

Performansi Morfo-agronomis Pada Padi Galur Mutan Generasi (M_4) Hasil Radiasi Sinar Gamma

*Morpho-agronomic Performance on Mutant Strain Rice Generation (M_4)
The Result of Gamma Ray Radiation*

Ria Kurnia¹, Efendi¹ dan Halimursyadah^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Abstrak. Tanaman padi Terdiri dari 16 galur sebagai perlakuan dan terdiri 3 kelompok sebagai ulangan. Masing-masing unit perlakuan diambil sampel sebanyak 5 individu tanaman. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah anakan, umur padi berbunga, jumlah malai per rumpun, panjang malai, berat malai per rumpun, persentase gabah bernas per rumpun, persentase gabah hampa per rumpun, berat 1000 butir, indeks panen dan potensi hasil. Hasil penelitian menunjukkan genotipe padi mutan generasi M_4 berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman yang diamati berdasarkan peubah tinggi tanaman umur 30, 60, 90 HST, umur tanaman berbunga dan pada saat panen jumlah malai per rumpun, panjang malai, berat bernas, berat 1000 butir, indeks panen dan potensi hasil. Galur padi mutan menunjukkan pertumbuhan hasil yang berbeda dengan tanaman induknya sambay. Galur Unsyiah 11 (UF5) menunjukkan genotipe dengan potensi hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan dengan genotipe induk dan genotipe lainnya. Berdasarkan hasil iradiasi sinar gamma M_4 menunjukkan adanya perbedaan nilai antar tanaman induk sambay dengan galur lainnya.

Kata kunci : Padi, Radiasi Sinar Gamma, Mutasi dan Produksi Tanaman.

Abstract. Rice crops planted in a field with soil entisol type by using organic fertilizer i.e. manure which is given a week before planting and chemical fertilizer formed of NPK that is given at the age of the plant 30 days after the day of planting (DAP). The experimental design used non factorial randomized block design. There were 16 strains as treatment and 3 groups as replicates. Each of the treatment unit was sampled as many as 5 individual plants. The variables observed were plant height, number of tillers, age of flowering rice, number of panicles per hill, panicle length, panicle weight per hill, percentage of pithy grain per hill, percentage of empty grain per hill, weight of 1000 grains, harvest index and yield potential. The results showed that genotypes of M_4 mutant rice generation had significant effect on growth and yield of plants which observed based on plant height variable 30, 60, 90 DAP, age of flowering rice, and number of panicle per hill at the harvest time, panicle length, pithy rice, weight of 1000 grains, harvest index and yield potential. The mutant rice strains showed different growth results with the parent plant. The Unsyiah 11 (UF5) strain is a genotype with higher yield potential compared to the host genotype and other genotypes. Based on the result of M_4 gamma ray radiation showed there is a difference between sambay parent plants with other strains.

Keywords : Rice, Gamma Rays and genotype

PENDAHULUAN

Lingkungan dan keamanan pangan terancam akibat dari perubahan cuaca (iklim global) yang tidak menentu serta penggunaan zat kimia yang berlebihan. Akibat dari penggunaan agro input yang tinggi petani juga akan mengeluarkan biaya produksi yang sangat tinggi, seperti pestisida dan pupuk kimia. Negara Indonesia yang dikenal sebagai negara yang kaya akan alamnya tetapi sangat rentan terhadap perubahan cuaca seperti kekeringan dan cuaca ekstrim, dikhawatirkan bahwa perubahan cuaca ini memberikan dampak negatif karena dapat menimbulkan krisis ketahanan pangan (Sipayung, 2007).

Amudha dan Balasbramani (2011) menyatakan cekaman abiotik seperti kekeringan sangat mengancam keberhasilan produksi tanaman, maka dari itu perlu dilakukan sesuatu untuk memecahkan permasalahan yang tengah dihadapi, salah satu cara untuk memecahkan masalah tersebut adalah melalui pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas baru yang dapat berkembang biak dengan cekaman abiotik.

Peningkatan kualitas benih telah lama menjadi target utama bagi pemuliaan tanaman padi di sebagian negara karena adanya perubahan gaya hidup manusia (Bao, 2012). Song *et al.*, (2012) mengungkapkan bahwa perbaikan pada kualitas beras dan sifat agronomis dapat dilakukan dengan cara pemuliaan radiasi sinar gamma. Selanjutnya Tang *et al.*, (2012) juga menyimpulkan bahwa iradiasi sinar gamma dapat meningkatkan komposisi bahan kimia, khususnya bahan organik pada padi.

Induksi mutasi dengan iradiasi sinar gamma merupakan salah satu cara untuk merakit varietas padi lokal menjadi varietas baru yang memiliki beberapa sifat yang lebih baik dari tetuanya. Pemuliaan radiasi sinar gamma telah banyak dilakukan, namun untuk varietas dan galur lokal masih sangat sedikit dilaporkan khususnya varietas lokal khusus Aceh. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya ternyata varietas lokal Aceh memiliki beberapa keunggulan seperti ketahanan terhadap salinitas (Efendi *et al.*, 2011 dan Efendi *et al.*, 2013-a), potensi hasil lebih tinggi (Efendi *et al.*, 2012), dan sifat ketahanan terhadap kekeringan dan suhu tinggi (Efendi *et al.*, 2013-b; Zakaria *et al.*, 2012).

Dengan demikian, iradiasi melalui sinar gamma dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas dan produktivitas tanaman padi lokal yang berasal dari Simeulu galur mutan generasi M₄ yang lebih baik seperti menghasilkan padi yang tahan akan kekeringan, hemat air, berdaya hasil tinggi, dan berkualitas tinggi. Padi lokal mutan generasi M₄ berasal dari terjadinya perubahan mendadak pada material genetik yang di wariskan pada generasi berikutnya, hal ini merupakan cara efektif untuk memperbanyak plasma nutfah yang sudah ada dan untuk memperbaiki karakteristik galur yang benar-benar berbeda dengan varietas aslinya tanpa merubah sebagian besar sifat aslinya (Sobrizal, 2006).

Peningkatan potensi hasil tanaman padi telah dilakukan melalui pembuatan galur-galur pemuliaan yang memiliki keragaman genetik melalui cara iradiasi sinar gamma. Berdasarkan uraian mengenai peningkatan potensi hasil tanaman padi melalui cara iradiasi sinar gamma maka perlu dilakukan penelitian performansi morfo-agronomis pada padi galur mutan generasi M₄.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh, Penelitian ini berlangsung dari tanggal 1 Agustus sampai dengan 3 November 2017.

MATERI DAN METODE

Alat-alat yang digunakan adalah Timbangan analitik, Plastik klip, *Tray*, Tissue serbet *Seedblower*, Kamera, Paranet, Botol kultur dan bahan yang digunakan Padi varietas Sanbay genotipe M₄ hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 250 Gy.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial. Pada penelitian ini digunakan sebanyak 16 perlakuan yang terdiri dari 3 kelompok sebagai ulangan. Masing-masing unit perlakuan diambil sampel sebanyak 5 individu tanaman. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan apabila analisis ragam terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan, maka analisis akan diteruskan dengan Uji Jarak Duncan (UNJ) pada taraf 5%.

Parameter Pengamatan

Tinggi Tanaman (cm)

Pengamatan tinggi tanaman padi dilakukan pada saat tanaman berumur 30 HST, 60 HST, dan 90 HST. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai ke ujung daun tertinggi. Satuan yang digunakan dalam mengukur tinggi tanaman adalah cm.

Jumlah Anakan Per Rumpun (anakan)

Pengamatan jumlah anakan dari setiap galur padi dihitung pada saat tanaman berumur 30 HST, 60 HST, dan 90 HST.

Umur Padi Berbunga (HST)

Pengamatan umur padi berbunga dilakukan pada saat umur tanaman 50 HST dan pengamatan selanjutnya dilakukan setiap harinya sampai seluruh tanaman mengeluarkan bunga.

Jumlah Malai Per Rumpun (malai)

Pengamatan jumlah malai per rumpun adalah penghitungan banyak anakan yang menghasilkan malai/anakan produktif yang muncul dalam satu rumpun tanaman padi. Pengamatan ini dilakukan menjelang panen dimana banyaknya malai yang muncul sudah maksimum.

Panjang Malai (cm)

Pengamatan panjang malai dilakukan setelah panen. Malai padi dipotong/dipisahkan dari batang lalu diukur menggunakan rol.

Bobot Malai Per Rumpun (g)

Pengamatan bobot malai per rumpun diamati setelah malai padi dipotong menggunakan gunting lalu ditimbang menggunakan timbangan analitik.

Persentase Gabah Bernas Per Rumpun (%)

Pengamatan persentase gabah bernas per rumpun dihitung pada saat biji telah dikeringanginkan selama 3x24 jam dan dihitung jumlah gabah bernas. Persentase gabah bernas dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase gabah bernas} = \frac{\text{Jumlah gabah bernas}}{\text{Jumlah gabah total}} \times 100\%$$

Persentase Gabah Hampa Per Rumpun (%)

Pengamatan persentase gabah hampa per rumpun dihitung pada saat gabah telah dikeringanginkan selama 3x24 jam dan dihitung jumlah gabah hampa. Persentase gabah hampa dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase gabah hampa} = \frac{\text{Jumlah gabah hampa}}{\text{jumlah gabah total}} \times 100\%$$

Bobot 1000 Butir (g)

Pengamatan berat 1000 butir ditimbang dengan menggunakan alat timbangan analitik lalu dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat 1000 butir} = \frac{\text{bobot 100 butir}}{100} \times 1000$$

Indeks Panen

Pengamatan indeks panen diperoleh dengan cara membagi berat gabah kering per rumpun (pasca panen) dengan berat biomassa bagian tanaman di atas permukaan tanah.

Potensi Hasil (kg/petak)

Pengamatan potensi hasil dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Potensi hasil} = \frac{\text{luas petakan}}{\text{jarak petakan}} \times \text{berat biji perumpun}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Genotipe Terhadap Potensi Hasil panen

Tabel 1. Rata-rata hasil pengamatan galur mutan M₄ hasil iradiasi sinar gamma

Varietas/Galur	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Anakan Per Rumpun (anakan)	Umur Padi Berbunga (HST)	Jumlah Malai Per Rumpun (malai)	Panjang Malai (cm)
Sambay (induk/tanpa sinar gamma)	124,07 a	9,53 a-c	70,20 d-e	11,53 a-c	23,79 b-f
U1-Simeulu (USK-Snbr-M04-238-074-001)	119,53 a	10,47 a-c	63,87 a-b	10,47 a-c	19,23 a
U2-Sisambay (USK-Snbr-M04-238-081-002)	123,93 a	10,87 a-c	68,00 b-e	10,87 a-c	26,19 f
U3-Samberasi (USK-Snbr-M04-238-017-023)	99,90 a	10,20 a-c	64,40 a-b	10,20 a-c	20,43 a-c
U4-Siteluk (USK-Snbr-M04-238-091-097)	130,47 a	12,13 a-c	67,00 b-e	12,13 a-c	24,01 c-f
U5-Sibahak (USK-Snbr-M04-238-073-079)	121,20 a	10,27 a-c	64,60 a-c	10,27 a-c	25,08 e-f
Unsyiah 6 (UF1)	120,00 a	12,73 b-c	69,80 c-e	12,73 b-c	23,51 b-f
U7-Sibabus (USK-Snbr-M04-238-110-116)	125,20 a	13,73 c	66,67 b-e	13,73 c	20,76 a-d
U8-Simuara (USK-Snbr-M04-238-091-097B)	128,13 a	11,13 a-c	65,00 a-d	11,13 a-c	25,80 d-f
U9-Siluan (USK-Snbr-M04-238-058-064)	112,23 a	9,67 a-b	68,67 b-e	9,67 a-b	20,57 a-d
U10-Sikuala (USK-Snbr-M04-238-114-120)	120,87 a	11,80 a-c	68,80 c-e	11,80 a-c	25,87 d-f
Unsyiah 11 (UF5)	119,37 a	11,73 a-c	71,00 e	11,73 a-c	22,11 a-e
U12-Sibuluh (USK-Snbr-M04-238-V1B-017)	120,00 a	12,20 a-c	69,00 b-e	12,20 a-c	22,40 a-f
U13-Sialava (USK-Snbr-M04-238-051-057E)	95,27 a	8,80 a	65,00 a-d	8,80 a	20,07 a-b
Snbr-238-112-118-180-11	134,37 a	11,67 a-c	71,00 e	11,67 a-c	23,83 b-f
Snbr-238-113-119-160-10	114,93 a	12,67 b-c	70,00 d-e	12,67 b-c	24,37 f
BNJ 0,05	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama adalah berbeda tidak nyata pada (Uji BNJ pada taraf 0,05)

Tabel 2. Rata-rata hasil pengamatan galur mutan M₄ hasil iradiasi sinar gamma

Varietas/Galur	Bobot Malai Per Rumpun (g)	Bobot Gabah Total Per Rumpun (g)	Persentase Gabah Bernas Per Rumpun (%)	Persentase Gabah Hampa Per Rumpun (%)	Bobot 1000 Butir (g)
Sambay (induk/tanpa sinar gamma)	60,13 e-g	92,53 a-b	92,53 a-b	7,47 a-b	22,97 b-c
U1-Simeulu (USK-Snbr-M04-238-074-001)	29,33 a	71,55 a-b	71,55 a-b	28,45 a-b	27,13 e
U2-Sisambay (USK-Snbr-M04-238-081-002)	66,92 f-h	89,30 a-b	89,30 a-b	10,70 a-b	24,00 c-d
U3-Samberasi (USK-Snbr-M04-238-017-023)	37,33 a-c	68,34 a-b	68,34 a-b	31,66 b	24,97 d
U4-Siteluk (USK-Snbr-M04-238-091-097)	50,67 c-e	82,92 a-b	82,92 a-b	17,08 a-b	23,00 b-c
U5-Sibahak (USK-Snbr-M04-238-073-079)	55,67 d-f	83,97 a-b	83,97 a-b	16,03 a-b	23,97 b-c
Unsyiah 6 (UF1)	87,41 i	92,76 a-b	92,76 a-b	8,85 a-b	22,00 b
U7-Sibabus (USK-Snbr-M04-238-110-116)	48,26 c-e	90,07 a-b	90,07 a-b	9,93 a-b	19,97 a
U8-Simuara (USK-Snbr-M04-238-091-097B)	69,32 f-h	88,73 a-b	88,73 a-b	11,27 a-b	25,00 d
U9-Siluan (USK-Snbr-M04-238-058-064)	71,00 i	91,42 a-b	91,42 a-b	8,58 a-b	21,89 b
U10-Sikuala (USK-Snbr-M04-238-114-120)	44,36 b-d	87,46 a-b	87,46 a-b	12,54 a-b	29,03 e
Unsyiah 11 (UF5)	89,44 i	90,96 a-b	90,96 a-b	9,04 a-b	23,00 b-c
U12-Sibuluh (USK-Snbr-M04-238-V1B-017)	49,44 c-e	84,43 a-b	84,43 a-b	15,57 a-b	23,03 b-c
U13-Sialava (USK-Snbr-M04-238-051-057E)	79,21 h-i	89,56 a-b	89,56 a-b	10,44 a-b	23,00 b-c
Snbr-238-112-118-180-11	76,66 h-i	94,09 b	94,09 b	5,70 a	24,07 d
Snbr-238-113-119-160-10	61,17 e-g	85,05 a	85,05 a	14,95 a-b	24,03 b-c
BNJ 0,05	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama adalah berbeda tidak nyata pada (Uji BNJ pada taraf 0,05)

Tabel 2. Rata-rata hasil pengamatan galur mutan M₄ hasil iradiasi sinar gamma

Varietas/Galur	Indeks Panen	Potensi Hasil (kg/petak)
Sambay (induk/tanpa sinar gamma)	0,42 a	0,43
U1-Simeulu (USK-Snbr-M04-238-074-001)	0,24 a	0,19
U2-Sisambay (USK-Snbr-M04-238-081-002)	0,58 a	0,48
U3-Samberasi (USK-Snbr-M04-238-017-023)	0,39 a	0,25
U4-Siteluk (USK-Snbr-M04-238-091-097)	0,39 a	0,35
U5-Sibahak (USK-Snbr-M04-238-073-079)	0,48 a	0,36
Unsyiah 6 (UF1)	0,64 a	0,64
U7-Sibabus (USK-Snbr-M04-238-110-116)	0,48 a	0,34
U8-Simuara (USK-Snbr-M04-238-091-097B)	0,46 a	0,51
U9-Siluan (USK-Snbr-M04-238-058-064)	0,64 a	0,55
U10-Sikuala (USK-Snbr-M04-238-114-120)	0,38 a	0,31
Unsyiah 11 (UF5)	0,51 a	0,53
U12-Sibuluh (USK-Snbr-M04-238-V1B-017)	0,47 a	0,35
U13-Sialava (USK-Snbr-M04-238-051-057E)	0,58 a	0,58
Snbr-238-112-118-180-11	0,50 a	0,59
Snbr-238-113-119-160-10	0,50 a	0,45
BNJ 0,05	1,93	1,93

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama adalah berbeda tidak nyata pada (Uji BNJ pada taraf 0,05)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh iradiasi sinar gamma yang diberikan terhadap performansi tanaman padi beragam. Semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan maka kerusakan sel tanaman semakin meningkat yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu. Welsh dan Johanis (1991) menyatakan bahwa kecepatan mutasi juga beragam sesuai dosis mutagen yang digunakan.

Dosis mutagen yang semakin tinggi membuat kerusakan kromosom-kromosom juga semakin meningkat yang berakibat pada kerusakan genetik dan kerusakan fisiologi (sel yang termutasi mati). Iradiasi sinar gamma dapat menciptakan perubahan pada karakter morfologi dan karakter agronomi tanaman (tinggi tanaman dan umur panen) (Haris *et al.*, 2013).

Hal ini juga terlihat pada tinggi tanaman padi yang diuji pada dosis 300 Gy rata-rata lebih pendek dibandingkan dengan varietas Sambay sebagai tanaman induk (tanpa iradiasi sinar gamma). Tinggi tanaman berkurang saat dosis iradiasi meningkat dan penurunan ini berbanding lurus dengan meningkatnya dosis iradiasi (Kumar *et al.*, 2013). Menurut Jan *et al.* (2011) karena dosis iradiasi rendah dapat menghambat sintesis auksin sedangkan dosis iradiasi yang lebih tinggi dapat merusak aktivitas auksin secara langsung.

Wira Alamsyah (2009) menyatakan bahwa kerusakan fisiologi yang disebabkan oleh pengaruh iradiasi sinar gamma, seperti pertumbuhan yang terhambat dan letalitas hanya terjadi pada generasi M₁, sedangkan pada generasi selanjutnya adalah perubahan genetik saja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa padi galur M₄ hasil iradiasi sinar gamma berpengaruh sangat nyata terhadap performansi morfo-agronomis pada peubah tinggi tanaman, umur berbunga, panjang malai, bobot 1000 butir, bobot malai per rumpun, bobot gabah total per rumpun, persentase gabah bernas, persentase gabah hampa, indeks panen dan potensi hasil. Potensi hasil Galur Unsyiah 11 (UF5) menunjukkan hasil yang lebih tinggi (4,27 kg/petak) atau setara dengan (12,66 ton/ha) dibandingkan dengan galur lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amudha, J dan G. Balasubramani. 2011. Recent molecular advances to combat abiotic stress tolerance in crop plants. *Biotechnology and Molecular Biology Review*. (2): 31-58
- Bao, J. S. 2012. Toward understanding the genetic and moluculer bases of the eating and cooking qualities of rice. *Cereal Food World*.. 57: 148-156.
- Efendi dan Suwardi. 2010. Tanggap Genotipe Jagung Terhadap Cekaman Kekeringan: Peranan Akar. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. (1) : 1—10.
- Efendi, H. R. Simanjuntak, dan Halimursyadah. 2012. Respon pertumbuhan dan produksi plasma nutfah padi lokal aceh terhadap sistem budidaya aerob. *Agrista*, 16 (3) ; 114-121.
- Efendi, N. Yusra, Hasanuddin, dan Syamsuddin. 2013-b. Uji toleransi varietas padi lokal Aceh terhadap kekeringan dengan simulasi senyawa Peg-6000 secara in vitro prosiding lokakarya nasional dan seminar, FKPTPI Bogor, 2-4 September 2013.
- Efendi. 2011. The system of rice intensification (SRI) as technology innovation to improve the productivity of rice (*Oryza sativa* L.) in post-tsunami affectif-area of Aceh Province. *Procceding AIWEST-DR*. 22-24 Nov 2011 : 284-290.
- Haris, A, Elkawakib, Bakhtiar, Subaidah, Aminah, dan Jusoff, K. 2013. Gamma Ray Radition Mutant Rice on Local aged Dwarf. *Middle-East Journal of Scientific Research*. (8): 1160-1164.
- Haris, H., Abdullah, Bakhtiar, Subaedah, Aminah and K. Jusoff. 2013. Gamma Ray Radiation Mutant Rice on Local aged Dwarf. *Middle-East Journal of Scientific Research* (8): 1160-1164
- Jan, S., Talat, P., Siddiqi, T. O., dan Mahmoodduzzafar. Effect of gamma radiation on morphological, biochemical, and physiological aspects of plants and plant products. *NRC Research Press*. DOI: 10.1139/A11-021.
- Kumar, D. P., Chaturvedi 1, A., Sreedhar, M., Aparna, M., Babu, P. V., dan Singhal, R. K. 2013. Gamma Radiosensitivity Study on Rice (*Oryza sativa* L.) *Asian Journal of Plant*

- Science and Research, 2013, 3 (1):54-68. Pelagia Research Library. ISSN : 2249-7412
CODEN (USA): AJPSKY.
- Sipayung, S. B. 2007. Temperature Changed Over Indonesia Based On Several Climate Models Analyses. The 73rd International Symposium on Sustainable Humanosphere 2007: 179-185
- Sobrizal, S. Sanjaya, Carkum dan M.Ismachin. 2004. Mutan padi pendek hasil iradiasi sinar gamma 0.2 kGy pada varietas Atomita 4. Risalah Seminar Ilmiah Penelitian Dan Pengembangan Aplikasi Isotop Radiasi. Jakarta : Batan.
- Song J.Y., D.S. Kim, M. C. Lee, K.J. Lee, J.-B. Kim, S.H. Kim, B.-K. Ha, S.J. Yun, and S.Y. Kang. 2012. Physiological characterization of gamma-ray induced salt tolerant rice mutants. Australian Journal of Plant Sence. : 421-429.
- Tang, Liu, B.M, B.J. Wu. P. Tong and J.D. Wu. 2012. A novel semi-dwarf mutant mutagenized with ion beam irradiation controlled by a dominant gene. SD-d(t). *Rice Genetics Newsletter*.
- Welsh dan Johanis. 1991. Global rice situation and outlook. Asian Development Bank. Philippines.
- Zakaria,. And Wahyudi, B.I., A. M. Shiddiq. 2014. *Deskripsi Varietas Unggul Hasil Pemuliaan Mutasi*. Jakarta: Pusat Desimilasi dan Kemitraan-Badan Tenaga Nuklir Nasional.

