamma Ray, Irradiation, Mutation, Soybean

PENDAHULUAN

Kedelai termasuk dalam golongan tanaman polong-polongan penghasil protein dan minyak nabati. Komoditas ini merupakan tanaman pangan utama selain padi dan jagung. Kebutuhan kedelai semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia. Produksi kedelai di Indonesia pada tahun 2015 sebesar 963 ribu ton. Jumlah ini mengalami peningkatan sebesar

8 ribu ton (0,84 persen) dari tahun 2014 yang hanya sebesar 955 ribu ton. Menurut Aditiasari (2015) peningkatan produksi kedelai ini masih belum mencukupi kebutuhan kedelai dalam negeri yang mencapai 2,54 juta ton. Dengan hasil produksi kedelai nasional yang hanya mencapai sekitar 963 ribu ton, maka produksi kedelai masih mengalami defisit sebesar 1,58 juta ton. Produksi kedelai nasional hanya dapat memenuhi memenuhi sekitar 38% jumlah kebutuhan di dalam negeri. Kekurangan kedelai sebesar 62% ditutupi melalui impor.

Salah satu upaya untuk meningkatkan jumlah produksi kedelai di dalam negeri adalah dengan memperbaiki sifat-sifat tanaman yang diinginkan, salah satunya produktivitas. Mengingat sumber daya lahan produktif di Indonesia untuk penanaman kedelai semakin berkurang, maka perlu dilakukan usaha ekstensifikasi pada lahan marginal atau lahan yang tidak produktif. Guna mendukung usaha pengembangan ini dibutuhkan varietas kedelai yang sesuai untuk ditanam di wilayah tersebut. Tingginya keragaman genetik menjadi salah satu syarat untuk meningkatkan perbaikan genetik tanaman (Husni *et al.*, 2006). Perbaikan genetik tanaman ini dapat dilakukan menggunakan beberapa metode, salah satunya melalui metode mutasi *in vitro*.

Mutasi dapat memicu keragaman genetik yang berguna untuk pemuliaan tanaman. Pemuliaan dengan cara mutasi ini bertujuan untuk mendapatkan varietas unggul melalui perbaikan sifat yang diinginkan tanpa mengubah sifat baik yang sudah dimiliki tanaman. Induksi mutasi dilakukan dengan perlakuan mutagen yang akan dimutasi terhadap materi reproduktif. Jenis mutagen dapat berupa mutagen fisika dan mutagen kimia. Mutagen fisika yang umumnya dilakukan adalah iradiasi sinar gamma. Mutagen kimia berasal dari bahan kimia yang mengandung gugus alkil seperti dietil sulfat (DES), etil metan sulfonat (EMS), metal metan sulfonat (MMS), hidroksil amina, dan *nitrous acid*. Mutagen fisika khususnya iradiasi sinar Gamma paling banyak dilakukan hingga saat ini karena beberapa keunggulan yang

dimilikinya, di antaranya kemampuan penetrasi sinar yang lebih baik dan tingkat keberhasilannya yang tinggi.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga Agustus 2017 di Laboratorium Biologi Sel dan Jaringan dan rumah kaca Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian Bogor. Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu *Laminar Air Flow, burner*, polibag ukuran 1 Kg, sungkup. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu eksplan embrio muda kedelai varietas Grobogan, Wilis dan Dering 1 yang berusia 14 hari setelah anthesis dan telah diiradiasi sinar gamma 4 Gray serta kontrol, media MS+BA 0,1 mg/l+Kin 0,1 mg/l; MS+BA 0,1 mg/l+Kin 0,5 mg/l; MS+BA 0,5 mg/l+Kin 0 mg/l; MS+BA 0,5 mg/l+Kin 0,1 mg/l dan MS+BA 0,5 mg/l+ Kin 0,5 mg/l, media IAA dan IBA (0; 0,1; 0,5 dan 1) mg/l dan larutan IBA 10 ml/l. Penelitian dilakukan dalam 4 tahap yaitu regenerasi kultur embrio, iradiasi, induksi perakaran serta aklimatisasi. Pada tahap iradiasi penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan iradiasi sinar gamma 4 Gray. Perlakuan iradiasi sinar Gamma dosis 4 Gray dan kontrol dilakukan pada tiga varietas kedelai. Setiap satuan botol kultur berisi sepuluh kecambah kedelai. Total keseluruhan didapatkan 60 unit satuan percobaan/pengamatan. Terdiri dari 30 botol kultur yang diiradiasi sinar gamma 4 Gray dan 30 botol kultur kontrol. Masing-masing varietas ditempatkan pada sepuluh buah botol kultur.

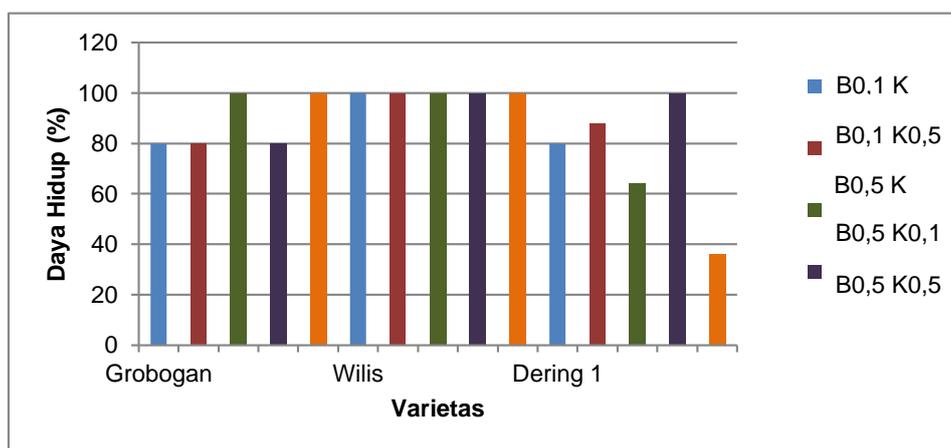
Pengamatan yang dilakukan meliputi persentase daya hidup kecambah, tinggi tunas, panjang akar planlet, visual planlet, penambahan tinggi tunas, jumlah daun, penambahan panjang akar, penambahan jumlah cabang akar, tinggi tanaman, jumlah polong dan jumlah biji. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji t dengan taraf 5% untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan yang diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

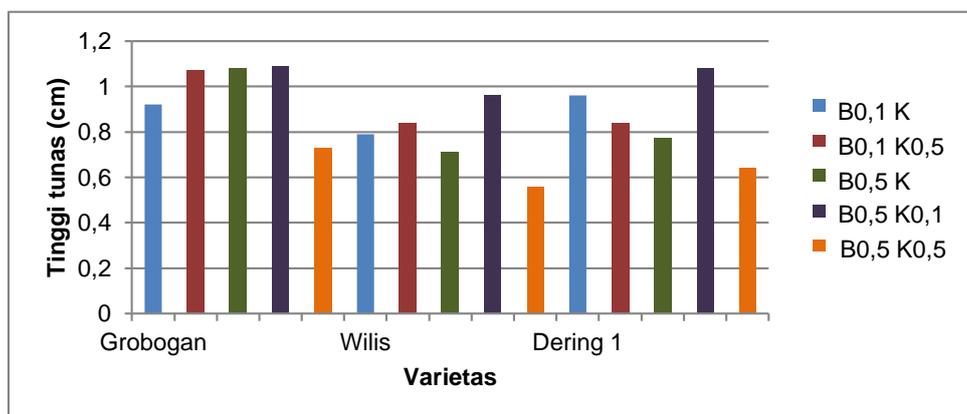
Regenerasi Kultur Embrio

Perlakuan media yang diberikan terhadap embrio kedelai dari tiga varietas yaitu Grobogan, Wilis dan Dering 1 memberikan hasil yang berbeda-beda terhadap persentase daya hidup kecambah (Gambar 1). Secara umum kombinasi media MS+BA 0,5 mg/l+Kin 0,1 mg/l menghasilkan persentase daya hidup kecambah, tinggi tunas dan panjang akar yang paling tinggi dibandingkan keempat kombinasi media lainnya (Gambar 2 dan Gambar 3). Sedangkan varietas yang paling baik responnya terhadap media regenerasi adalah varietas Wilis. Hal ini sesuai dengan

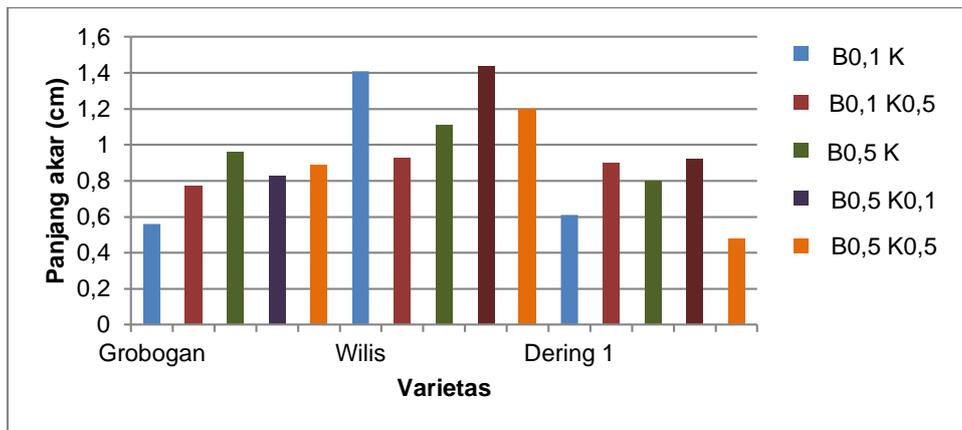
hasil penelitian yang dilakukan oleh Purnamaningsih *et al* (2014) yang juga menggunakan embrio muda berumur 12-20 hari setelah antesis. Persentase pembentukan serta perkembangan embriosomatik terbaik ditunjukkan oleh varietas Wilis. Hal ini dikarenakan varietas Wilis merupakan varietas yang responsif ditanam pada media kultur *in vitro*. Hasil serupa juga didapatkan oleh Mariska *et al* pada penelitian peningkatan ketahanan kedelai terhadap cekaman Aluminium yang menggunakan varietas Burangrang, Baluran, Grobogan dan Wilis. Varietas Wilis menunjukkan respon embriogenesis terbaik (Lestari *et al.*, 2015).



Gambar 1. Diagram batang rata-rata persentase daya hidup kecambah kedelai umur 8 mst pengaruh perlakuan media



Gambar 2. Diagram batang rata-rata tinggi tunas planlet kedelai umur 8 mst pengaruh perlakuan media



Gambar 3. Diagram batang rata-rata panjang akar planlet kedelai umur 8 mst pengaruh perlakuan media

Iradiasi

Perlakuan dosis iradiasi sinar Gamma 4 Gray secara umum memberikan hasil yang berbeda nyata pada pertumbuhan tinggi tunas kedelai varietas Grobogan, Wilis dan Dering 1 pada minggu keempat setelah subkultur (Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3). Perbedaan yang nyata juga terlihat pada peubah panjang akar kedelai varietas Grobogan (Tabel 4). Sementara varietas Wilis dan Dering 1 secara umum menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (Tabel 5 dan Tabel 6). Hasil pengamatan menunjukkan perlakuan iradiasi menyebabkan penurunan pada pertumbuhan planlet ketiga varietas jika dibandingkan dengan kontrol. Penurunan ini dengan kata lain menghambat pertumbuhan planlet kedelai. Terhambatnya pertumbuhan tinggi tunas serta panjang akar kedelai diduga karena rusaknya sel tanaman akibat perlakuan iradiasi sinar Gamma yang diberikan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hanafiah *et al* (2010) bahwa peningkatan dosis iradiasi akan mereduksi tinggi rata-rata tanaman. Amilin *et al* (2015) lebih lanjut menyatakan bahwa peningkatan dosis iradiasi akan semakin menghambat daya tumbuh tanaman. Terhambatnya daya tumbuh tanaman tersebut disebabkan pengaruh efek deterministik sebagai akibat paparan sinar Gamma. Dimana efek deterministik merupakan efek yang muncul

karena matinya sel pasca iradiasi sinar Gamma.

Hasil penelitian Amilin *et al* (2015) membenarkan terjadinya reduksi tinggi tanaman dan panjang akar karena iradiasi sinar Gamma. Varietas Dering 1 paling terpengaruh dengan perlakuan iradiasi sinar Gamma, karena penurunan tinggi tanamannya mulai terjadi pada dosis iradiasi 300 Gray. Sementara pada penelitian yang telah dilakukan ini, ketiga varietas secara umum terlihat responsif terhadap perlakuan iradiasi sinar Gamma pada dosis 4 Gray. Varietas Grobogan, Wilis dan Dering 1 sama-sama terpengaruh dengan paparan sinar Gamma dilihat dari terhambatnya pertumbuhan tinggi tunas jika dibandingkan dengan planlet kontrol. Selanjutnya varietas Grobogan menunjukkan responnya terhadap perlakuan iradiasi sinar Gamma pada peubah panjang akar yang secara umum nyata tereduksi dibandingkan planlet kontrol. Visual planlet pada tahapan pasca iradiasi menunjukkan bahwa varietas Wilis paling responsif terhadap perlakuan iradiasi sinar Gamma dosis 4 Gray karena paling banyak menghasilkan planlet dengan pertumbuhan tunas dan akar yang tidak normal serta tereduksi pertumbuhannya.

Induksi Perakaran

Hasil pengamatan di media perakaran selama 4 minggu menunjukkan bahwa perlakuan media IBA pada planlet

kedelai varietas Wilis terbukti lebih baik dibandingkan dengan media IAA yang diberikan pada planlet kedelai varietas Dering 1. Media IBA lebih maksimal dalam menginduksi pertumbuhan tunas, akar dan daun. Kondisi perakaran planlet pada media IBA juga terlihat lebih banyak anak

akarnya. Dimana dengan munculnya anak akar ini akan meningkatkan persentase keberhasilan dalam tahap aklimatisasi. Lestari (2011) menyebutkan bahwa akar dapat muncul pada media pertunasan dari golongan sitokinin seperti BA dan kinetin.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tunas kedelai varietas Grobogan pada 4 mss karena pengaruh perlakuan iradiasi

Planlet kontrol	Tinggi tunas (cm)	Planlet iradiasi	Tinggi tunas (cm)	Notasi
1	2,26	1	0,00	*
2	2,54	2	1,22	*
3	2,43	3	1,09	*
4	2,51	4	0,96	*
5	2,52	5	0,83	*
6	2,53	6	1,07	*
7	2,87	7	1,20	*
8	2,90	8	1,22	*
9	2,52	9	1,14	*
10	2,49	10	1,02	*

Keterangan: * menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam uji t taraf 5%, tn= tidak berbeda nyata, t tabel= 2,09.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tunas kedelai varietas Wilis pada 4 mss karena pengaruh perlakuan iradiasi

Planlet kontrol	Tinggi tunas (cm)	Planlet iradiasi	Tinggi tunas (cm)	Notasi
1	1,12	1	0,00	*
2	2,56	2	0,88	*
3	2,52	3	0,90	*
4	2,41	4	0,88	*
5	3,21	5	0,82	*
6	2,38	6	1,13	*
7	2,78	7	1,04	*
8	2,42	8	1,16	*
9	3,15	9	1,23	*
10	2,30	10	1,01	*

Keterangan: * menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam uji t taraf 5%, tn= tidak berbeda nyata, t tabel= 2,09.

Tabel 3. Rata-rata tinggi tunas kedelai varietas Dering 1 pada 4 mss karena pengaruh perlakuan iradiasi

Planlet kontrol	Tinggi tunas (cm)	Planlet iradiasi	Tinggi tunas (cm)	Notasi
1	1,31	1	1,06	tn
2	2,66	2	1,02	*
3	2,11	3	1,19	*
4	2,48	4	0,00	*
5	2,48	5	0,83	*
6	2,54	6	0,96	*
7	2,70	7	0,90	*
8	2,55	8	0,74	*
9	3,53	9	1,22	*
10	2,73	10	1,13	*

Keterangan: * menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam uji t taraf 5%, tn= tidak berbeda nyata, t tabel= 2,09.

Tabel 4. Rata-rata panjang akar kedelai varietas Grobogan pada 4 mss karena pengaruh perlakuan iradiasi

Planlet kontrol	Panjang akar (cm)	Planlet iradiasi	Panjang akar (cm)	Notasi
1	1,37	1	0,00	*
2	1,70	2	1,14	*
3	1,85	3	1,68	tn
4	1,92	4	0,71	*
5	1,88	5	0,93	*
6	1,83	6	1,32	*
7	1,68	7	1,02	*
8	1,40	8	0,68	*
9	1,70	9	0,98	*
10	1,25	10	1,02	tn

Keterangan: * menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam uji t taraf 5%, tn= tidak berbeda nyata, t tabel= 2,09.

Tabel 5. Rata-rata panjang akar kedelai varietas Wilis pada 4 mss karena pengaruh perlakuan iradiasi

Planlet kontrol	Panjang akar (cm)	Planlet iradiasi	Panjang akar (cm)	Notasi
1	1,98	1	0,00	*
2	1,62	2	1,09	*
3	2,32	3	1,68	*
4	1,27	4	1,86	tn
5	1,49	5	1,29	tn
6	2,06	6	1,36	*
7	2,42	7	1,94	tn
8	1,93	8	1,40	*
9	2,27	9	2,04	tn
10	2,14	10	2,05	tn

Keterangan: * menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam uji t taraf 5%, tn= tidak berbeda nyata, t tabel= 2,09.

Tabel 6. Rata-rata panjang akar kedelai varietas Dering 1 pada 4 mss karena pengaruh perlakuan iradiasi

Planlet kontrol	Panjang akar (cm)	Planlet iradiasi	Panjang akar (cm)	Notasi
1	1,37	1	1,14	tn
2	1,43	2	1,08	*
3	1,33	3	1,21	tn
4	1,65	4	0,00	*
5	1,43	5	1,06	*
6	1,68	6	1,56	tn
7	1,52	7	1,39	tn
8	1,38	8	1,63	tn
9	1,59	9	1,35	tn
10	1,43	10	0,86	*

Keterangan: * menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam uji t taraf 5%, tn= tidak berbeda nyata, t tabel= 2,09.

Namun beberapa tanaman membutuhkan media yang mengandung auksin seperti IBA dan IAA karena sulit membentuk

akar. Penggunaan auksin IBA dan IAA dengan konsentrasi rendah lebih dianjurkan, karena penggunaannya dalam

konsentrasi yang lebih tinggi akan memicu pembentukan kalus. Konsentrasi ZPT IBA dan IAA dalam dosis kecil yaitu 0 dan 0,1 mg/l cenderung lebih baik dalam meng-

induksi pertumbuhan tunas, akar dan daun. Hal ini dikarenakan tanaman kedelai

Tabel 7. Rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah polong dan jumlah biji hasil aklimatisasi tiga varietas kedelai perlakuan iradiasi sinar Gamma pada minggu ke-4 hingga ke-12

Varietas	Σ Tanaman (cm)	Tinggi (cm)	Σ Daun (helai)	Σ polong (polong)	Σ Biji (biji)
Grobogan	5	12,51	5,53	1,20	2,60
Wilis	4	22,39	6,83	2,75	6,25
Dering 1	5	14,93	4,33	2,00	4,07

telah memiliki hormon auksin endogen, sehingga penggunaan ZPT auksin eksogen dalam jumlah berlebih justru tidak memicu pertumbuhan tanaman.

Penelitian Nissen dan Sutter (1990) melaporkan bahwa penggunaan ZPT IBA pada media agar lebih efektif daya aktivitasnya dibandingkan ZPT IAA. Pada kondisi pencahayaan kerusakan IAA lebih banyak terjadi yaitu sebanyak >95% dibandingkan IBA yang hanya sebesar 80%. Penyebabnya adalah media agar mengandung garam, nutrisi mikro serta kotoran lain yang tidak terdeteksi yang dapat berinteraksi dengan cahaya untuk kemudian mempercepat kerusakan IAA dan IBA. Kerusakan yang ditimbulkan pada media agar ini lebih besar daripada penggunaannya di media cair.

Aklimatisasi

Persentase keberhasilan aklimatisasi pada penelitian ini terbilang sangat rendah. Pada varietas Grobogan, dari total 100 planlet yang diaklimatisasi hanya 5 planlet yang dapat tumbuh menjadi tanaman M1. Varietas Wilis dan Dering 1 masing-masing dari 90 dan 88 planlet yang diaklimatisasi menghasilkan 5 tanaman M1. Menurut Husni *et al.* (2006) keberhasilan tahap aklimatisasi kedelai masih sangat rendah. Aklimatisasi pada kedelai merupakan tahapan yang sangat kritis. Kebanyakan planlet hasil iradiasi yang diaklimatisasi mulai layu pada minggu kedua setelah *transplanting* dan kemudian mati. Varietas Wilis terlihat lebih unggul pertumbuhannya pada tahap aklimatisasi dibandingkan dengan varietas Grobogan dan Dering 1. Hasil pengamatan tanaman M1 hasil iradiasi sinar Gamma ini tidak dapat

dibandingkan dengan tanaman kontrol dikarenakan seluruh tanaman kontrol mati saat diaklimatisasi. Tanaman kontrol yang diaklimatisasi tidak sebanyak tanaman hasil iradiasi sehingga tidak didapatkan tanaman M1 kontrol yang hidup. Pada tahap aklimatisasi ini, penggunaan planlet dengan daun yang telah membuka sempurna lebih efektif daripada planlet yang memiliki struktur perakaran baik. Perakaran planlet dapat dipicu pertumbuhannya dengan larutan IBA 10 ml/l yang disemprotkan pada media aklimatisasi. Adanya daun yang telah membuka sempurna ini mendorong planlet berfotosintesis dengan baik dan tumbuh menjadi tanaman M1.

Penelitian yang dilakukan oleh Pardal *et al.* (2005) juga menghasilkan tanaman aklimatisasi yang sedikit. Aklimatisasi bibit hasil kultur regenerasi *in vitro* dan transformasi dua varietas yaitu Wilis dan Tidar yang dilakukan secara hidroponik menunjukkan persentase keberhasilan yang rendah. Pada planlet Wilis sebesar 0,1% dan planlet Tidar sebesar 0%. Hasil serupa juga dilaporkan Husni *et al.* (2004) dengan menggunakan kedelai varietas Sindoro dan Wilis, keberhasilan aklimatisasi dari empat bibit embrio somatik kedelai hanya 25% saja yang dapat bertahan hidup.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian kombinasi media MS+BAP 0,5+Kin 0,1 menghasilkan planlet dengan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan kombinasi media yang lain. Hasil analisis data menunjukkan adanyapengaruh dari perlakuan dosis iradiasi sinar Gamma 4 Gray terhadap reduksi tinggi tunas dan

panjang akar kedelai varietas Grobogan, Wilis dan Dering 1. Serta didapatkan 5 planlet kedelai varietas Grobogan dan Dering 1 serta 4 planlet kedelai varietas Wilis yang berhasil diaklimatisasi dan tumbuh menjadi tanaman M1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Peneliti Biologi Sel dan Jaringan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian Bogor, karena telah memberikan izin, waktu, tenaga, arahan serta bimbingan selama penulis melakukan penelitian di lokasi tersebut, sehingga pada akhirnya semua dapat terlaksana dengan baik. Penulis berharap, semoga Kelompok Peneliti Biologi Sel dan Jaringan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian Bogor semakin maju dan berkembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiasari, D. 2015.** 2015, RI Masih Defisit Produksi Kedelai 1,5 Juta Ton. <http://finance.detik.com/read/2015/07/04/092959/2960212/4/2015-ri-masih-defisit-produksi-kedelai-15-juta-ton>. Diakses pada tanggal 25 April 2016.
- Amilin, A., D. Zumani dan Y. Sunarya. 2015.** Orientasi Dosis dan Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Terhadap Pertumbuhan Stadia Awal Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill *). *Jurnal Siliwangi*. 1 (1): 14-21.
- Hanafiah, D. S., Trikoesoemaningtyas, Yahya S., dan Wirnas D. 2010.** Mutasi Induksi Irradiasi Sinar Gamma pada Varietas Kedelai Argomulyo (*Glycine max*). *Nusantara Bioscience*. 2: 121-125.
- Husni, A., S. Hutami, M. Kosmiatin dan I. Mariska. 2004.** Pembentukan Benih Somatik Dewasa Kedelai dan Aklimatisasi serta Uji terhadap Indikator Sifat Toleransi Kekeringan. 2004. Kumpulan Makalah Seminar Hasil Penelitian BB-Biogen 2004: 159-169.
- Husni A., M. Kosmiatin dan I. Mariska. 2006.** Peningkatan Toleransi Kedelai Sindoro terhadap Kekeringan Melalui Seleksi *In Vitro*. *Buletin Agronomi*. 34 (1): 25-31.
- Lestari, E. G. 2011.** Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*. 7 (1): 63-68.
- Lestari, E. G., R. Purnamaningsih, Asadi, S. Hutami dan S. Rahayu. 2015.** Mutasi dan Kultur *In Vitro* untuk Meningkatkan Keragaman Genetik Tanaman Kedelai. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2015: 50-57.
- Nissen, S. J. dan E. G. Sutter. 1990.** Stability of IAA and IBA in Nutrient Medium to Several Tissue Culture Procedures. *HortScience*. 5 (7): 800-802.
- Pardal, S. J., G. A. Wattimena, H. Aswidinnoor, M. Herman. 2005.** Transformasi Genetik Kedelai dengan Gen Proteinase Inhibitor II Menggunakan Teknik Penembakan Partikel. *Jurnal Agrobiogen*. 1 (2): 53-61.
- Purnamaningsih, R., I. Mariska, E. G. Lestari, S. Hutami dan R. Yunita. 2014.** Pengaruh Irradiasi Gamma dan Ethyl Methan Sulfonate terhadap Pembentukan Embriosomatik Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 10 (1): 71-80.