

---

**PENAMPILAN SIFAT AGRONOMI GALUR MUTAN SORGUM  
(*Sorghum bicolor* L. Moench) DI KABUPATEN BOGOR**

Sihono

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional  
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Kotak Pos 7002 JKSKL, Jakarta 12070  
Telp. 021 7690709, Fax. 021 7691607  
E-mail : sihono@batan.go.id

Diterima 20 Nopember 2008; disetujui 10 Mei 2009

**ABSTRAK**

**PENAMPILAN SIFAT AGRONOMI GALUR MUTAN SORGUM (*Sorghum bicolor* (L) Moench) DI KABUPATEN BOGOR.** Sorgum memiliki potensi yang besar untuk ditanam dan dikembangkan di Indonesia, khususnya pada musim kemarau karena memiliki daya adaptasi yang luas dan lebih tahan kekeringan dibanding tanaman pangan lain. Penelitian pemuliaan tanaman sorgum dengan teknik mutasi induksi menggunakan sinar gamma dilakukan di Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Penelitian bertujuan memperbaiki sifat agronomi dan kualitas sorgum sebagai alternatif sumber pangan, pakan ternak dan bahan baku industri, sebanyak tujuh galur harapan yang telah dihasilkan pada penelitian ini. Pada musim kemarau 2005 dan 2006, galur mutan harapan tersebut dievaluasi penampilan sifat agronominya di tiga lokasi percobaan yaitu Muara, Cikemeuh dan Citayam, Bogor. Sebagai pembanding digunakan tanaman induk (varietas Durra) serta varietas Unggul Nasional (UPCA-S1 dan Mandau). Hasil penelitian menunjukkan bahwa galur mutan B-100 dan Zh-30 memiliki produksi biji kering tinggi (7.233 dan 7.224 t/ha) signifikan dibandingkan tiga varietas kontrol (4.914 - 5.442 t/ha).

Kata kunci : sorgum (*Sorghum bicolor* (L)), pemuliaan tanaman, mutasi, galur mutan harapan, agronomi

**ABSTRACT**

**AGRONOMIC CHARACTERISTIC PERFORMANCE OF SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L). Moench) MUTANT LINES IN BOGOR DISTRICT.** Sorghum has a large potential to be grown and developed in Indonesia especially during dry season since it has wide adaptability and is more tolerant to drought than any other food crops. Research on mutation induction in sorghum using gamma irradiation have been conducted at the Center for the Application Isotopes and Radiation Technology (PATIR), National Nuclear Energy Agency (BATAN). The objective is to improve agronomic and quality traits of sorghum for being used as alternative food, animal feed and raw material for industries. A number of seven promising mutant lines was obtained. In dry season 2005 and 2006, those mutant lines were evaluated for their agronomic characteristic performance in three locations i.e. Muara, Cikemeuh and Citayam, Bogor. The original parent (Durra variety) and two national variety (UPCA-S1 and Mandau) were used as controls.

---

Results showed that lines B-100 and Zh-30 have significantly higher yield (7.233 and 7.224 t/ha) than the three control varieties (4.914 - 5.442 ton/ha).

Key words : sorghum (*Sorghum bicolor* L), plant breeding, mutation, promising mutant lines, agronomy

## PENDAHULUAN

Sebagai sumber bahan pangan yang dikonsumsi oleh masyarakat luas dunia, sorgum menempati urutan kelima setelah gandum, padi, jagung dan barley [1]. Di beberapa daerah di Indonesia: seperti Jawa, NTB dan NTT, sorgum banyak ditanam sebagai tanaman sela dan bijinya digunakan sebagai sumber pangan alternatif sedangkan batang dan daunnya untuk pakan ternak. Sebagai tanaman daerah kering, sorgum memiliki daya adaptasi yang tinggi dan lebih tahan terhadap kekeringan dibandingkan tanaman pangan lain. Oleh karena itu sorgum memiliki potensi yang besar untuk ditanam dan dikembangkan di Indonesia, khususnya pada saat musim kemarau [2].

Untuk mengimbangi meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia yang setiap tahun diperkirakan 1.5 % sangat diperlukan upaya peningkatan ketersediaan pangan nasional[3]. Upaya tersebut dapat ditempuh diantaranya melalui program diversifikasi pangan yang menganjurkan agar masyarakat tidak hanya tergantung pada beras dalam mencukupi kebutuhan pangan. Segala macam sumber pangan perlu digali, diteliti dan dikembangkan untuk menjadi sumber pangan berkualitas bagi masyarakat Indonesia. Sorgum merupakan salah satu tanaman pangan yang memiliki peluang besar untuk dapat mendukung sukses program diversifikasi pangan di Indonesia karena selain produktivitasnya tinggi, biji sorgum memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik. Bahkan sorgum memiliki beberapa unsur nutrisi lain seperti protein, kalsium dan zat besi yang lebih tinggi daripada beras [4, 5].

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) telah melakukan banyak penelitian pemuliaan tanaman pangan dengan teknik mutasi dan beberapa varietas unggul seperti padi, kedelai dan kacang hijau telah dilepas [6]. Khusus untuk sorgum, penelitian difokuskan pada upaya

perbaikan genetik tanaman untuk meningkatkan produksi dan kualitas sorgum sebagai sumber bahan pangan, pakan ternak dan bahan baku industri. Sejumlah galur sorgum harapan (*promising mutant lines*) telah dihasilkan dan beberapa galur memiliki sifat agronomi yang lebih unggul dibanding varietas asalnya atau kontrol [7]. Beberapa sifat agronomi galur mutan harapan tersebut perlu dievaluasi lebih lanjut, khususnya pada musim kemarau. Tujuan dari percobaan ini adalah mempelajari penampilan sifat agronomi dan produksi galur harapan sorgum di musim kemarau.

## **BAHAN DAN METODE**

Bahan percobaan yang digunakan adalah benih dari 7 galur mutan harapan sorgum hasil penelitian yang diperoleh pada tahun sebelumnya yaitu Zh-30, B-69, B-75, B-76, B-83, B-95 dan B-100. Galur-galur mutan tersebut berasal dari varietas Durra yang diiradiasi sinar gamma menggunakan dosis 300 Gy. Sebagai pembanding digunakan varietas induk yaitu varietas Durra dan dua varietas unggul nasional yaitu UPCA-S1 dan Mandau. Pemupukan dilakukan dengan menggunakan Urea, TSP dan KCl masing-masing dengan takaran 120 kg/ha, 90 kg/ha dan 60 kg/ha. Pupuk TSP dan KCl diberikan pada saat tanam, sedangkan pupuk Urea diberikan pada saat tanam dengan takaran 2/3 dan sisanya diberikan pada 30 hari setelah tanam (HST). Untuk menghindari serangan hama burung digunakan jaring plastik dengan ukuran 15 x 40 cm, seperti (Gambar 1).

Percobaan dilakukan di tiga lokasi yaitu pada musim kemarau (MK) 2005 di Kebun Instalasi Percobaan Muara, Bogor dan MK 2006 dilakukan di kebun percobaan Cikemeuh dan Citayam, Bogor yang masing-masing lokasi dilakukan satu kali penanaman. Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak kelompok dengan 3 ulangan. Sorgum di tanam dalam plot berukuran 4 x 5 m, jarak tanam 70 x 10 cm dan ditanam 3-4 biji per lubang, setelah tanaman berumur 14 HST dilakukan penjarangan disisakan 1 tanaman per lubang, sehingga populasi per plot mencapai 285 tanaman atau 145.500 tanaman/ha. Parameter yang diamati adalah waktu saat berbunga 50%, tinggi tanaman saat panen, bobot 100 biji, berat malai pipilan dan hasil biji kering per

ha. Pengambilan contoh dilakukan terhadap 10 tanaman secara acak pada setiap petak. Produksi biji kering per ha didapatkan dengan cara menghitung komponen hasil dari ukuran petak dibagi jumlah tanaman yang dipanen, dikalikan populasi per ha, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Produksi biji kering (ton/ha)} = \frac{\text{Hasil (kg/petak)}}{\sum \text{tanaman dipanen/petak}} \times \frac{\sum \text{tanaman/ha}}{\text{ha}} \times \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}}$$

Data dianalisa dengan menggunakan metode SAS.



Gambar 1. Contoh jaring malai pengaman serangan burung

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil biji kering per ha

Hasil pengamatan produksi biji kering per hektar dari tiga lokasi percobaan disajikan dalam Tabel 1. Terlihat bahwa rata-rata hasil tertinggi didapat pada percobaan di lokasi Citayam (7.457 t/ha), hasil terendah di Muara (5.130 t/ha). Adanya perbedaan produktivitas di tiap lokasi, diduga karena masing-masing lokasi memiliki

tingkat cekaman baik biotik maupun abiotik yang berbeda. Nampaknya lahan Muara tidak sehomogen lahan di lokasi lainnya, terlihat dari koefisien keragaman yang tinggi yaitu 24.973, sedangkan lokasi lainnya memiliki koefisien keragaman (KK) yang lebih rendah dan relatif sama yaitu berkisar antara 16.765–18.348. Data produksi dari tiga lokasi percobaan, galur mutan B-100 memiliki karakteristik produksi relatif lebih stabil (6.490-7.675 t/ha), sedangkan galur Zh-30 memperlihatkan potensi hasil yang tinggi yaitu bisa mencapai 10.133 t/ha. Walaupun galur Zh-30 berpotensi hasil tinggi, tetapi pada percobaan ini menunjukkan karakteristik produktivitas yang tidak stabil yaitu dengan kisaran 5.225-10.133 t/ha.

Tabel 1. Rata-rata produksi biji kering per ha sorgum di Muara, Cikemeuh dan Citayam.

NO.	Nama Galur/Varietas	L O K A S I			Rata-rata galur (t/ha)
		MK 2005 di Muara (t/ha)	MK 2006 di Cikemeuh (t/ha)	MK 2006 di Citayam (t/ha)	
1.	B-100	6.490 a	7.675 a	7.533 b	7.233 a
2.	B-95	4.253 b	4.931 de	7.367 b	5.517 bcd
3.	B-83	4.743 ab	6.330 abcd	7.567 b	6.213 abcd
4.	B-76	4.973 ab	7.130 ab	7.267 b	6.457 abc
5.	B-75	5.993 ab	6.841 abc	7.967 b	6.934 ab
6.	B-69	4.130 b	5.595 bcde	7.100 b	5.608 bcd
7.	ZH-30	6.313 ab	5.225 cde	10.133 a	7.224 a
8.	DURRA	4.187 b	4.420 e	7.500 b	5.309 cd
9.	UPCA-S1	4.480 ab	4.129 e	6.133 b	4.914 d
10.	MANDAU	5.740 ab	4.485 e	6.100 b	5.442 bcd
Rata-rata		5.130	5.658	7.457	6.085
BNT 5%		2.198	1.781	2.149	1.517
KK (%)		24.973	18.348	16.804	14.535

Keterangan : Angka sejalar yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNT 5%

Rata-rata produksi biji kering per ha tertinggi diperoleh pada galur mutan B-100 sebanyak 7.233 t/ha dan diikuti galur Zh-30 sebanyak 7.224 t/ha, berbeda pada uji BNT 5%, dan berbeda nyata dibandingkan produksi ketiga tanaman kontrol yaitu

Durra, UPCA-S1 dan Mandau berturut-turut sebesar 5.309, 4.914 dan 5.442 t/ha. Dari ketujuh galur mutan yang diuji semua galur mutan mampu memproduksi lebih tinggi dibandingkan ketiga tanaman kontrol, dimana galur-galur tersebut mampu menghasilkan biji kering lebih dari 6 t/ha kecuali galur B-95 dan B-69 (5.517 - 5.608 t/ha). Hasil tersebut melampaui percobaan ROESMARKAM [8], yang dilakukan pada dua lokasi, pada musim kemarau (MK) 1987 di Citayam dan Muara, Bogor menghasilkan produksi kering berkisar antara 5.4 - 5.6 t/ha. Data di atas menunjukkan bahwa perlakuan radiasi terhadap sorgum dapat menghasilkan galur mutan yang mempunyai potensi produksi lebih tinggi dari varietas induknya.

### **Tinggi tanaman**

Data pengamatan tinggi tanaman disajikan dalam Tabel 2. Dari tiga lokasi percobaan, rata-rata tertinggi didapat pada lokasi percobaan di Citayam (176.467 cm), dan terendah di Muara (173.933 cm). Untuk rata-rata dari semua lokasi, galur B-75 merupakan tanaman berbatang tertinggi (188.443 cm) dan galur Zh-30 yang terpendek (147.223 cm). Walaupun berbatang pendek, galur Zh-30 memiliki produksi biji kering tinggi (7.224 t/ha). Dengan demikian galur Zh-30 merupakan tanaman *ideotype* berbatang pendek sehingga tahan rebah, dan memiliki daun tegak sehingga lebih efisien dalam pemanfaatan sinar matahari dalam proses fotosintesis.

Galur yang memiliki batang tinggi tidak berkorelasi positif dengan produksi per ha, seperti galur B-75 memiliki rata-rata tinggi tanaman 188.443 cm menghasilkan produksi sebanyak 6.934 t/ha. Hal ini diduga karena tanaman berbatang tinggi kadang-kadang memiliki buah yang besar dan rentan terhadap serangan angin yang disertai hujan, sehingga tanaman mudah roboh dan patah yang dapat menurunkan produksi [8]. Diharapkan sorgum hasil radiasi mempunyai penampilan tanaman yang lebih pendek, sehingga memudahkan pemanenan dan menghindari rentannya tanaman terhadap angin, seperti pada mutan kacang tanah yang tanamannya lebih pendek dibandingkan induknya [9].

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman sorgum di Muara, Cikemeuh dan Citayam.

NO.	Nama Galur/Varietas	L O K A S I			Rata-rata Galur (cm)
		MK 2005 di Muara (cm)	MK 2006 di Cikemeuh (cm)	MK 2006 di Citayam (cm)	
1.	B-100	184.333 ab	190.670 a	184.667 a	186.557 a
2.	B-95	171.000 bcd	190.330 a	187.000 a	182.777 a
3.	B-83	169.667 cd	183.670 a	188.667 a	181.001 a
4.	B-76	190.667 a	175.670 a	183.000 a	183.111 a
5.	B-75	190.000 a	189.330 a	186.000 a	188.443 a
6.	B-69	185.333 a	178.670 a	190.000 a	184.668 a
7.	ZH-30	153.333 e	140.670 c	147.667 b	147.223 c
8.	DURRA	183.000 abc	186.330 a	182.000 a	183.777 a
9.	UPCA-S1	168.667 d	167.330 ab	164.667 b	166.888 b
10.	MANDAU	143.333 e	149.000 bc	151.000 b	147.778 b
Rata-rata		173.933	175.167	176.467	175.222
BNT 5%		4.713	24.117	17.061	10.941
KK (%)		14.061	8.026	5.636	3.640

Keterangan : Angka sejalar yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNT 5%

### Pembungaan 50%

Data pengamatan pembungaan yang diukur dari 50% tanaman berbunga disajikan dalam Tabel 3. Terlihat bahwa tanaman lebih cepat berbunga di lokasi Citayam yaitu rata-rata (62.233 hari) sedangkan terlama di Cikemeuh (74.467 hari). Varietas unggul nasional UPCA-S1 menunjukkan waktu berbunga paling cepat 63.222 hari, sedangkan galur mutan Zh-30 paling lambat berbunga (70.444 hari). Namun demikian, walaupun lambat berbunga galur mutan Zh-30 menghasilkan biji kering (7.224 t/ha), dibanding varietas UPCA-S1 yang cepat berbunga namun hanya menghasilkan biji kering lebih rendah (4.914 t/ha).

Galur yang berumur panjang berkorelasi positif dengan produksi, karena umur tanaman berkaitan dengan proses fotosintesis, dimana fotosintesis merupakan produsen fotosintat utama bagi tanaman, sehingga dapat dijadikan sebagai indikator pertumbuhan terutama untuk proses pembentukan biomassa tanaman sorgum. Hal ini terlihat seperti galur mutan Zh-30 yaitu berbunga saat tanaman berumur 70.444 hari,

mampu memproduksi 7.224 ton/ha. Hal senada dikemukakan oleh SUNGKONO [10], yaitu produksi biomassa sorgum berkorelasi tinggi dengan panjang periode pertumbuhan vegetatif.

Tabel 3. Rata-rata pembungaan 50% sorgum di Muara, Cikemeuh dan Citayam.

NO.	Nama Galur/Varietas	L O K A S I			Rata-rata galur (hari)
		MK 2005 di Muara (hari)	MK 2006 diCikemeuh (hari)	MK 2006 di Citayam (hari)	
1.	B-100	63.667 bcd	78.000 a	61.333 c	67.667 abc
2.	B-95	62.333 cde	70.000 c	62.333 c	64.889 bc
3.	B-83	62.333 cde	70.000 c	62.667 c	65.000 bc
4.	B-76	61.667 def	70.000 c	63.000 bc	64.889 bc
5.	B-75	64.333 bc	71.000 c	63.000 bc	66.111 abc
6.	B-69	64.667b	79.000 a	63.000 bc	68.889 ab
7.	ZH-30	68.667 a	78.000 a	64.667 ab	70.444 a
8.	DURRA	59.000 g	75.000 b	62.333 c	65.444 abc
9.	UPCA-S1	60.000 fg	75.667 b	54.000 d	63.222 c
10.	MANDAU	60.333 efg	78.000 a	66.000 a	68.111 abc
Rata-rata		62.700	74.467	62.233	66.467
BNT 5%		2.320	1.199	1.916	5.103
KK (%)		2.157	0.939	1.795	4.476

Keterangan : Angka sejalar yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNT 5%

### Berat kering malai per tanaman

Data pengamatan berat malai per tanaman disajikan dalam Tabel 4. Rata-rata berat kering malai tertinggi diperoleh dari tanaman percobaan di lokasi Citayam (82.870 g/malai) dan terendah di lokasi Muara (67.719 g/malai). Pada umumnya terlihat bahwa berat malai mempengaruhi produksi hasil perhektar. Hal tersebut tampak pada galur Zh-30 yang memiliki berat malai tertinggi yaitu 93.368 g/malai, menampakkan produksi tinggi (7.224 t/ha). Semua galur yang diuji menunjukkan berat kering malai lebih tinggi dibandingkan ketiga tanaman kontrol kecuali galur B-95.

Tabel 4. Rata-rata berat kering per malai sorgum di Muara, Cikemeuh dan Citayam.

NO.	Nama Galur/Varietas	L O K A S I			Rata-rata Galur (g/malai)
		MK 2005 di Muara (g/malai)	MK 2006 di Cikemeuh (g/malai)	MK 2006 di Citayam (g/malai)	
1.	B-100	78.170 b	84.200 ab	84.500 b	82.290 ab
2.	B-95	56.937 bc	76.267 bcd	79.333 bc	70.846 abc
3.	B-83	58.383 bc	77.200 bc	90.333 b	75.306 abc
4.	B-76	75.263 b	74.900 bcd	78.667 bc	76.277 abc
5.	B-75	60.130 bc	92.967 a	87.000 b	80.032 ab
6.	B-69	73.933 b	81.667 ab	90.533 b	82.080 ab
7.	ZH-30	115.637 a	55.967 e	108.500 a	93.368 a
8.	DURRA	58.927 bc	75.967 bcd	87.667 b	74.187 abc
9.	UPCA-S1	43.763 c	62.533 de	54.333 d	53.543 c
10.	MANDAU	56.050 bc	66.733 cde	67.833 c	63.539 bc
Rata-rata		67.719	74.840	82.870	75.146
BNT 5%		25.062	14.623	12.743	23.047
KK (%)		21.542	11.391	8.964	17.879

Keterangan : Angka sejalar yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNT 5%

### Bobot 100 biji

Ukuran biji diestimasi dengan bobot 100 biji. Data bobot 100 biji disajikan dalam Tabel 5. Rata-rata bobot 100 biji tertinggi diperoleh dari lokasi percobaan Citayam yaitu (3.194 g/100 biji), sedangkan terendah pada lokasi percobaan di Muara (2.760 g/100 biji). Berat 100 butir tidak berkorelasi positif dengan produktivitas per hektar, karena biji yang besar terkadang memiliki bulir per malai sedikit, hal ini tampak pada galur mutan B-95 memiliki biji berukuran besar dengan bobot 100 biji tertinggi yaitu sebesar 3.210 g, memiliki produktivitas 5.517 t/ha. Sedangkan galur mutan Zh-30 memiliki ukuran biji terendah dengan bobot 100 biji yaitu 2.921 g. Namun demikian, walaupun berbiji kecil galur mutan Zh-30 mampu memproduksi biji kering tertinggi. Hal ini terlihat bahwa ukuran biji kecil pada galur mutan Zh-30 diimbangi dengan ukuran malai yang berat, sehingga galur mutan Zh-30 berproduksi paling tinggi.

Tabel 5. Rata-rata bobot 100 biji sorgum di Muara, Cikemeuh dan Citayam.

NO.	Nama Galur/Varietas	L O K A S I			Rata-rata Galur (g/100 biji)
		MK 2005 di Muara (g/100 biji)	MK 2006 diCikemeuh (g/100 biji)	MK 2006 di Citayam (g/100 biji)	
1.	B-100	2.857 abc	3.290 a	3.403 a	3.183 a
2.	B-95	2.800 abc	3.430 a	3.400 a	3.210 a
3.	B-83	2.937 abc	3.243 a	3.427 a	3.202 a
4.	B-76	3.073 ab	3.273 a	2.937 ab	3.094 a
5.	B-75	2.730 abc	3.107 ab	3.223 ab	3.020 abc
6.	B-69	2.913 abc	3.107 ab	3.427 a	3.149 ab
7.	ZH-30	3.150 a	2.860 cb	2.753 b	2.921 abc
8.	DURRA	2.573 bcd	3.107 ab	3.423 a	3.034 abc
9.	UPCA-S1	2.150 d	3.173 ab	2.943 ab	2.755 bc
10.	MANDAU	2.413 cd	2.597 c	2.997 ab	2.669 c
Rata-rata		2.760	3.119	3.194	3.024
BNT 5%		0.529	0.346	0.595	0.404
KK (%)		11.179	6.473	10.854	7.789

Keterangan : Angka sejalar yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNT 5%

## KESIMPULAN

Dari Penelitian dapat disimpulkan :

1. Dari tiga lokasi penanaman di Kabupaten Bogor, galur mutan B-100 menghasilkan produksi tertinggi dan memiliki karakteristik yang stabil. Sedangkan galur Zh-30 memiliki potensi hasil tertinggi, malai berbobot dan memiliki ukuran biji sedang tetapi umurnya panjang.
2. Rata-rata produksi galur mutan B-100 dan Zh-30 dalam percobaan ini nyata lebih tinggi dari tanaman kontrol. Selain produktivitas tinggi, galur mutan B-100 menghasilkan biji ukuran besar, sedangkan galur Zh-30 juga memiliki sifat *ideotype*, seperti barbatang pendek sehingga relatif tahan rebah.
3. Ketujuh galur mutan sorgum hasil radiasi, menunjukkan variasi sifat agronomi yang berbeda, baik terhadap induk maupun terhadap galur lainnya (antar galur).

---

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Soeranto H., MSc. APU, atas bantuan/bimbingan, baik berupa moral maupun materi sehingga terlaksananya penelitian sampai dengan selesai penulisan karya ilmiah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ICRISAT/FAO, *The World Sorghum and Millet Economies: Facst, Trend and Outlook*, FAO and ICRISAT, ISBN 92-5-103861-9, 68 (1996).
2. SOERANTO, H., PARNO., SIHONO dan CARKUM, Hasil Penelitian Pemuliaan Tanaman Sorgum Menggunakan Teknologi Nuklir, *Dalam: Pertemuan Sosialisai Pengembangan Sorgum*, Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan, Deptan Malang, Jawa Timur, 1-10 (2003).
3. NOTOHADIPRAWIRO, T., Keselamatan sumber daya tanah dalam kebijakan ekonomi di Indonesia, *Dalam: Pengelolaan Tanah Secara Biologi pada Lahan Kering Beriklim Basah Melalui Pendekatan Holistic dan Spesifik Lokasi Menuju Sistem Pertanian Berkelanjutan*, (K., KHAIRIYAH, ISMUNANDAR dan E. HANDAYANTO, 1998), Prosid. Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan KOMDA HITI, 12 -25 (1996).
4. DITJEN BINA PRODUKSI TANAMAN PANGAN, *Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia*, 1-15 (2001).
5. DIRETORAT GIZI DEPKES RI, *Daftar Komposisi Bahan Makanan*, Bhatara, Jakarta, 57 (1992).
6. BATAN, Hasil Teknologi Batan di Bidang Pertanian, <http://www/batan/patir/pert/pert.html>. Di akses tanggal 6 Agustus 2008, (2006).
7. SOERANTO, H., NAKANISHI, T.M. dan RAZAK, M.T., Obtaining induced mutations of drought tolerance in sorghum, *Journal Radioisotopes, The Japan Radioisotopes Association*, **52** (1), 15-21 (2003).
8. ROESMARKAM, S., *Stabilitas hasil Tinggi dan Umur Tanaman Galur-galur Harapan Sorgum*, Kumpulan Kliping Sorgum, Pusat Informasi Pertanian Trubus, 44-49 (1988).

9. DEWI, K., MAHYANI, I., dan ISMACHIN, M., Pengaruh Irradiasi Gamma terhadap Keragaman Jumlah Polong dan Biji Tanaman Kacang Tanah, Risalah Pertemuan Ilmiah, Aplikasi Isotop dan Radiasi dalam Bidang Pertanian dan Biologi, PAIR-BATAN, Jakarta, 125-128 (1992).
10. SUNGKONO, Seleksi Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Untuk Produktivitas Biji dan Bioetanol Tinggi pada Tanah Masam Melalui Pendekatan Participatory Plant Breeding, Proposal Penelitian Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penulisan Disertasi Doktor pada Program Studi Agronomi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, 9-11 (2007).