

Aplikasi Iptek **Nuklir** untuk Pemuliaan Sorgum



Badan Tenaga Nuklir Nasional
www.batan.go.id
Contact e-mail: Soeranto@batan.go.id

©2012 by ranto

Iptek Nuklir di Pertanian

Berkembang pesat sejak Comar menerbitkan buku tentang dasar-dasar dan manfaat radioisotop dalam bidang biologi dan pertanian (1955)



Aplikasi Iptek Nuklir

- Pemuliaan tanaman
 - Memperbaiki sifat genetik tanaman dengan teknik mutasi (*mutation techniques*)
- Tanah dan nutrisi (pemupukan)
 - Melacak unsur hara dengan teknik perunut (*tracer techniques*)
- Pengendalian hama tanaman
 - Menekan populasi serangga dengan teknik serangga mandul (TSM)
- Pengawetan produk pertanian
 - Membunuh hama/penyakit dgn teknik disinfestasi (sterilisasi)
- Fisiologi tanaman
 - Mempelajari suatu fenomena dengan *imaging techniques*
- Nutrisi ternak (system pencernaan)
- Reproduksi dan kesehatan ternak



Teknik Mutasi

- Mutasi adalah perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dan acak pada materi genetik (genom, kromosom, gen) --> heritable
- Mutasi dapat terjadi secara alami (*spontaneous*) atau induksi (*induced*)
- Mutasi alami terjadi dalam proses dan laju yang sangat lambat --> dapat ditingkatkan dengan induksi menggunakan **mutagen**
- Ada 2 kelompok Mutagen:
 - Mutagen **Kimia (*alkylating agent*)**
 - EMS, DES, Methyl Nitroso Urethane (MNU) dll..
 - Mutagen **Fisika (*ionizing radiation*)**
 - Sinar gamma, beta, neutron, ion-beam dll..



Pemuliaan Mutasi

- Perbaikan varietas tanaman dengan aplikasi teknik mutasi dalam upaya meningkatkan ragam genetik
- Prospektif pada pemuliaan tanaman yang memiliki kesulitan atau kendala untuk dilakukan persilangan (hibridisasi) misal pisang, sawit dsb.
- Upaya rekayasa gen baru yang mungkin tidak ada dijumpai di alam atau plasma nutfah, misal gen ketahanan terhadap *fusarium* pada pisang
- Merubah struktur tanaman secara drastis ke arah abnormal, misal tanaman steril, kerdil (bonsai), belang pada daun (mutasi klorofil) dsb.



Mekanisme Mutasi (Radiasi)

- Sinar berenergi tinggi bertubrukan dengan atom, menyebabkan pelepasan elektron dalam bentuk radikal bebas bermuatan positif atau ion (**ionisasi**)
- Tingkat ionisasi yang terjadi tergantung pada **dosis dan laju dosis** sinar (radiasi)
- Molekul DNA yang mengandung atom dalam bentuk ion (**tereksitasi**) secara kimia menjadi lebih reaktif
- Peningkatan reaktifitas atom-atom DNA merupakan dasar bagi efek radiobiologi mutagen radiasi pengion (**ionizing radiation**)

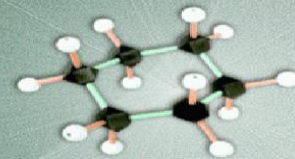


Mutasi dan Keragaman Tanaman

- Bahan mutagen menyebabkan mutasi
- Mutasi menimbulkan keragaman tanaman
- Keragaman genetik dapat diukur pada generasi M2
- Seleksi dilakukan dalam keragaman M2, M3.. dst

Keragaman = Variance

$$\begin{aligned}\text{Var (x)} &= \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(n-1)} \\ &= \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{(n-1)}\end{aligned}$$



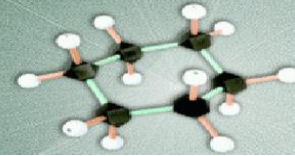
Keamanan Produk Mutasi

- Mutasi adalah perubahan materi genetik yang dapat terjadi secara alami atau melalui induksi
- Kita tidak dapat membedakan antara produk mutasi alami dan mutasi induksi sehingga keamanan produk mutasi dari sumber apapun akan sama
- Berbeda dengan tanaman transgenik dimana ada transfer gen asing, maka pada teknik mutasi hanya merubah gen yang ada di dalam tanaman. Hal ini akan menjamin keamanan hayati



Mengapa Sorgum?


Sorgum adalah tanaman yang memiliki daya adaptasi luas pada kondisi lahan sub-optimal (marginal) sehingga berpeluang besar dikembangkan untuk **mitigasi dan antisipasi perubahan iklim** demi mendukung ketahanan pangan bangsa Indonesia ke depan





Manfaat Sorgum

- Biji mengandung karbohidrat untuk pangan atau bioetanol
- Jus batang mengandung gula untuk sirup (gula cair) atau bioetanol
- Batang & daun untuk pakan ternak



Kendala Pengembangan Sorgum

- Budaya makan nasi terlalu dominan
- Belum tersedia benih sorgum unggul di pasaran
- Riset pemuliaan sorgum sangat minim
- Hama burung dan babi hutan
- Kandungan *tanin* pada biji dan *durin* pada daun
- Peralatan pasca panen
- Sosialisasi sorgum belum gencar



Pemuliaan Sorgum di BATAN

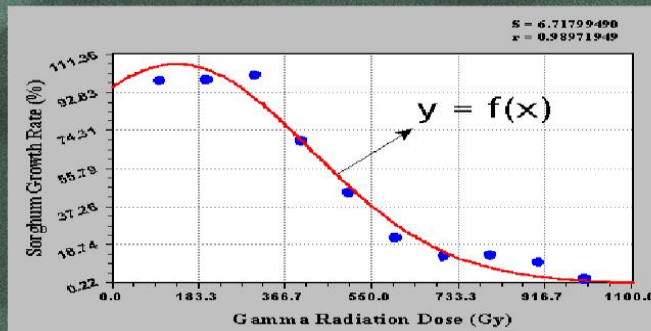
- Aplikasi Iptek Nuklir: Teknik mutasi induksi, dikombinasi dengan hibridisasi dan bioteknologi
- Bioteknologi digunakan sebagai alat (*tools*) dalam membantu proses seleksi (teknik MAS)
- Tujuan mencari genotipe yang tahan pada kondisi lahan sub-optimal (lahan kering, masam, salin) dengan produktivitas dan kualitas yang tinggi
- Didukung International Atomic Energy Agency
 - Technical Cooperation Project INS/5/030
 - Regional Cooperative Agreement RAS/5/056
 - Coordinated Research Project CRP No: 16947



- ## Fasilitas di BATAN
- Gamma Chamber Model 4000A
 - Gamma Cell Model GC 220
 - Panoramic Batch Irradiator
 - Latex Irradiator
 - Laboratorium pemuliaan tanaman
 - Fasilitas kultur jaringan, lab biotek
 - Laboratorium isotop, nutrisi tanaman
 - Laboratorium hama
 - Ruang tumbuh dan rumah kaca
 - Kebun percobaan



Estimasi Dosis Radiasi Optimal



Gaussian Model: $y = f(x) = a \cdot \exp\left(\frac{-(b-x)^2}{2 \cdot c^2}\right)$
Coefficient Data: $a = 106.46282$; $b = 134.77204$; $c = 286.19445$; LD-20 = 251.13 Gy and LD-50 = 406.63 Gy
Optimal Dose = 250 – 400 Gy



Pengaruh Radiasi Sinar Gamma



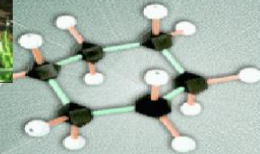
Radiasi Gamma dengan dosis 250-400 Gy



Uji Tahan Kekeringan di Lapangan



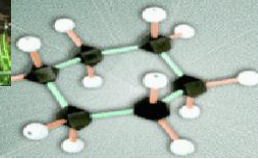
Lokasi: Gunungkidul, Kemarau 2002



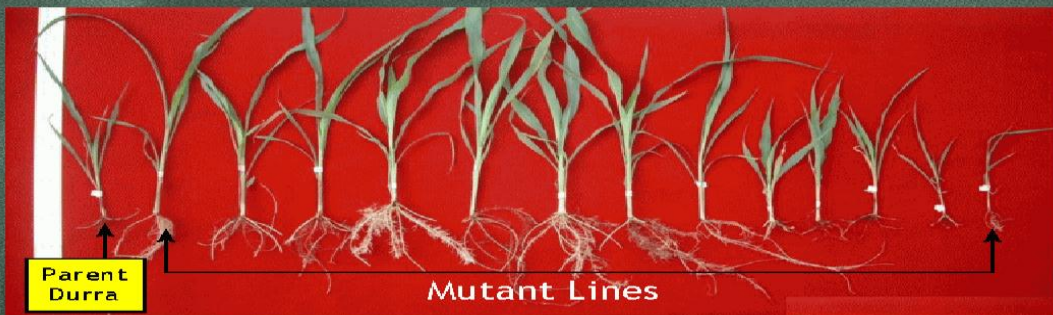
Uji Tahan Kekeringan di Lapang



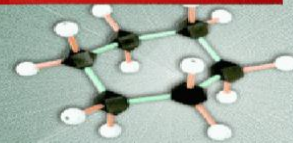
Lokasi: Gunungkidul, Kemarau 2002



Uji Tahan Kemasaman di Lab



Screening mutan sorgum toleran keracunan Al pada media tumbuh mengandung $148 \mu\text{M AlCl}_3$



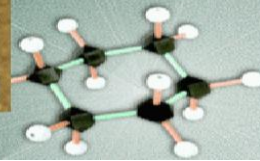
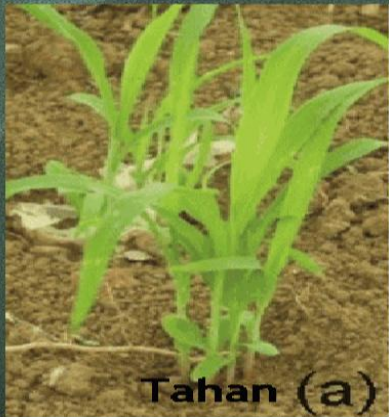
Uji Tahan Lahan Masam di Lapang



Lokasi: Lampung pH tanah 4,5 dan kejenuhan Al 33 %



Respon Galur Tahan vs Peka



Contoh Lahan Marginal (Salin)



Lokasi: Pandansimo, Bantul (2004)



Uji Adaptasi Sorgum (1 ha)



Lokasi: Pandansimo, Bantul (2004)



Irigasi Manual



Location: Pandansimo, Bantul (2004)



Galur Sorgum Tahan Salinitas



Lokasi: Pandansimo, Bantul (2004)

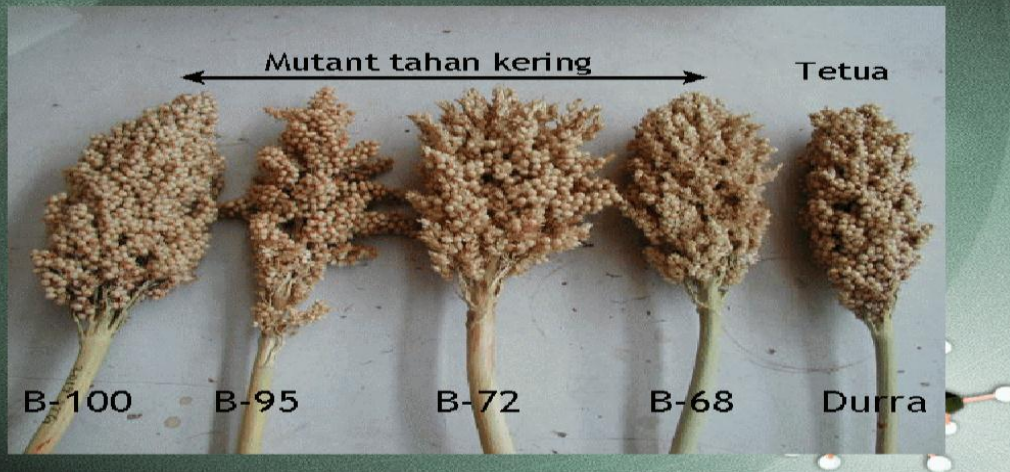


Hasil Penelitian

Telah diperoleh sejumlah galur sorgum tahan kekeringan, toleran lahan masam dan lahan salin, diantaranya memiliki produksi dan kualitas yang baik untuk pangan, pakan ternak, dan bioetanol dan potensial dikembangkan pada lahan-lahan sub-optimal



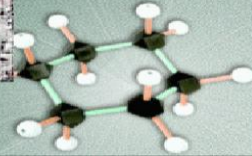
Variasi Galur Sorgum Hasil Mutasi



Galur B-100, Tahan Kekeringan



Lokasi: Gunungkidul, Kemarau 2005



Galur B-68 - Banyak Anakan



Lokasi: Gunungkidul, Kemarau 2005



Galur B-95 Genjah

Tidak diradiasi (kontrol)



Radiasi gamma 300 Gy (galur B-95)



Lokasi: Gunungkidul, Kemarau 2005

Galur ZH-30: Ideal untuk Pangan



ZH-30

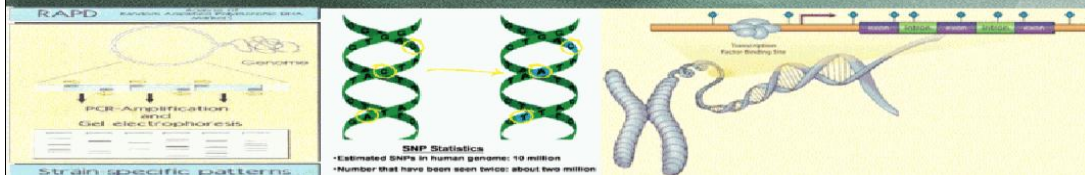
Diusulkan menjadi varietas Pahat



Hibridisasi dengan mutan sorghum

Kombinasi dgn Bioteknologi

- Biotek digunakan sebagai alat (*tools*), bukan target
 - Dalam proses seleksi mutan unggul dgn teknik *Marker Assisted Selection (MAS)*
 - Dalam mencari mutan gen baru dgn teknik *Targeting Induced Local Lesions IN Genomics (TILLING)*



Beberapa Profil Marka DNA

RLFP



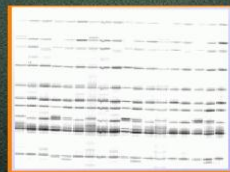
RAPD



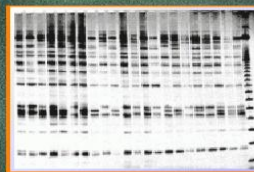
SSR



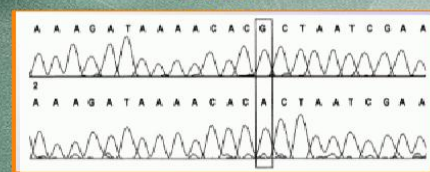
AFLP



ISSR



SNP



Sorgum Pahat

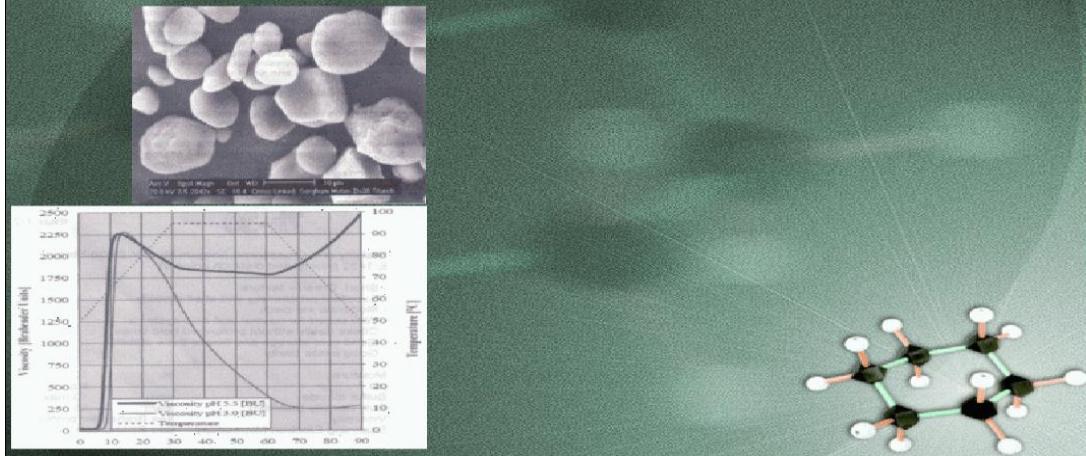
(Pahat = Pangan Sehat)

- Produktivitas tinggi (5 t/ha)
- Batang semi pendek (158 cm)
- Protein tinggi (12.80 %)
- Rendah tanin (0.012 %)
- Biji untuk pangan
- Daun untuk pakan ternak

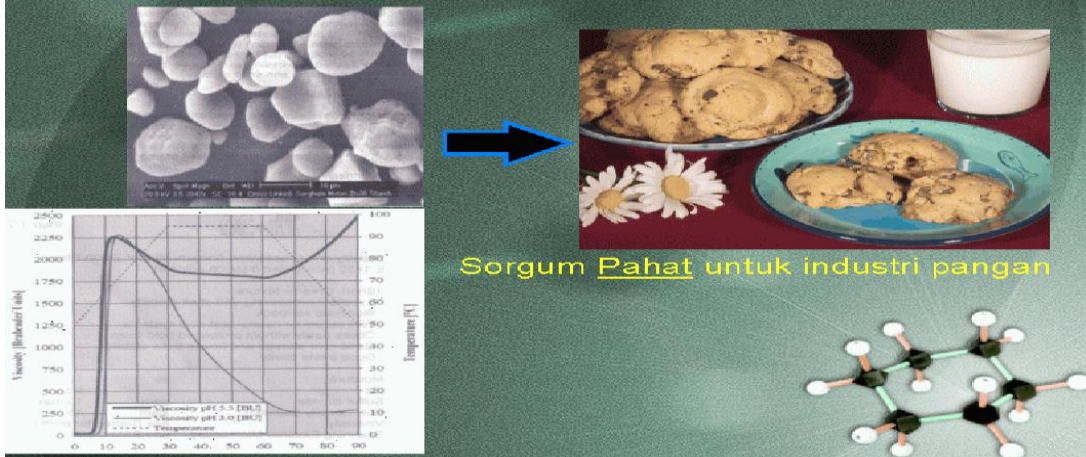


Nasi Goreng Sorghum Istimewa

Analisis Pati Sorgum Pahat



Analisis Pati Sorgum Pahat



Contoh Produk Sorgum Pahat



Makanan modern dari sorgum Pahat (Sorghum snacks with high protein and calcium)

Sorgum adalah tanaman berakas yang memiliki kandungan protein tinggi yang dibutuhkan dalam masa pertumbuhan, sehingga dapat meningkatkan ketahanan.

| Kandungan per 100g | |
|--------------------|---------|
| Energi | 332 kJ |
| Protein | 11.0 g |
| Lemak | 3.3 g |
| Karbohidrat | 73.0 g |
| Kalsium | 28.0 mg |
| Besi | 4.4 mg |
| Posfor | 287 mg |
| Vit. B1 | 0.38 mg |

Diproduksi oleh PT. Bakti Industri Gula, Karawang 15117 - Indonesia
LP POM 102193037201200 Berat Bersih 70 g BPOK RI UD 20010401012

Sosialisasi Sorgum

Perlu digencarkan kepada masyarakat Indonesia melalui berbagai media termasuk pelatihan, training, seminar, workshop, demplots sorgum dsb

Nutrisi Sorgum

| Unsur Nutrisi | Kandungan/100 g | | | | |
|-----------------|-----------------|--------|----------|--------|--------|
| | Beras | Sorgum | Singkong | Jagung | Kedele |
| Kalori (cal) | 360 | 332 | 146 | 361 | 286 |
| Protein (g) | 6.8 | 11.0 | 1.2 | 8.7 | 30.2 |
| Lemak (g) | 0.7 | 3.3 | 0.3 | 4.5 | 15.6 |
| Karbohidrat (g) | 78.9 | 73.0 | 34.7 | 72.4 | 30.1 |
| Kalsium (mg) | 6.0 | 28.0 | 33.0 | 9.0 | 196.0 |
| Besi (mg) | 0.8 | 4.4 | 0.7 | 4.6 | 6.9 |
| Posfor (mg) | 140 | 287 | 40 | 380 | 506 |
| Vit. B1 (mg) | 0.12 | 0.38 | 0.06 | 0.27 | 0.93 |

Sumber: DEPKES RI, 1992



Pelatihan Teknologi Sorgum



Demo Kompor Bioetanol Sorgum

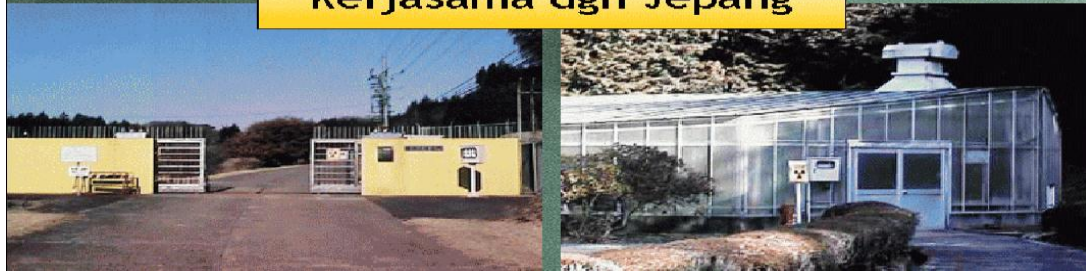


Pelatihan sorgum di NTB

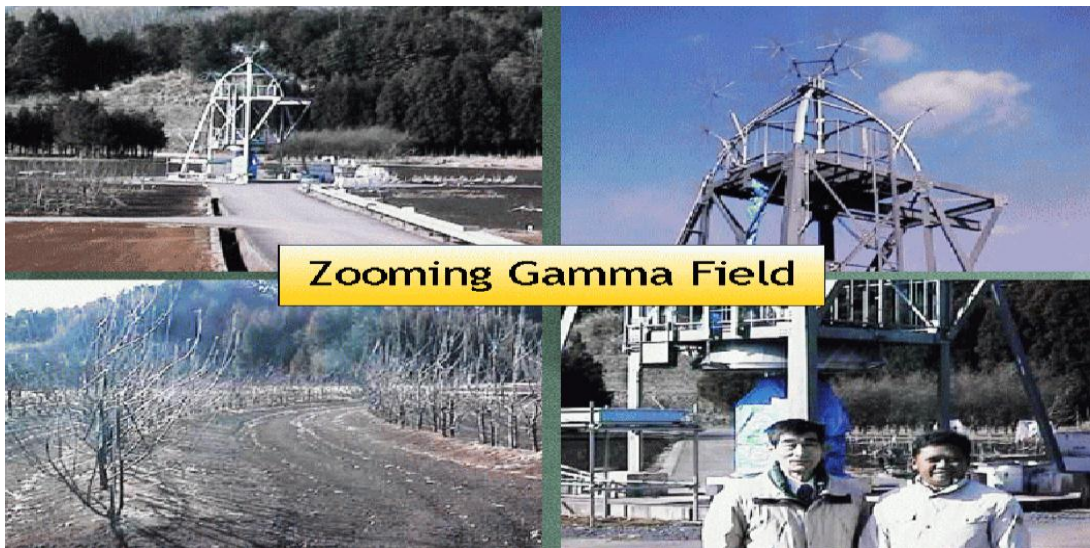


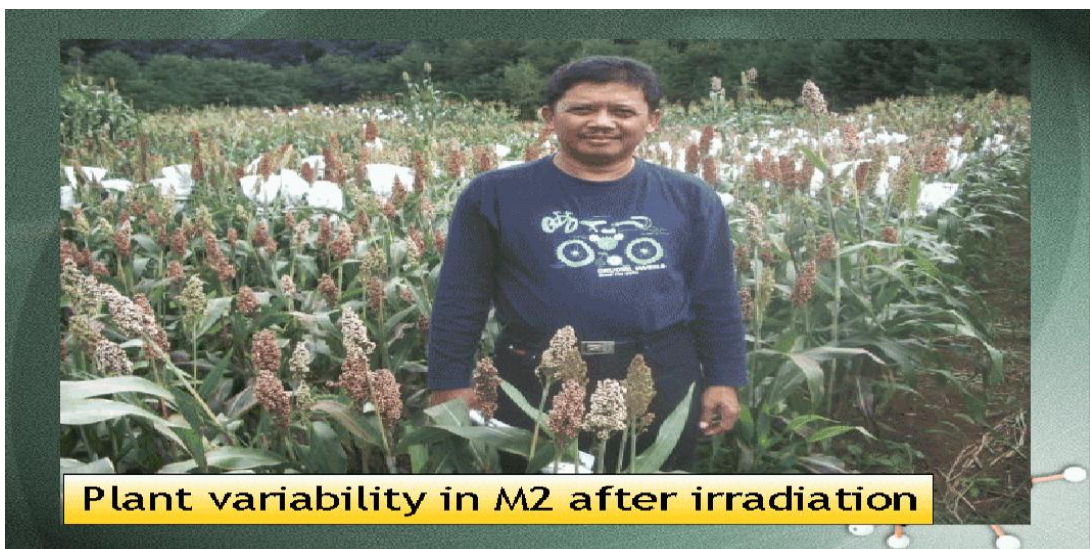
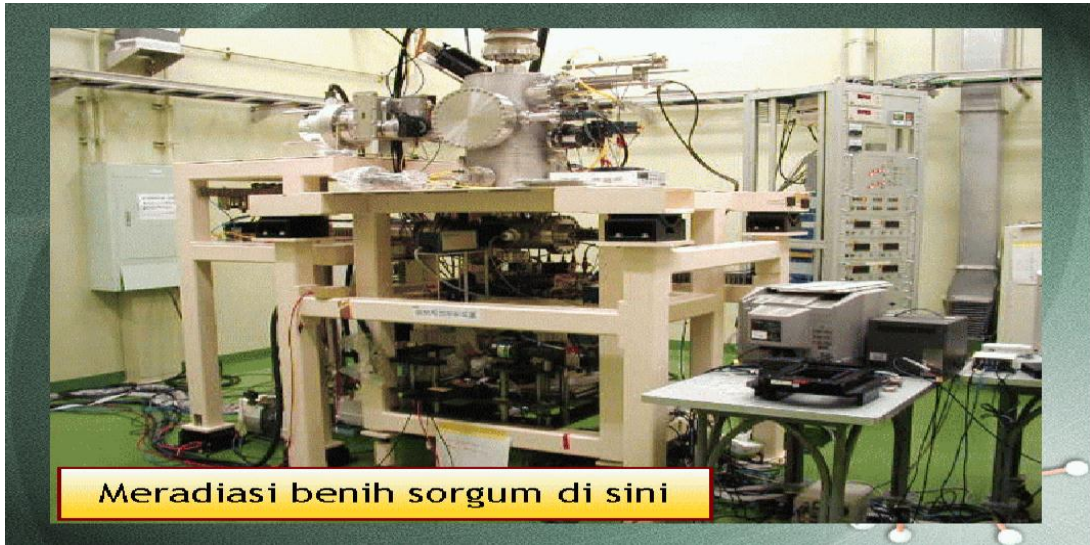


Kerjasama dgn Jepang



FNCA Agreement on Sorghum Research







Searching for desirable mutants



The Sweet Sorghum

Dukungan internasional



**Formulation meeting on new FAO/IAEA project for regional research & development of sorghum
Vienna, Austria, 9-13 May 2011**



