

**PENGARUH KONSENTRASI MUTAGEN SODIUM AZIDA (NaN_3)
TERHADAP DAYA KECAMBAH DAN KERAGAAN BIBIT PADI GOGO
VARIETAS KULIT MANIS GENERASI M-1**

**EFFECT OF CONCENTRATION MUTAGEN SODIUM AZIDE (NaN_3)
ON GERMINATION AND RICE SEED PERFORMANCE OF UPLAND
RICE VARIETIES KULIT MANIS GENERATION OF M-1**

Endang Sri R.¹Tengku Nurhidayah.² Muhammad Ali.²

Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru.
Endanggian09@gmail.com

ABSTRACT

This experiment aims to observe the effect of mutagen concentration of sodium azide to the germination and seedling growth performance of upland rice varieties Kulit Manis generation M-1 and the difference in seedling growth of upland rice varieties in Kulit Manis on the generation M-1 by application Sodium Azide some mutagen concentration. The experiment was conducted in an area behind the of Soil Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Riau, from May to July 2015. Research was arranged experimentally using Completely Randomized Design, which consists of 5 treatments concentration of sodium azide (SA), ie (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mM). The mean deviation between treatments tested by Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) at the level of 5%. Parameters observed were the first count test, the soil emergence test and the percentage of life seedlings. The result showed that the concentration of Sodium Azide significantly effected on the first count test, the soil emergence test and life seedling percentage. Sodium Azide at the concentration of 2.0 mM produce the first count test, the soil emergence test and the lowest percentage of life seedling.

Keywords: *Upland rice, Sodium azide, Concentration*

PENDAHULUAN

Tanaman padi adalah tanaman penghasil beras. Beras yang dihasilkan mengandung berbagai zat makanan yang diperlukan oleh tubuh manusia, antara lain karbohidrat 77 %, protein 8.9 %, lemak 2.0 %, serat 1.0 % dan bahan lain 11.1 % (Nurmala, 1998). Sebagai bahan pangan pokok, kebutuhan akan beras terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Meningkatnya populasi penduduk

sebesar 230 juta jiwa dengan tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 1.4 %/tahun menyebabkan pasokan beras pada saat ini telah mencapai tingkat terendah dalam kurun waktu 30 tahun (ACIAR-SADI, 2009).

Menurut BPS (2013), produksi tanaman padi di Riau pada tahun 2013 adalah 440.131 ton dengan luas areal panen 120.833 ha dan produktivitas 3.6 ton/ha. Menurut BPPN *et al.* (2013), jumlah

3) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau

4) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

penduduk di provinsi Riau pada tahun 2015 mencapai 6,34 juta jiwa, dengan perhitungan konsumsi beras 139 kg/kapita/tahun maka kebutuhan beras di provinsi Riau untuk tahun 2015 adalah 881.260 ton/tahun. Menurut Kementerian Pertanian (2014), produktivitas padi gogo juga masih tergolong rendah yaitu hanya sebesar 3,342 ton/ha dibandingkan padi sawah yang telah mencapai 5,311 ton/ha. Oleh karena itu kesinambungan produksi sangat dibutuhkan agar kebutuhan yang terus meningkat dapat terpenuhi. Kesinambungan produksi dengan peningkatan teknologi dapat dilakukan melalui perbaikan varietas, teknik budidaya dan pasca panen.

Pengembangan padi gogo di lahan kering tidak hanya memperbaiki tanah agar siap untuk mendukung pertumbuhan, tetapi perlu diikuti dengan penyediaan Varietas unggul yang toleran terhadap kekeringan. Penggunaan Varietas unggul dapat menjadi teknologi paling murah dan efisien untuk meningkatkan produksi padi lahan kering (Hakim, 2014). Oleh karena itu, perlu upaya mengoptimalkan penerapan teknologi budidaya seperti pemakaian benih unggul berdaya hasil tinggi, berumur genjah, toleran kekeringan dan toleran P rendah. Menurut Permadani dan Toha (1996), peningkatan hasil padi melalui perbaikan teknis budidaya telah banyak dilakukan untuk mengatasi kekurangan ketersediaan beras, tetapi belum menunjukkan hasil yang memuaskan. Cara lain yang dapat dilakukan untuk meningkatkan hasil adalah peningkatan potensi hasil kultivar-kultivar padi yang telah ada.

Padi varietas lokal merupakan plasma nutfah yang dapat dijadikan sebagai sumber keanekaragaman hayati untuk meningkatkan potensi hasil tanaman padi. Di daerah Kabupaten Siak, Provinsi Riau masih banyak petani yang menanam padi varietas lokal salah satunya adalah varietas Kulit Manis. Padi varietas Kulit Manis disukai dan banyak ditanam secara turun-temurun oleh masyarakat setempat. Padi varietas ini berproduksi rendah sekitar 2 ton GKG/ha, mempunyai batang yang lebih tinggi yang rentan terhadap kerebahan dan berumur relatif panjang (6-7 bulan), namun beras yang dihasilkan memiliki rasa yang enak dan aroma yang wangi. Upaya peningkatan potensi hasil padi varietas lokal ini dapat dilakukan melalui pemuliaan tanaman yang meliputi serangkaian kegiatan penelitian dan pengembangan genetik tanaman (modifikasi gen ataupun kromosom) untuk merakit kultivar/varietas unggul yang berguna bagi kehidupan manusia (Carsono, 2008).

Mahandjiev *et al.* (2001) menyatakan bahwa keragaman genetik untuk memperoleh beberapa karakter yang diinginkan telah berhasil diinduksi melalui pemuliaan mutasi. Mutasi dapat terjadi secara alamiah di alam, namun peluang kejadiannya sangat kecil, sehingga dalam bidang pemuliaan tanaman umumnya lebih banyak dilakukan mutasi induksi (Duncan *et al.*, 1995). Mutasi induksi dapat dilakukan dengan menggunakan mutagen fisik, kimia maupun kombinasi keduanya (Hasibuan, 2011).

Mutagen fisika yang dapat digunakan untuk mutasi induksi pada

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

benih padi adalah radiasi neutron 3-8 Gy, sinar-X 95-250 Gy dan sinar gamma 100-350 Gy. Sedangkan bahan mutagen kimia yang dapat digunakan yaitu Metil Nitroso Urea 0,7-1,5 mM dengan perendaman selama 3-5 jam, Etil Nitroso Urea 1,7-2,5 mM dengan perendaman selama 3-5 jam, Etil Metan Sulfat 0,2-0,5 % dengan perendaman selama 8-20 jam dan Sodium Azida 0,5-2 mM dengan perendaman selama 3-5 jam (FAO/IAEA, 2010). SA telah terbukti sebagai salah satu mutagen kimia yang baik pengaruhnya terhadap mutasi induksi pada tanaman. Mutasi yang disebabkan oleh SA terjadi akibat adanya substitusi pasangan basa, terutama GC-AT yang mengakibatkan perubahan asam amino. Sodium Azida merupakan senyawa ionik dan termasuk kelompok N-sentrosimetrik (Olsen *et al.*, 1993).

Keberhasilan mutasi induksi pada tiap jenis tanaman tergantung pada jenis mutagen, konsentrasi mutagen, lama perlakuan dan organ tanaman yang diperlakukan (Al-Qurainy dan Khan, 2009). Menurut Grazuka *et al.* (2008), mutagen Sodium Azida pada konsentrasi 0,1 mM, 5 mM, 10 mM dan 50 mM dapat menyebabkan efek mutagenik dan kerusakan sel (*cytotoxic*) pada tanaman padi. Penelitian yang dilakukan Ikhajiagbe *et al.* (2013) menyimpulkan bahwa penggunaan mutagen Sodium Azida pada padi varietas FARO 57 pada tanah tercemar hidrokarbon dengan konsentrasi 0,004 %, 0,008 %, 0,016 %, 0,032 % dan 0,064 % b/v SA selama 6 jam perendaman dapat menghambat munculnya kecambah, meningkatkan pertumbuhan vegetatif

dan hasil serta kelangsungan hidup tanaman padi. Menurut Omoregie *et al.* (2014), persentase perkecambahan benih padi dan panjang radikal kecambah yang diberi perlakuan SA menurun seiring meningkatnya konsentrasi perlakuan. Berdasarkan uraian di atas penulis telah melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Konsentrasi Mutagen Sodium Azida (NaN_3) terhadap Daya Kecambah dan Keragaan Bibit Padi Gogo Varietas Kulit Manis Generasi M-1".

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di lahan belakang Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau, Jalan Bina Widya Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Kotamadya Pekanbaru. Penelitian telah dilaksanakan dari bulan Mei sampai Juli 2015. 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 percobaan. Tiap satuan percobaan terdiri atas 50 benih padi yang diberi perlakuan mutagen. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian adalah konsentrasi mutagen (M) Sodium Azida (SA) 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. Data diuji lanjut dengan uji berganda Duncan pada taraf 5 %.

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Hitung Pertama (*First Count Test/ FCT*)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian beberapa konsentrasi mutagen SA pada benih padi varietas Kulit Manis

Hasil Parameter Pengamatan

berpengaruh nyata terhadap uji hitung pertama. Data uji hitung pertama setelah dilakukan uji DNMRT pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji hitung pertama (%) bibit padi gogo varietas Kulit Manis generasi M-1 yang diberi mutagen SA dengan konsentrasi berbeda

Konsentrasi SA	Uji hitung pertama (%)
0,0 mM	81,50 a
0,5 mM	76,00 ab
1,0 mM	71,50 b
1,5 mM	69,50 b
2,0 mM	60,00 c

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

Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada persentase kecambah pada uji hitung pertama (hari ke-3 setelah tanam) dari padi varietas Kulit Manis generasi M-1 dengan pemberian beberapa konsentrasi mutagen SA. Hal ini disebabkan efek dari mutagen Sodium Azida dapat mengganggu daya benih untuk berkecambah dan terjadinya penghambatan proses mitosis pada benih sehingga memperlambat proses munculnya kecambah.

Persentase kecambah muncul pada uji hitung pertama paling banyak terdapat pada pemberian SA konsentrasi 0,0 mM (81,50) dan persentase kecambah pada konsentrasi 2,0 mM (60,00 %) merupakan persentase kecambah muncul pada uji hitung pertama paling rendah dibandingkan pada konsentrasi mutagen SA lainnya. Penurunan perkecambahan benih dalam perlakuan mutagenik dapat disebabkan oleh tertunda atau

terhambatnya proses fisiologis dan biologis yang diperlukan untuk proses perkecambahan benih yang termasuk aktivitas enzim, ketidakseimbangan hormon dan penghambatan proses mitosis. Hambatan yang disebabkan oleh Sodium Azida terhadap perkecambahan dikarenakan anion azida, yang merupakan inhibitor kuat Sitokrom Oksidase, yang selanjutnya menghambat fosforilasi oksidatif.

Pemberian beberapa konsentrasi SA dapat memperlambat daya kecambah benih jika dibandingkan tanpa pemberian SA. Daya kecambah menurun seiring meningkatnya konsentrasi pemberian mutagen SA. Hal yang sama dikemukakan oleh Adamayu dan Aliyu (2007) bahwa SA merupakan mutagen yang kuat dan dapat menghambat pertumbuhan bagian tanaman seiring peningkatan konsentrasi. Hal ini dipertegas oleh Mshembula *et al.* (2012) bahwa menurunnya perkecambahan pada

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

konsentrasi yang lebih tinggi dikarenakan mutagen SA cenderung bersifat merusak sel tanaman. Hal yang sama diungkapkan oleh 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 SA 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.

Uji Muncul Tanah (*Soil Emergence Test/ SET*)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian beberapa konsentrasi mutagen SA pada benih padi varietas Kulit Manis berpengaruh nyata terhadap uji muncul tanah. Data uji muncul tanah setelah dilakukan uji DNMRT pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji muncul tanah (%) bibit padi gogo varietas Kulit Manis generasi M-1 yang diberi mutagen SA dengan konsentrasi berbeda

Konsentrasi SA	Uji muncul tanah (%)
0,0 mM	95,50 a
0,5 mM	93,00 ab
1,0 mM	90,50 abc
1,5 mM	88,50 bc
2,0 mM	86,00 c

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

Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada persentase kecambah pada uji muncul tanah (hari ke-14 setelah tanam) dari padi varietas Kulit Manis generasi M-1 dengan pemberian beberapa konsentrasi mutagen SA. Berbeda nyatanya uji muncul tanah ini diduga pemberian mutagen SA dapat menghambat proses perkecambahan benih padi. Toksisitas juga mengakibatkan terhambatnya aktifitas enzim yang dibutuhkan dalam pembentukan hasil-hasil fotosintat pada tanaman dan terhambatnya proses respirasi pada sel sehingga kekuatan kecambah (vigor) terganggu. Al-Qurainy dan Khan (2009) menyatakan bahwa penurunan perkecambahan benih dalam

perlakuan mutagenik dapat disebabkan oleh tertunda atau terhambatnya proses fisiologis dan biologis yang diperlukan untuk proses perkecambahan benih yang termasuk aktivitas enzim, ketidakseimbangan hormon dan penghambatan proses mitosis.

Persentase kecambah muncul pada uji muncul tanah paling banyak terdapat pada pemberian SA konsentrasi 0,0 mM (95,50 %) dan pada pemberian SA konsentrasi 2,0 mM (86,00 %) merupakan persentase kecambah muncul pada uji muncul tanah paling rendah dibandingkan pada konsentrasi mutagen SA lainnya. Uji muncul tanah mencerminkan kekuatan kecambah (vigor) benih, bila uji muncul tanah rendah maka kekuatan kecambah

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

(vigor) benih juga rendah. Rendahnya uji muncul tanah pada konsentrasi 2,0 mM diduga karena pemberian mutagen SA memberikan kondisi yang tidak optimum bagi benih untuk berkecambah baik. Sutopo (2010) mengemukakan, secara umum vigor diartikan sebagai kemampuan benih untuk tumbuh normal pada keadaan lingkungan yang suboptimal. Justice dan Bass (1990) menambahkan, vigor dihubungkan dengan kekuatan benih atau kekuatan kecambah, kemampuan benih untuk

menghasilkan perakaran dan pucuk yang kuat pada kondisi yang tidak menguntungkan.

Persentase Bibit yang Tumbuh

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian beberapa konsentrasi mutagen SA pada benih padi varietas Kulit Manis berpengaruh nyata terhadap persentase bibit yang tumbuh. Data persentase bibit yang tumbuh setelah dilakukan uji DNMRMRT pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase bibit yang tumbuh (%) bibit padi gogo varietas Kulit Manis generasi M-1 yang diberi mutagen SA dengan konsentrasi berbeda

Konsentrasi SA	Persentase bibit yang tumbuh (%)
0,0 mM	95,50 a
0,5 mM	93,00 ab
1,0 mM	90,50 abc
1,5 mM	88,50 bc
2,0 mM	86,00 c

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

Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada persentase bibit yang tumbuh dari padi varietas Kulit Manis generasi M-1 dengan pemberian beberapa konsentrasi mutagen SA. Hal ini dipengaruhi efek toksisitas mutagen yang menghambat proses mitosis dan aktifitas enzim. Efek mutagen SA menyebabkan kondisi menjadi tidak optimum bagi benih berkecambah dengan baik sehingga perkecambahan benih terganggu dan lambat.

Persentase bibit yang tumbuh paling banyak terdapat pada pemberian SA konsentrasi 0,0 mM (95,50 %) dan berbeda tidak nyata dengan pemberian SA pada konsentrasi 0,5 mM (93,00 %) dan

konsentrasi 1,0 mM (90,50 %), namun berbeda nyata dengan pemberian SA pada konsentrasi 1,5 mM (88,50 %) dan konsentrasi 2,0 mM (86,00 %). Pemberian mutagen SA pada konsentrasi 2,0 mM merupakan persentase bibit yang tumbuh paling rendah dibandingkan pada konsentrasi mutagen SA lainnya. Rendahnya persentase bibit yang tumbuh pada konsentrasi SA 2,0 mM dibandingkan dengan perlakuan lain diduga bahwa dengan tingginya konsentrasi SA menyebabkan kerusakan sel yang lebih besar pada benih sehingga kemampuannya untuk tumbuh terhambat. Seperti yang dikemukakan Gruszka *et al.* (2008), bahwa mutagen SA pada konsentrasi tinggi

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

dapat menyebabkan efek mutagenik dan kerusakan sel pada tanaman padi.

Mensah *et al.* (2007) menyatakan bahwa penurunan persentase perkecambahan benih dan persentase bibit hidup disebabkan adanya gangguan fisiologis atau terjadinya kerusakan kromosom pada sel-sel tanaman yang telah diberikan mutagen. Hambatan yang disebabkan SA terhadap perkecambahan dikarenakan anion azida yang merupakan inhibitor kuat sitokrom oksidase, yang akan menghambat fosforilasi oksidatif (Grazuska *et al.*, 2008; Al-Qurainy dan Khan, 2009). Ikhajiagbe *et al.* (2013) menambahkan bahwa SA dapat menghambat biosintesis ATP dan mengakibatkan penurunan ketersediaan ATP, sehingga dapat memperlambat laju perkecambahan dan mengurangi persentase perkecambahan benih.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian mutagen SA pada padi gogo varietas Kulit Manis dari Kabupaten Siak berpengaruh nyata terhadap uji hitung pertama, uji muncul tanah dan persentase bibit yang tumbuh, namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bibit, tinggi bibit, jumlah anakan dan jumlah bibit variegata.

Pemberian mutagen SA pada konsentrasi 1,0 mM menghasilkan jumlah anakan cenderung terbanyak dan pemberian mutagen SA pada konsentrasi 1,5 mM menghasilkan jumlah bibit variegata cenderung terbanyak.

Pemberian mutagen SA pada konsentrasi 2,0 mM menghasilkan

uji hitung pertama, uji muncul tanah, persentase bibit yang tumbuh, jumlah daun bibit dan tinggi bibit paling rendah.

Saran

Pengamatan perlu dilanjutkan hingga ke fase pertumbuhan generatif dan generasi M-2, M-3 dan selanjutnya, untuk melihat dan memperoleh karakter mutan pada tanaman padi gogo varietas Kulit Manis.

DAFTAR PUSTAKA

- ACIAR-SADI. 2009. **Peningkatan Hasil Panen Padi untuk Kebutuhan Pangan Nasional**. Lembar Fakta Program ACIAR. Agustus. Halaman 1. Makassar.
- Adamu, A.K and H. Aliyu. 2007. **Morphological Effect of Sodium Azide on Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. *Sci. World J.* 2:9-12.
- Afrianto, A. D. 2001. **Studi Dormasi Benih 7 Kultivar Padi Gogo. Skripsi. Budidaya Pertanian**. Fakultas Pertanian. Institut Bogor. Bogor.
- Aksi Agri Kanisius. 1990. **Budidaya Tanaman Padi**. Kanisius. Yogyakarta.
- Alka and S. Khan. 2011. **Induced Variation in Quantitative Traits Due to Chemical Mutagen (*Hydrazine Hydrate*) Treatment in Lentil (*Lens culinaris***

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

- Medik).** Aligarh Muslim University.
- Al-Qurainy, F and S. Khan. 2009. **Mutagenic Effect of Sodium Azide and its Application in Crop Improvement.** *World Appl. Sci. J.* 6:1589-1601.
- Al-Qurainy, F., M.A. Fahad, S. Khan., A.A.M Muhammad, Tarroum and M. Ashraf. 2011. **Detection of sodium azide-induced mutagenicity in the regenerated shoots of artemisia annual., using internal transcribed spacer (its) sequences of nrDNA.** *Journal Botany* 43 (4): 2183-2186.
- Anonim. 2011. **Mutasi dalam Pemuliaan Tanaman.**<http://solarmusik.blogspot.com/2011/12/mutasi-dalam-pemuliaan-tanaman.html>. Diakses tanggal 10 Desember 2014.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BPPN), Badan Pusat Statistik (BPS) dan United Nations Population Fund (UNFPA). 2013. **Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035.** BPS. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. **Data Produksi Padi Nasional.** Jakarta.
- 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.
- 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.
- Dinas Tanaman Pangan Riau. 2002. **Teknologi Produksi Padi.** Pekanbaru.
- Duncan, R.R., R.M. Waskom and M.W. Nohars. 1995. **In Vitro Screening and Field Evaluation of Tissue Culture Regenerated Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) For Soil Stress Tolerance.** *Euphytica*, 85:371-380.
- 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.
- Gaul, H., G. Frimel, T. Gighner and E. Ulonska. 1972. **Efficiency of Mutagenesis.** P 121-139. In: FAO. IAEA. Induced Mutation and Plant Improvement. Ed. IAEA/FAO, Londrina.
- Gaul, H. 1970. **Mutagen Effects Observable in the First**

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

- Generation.** In: Manual on Mutation Breeding. Technical Reports Series, No. 119, IAEA, Vienna, pp: 85-99.
- 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.
- Handayati, W., Darliah, I. Mariska dan R. Purnamaningsih. 2001. **Peningkatan Keragaman Genetik Mawar Mini melalui Kultur *In-Vitro* dan Iradiasi Sinar Gamma.** *Berita Biologi*, 5: 365-371.
- Haryadi, F. 2006. **Uji Daya Hasil Pendahuluan Galur F5 Padi Sawah Tipe Baru (*Oryza sativa* L.).** Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hasibuan, I. I. 2011. **Kultur Jaringan Pisang.** Program Magister Pendidikan Biologi : Universitas Negeri Medan.
- Ikhajiagbe, B., E.O. Ujomonigho, B.O. Efeneide and E.A. Esther. 2013. **Effects of Sodium Azide on the Survival, Growth and Yield Performance of Rice (*Oryza sativa*, Faro-57 variety) in a Hydrocarbon Polluted Soil .** *The International Journal of Biotechnology* 2 (1):28-41.
- Ismachin, M. 1988. **Pemuliaan Tanaman dengan Mutasi Buatan.** Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. BATAN. Jakarta.
- Ismunadji, M., S.O. Manurung. (1988). Padi Buku 1. **Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.** Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. Hal 55-102.
- Kemal, P. 2000. **Tentang Budidaya Pertanian: Padi (*Oryza Sativa*).** Sistem Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan, Proyek PEMD, BAPPENAS. Jakarta. Februari 2000.
- Khan, S., F. Al-Qurainy and F. Anwar. 2009. **Sodium Azide a Chemical Mutagen for Enhancement of Agronomic Traits of Crop Plants.** *Environ. We Int. J. Sci. Tech.* 4:1-2.
- Kleinhofs, A., W.M. Owais and R.A. Nilan. 1978. **Azide; Mutation Research,** 55:165-195.
- Lakitan, B., 1996. **Fisiologi dan Pertumbuhan dan**

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

- Perkembangan Tanaman.**
PT Raja Grafindo
Persada.Jakarta.
- Mahandjiev, A.G., Kosturkova and M. Nihov. 2001. **Enrichment of *Pisum sativum* Gene Resources through Combined Use of Physical and Chemical Mutagens.** *Isr. J. Plant Sci.* 49:279-284.
- Mensah, J.K., B.O. Obadoni, P.A. Akomea, B. Ikhajiagbe and J. Ajibohi. 2007. **The Effects of Sodium Azide and Colchicine Treatments on Morphological and Yield Traits of Sesame Seed (*Sesame indicum* L).** *African Journal Biotech* 6 (5):534-538.
- Mshembula, B.P., J.K. Mensah and B. Ikhajiagbe. 2012. **Comparative Assessment of the Mutagenic Effects of Sodium Azide on Some Selected Growth and Yield Parameters of Five Accessions of Cowpea – Tvu-3615, Tvu-2521, Tvu-3541, Tvu-3485 and Tvu-3574.** *Archives Applied Science Research* 4 (4):1682-1691.
- Mugiono. 2001. **Pemuliaan Tanaman dengan Teknik Mutasi.** Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, Jakarta.
- Nazirah, L. 2008. **Tanggap Beberapa Varietas Padi Gogo terhadap Interval dan Tingkat Pemberian Air.** Skripsi. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nurmala, T. 1998. **Serealia Sumber Karbohidrat Utama.** PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nursalis, E. 2011. **Padi Gogo dan Sawah.** http://skp.unair.ac.id/repository/Guru-Indonesia/padigogodansawah_ekonorsalis_17170. Diakses 01 November 2014.
- Olsen, O., X. Wang and D.V. Wettstein. 1993. **Sodium Azide Mutagenesis : Preferential Generation of AT-GC Transitions in the Barley Ant18 Gene.** *Proc. Natl. Acad. Sci.* 90:8043-8047.
- Omoriege, E.O., J.K.Mensah and B. Ikhajiagbe. 2014. **Germination Response of Five Rice Varieties Treated with Sodium Azida.** *Research Journal of Mutagenesis*, 4:14-22.
- Owais, W.M and A. Kleinshofs. 1988. **Metabolic Activation of the Mutagen Azide in Biological Systems.** *Mutation Research*, 197: 313-323.
- Pardal, S. J. 2014. **Teknik Mutasi untuk Pemuliaan Tanaman.** <http://biogen.litbang.deptan.go.id/>. Diakses pada tanggal 07 Desember 2014.

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

- Permadani, P dan H.M. Toha. 1996. **Peningkatan Produktivitas Padi Gogo dengan Penanaman Kultivar Unggul dan Pemupukan Nitrogen.** Jurnal Penelitian Pengembangan Wilayah Lahan Kering 18:27-39.
- Prasetyo, Y. T. 2002. **Budi Daya Padi Sawah Tanpa Olah Tanah.** Yogyakarta: Kanisiusus.
- _____. 2003. **Bertanam Padi Gogo tanpa Olah Tanah.** Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rao, D.R.M and T.V.V.S. Reddi. 1986. **Azide Mutagenesis in Rice.** Proceedings Plant Science 96 (3): 205-215.

1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau