

ISBN 978-979-3558-23-3

**PROSIDING SEMINAR ILMIAH HASIL  
PENELITIAN TAHUN 2009**

**APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI**

Jakarta, 02 Desember 2010



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL**  
**PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI**  
JAKARTA 2011

- ISBN 978-979-3558-23-3
- Penyunting :
- |                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| 1. Prof. Dr. Ir. Mugiono             | - PATIR-BATAN |
| 2. Prof. Ir. Sugiarto                | - PATIR-BATAN |
| 3. Prof. Ir. A. Nasroh Kuswadi, M.Sc | - PATIR-BATAN |
| 4. Dra. Rahayuningsih Chosdu, MM     | - PATIR-BATAN |
| 5. Dr. Paston Sidauruk               | - PATIR-BATAN |
| 6. Dr. Hendig Winarno, M.Sc.         | - PATIR-BATAN |
| 7. Dr. Ir. Sobrizal                  | - PATIR-BATAN |
| 8. Ir. Suharyono, M.Rur.Sci          | - PATIR-BATAN |
| 9. Prof. Dr. Ir. Abd. Latief Toleng  | - UNHAS       |
| 10. Dr. Nelly Dhevita Leswara        | - UI          |
- APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI  
Jakarta, 02 Desember 2010

---

SEMINAR ILMIAH HASIL PENELITIAN APLIKASI ISOTOP DAN  
RADIASI (2009 : JAKARTA), Prosiding seminar ilmiah hasil penelitian  
aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 2 Desember 2010 / Penyunting,  
Mugiono ... (*et al.*) -- Jakarta : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi,  
2011.

i, 451 hal.; ill.; tab.; 30 cm

ISBN 978-979-3558-23-3

I. Isotop - Seminar I. Judul II. Badan Tenaga Nuklir Nasional III. Mugiono

541.388

---

Alamat : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi  
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49  
Kotak Pos 7002 JKSKL  
Jakarta 12440  
Telp. : 021-7690709  
Fax. : 021-7691607  
021-7513270  
E-mail : patir@batan.go.id  
sroji@batan.go.id  
Home page : <http://www.batan.go.id/patir>

BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI  
JAKARTA

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dimana atas berkat dan rahmat Nyalah maka Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Aplikasi Isotop dan Radiasi tahun 2009 Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini perkenankanlah kami menginformasikan kepada masyarakat tentang hasil kegiatan penelitian PATIR-BATAN berupa buku "Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Aplikasi Isotop dan Radiasi, tahun 2009", Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tanaga Nuklir Nasional (2011).

Penyusun menyampaikan permintaan maaf apabila pada penerbitan ini, masih banyak hal yang kurang sempurna, untuk itu kami sangat mengharapkan saran perbaikan. Tidak lupa pula penyusun juga menyampaikan terima kasih kepada para penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam persiapan maupun pelaksanaan penerbitan buku Prosiding tersebut.

Jakarta, 7 Februari 2011

Penyusun,





## DAFTAR ISI

Pengantar.....	i
Daftar Isi .....	iii

### Bidang Pertanian

Pemuliaan tanaman padi untuk mendapatkan varietas unggul nasional dan hibrida; observasi dan uji daya hasil pendahuluan galur mutan asal iradiasi ki 237 dan ki 432 SOBRIZAL, CARKUM, NANA SUPRIATNA, YULIDAR, WINDA PUSPITASARI.....	1
Uji daya hasil dan respon terhadap serangan jamur <i>aspergillus flavus</i> pada galur mutan kacang tanah PARNO DAN SIHONO .....	7
Uji adaptasi, uji ketahanan terhadap penyakit dan hama penting serta analisis nutrisi galur-galur mutan harapan kedelai umur sedang dan genjah berukuran biji besar HARRY IS MULYANA, ARWIN, TARMIZI DAN MASRIZAL .....	13
Pemurnian dan pendeskripsian sifat agronomi mutan padi rendah kandungan asam fitat ARWIN, AZRI KUSUMA DEWI, YULIDAR DAN WINDA PUSPITASARI.....	29
Perbaikan genetik tanaman kacang hijau toleran cekaman abiotik (kekeringan) dan biotik melalui teknik mutasi dan bioteknologi YULIASTI, SIHONO DAN SISWOYO .....	37
Pembentukan populasi dasar padi hitam dengan teknik mutasi SHERLY RAHAYU, MUGIONO, HAMBALI, DAN YULIDAR .....	45
Peningkatan keragaman genetik bawang merah ( <i>allium ascalonicum</i> l.) melalui pemuliaan mutasi ISMİYATI SUTARTO DAN MARINA YUNIAWATI .....	53
Perbaikan sifat tanaman obat <i>artemisia cina</i> dengan sinar gamma ARYANTI, ULFA TAMIN DAN MARINA YUNIAWATI .....	61
Observasi galur mutan tanaman jarak pagar ( <i>jatropha curcas</i> l.) generasi m1v5 pada tahun ketiga ITA DWIMAHYANI , SASANTI WIDIARSIH, WINDA PUSPITASARI DAN YULIDAR .....	67

Observasi, seleksi dan uji daya hasil lanjut galur mutan tanaman kapas ( <i>Gossypium hirsutum</i> .L) dengan teknik mutasi LILIK HARSANTI, ITA DWIMAHYANI, TARMIZI, SISWOYO DAN HAMDANI .....	75
Perbaikan varietas padi sawah dengan teknik mutasi MUGIONO, SHERLY RAHAYU, HAMALI, YULIDAR .....	85
Pengujian ketahanan galur-galur mutan sorgum terhadap lahan masam SOERANTO HUMAN, SIHONO, PARNO DAN TARMIZI.....	93
Perbaikan varietas padi lokal dan padi gogodengan teknik pemuliaan mutasi : uji daya hasil, serta seleksi galur mutan padi lokal dan padi gogo AZRI KUSUMA DEWI, MUGIONO, HAMBALI, YULIDAR DAN SUTISNA.....	103
Optimalisasi pemupukan padi sawah hasil litbang batan dengan teknik nuklir HARYANTO .....	115
Budidaya padi sawah dengan sistem sri dan bahan organik pupuk kandang SETIYO HADI WALUYO .....	125
Produksi Azofert (Reformulasi Azora) ANIA CITRARESMINI, SRI HARTI S., HALIMAH, ANASTASIA D.....	135
Penghematan pupuk dalam sistem pergiliran tanaman di lahan kering/ tadah hujan IDAWATI DAN HARYANTO.....	143
Uji terap dan uji toksisitas formulasi penglepasan terkendali (fpt) insektisida dimehypo terhadap serangga yang diinokulasikan pada tanaman padi SOFNIE M.CHAIRUL, HENDARSIH, DAN A.N. KUSWADI.....	153
Uji virulensi isolat <i>beauveria bassiana</i> (balsamo) vuill. (deuteromycotina: hyphomycetes) terhadap hama sayuran (lanjutan) MURNI INDARWATMI, A.N. KUSWADI, DAN INDAH A. NASUTION....	165
Perbaikan kualitas lalat buah <i>bactrocera carambolae</i> (drew & hancock) (diptera = tephritidae) mandul untuk pengendalian dengan teknik serangga mandul INDAH ARASTUTI NASUTION, MURNI INDARWATMI DAN A. NASROH KUSWADI.....	173
Uji kandungan nutrisi sorgum fermentasi untuk mengetahui kemampuannya sebagai pakan ruminansia secara <i>in vitro</i> LYDIA ANDINI, W. TEGUH S., DAN EDY IRAWAN K.....	181



Inovasi pakan komplit terhadap fermentasi rumen, pencernaan dan penambahan berat badan pada ternak domba SUHARYONO, C. E. KUSUMANINGRUM, T. WAHYONO DAN D. ANSORI.....	189
Budidaya ikan air tawar yang diberi pakan stimulan dengan pemanfaatan teknik nuklir. ADRIA PM.....	195
Daun <i>tithonia diversifolia</i> , sebagai penyusun pakan komplit ternak Ruminansia Secara <i>In-Vitro</i> FIRSONI.....	201
Respon imun <i>brucella abortus</i> untuk pengembangan vaksin iradiasi brucellosis BOKY JEANNE TUASIKAL, TRI HANDAYANI, TOTTI TJIPTOSUMIRAT.....	209
Uji lapang terbatas bahan vaksin fasciolosis untuk ternak ruminansia TRI HANDAYANI, BOKY JEANNE TUASIKAL, T. TJIPTOSUMIRAT.....	219
<b>Bidang Proses Radiasi</b>	
Uji coba produksi tulang xenograf radiasi untuk pemakaian periodontal BASRIL ABBAS.....	229
Sintesis dan karakterisasi <i>injectable</i> komposit hidroksiapatit –pvp-kitosan dengan iradiasi berkas elektron sebagai graft tulang sintetik DARMAWAN DARWIS, LELY H., YESSY WARASTUTI DAN FARAH NURLIDAR.....	239
Sintesis iradiasi komposit tricalcium fosfat (tcp)- kitosan untuk graft tulang dan karakterisasi sifat fisiko-kimianya ERIZAL, A.SUDRAJAT, DEWI S.P. ....	245
Metode rt-pcr ( <i>reverse transcription-polymerase chain reaction</i> ) dan hibridisasi dot blot dengan pelacak berlabel <sup>32</sup> p untuk deteksi hcv ( <i>hepatitis c virus</i> ). LINA, M.R.....	253
Uji praklinis simplisia mahkota dewa ( <i>phaleria macrocarpa</i> (scheff) boerl.) radiopasteurisasi sebagai antidiabetes pada tikus NIKHAM DAN RAHAYUNINGSIH CHOSDU.....	261

Pengaruh radiopasteurisasi pada simplisia kulit batang mahkota dewa ( <i>phaleria macrocarpa (scheff) boerl.</i> ) terhadap aktivitas anti kanker (lanjutan) ERMIN KATRIN, SUSANTO DAN HENDIG WINARNO .....	269
Pembuatan membran elektrolit dengan teknologi proses radiasi untuk direct methanol fuel cell (dmfc) AMBYAH SULIWARNO .....	279
Formulasi peningkat indeks viskositas minyak lumas sintetis MERI SUHARTINI, RAHMAWATI, I MADE SUMARTI KARDHA HERWINARNI, DEVI LISTINA P .....	287
Tinjauan membran serat berongga polisulfon untuk hemodialisis KRISNA LUMBAN RAJA, DEWI SEKAR P, NUNUNG, DAN OKTAVIANI .....	297
Degradasi lignoselulosa serbuk kayu menggunakan radiasi berkas elektron SUGIARTO DANU, DARSONO, MADE SUMARTI KARDHA, DAN MARSONGKO .....	313
Efektivitas khitosan iradiasi sebagai bahan pengawet makanan GATOT TRIMULYADI REKSO .....	321
Pengaruh ekstrak rendang iradiasi dosis tinggi terhadap kapasitas antioksidan, proliferasi limfosit dan hemolisis eritrosit manusia ZUBAIDAH IRAWATI <sup>1</sup> , KAMALITA PERTIWI <sup>2</sup> , DAN FRANSISKA RUNGKAT-ZAKARIA <sup>2</sup> .....	329
Cemaran awal dan dekontaminasi bakteri patogen pada sayuran hidroponik dengan iradiasi gamma. HARSOJO .....	341
Aplikasi teknik radiasi dalam penanganan jamur kering IDRUS KADIR DAN HARSOJO .....	349
<b>Bidang Kebumihan dan Lingkungan</b>	
Teknik nuklir untuk penelitian reservoir dan aliran dua fasa pada lapangan panasbumi lahendong, sulawesi utara DJIJONO, ABIDIN, ALIP, RASI P. ....	363
Aplikasi dan pengembangan teknologi isotop dan radiasi dalam pengelolaan sumberdaya air di banten DJIONO, ABIDIN, PASTON, SATRIO, BUNGKUS P, RASI P .....	377



Formulasi konsentrat pupuk organik hayati berbasiskompos radiasi NANA MULYANA, DADANG SUDRAJAT, ENDRAWANTO WIDAYAT, .....	401
Pengembangan metode pengujian toxin paralytic shellfish poisoning sebagai saxitoxin dengan teknik nuklir WINARTI ANDAYANI , AGUSTIN SUMARTONO DAN BOKY JEANNE TUASIKAL.....	413
Instrumental analisis pengaktifan neutron (inaa) sedimen pesisir pltu suralaya; identifikasi polutan ALI ARMAN, YULIZON MENRY, SURIPTO, DARMAN DAN HARIYONO .....	421
Studi interkoneksi sungai bawah tanah di bribin – baron, di daerah karst gunung kidul WIBAGIYO, PASTON S. SATRIO.....	431
Studi kinetika karakterisasi biodegradasi bahan organik dari bagase tebu dan limbah nanas TRI RETNO D.L, DADANG SUDRAJAT, NANA MULYANA DAN ARIF ADHARI .....	441



## PENGUJIAN KETAHANAN GALUR-GALUR MUTAN SORGUM TERHADAP LAHAN MASAM

**Soeranto Human, Sihono, Parno dan Tarmizi**

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi- BATAN  
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Pasar Jumat, Jakarta Selatan  
Telp.021-7690709; Fax: 021-7691607

### ABSTRAK

**PENGUJIAN KETAHANAN GALUR-GALUR MUTAN SORGUM TERHADAP LAHAN MASAM.** Indonesia akan menghadapi masalah pangan dan energi bila peningkatan jumlah penduduk dan industri yang begitu tinggi tidak diantisipasi. Sorgum sebagai tanaman penghasil pangan (biji) dan energi (bioetanol) memiliki potensi sangat besar untuk dikembangkan di Indonesia. Pengembangan sorgum mungkin diarahkan pada pemanfaatan lahan-lahan marginal, terutama lahan masam, yang begitu luas jumlahnya terdapat di Indonesia. Penelitian ini bertujuan melakukan pengujian galur-galur mutan sorgum terhadap ketahanan lahan masam. Sebanyak 66 genotipe sorgum (termasuk mutant) diuji di Lampung pada area dengan kondisi pH tanah 4,7 dengan tingkat kejenuhan Al antara 30-33% dan bekerjasama dengan IPB dan Balai Besar Teknologi Pati (B2TP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kawali, GH-ZB-41-07, YT30-39-07, B-76, ZH30-29-07, B-92, Durra, YT30-40-07, Mandau dan Numbu adalah varietas/galur yang sangat tahan (*highly tolerant*) lahan masam. Sementara itu, varietas/galur Higari-G, ZH-30-35-07, BR-ZH30-07-07, BR-ZH30-06-07 dan ZH30-30-07 tergolong agak tahan (*moderately tolerant*).

**Kata Kunci :** sorgum, galur mutan, tahan lahan masam.

### ABSTRACT

#### SECURITY TESTING-STRAIN STRAIN ON MUTANT SORGHUM ACID

**SOIL.** Indonesia will face food and energy crises if the increase of population and industry growth is not anticipated. Sorghum as food (grain) and energy source (bioethanol) has a big potency to be developed in Indonesia. Sorghum development can be directed in line with the optimal use of marginal lands including acid soil areas. This reesearch was to screen sorghum mutant lines for their tolerance to acid soils. A number of 66 sorghum genotypes were screened at acid soil area in Lampung with soil pH of 4.7 and Al saturation of 30-33%, and in collaboration with IPB and Center for Starch Technology (B2TP). The results showed that Kawali, GH-ZB-41-07, YT30-39-07, B-76, ZH30-29-07, B-92, Durra, YT30-40-07, Mandau and Numbu were highly tolerant, while Higari-G, ZH-30-35-07, BR-ZH30-07-07, BR-ZH30-06-07 dan ZH30-30-07 were moderately tolerant to acid soil.

**Keywords :** sorghum, mutant lines, acid soil tolerance.

### PENDAHULUAN

Kebutuhan beras sebagai sumber karbohidrat bagi penduduk Indonesia terus meningkat seiring laju pertumbuhan penduduk yang mencapai 1,4% per tahun (BPS 2006). Pada tahun 2025 jumlah penduduk Indonesia diperkirakan mencapai 300 juta jiwa lebih yang akan membutuhkan beras setara dengan 65,9 juta ton gabah kering giling (GKG). Jika tidak ada peningkatan dari produksi saat ini yang hanya 52,8 juta ton GKG, maka pada saat itu akan terjadi defisit beras setara dengan 13,1 juta ton GKG (Badan Litbang Deptan 2005). Hal ini disebabkan produksi beras nasional 95% dipenuhi oleh produksi padi sawah (Suwarno *et al.* 2004) yang lahannya terus



mengalami penyusutan akibat alih fungsi ke penggunaan selain usaha pertanian (Mattjik 2007).

Selain krisis bahan pangan, Indonesia juga akan menghadapi krisis energi akibat menipisnya cadangan minyak bumi yang dimiliki. Model *Hubbert Peak* memprediksi secara akurat bahwa puncak produksi minyak bumi Indonesia telah terjadi pada tahun 1977 dengan kapasitas produksi 1,69 juta barrel/hari. Setelah tahun itu, produksi minyak Indonesia terus mengalami penurunan sementara konsumsinya terus meningkat. Data tahun 2004 menunjukkan bahwa produksi minyak bumi Indonesia hanya 1,12 juta barrel/hari sedangkan kebutuhannya mencapai 1,15 juta barrel/hari (Iman dan Nurcahyo 2005).

Di Indonesia, salah satu solusi untuk memecahkan krisis pangan adalah meningkatkan produksi bahan pangan di lahan kering; sedangkan solusi untuk memecahkan krisis energi berbasis fosil yang tidak terbarukan adalah melalui penggunaan sumber energi terbarukan seperti pemanfaatan bahan bakar nabati. Akan lebih efisien apabila untuk memproduksi kedua komoditi ini dilakukan pada hamparan lahan dan waktu yang bersamaan.

Salah satu tanaman yang dapat menghasilkan bahan pangan sekaligus energi adalah sorgum manis [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Biji sorgum merupakan sumber karbohidrat sebagaimana beras, gandum, jagung, singkong dan tanaman penghasil karbohidrat lainnya; sedangkan batang dan juga bijinya dapat dikonversi menjadi bioetanol melalui proses fermentasi (Rajvanshi dan Nimbkar 2001, Grassi-EUBIA 2005, Yudiarto 2006, serta Reddy dan Dar 2007).

Sebagai bahan pangan, kandungan gizi sorgum sangat bersaing dengan beras dan jagung (Tabel 1); bahkan untuk protein, kalsium, dan vitamin B1 sorgum mempunyai kandungan lebih tinggi daripada beras dan jagung.

Tabel 1 Perbandingan kandungan gizi dari beras, jagung, dan sorgum (per 100 g bagian dapat dimakan)

Komoditi	Kalori (kal)	Karbohidrat (g)	Protein (g)	Lemak (g)	Kalsium (mg)	Fosfor (mg)	Besi (mg)	Vit. B1 (mg)
Beras	360	78,9	6,8	0,7	6	140	0,8	0,12
Jagung	361	72,4	8,7	4,5	9	380	4,6	0,27
Sorgum	332	73,0	11,0	3,3	28	287	4,4	0,38

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1992) dan FAO (1995)

Sebagai bahan baku bioetanol, sorgum manis memenuhi tiga syarat utama yang sangat diperlukan untuk diproduksi menjadi bahan bakar non-fosil secara massal, yaitu 1) tidak berkompetisi dengan tanaman pangan, 2) produktivitasnya tinggi, dan 3) biaya produksinya rendah (Medco Energi 2007). Produktivitas sorgum manis sebagai bahan baku bioetanol lebih tinggi dibandingkan tebu, jagung, gula bit, dan ubi kayu yang umum digunakan di Indonesia sebagai



bahan baku pembuatan bioetanol (Tabel 2).

Tabel 2 Produktivitas bioetanol dari berbagai tanaman yang umum tumbuh di Indonesia

Tanaman	Bagian yang diolah	Produktivitas etanol (liter/ha/tahun)
Sorgum manis ( <i>Sweet sorghum</i> )	batang dan biji	8.419
Gula bit ( <i>Sugar beet</i> )	umbi	6.679
Tebu ( <i>Sugar cane</i> )	batang	6.192
Ubi kayu ( <i>Cassava</i> )	umbi	3.835
Jagung ( <i>Corn</i> )	biji	3.461

Sumber: Petroleum Club (<http://www.globalpetroleumclub.com>. 2007)

Selain unggul dari aspek pangan dan energi, sorgum juga mempunyai keunggulan dari aspek agroekologi. Sorgum sangat dikenal sebagai tanaman yang mempunyai daya adaptasi luas terhadap lahan marjinal (FAO 2002 dan Hoeman 2007) terutama pada lahan kering. Sorgum sangat tahan di lahan kering karena domestikasinya berasal dari Afrika yang beriklim semi-arid (FAO 2002, Toure *et al.* 2004, dan Borrel *et al.* 2005). Daya adaptasi yang baik terhadap kekeringan merupakan keunggulan karena Indonesia mempunyai potensi lahan kering yang sangat luas, yaitu mencapai 144 juta hektar (BPS 2001).

Selain menyimpan potensi keuntungan, lahan kering di Indonesia yang tersebar di wilayah Sumatera, Kalimantan, dan Papua juga menyimpan potensi masalah. Lebih dari 99,5 juta hektar atau 69,1% lahan kering tersebut merupakan tanah masam (Hidayat dan Mulyani 2002). Tanah masam dengan indikator utama pH tanah < 5,0 dapat menjadi faktor pembatas utama produktivitas tanaman karena adanya toksisitas aluminium (Kochian 1995 dan Ryan *et al.* 1997). Penurunan produktivitas tanaman sereal akibat toksisitas Al pada tanah masam dapat mencapai 28-63% (Sierra *et al.* 2005) tergantung pada tingkat toksisitasnya.

Satu dari beberapa strategi yang dapat ditempuh untuk meningkatkan produktivitas tanaman pada tanah marjinal adalah melalui program pemuliaan tanaman yang didukung oleh pemahaman tentang aspek fisiologi (Sopandie 2006). Berdasarkan teori tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan genotipe sorgum yang toleran terhadap lahan kering masam dengan indikator utama produktivitas biji dan kandungan bioetanol tinggi. Hal ini dilakukan karena produktivitas sorgum di Indonesia masih rendah yaitu rata-rata 3,36 ton/hektar (Hamdani *et al.* 2000), jauh di bawah potensi hasilnya yang mencapai 11 ton/hektar dan di USA berkisar antara 7-9 ton/hektar (House 1985).

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan milik Balai Besar Teknologi Pati (B2TP), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) yang berlokasi di Desa Negeri Bumi Iilir,



Kecamatan Anak Tuha, Kabupaten Lampung Tengah dari bulan April-Agustus 2007. Hasil analisis terhadap contoh tanah di lokasi percobaan menunjukkan pH aktual nilainya 4,7 dengan tingkat kejenuhan Al antara 30-33% (Balai Penelitian Tanah Bogor 2007). Tanah dengan kriteria tersebut tergolong tanah masam dengan kejenuhan Al tinggi (Pusat Penelitian Tanah 1983 dalam Hardjowigeno 1985).

Materi yang diuji sebanyak 66 genotipe, dimana 52 genotipe adalah galur sorgum hasil mutasi induksi dengan mutagen fisika dari radiasi sinar *Gamma* yang bersumber dari Cobalt-60 yang telah dilakukan oleh PATIR-BATAN. Ke-52 galur mutan tersebut minimal merupakan generasi mutan ke-4 atau M4 (Hoeman 2006, konsultasi pribadi). Selain galur mutan yang diperoleh dari PATIR-BATAN, materi penelitian yang lain adalah varietas unggul nasional dan introduksi dari luar negeri (Tabel 3).

Tabel 3 Genotipe sorgum yang digunakan sebagai materi percobaan

No	Genotipe	No	Genotipe	No.	Genotipe	No	Genotipe
	Galur mutan		Galur mutan		Galur mutan		Introduksi ICRISAT
1.	BR-ZH30-01-07	19.	ZH30-20-07	37.	ZH-30	54.	PSj-71-05
2.	BR-ZH30-02-07	20.	ZH30-21-07	38.	YN30-38-07	55.	PSj-72-05
3.	BR-ZH30-03-07	21.	ZH30-22-07	39.	YT30-39-07	56.	PSj-79-05
4.	BR-ZH30-05-07	22.	ZH30-23-07	40.	YT30-40-07	57.	PSj-80-05
5.	BR-ZH30-06-07	23.	ZH30-24-07	41.	GH-ZB-41-07	58.	PSj-81-05
6.	BR-ZH30-07-07	24.	ZH30-25-07	42.	GH-ZB-42-07	59.	PSj-82-05
7.	BR-ZH30-08-07	25.	ZH30-26-07	43.	GH-ZB-43-07		
8.	ZH30-09-07	26.	ZH30-27-07	44.	B-100		Introduksi dari China
9.	ZH30-10-07	27.	ZH30-28-07	45.	B-95	60.	Zhengzu
10.	ZH30-11-07	28.	ZH30-29-07	46.	B-92		
11.	ZH30-12-07	29.	ZH30-30-07	47.	B-83		Unggul Nasional
12.	ZH30-13-07	30.	ZH30-31-07	48.	B-76	61.	Higari-G
13.	ZH30-14-07	31.	ZH30-32-07	49.	B-75	62.	Mandau
14.	ZH30-15-07	32.	ZH30-33-07	50.	B-69	63.	Kawali
15.	ZH30-16-07	33.	ZH30-34-07	51.	B-90	64.	Numbu
16.	ZH30-17-07	34.	ZH30-35-07	52.	B-72	65.	Durra
17.	ZH30-18-07	35.	ZH30-36-07	53.	YT30-3P-06	66.	UPCA-S1
18.	ZH30-19-07	36.	ZH30-37-07				

Percobaan menggunakan rancangan *Augmented Design* dengan *layout* Rancangan Petak Terbagi dalam konstruksi Bujur Sangkar Latin 3x3. Dengan konstruksi ini, maka terdapat 9 petak utama dan pada masing-masing petak utama terdapat 9 anak petak yang digunakan sebagai petak uji. Luas masing-masing petak uji 5 m<sup>2</sup> (5m x 1m). Dari 81 unit percobaan (9x9), 15 unit digunakan sebagai petak kontrol yang terdiri dari 9 unit (3x3) petak kontrol dan 6 unit (2x3) sebagai petak sub-kontrol. Tanaman sampel yang digunakan sebanyak 10 tanaman untuk masing-masing unit percobaan. Data hasil pengamatan digunakan untuk mengevaluasi tingkat toleransi



tanaman sorgum terhadap lahan kering masam.

Penanaman dengan cara ditugal menggunakan jarak tanam 20 cm dalam baris dan 80 cm antar baris. Benih yang dimasukkan antara 2-3 butir per lubang tanam. Pemupukan dengan menggunakan pupuk Urea, SP-36 dan KCl dengan dosis masing-masing 100, 60, dan 60 kg/ha diberikan pada saat tanam, kecuali Urea diberikan dua kali, yaitu 2/3 bagian saat tanam dan 1/3 bagian pada saat tanaman berumur satu bulan.

Pengendalian gulma dilakukan secara manual dengan cara dikoret. Frekuensi pengendalian gulma disesuaikan dengan kondisi tanaman di lapang. Pengendalian hama dan penyakit menggunakan konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT), artinya hama dan penyakit yang terdapat pada tanaman sorgum akan dikendalikan secara kimiawi jika keberadaannya telah melampaui ambang ekonomi.

Pengamatan dilakukan terhadap karakter agronomi tanaman yang terdiri dari komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil. Komponen pertumbuhan terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun dan bobot biomassa; sedangkan komponen hasil dan hasil terdiri dari panjang malai, bobot malai, jumlah biji per malai, dan hasil per hektar.

Analisis diskriminan digunakan untuk menentukan tingkat toleransi tanaman sorgum pada lahan kering masam. Tingkat toleransi ditentukan berdasarkan nilai Z, yaitu suatu nilai yang diperoleh dari nilai peubah yang telah distandarisasi. Nilai Z untuk tanaman toleran yang ditetapkan pada percobaan ini minimal 3 kali nilai standar deviasi yang berada pada kurva Z. Kurva Z normal ditentukan berdasarkan nilai ragam.

$$\text{Nilai } Z = \frac{(x - \bar{x})}{\text{Std}} \quad \text{Std} = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n}}$$

Keterangan:

n = jumlah pengamatan

x = nilai pengamatan galur

$\bar{x}$  = Nilai rata-rata galur

S<sub>td</sub> = Standar deviasi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis diskriminan yang dilakukan terhadap nilai peubah terutama pada komponen hasil dan hasil yang diperoleh setiap galur, maka dari 66 genotipe yang diuji terdapat 10 genotipe tergolong toleran dan 5 genotipe tergolong moderat terhadap lahan kering masam.

Genotipe toleran terdiri dari Kawali, GH-ZB-41-07, YT30-39-07, B-76, ZH30-29-07, B-92, Durra, YT30-40-07, Mandau dan Numbu; sedangkan genotipe dengan klasifikasi moderat terdiri dari Higari-G, ZH-30-35-07, BR-ZH30-07-07, BR-ZH30-06-07 dan ZH30-30-07.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas sorgum pada tanaman yang toleran terhadap lahan kering masam berkisar antara 4,20-6,14 ton/ha (Tabel 4). Galur sorgum mutan dengan produktivitas tinggi di atas 5 ton/hektar terdapat pada GH-ZB-41-07, YT-30-39-07, B-76, dan ZH30-29-07. Galur-galur ini sangat potensial dikembangkan menjadi varietas unggul. Disisi lain varietas Kawali yang merupakan varietas unggul nasional produktivitasnya mencapai 6,14 ton/ha.

Tabel 4 Produktivitas 10 genotipe sorgum toleran lahan kering masam

Genotipe	Produktivitas	Genotipe	Produktivitas
	----- ton/ha -----		----- ton/ha -----
Kawali	6,14	B-92	4,58
GH-ZB-41-07	5,73	Durra	4,34
YT30-39-07	5,37	YT30-40-07	4,20
B-76	5,33	Mandau	4,20
ZH30-29-07	5,29	Numbu	4,20

Hasil kajian terhadap produktivitas bioetanol menunjukkan bahwa tidak semua tanaman yang toleran terhadap lahan kering masam mempunyai produktivitas bioetanol tinggi. Hanya tiga dari 10 tanaman toleran yang mempunyai *total sugar* (TS) dan bobot biomassa tinggi, yaitu Numbu, Mandau, dan ZH30-29-07. Dari kelompok tanaman moderat yang mempunyai TS dan bobot biomassa tinggi adalah ZH30-30-07 dan ZH30-35-07. Kelima genotipe ini potensial sekali untuk dikembangkan sebagai tanaman penghasil bioetanol. Produktivitas bioetanol dari kelima genotipe disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Produktivitas bioetanol dari batang sorgum manis

Genotipe	Produktivitas batang		Produktivitas nira		Total sugar	Prod. Bioetanol*)
	Seedling	Ratoon-1	Seedling	Ratoon-1		
	----- ton/ha -----	----- ton/ha -----	----- liter/ha -----	----- liter/ha -----	---% --	--liter/ha--
Numbu	39,30	12,40	7.562,5	1.493,8	14,75	694,65
ZH30-29-07	30,30	14,06	2.750,0	2.184,1	10,50	272,95
Mandau	20,75	11,33	1.168,8	1.039,10	9,25	106,86
ZH30-30-07	33,04	13,21	3.462,5	935,4	11,95	275,83
ZH30-35-07	39,15	15,30	3.175,0	1.830,2	11,59	306,17

\*) Keterangan : Efisiensi fermentasi = 0,85 dan efisiensi destilasi = 0,95

Dari kelima genotipe di atas, varietas Numbu yang merupakan varietas unggul nasional



sangat potensial dikembangkan sebagai sorgum penghasil bioetanol dengan sumber bahan baku batang. Selain mempunyai *TS* yang tinggi yaitu 14,75%, varietas ini mempunyai bobot batang yang juga tinggi sehingga mampu menghasilkan bioetanol sebesar 694,65 liter/hektar yang berasal dari tanaman *seedling* dan *ratoon* ke-1 (Tabel 5). Pada galur mutan, tiga genotipe yaitu ZH30-29-07, ZH30-30-07, dan ZH30-35-07 merupakan galur yang dapat dikembangkan sebagai tanaman penghasil bioetanol.

Apabila biji juga akan dikonversi menjadi bioetanol, maka genotipe mutan ZH30-29-07 yang dikembangkan oleh PATIR-BATAN dapat menjadi pilihan karena mampu menghasilkan produktivitas biji yang tinggi, yaitu 7,37 ton/hektar yang berasal dari tanaman *seedling* dan *ratoon* ke-1 (Tabel 6).

Tabel 6 Produktivitas bioetanol dari biji sorgum manis

Genotipe	Produktivitas biji (t/ha)		Total produksi biji (ton/ha)	Produktivitas Bioetanol (liter/ha)
	<i>Seedling</i>	<i>Ratoon-1</i>		
Numbu	4,20	1,57	5,77	2.481,1
ZH30-29-07	5,29	2,08	7,37	3.169,1
Mandau	4,20	1,60	5,80	2.494,0
ZH30-30-07	3,47	1,31	4,78	2.055,4
ZH30-35-07	3,81	1,04	4,85	2.085,5

## KESIMPULAN

Terdapat 10 genotipe yaitu Kawali, GH-ZB-41-07, YT30-39-07, B-76, ZH30-29-07, B-92, Durra, YT30-40-07, Mandau dan Numbu tergolong toleran pada lahan kering masam berdasarkan analisis diskriminan melalui komponen hasil dan hasil, dan 5 genotipe yaitu Higari-G, ZH-30-35-07, BR-ZH30-07-07, BR-ZH30-06-07 dan ZH30-30-07 merupakan genotipe moderat pada lahan kering masam berdasarkan metode seleksi yang sama.

Genotipe dengan produktivitas biji tinggi terdapat pada varietas Kawali dan galur mutan GH-ZB-41-07, YT30-39-07, B-76 dan ZH30-29-07; sedangkan genotipe dengan produktivitas bioetanol tinggi terdapat pada varietas Numbu dan Mandau serta galur mutan ZH30-29-07, ZH30-30-07, dan ZH30-35-07.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini, diantaranya kepada IAEA (RCA Project RAS/5/040), B2TP Lampung, Fakultas Pertanian IPB, dan Dinas Pertanian Lampung Tengah.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Balai Penelitian Tanah Bogor. 2007. *Hasil analisis contoh tanah nomor: 366/2007*. Balai Penelitian Tanah, Badan Litbang Pertanian, DEPTAN, Bogor.
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian. 2005. *Rencana Aksi Pemanapan Ketahanan Pangan 2005-2010. Lima Komoditas: Beras, Jagung, Kedelai, Gula, dan Daging Sapi*. Balitbangtan Deptan., Jakarta.
3. Borrell, A.K., E.V. Oosterom, G. Hammer, D. Jordan, dan A. Douglas. 2005. *The physiology of "stay-green" in sorghum*. Hermitage Research Station, University of Queensland, Brisbane.
4. BPS. 2001. *Statistik Indonesia*. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
5. BPS. 2006. *Statistik Indonesia*. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
6. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1992. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bhratara, Jakarta. 57 hal.
7. FAO. 1995. *Sorghum and Millets in Human Nutrition*. FAO Food and Nutrition Series, No. 27.
8. FAO. 2002. *Sweet sorghum in China*. Spotlight/2002.
9. Grassi, G.-EUBIA. 2005. *Technologies of liquid biofuels production in Europe*. European Biomass Industry Association (EUBIA). 24p.
10. Hardjowigeno, Sarwono. 1985. *Klasifikasi Tanah-Survai Tanah dan Evaluasi Kemampuan Lahan*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor. 126 hal.
11. Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2002. *Lahan Kering untuk Pertanian. Dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering*. Penyunting: A. Adimihardja, Mappaona dan Arsil Saleh. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Deptan, Bogor. Hal. 1-34.
12. Hoeman, Soeranto. 2007. *Peluang dan Potensi Pengembangan Sorgum Manis. Makalah pada workshop "Peluang dan Tantangan Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol"*. Dirjen Perkebunan, Departemen Pertanian, Jakarta. 10 hal.
13. House, L.R. 1985. *A Guide to Sorghum Breeding*. 2<sup>nd</sup> Ed. International Crops Research Institut for Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, India.
14. Iman, P. dan Nurcahyo. 2005. *Krisis Minyak Dunia dan Indonesia*. "Priyadi's Place". Previous Post.
15. Kochian, L.V. 1995. Cellular mechanism of aluminum toxicity and resistance in plant. *Ann. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 46: 237-260.
16. Mattjik, A. 2007. *Dalam Konversi Lahan Melaju: UU Lahan Pertanian Pangan Abadi Tidak Bisa Ditunda*. Kompas, Edisi Rabu, 4 April 2007.
17. Medco Energi. 2007. *Kesimpulan workshop "Peluang dan Tantangan Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol"*. Dirjen Perkebunan, Departemen Pertanian, Jakarta.
18. Rajvanshi, A.K. dan N. Nimbkar. 2001. *Sweet sorghum R&D at the Nimbkar Agriculture Research Institut (NARI)*. Nimbkar Agriculture Research Institut (NARI), Maharashtra.

19. Reddy, B.V.S., dan W.D. Dar. 2007. Sweet Sorghum for Bioethanol. Makalah pada workshop "*Peluang dan Tantangan Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol*". Dirjen Perkebunan, Departemen Pertanian, Jakarta.
20. Ryan, P.R., R.J. Reid dan F.A. Smith. 1997. Direct evaluation of the  $\text{Ca}^{+2}$ -displacement hypothesis for Al toxicity. *Plant Physiol.* 113: 1351-1357.
21. Sierra, J., H.O. Lafontaine, L. Dufour, A. Meunier, R. Bonhomme dan C. Welcker. 2005. Nutrient and assimilate partitioning in two tropical maize cultivars in relation to their tolerance to soil acidity. Article in Press *Field Crops Research.* 16p.
22. Sopandie, D. 2006. *Perspektif Fisiologi dalam Pengembangan Tanaman Pangan di Lahan Marjinal*. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Fisiologi Tanaman. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
23. Suwarno, H.M. Toha dan Ismail B.P. 2004. Ketersediaan teknologi dan peluang pengembangan padi gogo. Dalam *Seminar IPTEK Padi pada Pekan Padi Nasional II*. Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. 18 hal.
24. Toure, A., F.W. Rattunde, dan E. Weltzien. 2004. *Guinea sorghum hybrids: Bringing the benefits of hybrid technology to a staple crop of sub-Saharan Africa*. IER-ICRISAT.
25. Yudianto, M.A. 2006. *Pemanfaatan Sorgum sebagai Bahan Baku Bioetanol*. Balai Besar Teknologi Pati (B2TP), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Lampung.

1. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.

2. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.

3. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.

4. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.

5. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.

6. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.

7. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.

8. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.

9. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.

10. Hidayat, M. (2007). *Studi Kasus: Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Yogyakarta: Graha Pustaka.