

**Pengaruh Kosentrasi Mutagen Sodium Azida ( $\text{NaN}_3$ ) terhadap Daya Kecambah dan Keragaan Bibit Padi Gogo Varietas Jambek Rotan Generasi M-1**

*Effect of Concentration Mutagen Sodium Azide ( $\text{NaN}_3$ ) on Germination and Rice Seed Performance of Upland Rice Varieties Jambek Rotan Generation of M-1*

**Tengku Nurhidayah<sup>1</sup>, Muhammad Ali<sup>1</sup>, Asha Dhamila<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Riau

Diterima 8 Mei 2017/Disetujui 5 November 2017

**ABSTRACT**

*The experiment aims to observe the effect of mutagen concentration of sodium azide to the germination and seedling growth performance of upland rice varieties Jambek Rotan generation M-1 and the difference seedling growth of upland rice varieties Jambek Rotan on the generation of M-1 by application Sodium azide some mutagen concentration. The experiment was conducted in an area behind the Soil Laboratory , Faculty of Agriculture , University of Riau , from May to July 2015. Research arranged experimentally using a Completely Randomized Design (CRD), which consists of 5 treatments concentration of sodium azide (SA) , ie 0.0 mM SA , 0.5 mM SA, 1.0 mM SA, 1.5 mM SA and 2.0 mM SA and each treatment was replicated four times. Parameters observed were the percentage of live seedling , seedling height, number of leaves and the number of tillers. The results showed that the of sodium azide at a concentration of 2.0 mM produce the lowest percentage life seedling, but tended to produce the lower seedling height and the more number of tillers.*

**Key word :** *Upland Rice, Sodium Azida, Concentration*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi mutagen Sodium Azida terhadap daya kecambah dan keragaan pertumbuhan bibit padi gogo varietas Jambek Rotan generasi M-1 serta untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan bibit padi gogo varietas Jambek Rotan pada generasi M-1 dengan pemberian beberapa konsentrasi mutagen Sodium Azida. Penelitian telah dilaksanakan di lahan belakang Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau, dari bulan Mei-Juli 2015. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan konsentrasi Sodium Azida yaitu, 0.0 mM SA , 0.5 mM SA, 1.0 mM SA, 1.5 mM SA dan 2.0 mM SA. Parameter yang diamati adalah persentase bibit hidup, tinggi bibit, jumlah daun dan jumlah anakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sodium azida pada konsentrasi 2,0 mM menghasilkan persentase bibit hidup terendah namun cenderung menghasilkan bibit yang lebih rendah dengan jumlah anakan yang lebih banyak.

**Kata kunci:** *Padi gogo, Sodium Azida, konsentrasi*

**PENDAHULUAN**

Padi varietas lokal merupakan plasma nutfah yang dapat dijadikan sebagai sumber keanekaragaman hayati untuk meningkatkan potensi hasil tanaman padi. Nursalis (2011) menyatakan bahwa padi varietas lokal umumnya selain mempunyai kekurangan seperti: berumur panjang dan potensi hasilnya yang rendah sekitar 2 ton gabah kering giling/ha, namun memiliki kelebihan, yaitu : tahan terhadap kekeringan dan

rasa enak yang sesuai dengan etnis daerah setempat.

Petani di Kabupaten Siak Sri Indrapura, Provinsi Riau masih banyak yang menanam padi varietas lokal. Padi Jambek Rotan merupakan salah satu padi varietas lokal yang disukai dan masih ditanam oleh masyarakat setempat. Padi varietas ini mempunyai kulit gabah berwarna kemerahan, sebagian beras yang dihasilkan juga

\*Penulis korespondensi: asha.dhamila@gmail.com

berwana merah dan memiliki rasa yang enak serta tahan lebih lama disimpan. Sebaliknya padi ini berumur lebih panjang yaitu 6-7 bulan, mempunyai morfologis batang yang lebih tinggi sehingga rentan rebah dan produktivitasnya masih rendah yaitu sekitar 2-4 ton/ha.

Upaya peningkatan terhadap potensi hasil padi varietas lokal ini dapat dilakukan melalui pemuliaan tanaman. Pemuliaan tanaman didefinisikan sebagai serangkaian kegiatan penelitian dan pengembangan genetik tanaman (modifikasi gen ataupun kromosom) untuk merakit kultivar/varietas unggul yang berguna bagi kehidupan manusia (Carsono, 2008).

Salah satu kegiatan pemuliaan yang dilakukan untuk menghasilkan perbaikan sifat tanaman yaitu teknik mutasi. Mutasi dapat terjadi secara alami maupun sengaja diinduksi untuk tujuan tertentu untuk perbaikan genetik tanaman. Mutasi alami dapat terjadi akibat adanya sinar matahari dan energi listrik dari petir. Mutasi buatan (mutasi induksi) untuk tujuan pemuliaan tanaman dapat dilakukan dengan memberikan mutagen (Pardal, 2014).

Mutagen yang dapat digunakan untuk menghasilkan mutan ada dua golongan yaitu mutagen fisik dan mutagen kimia. Mutagen fisik yang dapat digunakan pada benih padi yaitu sinar-X, sinar gamma dan radiasi neutron. Bahan mutagen kimia yang dapat digunakan yaitu Metil Nitroso Urea, Etil Nitroso Urea, Etil Metan Sulfonat dan Sodium Azida (FAO/IAEA, 2010). Beberapa penelitian yang menggunakan mutagen Sodium Azida ( $\text{NaN}_3$ ) efektif menghasilkan mutan pada beberapa tanaman seperti gandum, padi, kedelai, lupin, sayuran dan tanaman hias. Menurut Gruszka *et al.* (2008), mutagen Sodium Azida juga diketahui dapat menginduksi perubahan kromosomal yang hanya terjadi pada tingkat yang sangat rendah dibandingkan dengan perlakuan mutagenik lainnya. Selain itu, Sodium Azida dapat menghasilkan frekuensi mutasi yang relatif tinggi dengan efek ringan pada kesuburan tanaman dan bersifat mutagenesis jika dikombinasikan dengan mutagen lain. Penggunaan mutagen Sodium Azida memperlihatkan pengaruh baik terhadap : hasil, ketahanan rebah, ketahanan penyakit, umur panen dan tinggi tanaman (Fehr, 1987).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi mutagen Sodium Azida terhadap daya kecambah dan keragaan pertumbuhan bibit padi gogo varietas Jambek Rotan generasi M-1 serta untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan bibit padi gogo varietas Jambek Rotan pada generasi M-1 dengan

pemberian beberapa konsentrasi mutagen Sodium Azida.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi varietas lokal Jambek Rotan dari Kabupaten Siak Sri Indrapura, Sodium Azida ( $\text{NaN}_3$ ), 0,1 M buffer fosfat pH 5.0, aquades, tanah lapisan atas, pupuk kandang sapi, Curater 3G, Dithane M-45 80 WP dan Dharmabas 500 EC.

Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari cangkuk, ember, mistar ukur, kertas label, *stick* label, gelas beaker 100 ml, gelas beaker 250 ml, gelas ukur 5 ml, gelas ukur 50 ml, *shaker*, pinset, botol kaca ukuran 100 ml, batang pengaduk kaca, pipet tetes, timbangan analitik, baki semai 50 lubang (ukuran 54 cm x 28 cm, Ø lubang atas 4 cm, Ø lubang bawah 2 cm dan tinggi 4,5 cm), semprotan tangan, kayu, kawat kasa baja *expanded mesh* warna hitam dan gembor.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan yang masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 20 satuan unit percobaan. Tiap satuan unit percobaan terdiri atas 50 benih padi yang diberi perlakuan mutagen. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian adalah konsentrasi mutagen Sodium Azida (M) sebagai berikut :  $M_0$ ; Sodium Azida 0,0 mM,  $M_1$ ; Sodium Azida 0,5 mM,  $M_2$  : Sodium Azida 1,0 mM,  $M_3$ ; Sodium Azida 1,5 mM dan  $M_4$ : Sodium Azida 2,0 mM.

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis ragam. Model liniernya sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = Hasil pengamatan dari konsentrasi mutagen Sodium Azida pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

$\mu$  = Nilai tengah umum

$\tau_i$  = Pengaruh konsentrasi mutagen Sodium Azida pada perlakuan ke-i

$\epsilon_{ij}$  = Pengaruh galat pada satuan percobaan mutagen Sodium Azida pada perlakuan ke  $\delta$  i dan ulangan ke - j

Hasil analisis ragam diuji lanjut dengan uji lanjut berganda Duncan pada taraf 5% untuk melihat pengaruh rata-rata perlakuan. Pengamatan

terhadap persentase bibit hidup (%) dilakukan pada seluruh bibit dari setiap unit percobaan. Pengamatan terhadap tinggi bibit (cm), jumlah daun (helai) dan jumlah anakan (batang) dilakukan pada sampel bibit yang telah ditetapkan dengan memilih 10 bibit secara sengaja, yakni individu yang mengalami perubahan morfologi dan diduga mutan dari setiap unit percobaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persentase Bibit Hidup (%)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian beberapa konsentrasi SA berpengaruh nyata terhadap persentase bibit hidup. Rata-rata persentase bibit hidup setelah dilakukan uji lanjut berganda Duncan pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase bibit hidup (%) padi gogo varietas Jambek Rotan generasi M-1 yang diberi beberapa konsentrasi mutagen SA

Konsentrasi SA	Persentase bibit hidup (%)
0,0 mM	99,00 a
0,5 mM	98,50 a
1,0 mM	98,00 a
1,5 mM	98,50 a
2,0 mM	91,00 b

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %.

Tabel 1 menunjukkan bahwa adanya pengaruh pemberian mutagen SA terhadap persentase bibit hidup. Konsentrasi 2,0 mM SA merupakan konsentrasi yang menghasilkan persentase bibit hidup terendah yaitu 91,00 % yang berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi SA lainnya dan tanpa pemberian SA.

Data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa konsentrasi 0,0 mM SA memiliki persentase bibit hidup tertinggi yaitu 99,00 %, berbeda nyata dengan pada perlakuan konsentrasi 2,0 mM SA namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan 0,5 mM SA, 1,0 mM SA dan 1,5 mM SA. Perbedaan tidak nyata pada konsentrasi yang lebih rendah diduga karena benih lebih mampu melakukan toleransi terhadap efek penghambatan mutagen Sodium Azida sehingga bisa berkecambah dengan baik. Menurut Al-Qurainy dan Khan (2009), faktor yang mendorong proses perkecambahan benih hasil perlakuan mutagenik adalah kemampuan benih mengembangkan toleransi terhadap efek penghambatan mutagen dan dapat

meningkatkan kondisi fisiologis pada saat berlangsungnya proses perkecambahan, sehingga benih yang diberi perlakuan mutagen bisa mengalami perkecambahan walaupun lebih lambat.

Rendahnya persentase jumlah bibit yang hidup pada konsentrasi 2,0 mM SA dibandingkan perlakuan lain diduga bahwa dengan tingginya konsentrasi SA menyebabkan kerusakan sel (*cytotoxic*) yang lebih besar. Seperti yang dikemukakan Gruszka *et al.* (2008), bahwa mutagen Sodium Azida ( $\text{NaN}_3$ ) pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan efek mutagenik dan kerusakan sel (*cytotoxic*) pada tanaman padi. Hal ini dipertegas oleh Mshembula *et al.* (2012) bahwa menurunnya perkecambahan pada konsentrasi yang lebih tinggi dikarenakan mutagen SA cenderung bersifat merusak. Mensah dan Akomeah (1992) menyatakan bahwa penurunan persentase perkecambahan benih dan persentase bibit hidup disebabkan adanya gangguan fisiologis dan atau terjadinya kerusakan kromosom pada sel-sel tanaman yang telah diberikan mutagen. Ikhajiagbe *et al.* (2013) menyatakan bahwa pemberian mutagen SA dapat mengurangi persentase perkecambahan benih. Hal yang sama didukung hasil penelitian oleh Ujomonigho *et al.* (2014), bahwa perlakuan mutagen Sodium Azida dengan konsentrasi 0,004, 0,008, 0,016 dan 0,032 % b/v  $\text{NaN}_3$  pada pH 3 selama 6 jam pada padi varietas FARO-44, FARO-52, FARO-57, NERICA L-34 dan NERICA L-47 menunjukkan adanya perbedaan signifikan terhadap persentase perkecambahan, dimana semakin meningkat konsentrasi SA yang diberikan akan semakin menurun persentase kecambah.

### Tinggi Bibit (cm)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian beberapa konsentrasi SA berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi bibit padi gogo varietas Jambek Rotan generasi M-1. Rata-rata tinggi bibit setelah dilakukan uji lanjut berganda Duncan pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian mutagen SA pada beberapa konsentrasi tidak berpengaruh terhadap tinggi bibit. Hal ini diduga karena bibit sudah mampu bertoleransi terhadap efek mutagen Sodium Azida yang diberikan. Menurut Srivasta *et al.* (2011), pemberian Sodium Azida pada tanaman dengan konsentrasi tertentu tidak menunjukkan perubahan dikarenakan tanaman mampu untuk beradaptasi dan bertoleransi terhadap efek mutasi.

Tabel 2. Tinggi bibit (cm) padi gogo varietas Jambek Rotan generasi M-1 yang diberi beberapa konsentrasi mutagen SA

Konsentrasi SA	Tinggi bibit (cm)
0,0 mM	52,43 a
0,5 mM	54,56 a
1,0 mM	55,23 a
1,5 mM	56,34 a
2,0 mM	52,59 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %.

Konsentrasi 1,5 mM SA cenderung menghasilkan bibit yang lebih tinggi (56,34 cm) dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan pada konsentrasi 0,0 mM SA menghasilkan bibit dengan tinggi terendah (52,43 cm). Hal ini dikarenakan perlakuan Sodium Azida pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan terjadinya peningkatan tinggi bibit. Efek meningkatnya tinggi ini diduga terjadi karena peningkatan secara mendadak dalam status metabolisme bibit dan peningkatan aktivitas promotor pertumbuhan (Alka dan Khan, 2011). Setiap pemberian zat kimia yang mempengaruhi proses biokimia, misalnya mempengaruhi tingkat auksin, akan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan pola diferensiasi sel tanaman (Dhakshanamoorthy, *et al.*, 2010). Hasil ini sejalan dengan penelitian pada tanaman Bayam (El-Nazar, 2006) dan bunga matahari (Mostafa, 2011), yang pada beberapa konsentrasi Sodium Azida tertentu dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman.

Data pada Tabel 2 juga menunjukkan bahwa pada konsentrasi 2,0 mM SA terjadi penurunan tinggi bibit (52,59 cm) dibandingkan perlakuan pemberian SA pada konsentrasi 0,5 mM SA (54,56), 1,0 mM SA (55,23 cm) dan 1,5 mM (56,34 cm). Hal ini diduga bahwa pada konsentrasi mutagen yang lebih tinggi dapat menyebabkan terjadi penurunan tinggi bibit. Srivasta *et al.* (2011) menyatakan bahwa pada dosis SA yang lebih tinggi tanaman tidak mampu lagi menahan efek toksisitas sehingga terjadi perubahan terhadap aktifitas fisiologis tanaman. Toksisitas tersebut mengakibatkan terhambatnya aktifitas enzim yang selanjutnya menghambat proses respirasi pada sel. Hasil penelitian Ujomonigho *et al.* (2014) menyimpulkan bahwa semakin meningkat konsentrasi Sodium Azida yang diberikan akan semakin menurun tinggi bibit. Giriya dan Dhanavel (2009) menyatakan bahwa penurunan karakter vegetatif tanaman

dapat dikaitkan dengan penghambatan sintesis auksin dan penyimpangan kromosom.

Tinggi bibit pada konsentrasi 2,0 mM SA yang cenderung lebih rendah diduga terjadinya perubahan yang bersifat acak akibat pemberian mutagen SA. Hal ini dinyatakan Mugiono *et al.* (2009) bahwa hasil mutasi induksi berdampak langsung pada perubahan genotipe, tetapi tidak pasti sama perubahannya meskipun mendapat perlakuan yang sama (dalam pola acak). Menurut Ismachin (1988), hal ini dikarenakan pada embrio padi terdapat sejumlah sel awal yang selanjutnya berkembang menjadi bibit atau tanaman, dan jika diberi perlakuan dengan mutagen, maka tidak semua sel pemula ini dapat termutasi dan tidak pasti pula termutasi ke arah yang sama. Kemungkinan sel yang termutasi ke sifat ini hanya satu sel awal, sedang sel awal lainnya termutasi ke arah lain atau tidak termutasi sama sekali.

#### Jumlah Daun (helai)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian beberapa konsentrasi mutagen Sodium Azida (SA) berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun. Rata-rata jumlah daun setelah dilakukan uji lanjut berganda Duncan pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah daun (helai) padi gogo varietas Jambek Rotan generasi M-1 yang diberi beberapa konsentrasi mutagen SA

Konsentrasi SA	Jumlah daun (helai)
0,0 mM	11,10 a
0,5 mM	10,52 a
1,0 mM	11,90 a
1,5 mM	11,25 a
2,0 mM	11,50 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian mutagen SA pada beberapa konsentrasi tidak berpengaruh terhadap jumlah daun. Jumlah daun yang cenderung sama diduga disebabkan sifat mutasi yang terjadi secara acak. Mutasi titik yang terjadi pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan kerusakan material genetik yang dapat mengakibatkan penurunan produksi energi sehingga tidak terjadi peningkatan nilai karakter (Giriya dan Dhanavel, 2009).

Perubahan gen akibat mutasi terjadi pada salah satu gen dari pasangan gen yang sealel. Genotipe yang awalnya homozigot dirubah menjadi heterozigot, sehingga perubahan gen

dominan menjadi gen resesif tetap tertutupi oleh pasangan gen yang dominan. Selain itu kemungkinan mutasi terjadi ke arah dominan atau semi dominan, atau kemungkinan lain adanya epistatik atau interaksi gen yang tidak alelik lebih besar (Ismachin, 1988). Hal ini dinyatakan Soeranto (2011) bahwa mutasi mungkin tidak langsung terekspresikan pada fenotipe, yaitu bila mutasi terjadi kearah resesif dan berada pada struktur genotipe heterozigot atau disebut juga dengan *silent mutation*. Selain itu perlakuan mutasi terkadang tidak muncul pada generasi M-1 namun baru muncul pada generasi M-2 dan seterusnya (Soedjono, 2003).

**Jumlah Anakan (batang)**

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian beberapa konsentrasi mutagen SA berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah anakan. Rata-rata jumlah anakan setelah dilakukan uji lanjut berganda Duncan pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah anakan (batang) padi gogo varietas Jambek Rotan generasi M-1 yang diberi beberapa konsentrasi mutagen SA

Konsentrasi SA	Jumlah Anakan (batang)
0,0 mM	1,90 a
0,5 mM	1,75 a
1,0 mM	2,05 a
1,5 mM	1,92 a
2,0 mM	2,15 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5 %.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian mutagen SA dengan beberapa konsentrasi belum menunjukkan hasil yang signifikan terhadap jumlah anakan. Hal ini diduga tanaman masih dalam fase pertumbuhan awal yang belum maksimal untuk menampilkan perbedaan jumlah anakan yang nyata. Pembentukan jumlah anakan pada bibit padi penelitian masih terus berlangsung. Anakan pada tanaman padi mulai terbentuk setelah tanaman memiliki 4-5 daun seperti halnya dengan akar. Perkembangan jumlah anakan berkaitan dengan perkembangan daun. Apabila daun buku ke-n telah memanjang, maka pada saat itu anakan akan muncul pada ketiak daun pada buku ke-(n-3) (Makarim dan Suhartatik, 2009). Berdasarkan pembagian stadia pertumbuhan Sudarmo (1991), bibit padi pada penelitian ini berada pada stadia 2 atau stadia

anakan, ketika jumlah anakan semakin bertambah sampai batas maksimum, lamanya sampai 2 minggu atau saat padi berumur 40 hari.

Jumlah anakan padi pada perlakuan 2,0 mM SA cenderung lebih banyak dibandingkan dengan pada perlakuan lainnya yaitu 2,15. Hal yang sama juga diperoleh dari hasil penelitian Rao dan Reddi (1986) bahwa penggunaan mutagen SA pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan jumlah anakan tanaman padi.

**KESIMPULAN**

1. Pemberian mutagen Sodium Azida pada beberapa konsentrasi berpengaruh nyata terhadap kecambah muncul pertama kali dan persentase bibit hidup. Persentase kecambah muncul pertama kali dan bibit hidup yang terendah terdapat pada konsentrasi mutagen SA 2,0 mM.
2. Pemberian mutagen Sodium Azida pada beberapa konsentrasi berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi bibit, jumlah daun, jumlah anakan dan jumlah bibit variegata, namun pada konsentrasi tertinggi (2,0 mM) cenderung menghasilkan bibit yang lebih rendah dan jumlah anakan yang lebih banyak.

**DAFTAR PUSTAKA**

Al-Qurainy, F and S. Khan. 2009. Mutagenic Effects of Sodium Azide and its Application in Crop Improvement. *World Applied Science Journal* (6):1589-1601.

Alka and S. Khan. 2011. Induced variation in quantitative traits due to chemical mutagen (Hydrazine Hydrate) treatment in lentil (*Lens culinaris* Medik). Aligarh Muslim University.

Badan Pusat Statistik. 2013. Kependudukan : *Laju Pertumbuhan Penduduk*. <http://www.bps.go.id/> . Diakses tanggal 01 November 2014.

Carsono, N. 2008. Peran Pemuliaan Tanaman dalam Meningkatkan Produksi Pertanian di Indonesia. Seminar on Agricultural Sciences Mencermati Perjalanan Revitalisasi Pertanian, Perikanan dan Kehutanan dalam kajian terbatas bidang Produksi Tanaman, Pangan. Tokyo. Januari 2008.

Depertemen Pertanian. 2010. Padi: Program Penelitian. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. <http://www.fp.unud.ac.id/biotek/wp-content/>. Diakses pada 01 November 2014.

Dhakshanamoorthy, D., R. Selvaraj and A. Chidambaram. 2010. Physical and chemical mutagenesis in *Jatropha curcas* L. to induce variability in seed germination, growth and yield traits. *J. Biol. Plant Biol* 55(2):13-125.

El-Nazar, Y.I.A. 2006. *Effect of Chemical Mutagens (Sodium Azida and Diethyl Sulphate) on Growth, Flowering and Induced Variability in Amaranthus caudatus L and A. Hypochondriacus L.* [PhD thesis] Floriculture, Faculty of Agriculture, Alexandra University.

FAO/IAEA. 2010. Induction for Breeding 101. Meeting the challenge Atom for Food and Agriculture, Atom for Peace and Health Prosperity . Vienna. 14 September 2010.

Fehr, W.R. 1987. *Principles of Cultivar Development : Mutation Breeding.* Macmillan Publishing. New York.

Girija, M and D. Dhanavel. 2009. Mutagenic Effectiveness and Efficiency of Gamma Rays Ethyl Methane Sulphonate and Their Combined Treatments in Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Global J. Mol. Sci.* 4:68-75

Gruszka D., I. Szarejko and M. Maluszynsk. 2008. *Sodium Azide As A Mutagen.* Department of Genetics, Faculty of Biology and Environment Protection, University of Silesia. 40-032 Katowice Jagiellonska 28. Poland.159-166.

Ismachin, M. 1988. *Pemuliaan Tanaman dengan Mutasi Buatan.* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. BATAN. Jakarta.