

LAPORAN HASIL PENELITIAN
HIBAH BERSAING LANJUTAN TAHUN KE I
TAHUN ANGGARAN 2009



PENGEMBANGAN GALUR MANDUL JANTAN DALAM RANGKA
MENDUKUNG PRODUKSI BENIH PADI HIBRIDA NASIONAL:
Pemanfaatan Plasma Nutfah Lokal dan Penggunaan Teknik Iradiasi
Sinar Gamma

PENELITI

Ketua : Hesti Pujiwati, Sp.M.Si.
Anggota : 1. Prof. Ir. Widodo MSc. PhD.
2. Dr.Ir. Catur Herison, M.Sc.
3. Ir. Edhi Turmudi, M.Si.

DIBIYAI OLEH DIPA UNIVERSITAS BENGKULU
KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian
No. 2235/H.30.10.06.01/HK/2009, Tanggal 23 Maret 2009

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BENGKULU
TAHUN 2009

HALAMAN PENGESAHAN

1. **Judul Penelitian** : PENGEMBANGAN GALUR MANDUL JANTAN DALAM RANGKA Mendukung PRODUKSI BENIH PADI HIBRIDA NASIONAL Pemanfaatan Plasma Nandi Lokal dan Penggunaan Teknik iradiasi Sinar Gamma

2. **Kemahasiswaan** :

- a. Nama Lengkap : Hesti Pujiwati, SP, M.Si
 b. Jenis Kelamin : Perempuan
 c. NIP : 132 317 371
 d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 e. Jabata Struktural : -
 f. Bidang Keahlian : Ekologi Tanaman
 g. Fakultas/Jurusan : Fakultas Pertanian, Jurusan Budidaya Pertanian
 h. Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu
 i. Tim Peneliti :

No.	Nama dan gelar akademik	Bidang keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Prof. Dr. Widada	Agronomi	Fak.Pertanian	UNIB
2.	Dr.Ir. Catur Herison, M.Sc	Penuliaan Tanaman	Fak.Pertanian	UNIB
3.	Ir. Idris Turmudi, M.Si	Ekologi Tanaman	Fak.Pertanian	UNIB

3. **Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian**

- a. Jangka waktu Penelitian : 3 (tiga) tahun
 b. Biaya total penelitian yang diusulkan : Rp. 149.820.000
 c. Biaya yang disetujui tahun ke 1 : Rp. 47.250.000

Bengkulu, 6 November 2009

Ketua Peneliti,

Hesti Pujiwati, SP, M.Si
 NIP. 132 317 374



Menyetujui
 Ketua Lembaga Penelitian Unib

Drs. Sarwif Sarwono, M.Hum
 NIP. 131 601 662

RINGKASAN DAN SUMMARY

Kendala utama pengembangan padi hibrida nasional adalah terbatasnya galur mandul jantan dan rumitnya teknik produksi benih hibrida tiga galur melalui pemanfaatan mandul jantan sitoplasmik (CMS). Terobosan baru untuk menyederhanakan produksi benih hibrida adalah mengembangkan hibrida dua galur dengan memanfaatkan galur mandul jantan spesifik lingkungan (*environmental-sensitive genic male sterile* - EGMS). Penelitian ini bertujuan menghasilkan galur mandul jantan yang secara genetik sensitif terhadap lingkungan (galur EGMS), yaitu bersifat mandul pada kondisi lapang, tetapi fertil pada kondisi lingkungan tertentu, atau galur yang sensitif mandul pada perlakuan bahan kimia tertentu. Kegiatan penelitian tahun pertama adalah koleksi dan peningkatan populasi mutan, yang meliputi (1) koleksi plasma nutfah padi dari dataran tinggi (suhu rendah), (2) studi keragaan plasma nutfah koleksi dataran tinggi pada dataran rendah, (3) Induksi mutasi dengan iradiasi sinar gamma. Koleksi plasma nutfah padi untuk bahan penelitian ini dihasilkan 41 genotipe yang berasal dari kondisi ekologis yang beragam. Respon pertumbuhan vegetatif dan generatif genotipe koleksi sangat bervariasi ketika ditanam di dataran rendah (suhu tinggi). Genotipe koleksi dalam penelitian ini dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat kemiripan hingga 90% satu sama lain, menjadi 17 kelompok, tiga kelompok diantaranya memiliki anggota lebih 5 genotipe. Beberapa genotipe menunjukkan respon proporsi malai hampa yang signifikan ketika ditanam di dataran rendah, yaitu Lomak, Pandak Kuning, Surya, Kusut, Sari Kuning dan Lekor

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH SWT karena berkat limpahan rahmat dan hidayahNya sehingga laporan akhir penelitian hibah bersaing ini dapat kami selesaikan. Penelitian ini berjudul **PENGEMBANGAN GALUR MANDUL JANTAN DALAM RANGKA Mendukung Produksi Benih Padi Hibrida Nasional: Pemanfaatan Plasma Nutfah Lokal dan Penggunaan Teknik Iradiasi Sinar Gamma**. Pada kesempatan ini tim pelaksana menyampaikan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Bengkulu melalui Lembaga Penelitian UNIB yang telah mendanai kegiatan ini dari dana DP2M-Dikti TA 2009
2. Dekan Fakultas Pertanian UNIB beserta staf di jajaran Fakultas Pertanian UNIB, yang telah memberikan izin kepada TIM untuk melakukan kegiatan penelitian
3. Mahasiswa yang telah membantu pelaksanaan penelitian

Sebagai manusia biasa tim pelaksana membuka diri untuk menerima kritik dan saran yang membangun. Mudah-mudahan tulisan yang berbentuk laporan ini dapat bermanfaat.

Bengkulu, November
2009

Tim penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN DAN SUMMARY.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	2
2.1. Padi Kultivar Hibrida	2
2.2. Mandul Jantan (<i>Male Steril</i>) dalam Perakitan Hibrida Padi	3
2.3. Induksi Mutasi	7
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	10
3.1. Tujuan Penelitian.....	10
3.2. Manfaat Penelitian.....	11
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	13
4.1. Koleksi Plasma Nutfah Padi dari Daerah Dataran Tinggi (Suhu Rendah).....	15
4.2. Studi Keragaan Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Plasma Nutfah Koleksi dari Dataran Tinggi di Dataran Rendah	16
4.3. Induksi Mutasi Melalui Iradiasi Sinar Gamma	17
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
5.1. Koleksi Plasma Nutfah Padi dari Daerah Dataran Tinggi (Suhu Rendah).....	19
5.2. Studi Keragaan Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Plasma Nutfah Koleksi dari Dataran Tinggi di Dataran Rendah	20
5.3. Induksi Mutasi Melalui Iradiasi Sinar Gamma	28
BAB VI. KESIMPULAN	29
DAFTAR PUSTAKA	30

BAB I. PENDAHULUAN

Beras merupakan bahan pangan pokok sumber karbohidrat terpenting bagi hampir seluruh rakyat Indonesia. Oleh karena itu, padi menjadi komoditas strategis yang dapat memberikan dampak yang serius pada bidang sosial, ekonomi, maupun politik. Meningkatnya harga akibat kelangkaan pasokan beras cenderung berakibat pada keresahan sosial dan gejolak pada masyarakat. Sejalan dengan hal tersebut, pengadaan beras nasional harus diperhatikan agar tidak terjadi gejolak yang tidak diinginkan.

Kebutuhan beras nasional terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Produksi beras di Indonesia pada tahun 2000 sekitar 51,20 juta ton (BPS 2002), sedangkan kebutuhan beras pada tahun 2025 diperkirakan akan sebesar 70 juta ton (IRRI 2001). Hingga saat ini, kebutuhan beras nasional belum sepenuhnya dapat dipenuhi oleh produksi beras dalam negeri yang ditandai dengan masih dilakukannya impor beras oleh pemerintah.

Pada masa yang akan datang, tantangan pengadaan beras nasional akan menjadi semakin berat karena terjadinya konversi lahan sawah menjadi lahan non pertanian dalam jumlah yang signifikan, seperti untuk perumahan, infrastruktur, industri dan lahan non pertanian lainnya, terutama di pulau Jawa dan Bali. Faktor yang lain adalah laju peningkatan produktivitas lahan sawah masih rendah, yaitu hanya sekitar 0,66 ton/ha selama 20 tahun (2004) . Sementara itu jumlah penduduk terus bertambah dengan laju sekitar 2-3% per tahun.

Untuk mendongkrak produksi padi melalui peningkatan produktivitas padi, pemerintah penggunaan kultivar hibrida, yaitu kultivar F1 hasil persilangan dua tetua. Namun demikian, upaya tersebut menghadapi banyak persoalan karena terbatasnya ketersediaan benih kultivar hibrida dalam negeri sehingga pemerintah harus mengimpor benih hibrida dalam jumlah besar, yang mencapai 1000-1200 ton dari Filipina, Cina dan India (*Kompas on-line, 15 Januari 2007*).

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Padi Kultivar Hibrida

Penggunaan hibrid vigor dalam bentuk benih generasi pertama (F1) telah lama diketahui mampu meningkatkan produksi, terutama pada tanaman jagung. Namun, aplikasi pada tanaman padi baru dimulai tiga dekade terakhir karena karakteristik menyerbuk sendiri dari tanaman tersebut. Pada tahun 1974, ilmuwan China berhasil menemukan dan mentransfer sifat mandul jantan (*cytoplasmic genetic male sterility* – CMS) dari padi liar ke galur pasangan tetua hibrid, dan sejak itu hibrida padi mulai dirakit (FAO 2004).

Saat ini di China, lebih dari 50% luas areal tanaman padi adalah kultivar hibrida, dan pada tahun 2001 jumlahnya mencapai 15 juta hektar. Padi hibrida juga sudah ditanam secara luas di negara produsen beras Asia lainnya. Pada musim tanam 2001/2002 luas areal kultivar padi hibrida di Viet Nam 480.000 ha, India 200.000 ha, Filipina 90.000 ha, Bangladesh 20.000 ha, dan Myanmar 10.000 ha. Sementara itu di Indonesia baru mencapai 1000 ha (FAO 2004).

Menurut FAO (2004) ada beberapa alasan yang menyebabkan kultivar hibrida menjadi pilihan untuk peningkatan produksi pangan, yaitu: (1) kultivar hibrida merupakan peluang baru peningkatan produksi beras, hal ini ditunjukkan oleh keberhasilan China dalam swasembada beras sekalipun areal lahan secara konsisten berkurang dari tahun ke tahun; (2) permintaan beras dunia semakin meningkat, sementara ketersediaan lahan dan air semakin berkurang; (3) laju peningkatan produktivitas padi yang semakin menurun; (4) kultivar hibrida berpotensi memperbaiki pendapatan petani, (5) kultivar padi hibrida dapat dirakit untuk kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, seperti lahan kering dan tanah salin, beberapa kultivar hibrida menunjukkan heterosis yang sangat baik pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan; (6) areal lahan padi yang semakin berkurang sehingga perlu kultivar yang memiliki produktivitas tinggi untuk menjamin produksi beras yang memadai.

Longping (2004) mengemukakan bahwa di China, produktivitas kultivar hibrida dapat mencapai 12 ton/ha di provinsi hunan dalam skala luas. Sedangkan di Viet Nam, rata-rata produksi kultivar hibrida adalah 6.3 ton/ha. Sementara itu kultivar

inbred hanya mencapai rata-rata 4.5 ton/ha. Varietas hibrida yang dapat memberikan lonjakan peningkatan produktivitas memberikan harapan terpenuhinya kebutuhan padi di masa yang akan datang. Balai Penelitian Tanaman Padi (2001) melaporkan bahwa padi hibrida memberikan hasil 7–8 t/ha, atau 15% lebih tinggi dari IR64.

Padi hibrida yang dihasilkan di Indonesia banyak memiliki latar belakang genetik galur-galur yang berasal dari IRRI. Namun demikian, pemanfaatan galur-galur yang beradaptasi baik di Indonesia mulai dilaksanakan sehingga pada masa mendatang diharapkan hibrida yang dihasilkan sudah beradaptasi terhadap kondisi agroekosistem di Indonesia. Peluang untuk memperoleh padi hibrida yang demikian cukup besar (Balai Penelitian Tanaman Padi, 2001). Virmani *et al.* (1997) melaporkan bahwa persilangan *indica/japonica* tropik prospektif menghasilkan hibrida yang unggul. Perakitan dan pengujian padi hibrida di Indonesia telah menghasilkan tiga kombinasi hibrida harapan dan telah diuji multilokasi (Adijono *et al.*, 2000). Pada tahun 2002, dua varietas hibrida telah dilepas, yaitu Maro dan Rokan. Pengembangan padi hibrida di Indonesia menghadapi kendala antara lain (1) standar heterosis tidak stabil pada *lingkungan* yang berbeda (Adijono *et al.* 2000; Yuniati *et al.* 2000), (2) Produksi benih hibrida masih rendah karena tidak sinkronnya pembungaan galur CMS dengan *restorer* (R) dan *maintainer* (B) (Suprihatno dan Satoto 1989), (3) Galur-galur CMS sangat peka terhadap hama dan penyakit daerah tropis (Suprihatno *et al.* 1986) sehingga perlu dirakit *restorer* yang tahan.

2.2. Mandul Jantan (*Male Steril*) dalam Perakitan Hibrida Padi

Generasi pertama varietas padi hibrida adalah three-lines hybrids (hibrida 3 galur) yaitu CMS, galur pemulih kesuburan (*restorer*), dan galur pelestari (*maintainer*), dan tingkat produksinya sekitar 15-20% lebih tinggi dibandingkan kultivar unggul yang ada waktu itu. Menurut Virmani *et al.* (1997), teknik tiga galur memerlukan dukungan 1) Galur mandul jantan (CMS = galur A) yang 100% mandul dan stabil kemandulannya. 2) Galur pemulih kesuburan (*restorer* = galur R) dengan daya pemulihan kesuburan yang tinggi serta daya gabung khususnya, sehingga nilai heterosisnya tinggi. 3) Galur pelestari kemandulan tepung sari (galur B) yang murni.

Pada tahun 1986 IRRI meneliti TGMS (*thermo-sensitive genic male sterility*) dan memanfaatkan bioteknologi dalam perakitan varietas. Pengembangan teknologi

hibrida padi telah menghasilkan hibrida dua galur (*two-lines hybrids*) galur yang memanfaatkan galur environment-sensitive genic male sterility (EGMS) dan tingkat produksinya 5-10% lebih tinggi dibandingkan hibrida tiga galur (Vermani *et al.*, 2003).

Environment-sensitive genic male sterility adalah sistem mandul jantan yang dikendalikan oleh gen inti yang ekspresinya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu, panjang hari (fotoperiod), atau keduanya (Vermani *et al.*, 2003). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerbukan padi sangat dipengaruhi oleh suhu. Pembungaan (anthesis dan pembuahan, dan fase bunting adalah fase pertumbuhan padi yang paling sensitif terhadap suhu (Farrell *et al.*, 2006). Suhu tinggi pada saat pembungaan dapat menghambat pembengkakan tepung sari sedangkan suhu rendah pada saat booting stage (bunting) dapat menghambat pertumbuhan benang sari (Matsui *et al.*, 2000; Prasad *et al.* 2006). Oleh karena faktor yang menyebabkan pecahnya kotak sari adalah pembengkakan butiran tepung sari, (Matsui *et al.* 1999a) maka cekaman suhu dapat menurunkan persentase pecahnya kotak sari pada saat pembungaan (Matsui *et al.*, 2000). Suhu $>35^{\circ}\text{C}$ atau lebih rendah dari 20°C menyebabkan penyerbukan terhambat (Horie *et al.*, 1996) dalam Matsui dan Kagata (2003). Terdapat variasi antar genotipe untuk sifat mandul jantan dalam respon terhadap suhu tinggi (Matsui *et al.*, 2001; 2002).

Vermani *et al.* (2003) mengemukakan bahwa EGMS memiliki beberapa keunggulan, antara lain (a) tidak dibutuhkan galur pelestari (pemelihara) dalam perbanyakan benih sehingga lebih sederhana dan murah, (b) setiap galur fertil dapat digunakan sebagai polen parent sehingga frekuensi dihasilkannya heterosis antar dua galur menjadi lebih tinggi, (c) pengaruh negatif dari sterilitas yang dikendalikan sitoplasma tidak ada, (d) EGMS umumnya dikendalikan oleh gen major sehingga lebih mudah dalam proses introgresi ke dalam tetua hibrid, (e) tidak diperlukan gen pemulih pada tetua jantan. Kelemahan EGMS antara lain adalah (a) perubahan lingkungan yang tiba-tiba dapat mempengaruhi kemandulan galur tersebut; (b) perbanyakan galur EGMS dan produksi benih hibrida dibatasi oleh ruang dan waktu, kecuali dilakukan dalam lingkungan terkendali dalam skala luas.

Fitur yang ideal bagi galur EGMS antara lain (a) proporsi tanaman mandul jantan dalam populasi 1000 tanaman selama masa kritis sterility harus 100%; (b) sterilitas polen pada setiap tanaman mandul jantan harus $> 99.5\%$; (c) memiliki regim

kondisi yang jelas antara steril dan fertil; (d) fase steril harus berlangsung lebih dari 4 minggu; (d) kemampuan membentuk biji ketika pada kondisi lingkungan yang kondusif untuk fertil sekurang-kurangnya 30%.

Bergantung pada faktor lingkungan yang berpengaruh, sifat mandul jantan dapat dikelompokkan ke dalam (1) TGMS (*temperature-sensitive genic male sterility*); (2) rTGMS (*reverse temperature-sensitive genic male sterility*); (3) PGMS (*photoperiod-sensitive genic male sterility*); (4) rPGMS (*reverse photoperiod-sensitive genic male sterility*); (5) PTGMS (*photothermo-sensitive genic male sterility*). Beberapa contoh galur EGMS adalah seperti pada Tabel 1. Ada juga *chemical-sensitive genic male sterility*, yaitu galur yang mudah terinduksi menjadi mandul oleh pengaruh bahan kimia (Vermani *et al.* 2003).

Sifat steril jantan juga dapat induksi oleh perlakuan kimia. Sejauh ini hanya China yang menggunakan bahan kimia sebagai *chemical hybridizing agent* (CHA) secara komersial. Vermani *et al.* (2003) menyebutkan bahwa bahan kimia yang ideal sebagai CHA antara lain (a) memiliki spektrum luas dalam menyebabkan sterilitas pada setiap malai yang muncul; (b) selektif, sehingga dapat mematikan benang sari, tetapi tidak berpengaruh terhadap putik, (c) tidak beracun bagi tanaman dan manusia, (d) aplikasinya mudah dan murah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat sensitivitas tanaman terhadap bahan kimia dalam hal sterilitas juga sangat dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman. Bahan kimia yang diketahui menyebabkan mandul jantan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Beberapa contoh galur EGMS pada tanaman padi (Vermani *et al.*, 2003)

Sumber	Kelompok varietas	Asal	CDL(h)/CSP/CFP(C)	Referensi
Photoperiod-sensitive Male Steril (h)				
Nongken58S	Japonica	Spontaneous mutation, China	13.45 – 14.00	Shi and Deng (1986)
MSr 54° (B)	Japonica	Spontaneous mutation, China	13.00 – 14.00	Lu and Wang (1988)
CIS 28-10S	Indica	Spontaneous mutation, China	12.00 – 14.00	Huang and Zhang (1991)
26 Zhai Zao	Indica	Induced (R), China	12.00 – 14.00	Shen <i>et al.</i> (1994)
EGMS	Japonica	Induced (C), USA	13.00 – 14.00	Rutger & Schaeffer(1989)
M201	Japonica	Induced (R), USA	12.00 – 14.00	Oard and Hu (1995)
Temperature-sensitive male steril (°C)				
5460 S	Indica	Induced (R), China	26.0 – 28.0	Yang <i>et al.</i> (1990)
IR32364	Indica	Induced (R), IRRI	24.0 – 32.0	Virmani and Voc (1991)
IR68945	Indica	Introgression from Norin PL12, Japan	24.0 – 30.0	Virmani (1992)
IR6849	Indica	Introgression from Norin PL12, Japan	24.0 – 30.0	Virmani (1992)
H89-1	Japonica	Induced (R) Japan	20.0 – 31.0	Maruyama <i>et al.</i> (1991)
Annong 1S	Indica	Spontaneous mutation, China	27.0 – 30.2	Tan <i>et al.</i> (1990)
R59TS	Indica	Induced (R) China		Yang and Wang (1990)
Xianquang	Indica	Breeding population, China	24.0 – 30.0	Cheng <i>et al.</i> (1995)
26 Zhi Zao S	Indica	Induced (R) China	23.0 – 25.0	Shen <i>et al.</i> (1993)
N5088S	Indica	Introgression from N 58S, China	22.0 – 30.0	Zhang <i>et al.</i> (1994)
SM 5	Indica	Spontaneous, India	22.0 – 32.3	Ali <i>et al.</i> (1995)
SM 3	Indica	Spontaneous, India	22.0 – 32.0	Ali <i>et al.</i> (1995)
JP 2	Indica	Spontaneous, India	23.0 – 33.9	Ali <i>et al.</i> (1995)
SA 2	Indica	Induced mutation (C) India	20.0 – 31.7	Ali <i>et al.</i> (1995)
F 61	Indica	Induced mutation (C) India	22.0 – 30.9	Ali <i>et al.</i> (1995)
JP 8-1A-12	Indica	Breeding population, India	20.0 – 30.9	Ali <i>et al.</i> (1995)
JP 24A	Indica	CMS India	23.0 – 33.8	Ali (1993)
JP 38	Indica	Spontaneous mutation, India	24.0 – 30.5	Ali (1993)
Dianxin / A	Japonica	CMS, China	20.0 – 23.0	Lu <i>et al.</i> (1994)
Hennong S	Indica	Cross breeding, China	29.0 - 30.0	Lu <i>et al.</i> (1994)
IV S	Indica	Cross breeding, China	24.0 – 28.0	Zhang <i>et al.</i> (1991)
J207 S	Indica	Spontaneous mutation, China	31.0 - >31.0	Jai <i>et al.</i> (2001)

CDL = critical daylength, CSP = critical sterility point, CFP = critical fertility point, R = irradiation, C = chemical mutagen.

Sifat mandul jantan dapat berupa mutan yang terjadi di alam sehingga dapat diseleksi dari sumber daya genetik yang telah ada. Alternatif lain yang dapat dilakukan dalam mendapatkan sifat mandul jantan adalah melalui mutasi yang induksi. Mutasi yang diinduksi dapat terjadi ke berbagai arah yang tidak dapat diduga sehingga memunculkan sifat yang beraneka ragam. Mutasi yang diinduksi tersebut sering digunakan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan keragaman genetik sehingga seleksi dapat dilakukan. Salah satunya diharapkan dapat menghasilkan sifat mandul jantan.

Tabel 2. Beberapa bahan kimia dan sifatnya dalam menyebabkan mandul jantan (Vermani *et al.* 2003)

Bahan kimia	Induksi mandul jantan	Referensi
Ethrel	Sebagian - tinggi	Kaul (1988); Song <i>et al.</i> (1990)
Ethrel + isourea	tinggi	Kitacka <i>et al.</i> (1991)
Arsen		
Sodium methyl arsenate (MG2)	sempurna	Chen <i>et al.</i> (1986); Ali (1990)
Zinc methyl arsenate (MG1)	sempurna	Anonymous (1978)
Monosodium methane arsenate	sempurna	Wang and Que (1981)
Oxanilates		
Ethyl 4' fluoro oxanilate	sempurna	Ali (1993)
Ethyl 4'metho oxyxanilate	sempurna	Ali (1993)
Ethyl 4'bromo oxanilate	tinggi	Ali (1993)
Ethyl 4'chloro oxanilate	tinggi	Ali (1993)
Bahan Kimia lain		
RH 531	Sempurna	Perez <i>et al.</i> (1973)
DPX 3778	Mencegah terbukanya kotak sari	Long <i>et al.</i> (1973)
3-(p-chlorophenyl) 6-methoxy-s-triazine-2-4(1H,3H)dione tri-ethanolmine	tinggi - sempurna	Zhangzong and Chunnong (1980)
Sodium Sulfate	Sempurna	Wang <i>et al.</i> (1981)
HRG 626	Sempurna	Takeoka <i>et al.</i> (1990)
Ammonia sulfonic acid	tinggi	Chen (1985)
HAC 123 + N 312	sempurna	Luo <i>et al.</i> (1988)
MHC	sempurna	Song <i>et al.</i> (1990)
CRMS	sempurna	Wang <i>et al.</i> (1991)
Kasugamycin	sebagian - tinggi	Atsumi <i>et al.</i> (1992)
AOA	tinggi	Atsumi <i>et al.</i> (1992)

2.3. Induksi Mutasi

Mutasi adalah perubahan genetik, baik gen tunggal, sejumlah gen ataupun susunan kromosom, yang dapat terjadi pada setiap bagian tanaman terutama bagian yang aktif melakukan pembelahan sel (Micke dan Donini, 1993). Secara luas mutasi dihasilkan oleh segala macam tipe perubahan genetik yang mengakibatkan perubahan penampakan fenotipe yang diturunkan, termasuk keragaman kromosom maupun mutasi gen (Ahloowalia *et al.*, 2004). Mutasi juga dapat disebut sebagai perubahan materi genetik pada tingkat genom, kromosom dan DNA atau gen sehingga menyebabkan terjadinya keragaman genetik (Soeranto, 2003).

Mutasi dapat terjadi secara tiba-tiba dan acak, dan merupakan dasar sebagai sumber keragaman bagi tanaman dan bersifat terwariskan (heritance). Mutasi dapat

terjadi secara spontan di alam (*spontaneous mutation*) dan dapat terjadi melalui induksi (*induced mutation*) (Koonneef, 1991). Secara mendasar tidak terdapat perbedaan antara mutasi yang terjadi secara alami dan mutasi hasil induksi. Keduanya dapat menimbulkan variasi genetik untuk dijadikan dasar seleksi tanaman (Soeranto, 2003).

Mutasi induksi dapat dilakukan pada tanaman dengan perlakuan bahan mutagen tertentu terhadap organ reproduksi tanaman seperti biji, stek batang, serbuk sari, akar rizome, kalus dan sebagainya (Soeranto, 2003). Mutagen yang sering digunakan dalam pemuliaan tanaman yaitu mutagen kimia dan mutagen fisik (Koonneef, 1991; Micke dan Donini, 1993). Frekuensi dan spektrum mutasi tergantung dari jenis mutagen dan dosis yang digunakan. Mutagen fisik yang telah luas penggunaannya adalah sinar-X dan sinar gamma, keduanya mempunyai penetrasi yang baik, bersifat sebagai radiasi pengion (*ionizing radiation*) (Micke dan Donini, 1993).

Mutasi induksi menggunakan radiasi sinar-X dan sinar gamma paling banyak penggunaannya sebagai metode untuk mengembangkan varietas mutan. Hal ini terlihat dari 2.250 varietas mutan yang dilepas di seluruh dunia dalam kurun waktu 70 tahun terakhir (Malszynki *et al*, 2000), 89 % dari 1.585 varietas yang dilepas sejak tahun 1985 adalah dikembangkan dari induksi mutasi dan 64 % di antaranya menggunakan sinar gamma (Ahloowalia *et al*, 2004).

Secara relatif, proses mutasi dapat menimbulkan perubahan pada sifat-sifat genetik tanaman baik kearah positif maupun negatif, dan kemungkinan mutasi yang terjadi dapat juga kembali normal (*recovery*). Mutasi yang terjadi ke arah sifat positif dan terwariskan ke generasi berikutnya merupakan mutasi yang dikehendaki oleh pemulia tanaman (Soeranto, 2003). Mutasi induksi dapat memperluas variabilitas genetik tanaman (Nagatomi, 1996).

Mutasi dapat dibedakan atas, mutasi genom, mutasi kromosom dan mutasi gen. Mutasi genom dapat diakibatkan oleh perubahan jumlah set kromosom baik penambahan maupun pengurangan jumlah set kromosom (Suzuki, *et al*. 1993). Mutasi gen terjadi karena perubahan pada struktur primer dari DNA. Mutasi gen dapat terjadi karena substitusi, tambahan ataupun hilangnya satu atau lebih basa-basa di dalam sebuah molekul DNA (Micke dan Donini, 1993; Van Harten, 1998). Smith dan Wood (1991) dalam Soeranto (2003) mendefinisikan mutasi gen adalah perubahan sekuen

nukleotida pada gen yang menghasilkan perubahan asam amino dan produk protein mutan. Mutasi gen juga didefinisikan sebagai perubahan satu bentuk alel menjadi bentuk alel lainnya. Perubahan tersebut terjadi dalam satu gen pada satu lokus kromosom atau disebut juga mutasi titik (Suzuki *et al.*, 1993).

Mutasi gen digolongkan ke dalam dua kategori, yaitu *microlesions* dan *macrolesions*, yang dicirikan oleh adanya perubahan basa pada DNA (Van Harten, 1998). Menurut Suzuki *et al.* (1993) ada empat tipe perubahan basa (1) transisi, yaitu penggantian satu basa purin dengan satu purin atau penggantian satu basa pirimidin dengan pirimidin, (2) transversi, yaitu penggantian satu basa pirimidin oleh basa purin atau sebaliknya, (3) delesi, yaitu pasangan basa tertentu menghilang sehingga terjadi susunan nucleotida yang berbeda (4) dan inversi pasangan basa, yaitu terjadi perubahan orientasi susunan pasangan basa. DNA sangat sensitif terhadap radiasi, sehingga radiasi sinar gamma dapat menyebabkan perubahan DNA pada makhluk hidup (Van Harten, 1998).

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan jangka panjang penelitian yang diusulkan adalah menghasilkan galur mandul jantan sensitif lingkungan (galur EGMS) yang stabil, yaitu galur yang sensitif terhadap lingkungan dengan menunjukkan respon sifat mandul jantan pada kondisi lapang alami dataran rendah. Galur mandul jantan sangat diperlukan dalam pengembangan benih padi hibrida yang sekarang sedang digalakkan.

Galur mandul jantan sensitif lingkungan (galur EGMS) akan dikembangkan melalui (1) koleksi plasma nutfah dan peningkatan populasi mutan, (2) identifikasi dan seleksi genotipe mandul jantan sensitif lingkungan, (3) uji stabilitas dan kendali genetik sifat mandul jantan

Penelitian ini akan terdiri atas 3 (tiga) kelompok kegiatan yang masing-masing memiliki tujuan khusus sebagai berikut:

1. koleksi plasma nutfah dan peningkatan populasi mutan .
 - mendapatkan koleksi plasma nutfah yang memiliki potensi mandul jantan sebagai respon terhadap kondisi lingkungan .
 - dapat ditentukan tingkat dosis LD₅₀ iradiasi sinar gamma
 - mendapatkan populasi mutan M2 melalui induksi mutasi menggunakan radiasi sinar gamma.
2. Identifikasi dan seleksi genotipe mandul jantan sensitif lingkungan
 - Mendapatkan perlakuan suhu yang dapat menginduksi mandul jantan
 - Mendapatkan perlakuan panjang hari yang dapat menginduksi mandul jantan
 - Mendapatkan jenis dan dosis herbisida yang dapat menginduksi mandul jantan.
3. Uji stabilitas dan kendali genetik sifat mandul jantan
 - Mendapatkan informasi stabilitas genetik galur-galur mandul jantan yang dihasilkan
 - Mempelajari kendali genetik sifat mandul jantan
 -

3.2. Manfaat Penelitian

Kesulitan utama dalam produksi benih padi hibrida adalah proses hibridisasi dalam perbanyakan benih. Sebagaimana diketahui, secara botanis, tanaman padi menyerbuk sendiri sehingga sulit sekali melakukan persilangan secara alami. Kalaupun hibridisasi dapat dilakukan secara manual, cara tersebut akan sangat tidak ekonomis dalam produksi benih secara masal.

Perbanyakan benih hibrida padi tidak dapat dilakukan tanpa ketersediaan galur mandul jantan. Pengembangan hibrida tiga galur (*three-line hybrid*) dengan memanfaatkan mandul jantan sitoplasmik (CMS) relatif rumit karena melibatkan galur CMS, pemulih dan pelestari. Pengembangan hibrida dua galur (*two-line hybrid*) dengan memanfaatkan mandul jantan EGMS (*environmental-sensitive genic male sterile*) adalah terobosan baru menyederhanakan produksi hibrida padi. Sementara itu ketersediaan galur mandul jantan yang stabil dan dapat digunakan dalam produksi benih hibrida dalam negeri masih sangat terbatas. Oleh karena itu pengembangan galur mandul jantan sensitif lingkungan perlu dilakukan secara intensif sejalan dengan penggalakkan penggunaan kultivar hibrida.

Penelitian ini diusulkan dalam rangka menghasilkan teknologi guna mendukung pengembangan benih padi hibrida nasional. Penelitian ini akan menghasilkan solusi terhadap permasalahan perbanyakan benih padi hibrida nasional melalui pengembangan galur-galur mandul jantan yang kemandulannya disebabkan oleh faktor lingkungan (galur EGMS). Khususnya adalah galur-galur yang menunjukkan respon mandul pada kondisi lapang, tetapi fertil pada kondisi lingkungan tertentu, atau galur yang sensitif mandul jantan jika mendapat perlakuan bahan kimia tertentu. Dengan tersedianya galur-galur mandul jantan maka diharapkan perbanyakan benih hibrida nasional dapat ditingkatkan.

Manfaat hasil penelitian ini adalah sebagai masukan teknologi yang dapat digunakan oleh pemerintah dan berbagai pihak lain dalam perbanyakan benih padi hibrida dalam rangka mendukung terwujudnya swasembada beras melalui penggalakkan penggunaan benih hibrida. Oleh karena itu penelitian yang akan dilakukan ini mempunyai urgensi yang sangat tinggi baik untuk ilmu pengetahuan maupun untuk kemakmuran bangsa dan negara.

Secara rinci, signifikansi hasil penelitian ini adalah:

- (1) Galur mandul jantan sangat penting dalam membantu meningkatkan produksi benih padi hibrida nasional sehingga dapat membantu pemerintah menggalakkan penggunaan benih hibrida menuju swasembada beras.
- (2) Ketersediaan galur mandul jantan mempermudah produksi benih hibrida nasional sehingga dapat mengurangi kebergantungan pada benih hibrida impor yang belum tentu memiliki kesesuaian dengan kondisi ekologis spesifik wilayah Indonesia.
- (3) Kemudahan produksi benih hibrida akan membuat petani dapat mengakses benih bermutu dengan lebih mudah dan murah sehingga produktivitas lahan dan pendapatan petani meningkat.
- (4) Ketersediaan galur mandul jantan mempermudah perakitan kultivar hibrida yang spesifik wilayah. Kultivar unggul spesifik wilayah sangat penting sebagai *local buffering* bagi kelestarian produksi pangan nasional.

Hasil penelitian ini juga memiliki potensi untuk diusulkan mendapatkan **hak paten**, yaitu berupa produk galur-galur EGMS. Galur EGMS tersebut sangat diperlukan dalam industri benih hibrida nasional.

BAB VI. KESIMPULAN

Koleksi plasma nutfah padi untuk bahan penelitian ini dihasilkan 41 genotipe yang berasal dari kondisi ekologis yang beragam. Respon pertumbuhan vegetatif dan generatif genotipe koleksi sangat bervariasi ketika ditanam di dataran rendah (suhu tinggi). Genotipe koleksi dalam penelitian ini dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat kemiripan hingga 90% satu sama lain, menjadi 17 kelompok, tiga kelompok diantaranya memiliki anggota lebih 5 genotipe. Beberapa genotipe menunjukkan respon proporsi malai hampa yang signifikan ketika ditanam di dataran rendah, yaitu Lomak, Pandak Kuning, Surya, Kusut, Sari Kuning dan Lekor

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, B., D.S. Brar, and A.L. Carpena. 2001. Introgression of biotic resistance genes from *Oryza minuta* J.S. Presl. Ex C.B. Presl. into new plant type of rice (*O. sativa* L). Seminar Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Adijono, Suwarno, P. Yuniati, E. Lubis, Sudibyoy, dan B. Sutaryo. 2000. Pengujian beberapa padi hibrida harapan di berbagai lingkungan pengujian dalam upaya pengembangan varietas padi hibrida. Kumpulan Makalah Hasil Penelitian 1999/2000 Buku II. Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Ahloowalia BS, Maluszynski and Nichterlein. 2004. Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica* 135: 187-204.
- Asadi. 1987. Respon beberapa varietas padi terhadap kekeringan pada tiga stadium pertumbuhan tanaman. (Tesis). Bogor: Institut Pertanian Bogor, Program Pascasarjana.
- Balai Penelitian Tanaman Padi. 2001. Laporan Tahunan 1999/2000 Balai Penelitian Tanaman Padi. Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- BPS. 2001. Statistik Indonesia 2000. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- BPS. 2004 Statistik Indonesia 2003. Biro Pusat Statistik, Jakarta. 610p.
- FAO. 2004. Rice is Life. International Year of Rice. www.rice2004.org.
- Farrell T.C., K.M. Fox, R.L. Williams, and S. Fukai. 2006. Genotypic variation for cold tolerance during reproductive development in rice: screening with cold air and cold water. *Field Crops Research* 98, 178–194.
- Fehr, W.R. 1987. Principle of Cultivar Development. Theory and Technique. Vol. I. MacMillan Pub. Co. New York. 536p.
- IRRI. 2002. Growth and Morphology of the Rice Plant. http://www.knowledgebank.irri.org/pu_growthMorph.htm
- Koornneef, M. 1991. Variation and mutant selection in plant cell and tissue culture. in *Biotechnological Innovations*. Di dalam: Crop Improvement. Open Universteit Nederland and Thames Polytechnic United Kingdom. Hlm 99-115.
- Longping, Y. 2004. Hybrid Rice Technology For Food Security In The World. FAO Rice Conference. Rome, Italy, 12-13 February 2004
- Malszynski M.K., L. Nichterlein, Van Zanten, B.S. Ahloowalia. 2000. Officially released mutant varieties – the FAO/IAEA database. *Mut Breed Rev* 12: 1-84.
- Matsui, T. and H. Kagata. 2003. Characteristic of floral organs related to reliable self-pollination in rice (*Oryza sativa*). *Annals of Botany* 91:473-477.
- Matsui, T. and K. Omasa. 2002. Rice (*Oryza sativa* L.) cultivars tolerant to high temperature at flowering: anther characteristics. *Annals of Botany* 89: 683–687.
- Matsui, T., K. Omasa and T. Horie. 2000. High temperature at flowering inhibit swelling of pollen grains, a driving force for thecae dehiscence in rice (*Oryza sativa* L.) *Plant Production Sci.* 3:430-434.

- Matsui, T., K. Omasa, and T. Horie. 2001. The difference in sterility due to high temperatures during the flowering period among japonica rice varieties. *Plant Production Science* 4, 90–93.
- Micke A and Donini B. 1993. Induced mutation. Di dalam : M.D. Hayward, N.O. Bosemark, I. Romagosa, [editor]. *Plant Breeding Principles and prospects*. Chapman & Hall. New York. pp52-77.
- Nagatomi S. 1996. Recent Progress on Crop Mutation Breeding in Japan. *Prosiding of Plant Mutation Breeding Seminars*. Beijing: Cina Agric. Sci. Press. 29-37.
- Prasad, P.V.V., K.J. Boote, L.H. Allen, J.E. Sheehy, and J.M.G. Thomas. 2006. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress. *Field Crops Research* 95, 398–411.
- Soeranto H. 2003. Peran iptek nuklir dalam pemuliaan tanaman untuk mendukung industri pertanian. Jakarta : Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN).
- Suprihatno, B. and Satoto. 1998. Research and development for hybrid rice technology in Indonesia. *In* S.S. Virmani, E.A. Siddiq, and K. Muralidharan (Eds). *Advances in Hybrid Rice Technology*. IRRI. Philippines.
- Suprihatno, B., B. Sutaryo, dan P.M. Yuniati. 1986. Identifikasi galur-galur pelestari (*maintainer*) dan pemulih kesuburan (*restorer*) pada usaha pembuatan galur mandul jantan baru. *Media Penelitian Sukamandi* Vol 2. hlm. 1-5.
- Suzuki, D.T., A.J.F. Griffiths, J.H. Miller and R.C. Lewontin. 1993. *An Introduction to Genetic Analysis*. W.H. Freeman and Co. New York.
- Van Harten, A.M. 1998. *Mutation Breeding. Theory and Practical Application* New York. Cambridge University Press. Hlm 111–162.
- Virmani, S.S., B.C. Viraktamath, C.L. Casal, R.S. Toledo, M.T. Lopez, and J.O. Manalo. 1997. *Hybrid Rice Breeding Manual*. IRRI, Philippines.
- Virmani, S.S., Z.X. Sun, T.M. Mou, A.J. Ali, and C.X. Mao. 2003. *Two-line hybrid rice breeding manual*. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. 88 p.
- Yuniati, P.M., O. Syahromi, dan Suwarno. 2000. Respons padi hibrida terhadap pemupukan. *Kumpulan Makalah Hasil Penelitian 1999/ 2000 Buku II*. Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.