

**BIOTEKNOLOGI**

**LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING  
TAHUN II**



**INDUKSI KERAGAMAN SOMAKLONAL KE  
ARAH KETENGGANGAN TERHADAP ALUMINIUM  
DAN pH RENDAH PADA TANAMAN PADI MELALUI  
KULTUR *In Vitro* DAN IRADIASI SINAR GAMMA**

**Tim Peneliti :**

**Dr. Syahmi Edi, M.Si (Ketua)**

**Dr. Fauziah Harahap, M.Si (Anggota)**

**Dr. Ir. Surjono H. Sutjahjo, M.S (Anggota)**

**Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional  
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Bersaing  
Nomor : 003/SP2H/PP/DP2M/111/2008 tanggal 6 Maret 2008**

**UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
Oktober, 2008**

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TAHUN II

1. Judul Penelitian : Induksi Keragaman Somaklonal ke Arah Ketenggangan terhadap Aluminium dan pH Rendah pada Tanaman Padi melalui Kultur In Vitro dan Iradiasi Sinar Gamma

2. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : **Dr. Syahmi Edi, M.Si**  
b. Jenis Kelamin : Laki-laki  
c. NIP : 131909350  
d. Jabatan Fungsional : Lektor  
e. Jabatan Struktural : -  
f. Bidang Keahlian : Kultur Jaringan  
g. Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi  
h. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Medan (UNIMED)  
i. Tim Peneliti :

No.	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Dr. Fauziyah Harahap, M.Si	Genetika Tumbuhan	MIPA/Biologi	UNIMED
2.	Dr. Ir. Surjono Hadi Sutjahjo, M.S	Pemuliaan Tanaman	Pertanian/Budi Daya Pertanian	IPB

3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian

- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 3 (tiga) tahun  
b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 150.000.000,-  
c. Biaya yang disetujui tahun I : Rp. 46.000.000,-  
d. Biaya yang disetujui tahun II : Rp. 45.000.000,-

Medan, 30 Oktober 2008  
Ketua Peneliti,

Mengetahui,  
Dekan Fakultas MIPA UNIMED

**Prof. Drs. M. Situmorang, M.Sc., PhD.**  
NIP. 131572430

**Dr. Syahmi Edi, M.Si**  
NIP. 131909350

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Negeri Medan

**Dr. Ridwan Abd. Sani, M.Si**  
NIP. 131772614

## RINGKASAN

Tujuan jangka panjang adalah mendapatkan beberapa varietas padi yang tenggang terhadap keracunan Al dan pH rendah melalui keragaman somaklonal dan iradiasi sinar gamma, dengan target khusus tahun kedua : 1) mendapatkan beberapa tanaman padi tenggang terhadap Al dan pH rendah hasil seleksi larutan hara, dan 2) memperoleh benih padi vigor dan fertil yang tenggang terhadap Al dan pH rendah hasil seleksi tanah masam.

Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah : 1) metode Van Sint Jan *et al.* (1997) untuk unsur makro dan Yoshida *et al.* (1976) untuk unsur mikro, 2) metode Sarkarung (1986) dengan cara mencampur tanah podsolik merah kuning dengan kapur pertanian berdasarkan hasil analisis tanah.

Kegiatan penelitian meliputi : seleksi pada larutan hara selama 12 minggu, kemudian dilanjutkan dengan seleksi pada tanah masam selama 10 minggu. Benih padi vigor dan fertil hasil seleksi tanah masam akan digunakan pada uji progeny tahun ke III (2009).

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut : 1) seleksi tanaman padi pada larutan hara mendapatkan 16 genotipa tenggang turunan varietas Limboto, 14 genotipa tenggang turunan Way rarem dan 12 genotipa tenggang turunan kalimutu., 2) seleksi tanaman padi pada tanah masam untuk mendapatkan tanaman padi tenggang yang dapat menghasilkan gabah bernas matang (gbm) yang vigor dan fertil adalah : 12 genotipa turunan varietas Limboto, 10 genotipa turunan varietas Way rarem, dan 9 genotipa turunan varietas Kalimutu.

Kesemua genotipa tanaman padi yang menghasilkan biji vigor dan fertil akan digunakan untuk uji progeny untuk tahun ke III (2009). Hasil penelitian pada tahun I (2007) dan tahun II (2008) akan sangat ditentukan oleh hasil penelitian tahun III (2009), maka Tim Peneliti memohon kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M) Dikti untuk dapat memberikan dana penelitian pada tahun 2009 (Tahap III).

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan membuat laporan hasil. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan genotipa-genotipa tanaman padi yang tenggang terhadap Al dan pH rendah melalui seleksi pada larutan hara dan tanah masam.

Selesainya penelitian ini tidak lepas dari bantuan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional atas pendanaan yang telah diberikan, sehingga penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan Jadwal yang telah ditentukan.
2. Bapak Ketua beserta Staf Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan yang telah memproses secara baik, mulai dari pengajuan proposal sampai dengan pengiriman laporan hasil penelitian.
3. Bapak Dekan FMIPA Universitas Negeri Medan yang selalu memotivasi penulis untuk mengajukan proposal penelitian, serta kemudahan administrasi dalam rangka pelaksanaan penelitian.
4. Bapak Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan beserta jajarannya yang telah memberikan sarana dan prasarana penelitian sehingga penelitian ini dapat berjalan sebagaimana mestinya.

Akhirnya kepada semua pihak yang turut membantu dalam penelitian hingga penulisan laporan hasil ini, penulis sampaikan terima kasih. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu Biologi dan Pertanian (Pemuliaan Tanaman), khususnya bidang kultur jaringan tanaman.

Medan, 30 Oktober 2008

Penulis,

Tim Peneliti

## DAFTAR ISI

Halaman

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
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	9
BAB IV. METODE PENELITIAN .....	10
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	14
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....	28
DAFTAR PUSTAKA .....	29

## DAFTAR TABEL

Halaman

5.1. Penampakan beberapa genotipa tanaman padi varietas Limboto yang diamati setiap minggu selama 12 minggu .....	14
5.2. Pertambahan panjang akar beberapa genotipa tanaman padi varietas Limboto yang diamati setiap minggu selama 12 minggu .....	15
5.3. Perubahan pH larutan beberapa genotipa tanaman padi varietas Limboto yang diamati setiap minggu selama 12 minggu .....	16
5.4. Penampakan beberapa genotipa tanaman padi varietas Way rarem yang diamati setiap minggu selama 12 minggu .....	17
5.5. Pertambahan panjang akar beberapa genotipa tanaman padi varietas Way rarem yang diamati setiap minggu selama 12 minggu .....	18
5.6. Perubahan pH larutan beberapa genotipa tanaman padi varietas Way rarem yang diamati setiap minggu selama 12 minggu .....	19
5.7. Penampakan beberapa genotipa tanaman padi varietas Kalimutu yang diamati setiap minggu selama 12 minggu .....	20
5.8. Pertambahan panjang akar beberapa genotipa tanaman padi varietas Kalimutu yang diamati setiap minggu selama 12 minggu .....	21
5.9. Perubahan pH larutan beberapa genotipa tanaman padi varietas Kalimutu yang diamati setiap minggu selama 12 minggu .....	21
5.10. Genotipa-genotipa tanaman tenggang dan peka turunan varietas Limboto, Way rarem dan Kalimutu (Ringkasan Tabel 5.1 sampai Tabel 5.9) .....	23
5.11. Pertumbuhan tanaman, bunga dan benih normal (bernas) beberapa genotipa tanaman padi turunan Limboto yang diamati setiap minggu selama minggu .....	24
5.12. Pertumbuhan tanaman, bunga dan benih normal (bernas) beberapa genotipa tanaman padi turunan Way rarem yang diamati setiap minggu selama 10 minggu .....	25
5.13. Pertumbuhan tanaman, bunga dan benih normal (bernas) beberapa genotipa tanaman padi turunan Way rarem yang diamati setiap minggu selama 10 minggu .....	26

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

1. Seleksi beberapa genotipa tanaman padi pada larutan hara yang mengandung Al dan pH rendah ..... 22
2. Seleksi beberapa genotipa tanaman padi pada tanah masam ..... 27



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Akhir tahun 2006 dan awal tahun 2007 Indonesia menghadapi masalah mendasar yaitu kurangnya persediaan beras nasional yang membawa konsekuensi naiknya harga beras. Salah satu penyebab utama rendahnya produksi padi di Indonesia adalah kurangnya air untuk pertanaman padi sawah (Berita Televisi Menteri Pertanian Anton Apriantono Minggu ketiga Februari 2007). Karena selama ini produksi padi di Indonesia didominasi oleh varietas padi sawah dan rendahnya produksi padi gogo. Penyebab rendahnya produksi padi gogo adalah terbatasnya jumlah varietas padi gogo unggul sampai sekarang, sehingga menghambat perluasan penanaman (Edi, 2004).

Langkah awal untuk mengatasi masalah tersebut adalah membuat varietas padi gogo unggul lebih banyak dan disesuaikan dengan lahan kering yang ada. Karena sebagian besar lahan kering di Indonesia terutama di luar pulau Jawa didominasi oleh tanah masam Podsolik Merah Kuning yang luasnya sekitar 47,6 juta ha (32,4 %) dari luas total daratan Indonesia (Karama dan Abdurrachman, 1993), maka varietas padi gogo yang akan dibuat adalah varietas padi gogo yang tenggang terhadap Al dan pH rendah. Salah satu cara untuk mendapatkan varietas padi gogo tenggang Al dan pH rendah adalah dengan induksi keragaman somaklonal melalui kultur *in vitro* (kultur kalus) dan iradiasi sinar gamma.

Masalah yang sering dihadapi dalam perbaikan varietas tanaman adalah rendahnya keragaman genetik pada sel-sel somatik. Keragaman genetik dapat ditingkatkan melalui kultur kalus dan iradiasi sinar gamma (Mariska dan Gati, 2003). Kenyataan menunjukkan bahwa dengan keragaman genetik yang tinggi pemulia tanaman akan lebih mudah menseleksi sifat-sifat unggul yang diinginkan. Salah satu sifat unggul yang diinginkan adalah sifat ketenggangan terhadap keracunan Al dan pH.

Akhirnya untuk menjawab permasalahan di atas, maka tujuan umum dari penelitian ini untuk mendapat beberapa varietas tanaman padi yang tenggang terhadap keracunan Al dan pH rendah serta mempunyai produktivitas dan mutu hasil tinggi.



## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1. Pertumbuhan dalam Kultur Jaringan

Kultur jaringan adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan dan organ, serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman utuh kembali (Bhojwani dan Razdan, 1983). Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman secara *in vitro* ditentukan oleh beberapa faktor kompleks di antaranya : (1) susunan genetik dari spesies tanaman, (2) nutrisi, (3) faktor-faktor pertumbuhan fisik, (4) beberapa senyawa organik seperti zat pengatur tumbuh, vitamin dan sebagainya.

Gunawan (1992) menyatakan bahwa keberhasilan dalam penggunaan metode kultur jaringan sangat bergantung pada media yang digunakan. Media kultur jaringan tersusun dari : hara makro dan mikro, vitamin, gula, asam amino dan N organik, persenyawaan kompleks alamiah (air kelapa, juice tomat), buffer organik, arang aktif, zat pengatur pertumbuhan dan bahan pematat media.

Pengaruh komposisi media dapat disebabkan oleh keseimbangan komponen yang menyusun media di antaranya zat pengatur tumbuh. Salah satu mekanisme yang mengatur organogenesis adalah taraf relatif auksin (IAA, NAA, dan 2,4-D) dan sitokinin (BAP, zeatin dan thidiazuron) dalam media. Sebagai contoh, pada tembakau dengan nisbah auksin terhadap sitokinin dalam media (IAA/kinetin) tinggi, akan membentuk akar dan apabila sebaliknya akan terbentuk tunas, sedangkan apabila nisbah auksin/sitokinin sama akan terbentuk kalus (Bhojwani dan Razdan, 1983). George dan Sherrington (1983) juga menyatakan bahwa pertumbuhan dan morfogenesis *in vitro* diatur oleh interaksi dan keseimbangan antara suplai zat pengatur tumbuh dalam media dan yang diproduksi secara endogen oleh sel-sel yang dikultur.

Pertumbuhan dimanifestasikan sebagai peningkatan permanen dalam hal ukuran, atau berat. Ukuran tidak hanya kriteria yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan, misalnya pertumbuhan sel dalam kultur suspensi dapat dinilai dengan mengukur bobot segar jaringan yang hidup. Pertumbuhan dari zigot akan

menyebabkan terjadinya penambahan volume, bobot, jumlah sel, jumlah protoplasma dan juga kompleksitas. Pengukuran pertumbuhan dapat dilakukan terhadap faktor-faktor tersebut walaupun yang banyak digunakan adalah pengukuran penambahan bobot kering (Salisbury dan Ross, 1995; Taiz dan Zeiger, 1991).

## 2.2. Pengaruh Keracunan Al

Kendala utama dalam peningkatan produksi pangan pada lahan kering atau lahan marginal adalah rendahnya ketersediaan hara N, P, K, Ca, Mg dan Mo (Raper dan Kramer, 1987; Marschner, 1995). Pada lahan dengan tingkat kemasaman tinggi, pertumbuhan tanaman dihambat oleh ion-ion logam seperti Al, Fe dan Mn. Namun di antara ion-ion tersebut Al merupakan unsur penting karena merupakan faktor utama dalam penghambatan pertumbuhan dan bersifat racun bagi tanaman. Menurut Marschner (1995) lebih dari 70 % tanah masam tropis mengalami defisiensi Ca dan Mg sehingga memiliki kapasitas fiksasi P yang amat tinggi.

Salah satu penyebab kerusakan pada akar oleh ion polimer Al adalah terbentuknya ikatan antar polimer Al dengan membran plasma akar yang menyebabkan kerusakan pada membran dan kebocoran  $K^+$  dari sel akar (Matsumoto, Yamamoto dan Kasai, 1992).

Efek kerusakan Al pada tanaman diawali dengan gangguan terhadap tudung akar yang mempunyai sinyal dan merupakan detektor gaya gravitasi serta halangan mekanis sehingga pada gilirannya akan mengurangi sekresi musilage sel tudung akar dimana sel tersebut merupakan sumber pengatur endogen pertumbuhan. Pada tingkat molekuler, Al berhubungan dengan DNA sehingga interaksi Al dengan DNA akan mempengaruhi sifat-sifat fisikokimia dan fungsi biologis seperti menghentikan pembelahan sel pada meristem akar, perpanjangan sel, sintesis DNA dan RNA. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Matsumoto (1991) yang menyatakan bahwa Al menghambat pembelahan sel dengan mengganggu penggandaan DNA.

Pada dinding sel, penghambatan terjadi karena Al menggantikan kedudukan  $Ca^{2+}$  pada lamela tengah.  $Ca^{2+}$  mempunyai peranan penting dalam transpor ion melewati membran plasma sebab Ca merupakan "second messenger" dalam aktivitas  $H^+$  - ATPase dengan bantuan calmodulin. Dalam hal ini dengan digantikannya  $Ca^{2+}$  yang melekat pada calmodulin akan terjadi perubahan aktivitas enzim. Ikatan Al

dengan karboksil ( $\text{RCOO}^-$ ) membentuk ikatan kuat sehingga sel tidak mampu membesar. Selain itu Al juga berhubungan dengan membran lipid bilayer pada sel sehingga dapat menyebabkan kerusakan struktur membran karena  $\text{Ca}^{2+}$  digantikan oleh  $\text{Al}^{3+}$  yang akhirnya mempengaruhi penyerapan hara (Marschner, 1995).

### 2.3. Mekanisme Toleransi Al

Menurut Taylor (1991) dan Marschner (1995) ada dua mekanisme toleransi tanaman terhadap Al yaitu mekanisme eksklusi dan mekanisme toleransi internal. Dalam hal ini mekanisme eksklusi terdiri dari : immobilisasi pada dinding sel, permeabilitas selektif dari membran plasma, meningkatnya pH dalam rizosfir atau apoplas akar, eksudasi ligan kelat, eksudasi fosfat dan effluk Al; sedang mekanisme toleransi internal termasuk kelatisasi Al oleh asam organik (asam malat) pada sitoplasma, kompartementasi Al dalam vakuola, isoenzim toleran, sintesis protein spesifik pengikat Al yang akan menurunkan serapan Al ataupun peningkatan effluk Al. Pembentukan kompleks Al dengan asam organik merupakan salah satu mekanisme toleransi tanaman terhadap Al. Asam organik berperan dalam eksklusi Al melalui pelepasannya dari akar dan detoksifikasi Al dalam simplas dimana asam organik tersebut dapat mengkelat Al dan mereduksi atau mencegah pengaruh racun Al. Taylor (1991) juga mengemukakan bahwa tanaman yang toleran Al cenderung meningkatkan pH di daerah rizosfir. Perubahan pH pada daerah rizosfir ini berhubungan dengan kemampuan tanaman dalam penyerapan  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$  (Harjadi dan Yahya, 1988). Bila  $\text{NO}_3^-$  lebih banyak diserap maka pH sitosol akan turun sehingga menyebabkan meningkatnya aktivitas enzim malat untuk menstimulir terjadinya dekarboksilasi malat menjadi piruvat. Penyerapan  $\text{NO}_3^-$  yang lebih besar juga menyebabkan terjadinya pelepasan ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) atau ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) ke arah perakaran sehingga sekaligus juga meningkatkan pH, yang pada gilirannya akan mengurangi kelarutan Al.

Selanjutnya dari studi pada tingkat molekuler yang dilakukan oleh Richards *et al.* (1998) pada bibit *Arabidopsis thaliana* terbukti bahwa ada empat gen yang terekspresi yang sifatnya transien menginduksi peroksidase, glutathione-s-transferase, protein yang mengikat tembaga biru, protein homolog pada retikulum dan enzim oksidoreduktase. Hasil ekspresi gen tersebut menyimpulkan bahwa

perlakuan Al pada Arabidopsis menginduksi stres oksidatif. Dalam hal ini stres oksidatif merupakan reaksi tanaman terhadap level toksik Al.

#### 2.4. Keragaman Somaklonal

Metode kultur jaringan selain menghasilkan propagula yang bermutu, juga dapat menghasilkan keragaman somaklonal yang dapat dipergunakan dalam pemuliaan tanaman secara *in vitro*. Keragaman somaklonal tanaman didefinisikan sebagai keragaman genetik dari tanaman yang dihasilkan melalui kultur jaringan (Larkin dan Scowcroft, 1981).

Keragaman somaklonal yang dihasilkan dari penerapan teknik kultur jaringan dalam budidaya tanaman, merupakan suatu bukti bahwa melalui perbanyakan secara vegetatif terdapat kemungkinan diperoleh individu baru yang tidak seperti induknya. Dua keuntungan dari perubahan kromosom yang diperoleh melalui keragaman somaklonal yaitu : (1) keragaman yang diperoleh kemungkinan tidak akan diperoleh pada *genepool* yang ada, (2) perubahan beberapa sifat yang akan memperbaiki penampilan. Melalui teknik kultur jaringan terdapat dua hal yang berbeda kepentingannya bagi pemuliaan tanaman yaitu mempertahankan kestabilan genotipe dan merangsang keragaman genetik. Kestabilan genotipe dapat dicapai dengan mendorong sesingkat mungkin fase pertumbuhan tak berdiferensiasi (fase kalus, sel bebas), sedangkan keragaman genetik dapat dicapai pada fase tak berdiferensiasi yang relatif panjang. Sejumlah mutan diduga dapat terbentuk pada fase kalus dan sel bebas, dari sini dapat diseleksi turunan yang sangat berguna bagi pemuliaan tanaman. Oleh karena itu dari hasil kultur jaringan dapat diseleksi genotipe yang berguna bagi pemuliaan tanaman seperti sifat-sifat tahan penyakit, toleransi terhadap salinitas dan ion-ion yang meracuni tanaman (seperti Al, Mn, Pb, Fe), kekeringan serta herbisida (Gunawan, 1992).

Pada kultur jaringan keadaan eksplan dan keseimbangan zat pengatur tumbuh dalam media dapat mempengaruhi kestabilan genetik materi kultur (Ancora dan Sonuino, 1987). Menurut D'Amato (1978) dan Bayliss (1980) kultur jaringan merupakan sumber potensial untuk mendapatkan keragaman, yaitu dengan cara mengatur komposisi media, keseimbangan zat pengatur tumbuh, dan lama mengkulturkan. Terdapat tiga cara memperoleh keragaman somaklonal dari eksplan

yang telah berhasil dikerjakan yaitu : (1) eksplan yang beregenerasi langsung membentuk tunas dan akar, (2) menginduksi kalus terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan penanaman sel tunggal, dan (3) kultur protoplasma (Jacobsen, 1987).

Reisch (1983) mengungkapkan bahwa kultur kalus dapat menghasilkan keragaman somaklonal. Keragaman ini dapat ditingkatkan dengan menggunakan mutagen. Mutagen yang digunakan dapat berupa mutagen fisik seperti sinar-x dan sinar gamma, maupun mutagen kimia dapat berupa bahan kimia antara lain etil metan sulfonat (EMS), dietil sulfat (DES) dan nitroso metil urea (NMU) (Ancora dan Sonuino, 1987).

## 2.5. Mutagen

Keragaman somaklonal yang terjadi tidak hanya mengandalkan pada cara spontan, tetapi dapat ditingkatkan dengan cara induksi dari luar dengan menggunakan mutagen fisik maupun kimia, dan mutasi yang diperoleh merupakan mutasi buatan (induced mutation) (Ismachin, 1988). Penggunaan mutagen dalam pemuliaan tanaman dimulai tahun 1940an. Di antara peneliti yang telah melakukannya adalah Freisleben dan In Halle dari Jerman. Mereka berhasil mendapatkan mutan barley yang tahan *mildew*. Pada saat yang sama Tolenaar berhasil mendapatkan mutan dari tanaman tembakau yang diradiasi sinar-x di Deli Medan (Ismachin, 1988).

Sinar-x dan sinar gamma (mutagen fisik) adalah gelombang elektro magnetik, dimana protonnya akan meresap kedalam materi dengan suatu proses dimana sebagian atau seluruh energi proton ditransfer ke energi kinetik suatu elektron. Elektron ini kemudian kehilangan energinya karena berinteraksi dengan atom molekul materi tadi dan melepaskan elektron lain. Beberapa elektron ini dapat menghasilkan energi yang cukup untuk mengionisir partikelnya sendiri. Proses ionisasi ini menghasilkan radikal ion positif dan ion bebas. Dalam sistem biologi elektron tersebut akan terjebak dalam sistem polar, sehingga cukup waktu bagi ion radikal yang lebih dan aktif itu untuk bereaksi dengan molekul lain atau masuk ke dalam susunan jaringan (Ismachin, 1988).

Materi biologi selalu mengandung air yang cukup banyak. Dengan demikian penyerapan sinar pengion dalam materi biologi akan melibatkan proses fisika dan kimia sebagai sumber kerusakan gen (Ismachin, 1988). Bagi para pemulia tanaman perlu diketahui tinggi rendahnya kecepatan dosis atau laju dosis iradiasi. Dosis terserap untuk setiap sinar pengion adalah jumlah energi yang diserap per berat benda yang disinari. Satuan sinar radiasi adalah Gray (Gy) atau rad.

$$\begin{aligned} 1 \text{ rad} &= 100 \text{ erg per gr} = 10 \text{ joule per kg} \\ 1 \text{ Gy} &= 100 \text{ rad} = 0,1 \text{ krad} \end{aligned}$$

Kecepatan dosis adalah jumlah dosis terserap persatuan waktu (rad per detik atau Gy per detik). Dosimeter adalah alat pengukur besarnya dosis radiasi. Dosimeter standar yang umum digunakan adalah dosimeter Fricke, tetapi dosimeter ini hanya untuk pengukuran dosis sinar gamma antara 40-400 Gy. Diluar dosis itu dosimeter sudah tidak tepat lagi. Pengukuran dosis diluar selang tersebut dilakukan kalibrasi dengan perhitungan atas laju dosis dan waktu penyinaran (Ismachin, 1988).

## 2.6. Studi Pendahuluan/Kemajuan yang Telah Dicapai

Studi pendahuluan/kemajuan yang telah dicapai untuk penelitian ini telah banyak dilakukan untuk memberikan gambaran dalam mencapai tujuan jangka panjang dan target khusus yang diinginkan. Berikut ini berbagai penelitian pendahuluan/kemajuan yang telah dicapai.

Penelitian pendahuluan tentang keragaman somaklonal pada padi dapat ditingkatkan melalui kultur kalus dan iradiasi sinar gamma (Edi, 2004), mutasi induksi dengan sinar gamma ( $Co^{60}$ ) dapat meningkat keragaman somaklonal (Soedjono, 2003), pemanfaatan kultur *in vitro* untuk meningkat keragaman genetik tanaman nilam (Mariska dan Gati, 20003).

Beberapa penelitian seleksi *in vitro* yang dilakukan untuk mendapatkan ketahanan antara lain : (a) seleksi *in vitro* untuk ketahanan terhadap tanah masam dan Al pada tanaman kedelai, dari hasil penelitian didapatkan varietas kelinci yang tahan terhadap tanah masam (Hutabarat dan Ratma, 1996), (b) pengaruh sinar gamma terhadap toleransi Al pada padi varietas sentani melalui teknik kultur jaringan, dari hasil penelitian didapatkan mutan tahan Al pada perlakuan 10 Gy + 8 ppm Al dan 20 Gy + 14 ppm Al (Hutabarat, 1991), (c) induksi keragaman somaklon ke arah ketenggangan terhadap keracunan Al pada tanaman jagung, dari hasil penelitian didapatkan terjadinya peningkatan daya ketenggangan tanaman jagung somaklon terhadap keracunan Al sampai taraf 800  $\mu M$   $AlCl_3$  (Sutjahjo, 1994), dan (d) seleksi varietas padi peka menjadi tahan Al menggunakan keragaman somaklonal, dari hasil penelitian didapatkan tanaman padi genotipe Aiwu yang tahan terhadap Al pada konsentrasi 250 dan 1000  $\mu ML^{-1}$  pada pH 3,85 (Van Sint Jan *et al*, 1997).

Beberapa hasil penelitian penggunaan radiasi pada eksplan kultur jaringan yang menghasilkan keragaman somaklonal adalah pengaruh sinar gamma pada nilam (*Pogostemum cablin* Bent.) (Mariska *et al.*, 1997), pisang ambon kuning (Wardiyati *dkk*, 2000), *Catharantus roseus* (L.) Don. (Syukur, 2000), padi varietas Sentani (Hutabarat, 1991), dan padi Basmati 370 (Rodrangboon, 1993).

## BAB III

### TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### 3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan jangka panjang dari penelitian ini adalah mendapatkan beberapa varietas padi yang tenggang terhadap keracunan Al dan pH rendah melalui keragaman somaklonal dan iradiasi sinar gamma, sehingga tujuan khusus pada tahun kedua yang ingin dicapai adalah :

1. Memperoleh tanaman padi yang tenggang terhadap Al dan pH rendah hasil seleksi larutan hara.
2. Memperoleh benih padi vigor dan fertil yang tenggang terhadap Al dan pH rendah hasil seleksi tanah masam.

#### 3.2. Manfaat Penelitian

1. Genotipa-genotipa tanaman padi hasil seleksi *in vitro* pada larutan hara yang tenggang Al dan pH rendah dapat digunakan untuk seleksi pada tanah masam.
2. Benih padi vigor dan fertil dari beberapa genotipa tanaman padi hasil seleksi pada tanah masam dapat dimanfaatkan untuk uji progeny tahun ke III.



## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan dan Rumah Kaca Jurusan Biologi FMIPA UNIMED. Penelitian dimulai bulan Maret sampai Oktober 2008.

#### 4.2. Bahan dan Alat

Bahan yang akan digunakan adalah 59 genotipa tanaman padi tenggang AI dan pH rendah hasil seleksi kutur *in vitro* (hasil penelitian tahun pertama) yang berasal dari 3 macam varietas padi gogo unggul dengan rincian : turunan Limboto 23 genotipa, turunan Way rarem 20 genotipa, turunan Kalimutu 16 genotipa. Sebagai pembanding dilapangan digunakan varietas Dupa (tahan AI dan pH rendah) dan varietas Salum pikit (peka AI dan pH rendah).

Bahan dan alat yang digunakan di rumah kaca adalah : a) untuk aklimatisasi : tanah kebun dan pupuk kompos, polibag kecil ukuran 12 x 12 cm, gelas akua untuk tutup planlet, b) untuk pengujian planlet pada larutan hara seleksi : botol kultur ukuran 500 ml, gabus dan busa tutup botol, aerator, slang kecil dan c) untuk pengujian tanaman pada tanah masam menggunakan tanah podsolik merah kuning (PMK), kapur pertanian (kaptan), pupuk buatan (urea, SP 36, KCl), pot plastik besar, ayakan dan bahan pengendalian hama dan penyakit (Azodrin 1 cc/l dan Dithane M-45 1 g/l).

#### 4.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode yang sesuai dengan tujuan penelitian yaitu mendapat varietas tanaman yang tenggang terhadap AI dan pH melalui keragaman somaklonal yang diinduksi melalui kultur *in vitro* (kultur kalus) dan iradiasi sinar gamma. Untuk mencapai tujuan tersebut berbagai metode digunakan, antara lain :

## Tahun II :

1. Seleksi pada larutan hara menggunakan metode Van Sint Jan *et al.* (1997) untuk unsur makro dan Yoshida *et al.* (1976) untuk unsur mikro. **Luaran** untuk mendapatkan *tanaman padi tenggang Al dan pH rendah* pada larutan hara seleksi. **Indikator** yang diamati adalah *tanaman padi yang berwarna hijau, akar bertambah panjang dan pH larutan naik*.
2. Pengujian pada tanah masam menggunakan metode Sarkarung (1986) dengan cara mencampur tanah podsolik merah kuning dengan kapur pertanian berdasarkan hasil analisis tanah. Kemudian tanaman padi hasil seleksi larutan hara ditanam selama 10 minggu. **Luaran** untuk mendapat *tanaman padi yang dapat menghasilkan benih*. **Indikatornya** adalah *tanaman padi yang tumbuh baik, berbunga dan menghasilkan benih vigor dan fertil*. Benih padi vigor dan fertil dihasilkan akan digunakan untuk uji selanjutnya.

### 4.4. Percobaan (Rumah Kaca)

#### 4.4.1. Aklimatisasi planlet

Aklimatisasi dilakukan untuk mendapatkan tanaman yang tahan terhadap kondisi luar (alami) yang sangat berbeda dengan kondisi sebelumnya yaitu kondisi *in vitro* (kondisi laboratorium) yang steril. Perlakuannya adalah media tanam menggunakan campuran tanah kebun dan kompos (2 : 1). Peubah yang diamati adalah : jumlah (%) tanaman tenggang (hidup) setelah proses akhir aklimatisasi. Hasil aklimatisasi akan digunakan untuk pengujian pada larutan hara seleksi.

#### 4.4.2. Pengujian tanaman pada larutan hara seleksi

Tanaman hasil aklimatisasi diuji menggunakan larutan hara seleksi selama 12 minggu. Konsentrasi Al yang ditambahkan sesuai dengan yang ditambah pada media seleksi. Larutan hara seleksi diperbarui setiap minggu dan optimasi pH 4 (pH awal) dilakukan dengan penambahan 0.1 N NaOH atau 0.1 N HCl. Untuk menghindari terjadinya pengendapan pada larutan hara digunakan aerator. Peubah yang diamati adalah pertambahan panjang akar dan perubahan pH larutan.

#### 4.4.3. Pengujian tanaman pada tanah masam

Tanaman yang tenggang terhadap larutan hara seleksi dipindahkan kedalam pot plastik besar berisi tanah podsolik merah kuning dan untuk kontrol ditambah kapur berdasarkan hasil analisis tanah untuk ditumbuhkan sampai menghasilkan biji R1. Selanjutnya rasio bobot gabah per rumpun (RBGR) dihitung dengan persamaan :

$$RBGR = \frac{\text{Bobot gabah per rumpun pada keadaan tercekam Al}}{\text{Bobot gabah per rumpun pada keadaan tanpa Al}} \times 100 \%$$

Berdasarkan nilai skoring RBGR, tanaman dikelompokkan berdasarkan sifat ketenggannya terhadap Al mengikuti metode Sarkarung (1986) yang telah dimodifikasi, yaitu skor 0 = > 90% (sangat tenggang), 1 = 81 — 90 % (tenggang), 2 = 71 - 80% (agak tenggang), 3 = 61 - 70% (agak peka), 4 = 51 - 60 (peka) dan 5 = < 50% (sangat peka).

#### 4.5. Prosedur Penelitian

Aklimatisasi dilakukan untuk penyesuaian dengan lingkungan luar yang tidak steril. Sebelum planlet dipindahkan kelingkungan luar, terlebih dahulu disiapkan media tanam yang terdiri dari campuran tanah kebun dengan kompos (2 : 1), kemudian campuran tanah dan kompos diayak dan dimasukkan ke dalam polibag kecil (12 x 12 cm). Setelah itu permukaan tanah disiram dengan benlate 1 g/l. Planlet yang ada dalam botol kultur dikeluarkan, media kultur yang masih ada pada akar planlet secara berlahan-lahan dicuci pada air mengalir. Selanjutnya planlet ditanam pada pot-pot yang telah disiapkan. Untuk menjaga penguapan yang terlalu besar, planlet ditutupi dengan gelas akua dan paranet yang berwarna hitam selama 10 hari. Setelah 10 hari secara berangsur-angsur tutup gelas dan paranet dibuka sedikit demi sedikit sampai akhirnya tanpa penutup sama sekali. Tanaman yang sudah dapat bertahan diruangan terbuka akan dipindahkan kelarutan hara seleksi (seleksi planlet).

Pengujian planlet pada kurtur larutan hara, pembuatan larutan hara seleksi dilakukan dengan cara menimbang dan mencampur bahan kimia makro dan mikro serta melarutkannya dalam akuades. Selanjutnya larutan hara seleksi dimasukkan

ke dalam botol kultur besar sebanyak 400 ml. Gabus dan busa digunakan sebagai penyangga tanaman di atas permukaan botol, setiap botol satu tanaman. Suplai oksigen dilakukan dengan menggunakan aerator yang dihubungkan oleh slang kecil ke tiap-tiap botol kultur. Larutan diperbarui setiap minggu, selama dua minggu.

Pengujian tanaman pada tanah masam, tanah yang digunakan adalah tanah Podsolik Merah Kuning (PMK). Untuk tanaman kontrol digunakan tanah yang sama tetapi diberi pengapuran setara  $1 \times A_{dd}$ . Media tanam dipersiapkan dalam pot-pot plastik dengan volume 10 kg tanah per pot. Selanjutnya tanaman hasil seleksi kultur larutan hara dipindahkan ke pot-pot plastik untuk ditumbuhkan sampai menghasilkan benih R1 (Gambar 2). Pemupukan dilakukan sehari sebelum tanam dengan dosis 5 g Urea, 4 g SP36 dan 4 g KG per pot. Penyiraman dilakukan dua hari sekali, sedangkan pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara kontinyu setiap dua minggu atau apabila tanaman menunjukkan gejala serangan.

#### 4.6. Komposisi Larutan Hara Seleksi

Larutan hara seleksi digunakan untuk seleksi tanaman berisi :  $240.7 \text{ mg L}^{-1} \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $228.6 \text{ mg L}^{-1} \text{ NH}_4\text{NO}_3$ ,  $41.02 \text{ mg L}^{-1} \text{ Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $27.8 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $16.09 \text{ mg L}^{-1} \text{ KCl}$ ,  $6.16 \text{ mg L}^{-1} \text{ NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (0 dan 45 ppm), pH 4.0 dan mikroelemen Yoshida *et al.* (1976).

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### I. SELEKSI PADA LARUTAN HARA

Dari Penelitian yang telah dilakukan pada larutan hara untuk beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Limboto, Way rarem dan Kalimutu dengan parameter penampakan (performance) tanaman, pertambahan panjang akar dan perubahan pH larutan adalah sebagai berikut ini.

#### 1. Varietas Limboto

##### 1.1. Penampakan Tanaman

Tabel 5.1. Penampakan beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Limboto yang diamati setiap minggu selama 12 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan Penampakan Tanaman											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	L1	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
2	L2	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k	k
3	L3	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
4	L4	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
5	L5	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
6	L6	h	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k
7	L7	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k
8	L8	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
9	L9	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
10	L10	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
11	L11	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
12	L12	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
13	L13	h	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k
14	L14	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k
15	L15	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
16	L16	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
17	L17	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
18	L18	h	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k
19	L19	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
20	L20	h	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k
21	L21	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
22	L22	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
23	L23	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h

Keterangan : h = hijau, k = kuning (mati)

Dari Tabel 5.1 di atas terlihat adanya keragaman ketenggangan Al dan pH rendah yang terlihat pada penampakan tanaman padi beberapa genotipa yang diuji pada larutan hara (Gambar 1). Pada genotipa-genotipa tanaman padi yang tenggang terlihat dari awal

mampu menyesuaikan diri dengan tetap tumbuh hijau, sedangkan pada genotipa-genotipa yang tidak/kurang tenggang memperlihatkan gejala mulai menguning pada minggu ke 4, 5, 6 dan pada akhirnya tanaman tersebut kuning total (mati). Adanya keragaman ketenggangan disebabkan oleh adanya keragaman somaklonal yang diinduksi melalui kultur *in vitro* dan iradiasi sinar gamma (Edi, 2004).

## 1.2. Pertambahan Panjang Akar

Tabel 5.2. Pertambahan panjang akar beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Limboto yang diamati setiap minggu selama 12 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan Pertambahan Panjang Akar (cm)												$\bar{X}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	L1	2,1	1,9	2,3	1,8	1,7	2,4	2,0	2,1	1,6	1,9	2,4	2,0	2,0
2	L2	1,5	1,0	0,9	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
3	L3	2,0	1,7	2,2	1,6	2,1	2,0	2,2	2,3	1,8	2,0	2,2	1,9	2,0
4	L4	2,4	1,5	2,0	2,8	1,9	2,3	1,8	2,5	2,1	1,8	1,4	1,6	2,0
5	L5	2,5	1,6	2,1	1,9	1,7	2,2	2,1	1,8	1,9	1,7	2,0	1,8	1,9
6	L6	1,2	0,9	0,7	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
7	L7	1,3	1,1	0,8	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
8	L8	2,2	1,8	2,1	1,8	2,5	1,9	1,7	2,0	1,5	2,1	2,4	2,1	2,0
9	L9	1,8	2,5	1,7	2,3	2,1	1,8	1,5	2,4	2,2	1,9	1,6	1,7	2,0
10	L10	2,3	1,6	2,1	1,9	1,7	2,2	2,1	1,8	1,9	1,7	2,0	2,1	2,0
11	L11	1,9	1,8	2,0	1,8	1,5	1,4	2,2	2,3	1,7	1,9	2,5	2,3	2,0
12	L12	2,2	2,3	1,8	1,6	1,7	2,4	2,0	2,1	1,6	2,4	2,2	1,7	2,0
13	L13	1,3	1,0	0,7	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
14	L14	0,9	0,7	0,6	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
15	L15	2,1	1,7	2,2	1,6	2,0	2,0	2,2	2,3	1,8	2,1	2,2	2,0	2,0
16	L16	2,3	1,6	2,0	2,8	1,8	2,3	1,8	2,4	2,1	1,7	1,4	1,7	2,0
17	L17	2,4	1,8	2,1	1,9	1,9	2,2	2,1	1,8	1,9	1,8	2,0	1,9	2,0
18	L18	1,1	0,8	0,7	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
19	L19	2,0	2,1	1,8	1,8	1,7	2,2	2,0	2,2	1,6	2,3	2,1	1,9	2,0
20	L20	1,3	1,1	0,9	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
21	L21	1,7	2,3	1,8	2,1	2,1	1,7	1,5	2,4	2,1	1,9	1,8	2,1	2,0
22	L22	2,1	1,8	2,0	1,9	1,7	2,2	2,0	1,8	1,9	1,7	2,1	2,0	2,0
23	L23	1,8	1,7	2,1	1,7	1,5	1,4	2,2	2,1	1,8	1,9	2,5	2,2	2,0

Dari Tabel 5.2 di atas terlihat variasi nilai pertambahan panjang akar yang sangat berbeda antara genotipa-genotipa tanaman padi tenggang dengan yang tidak/kurang tenggang. Dari Rataan terlihat genotipa-genotipa tenggang pertambahan panjang akar 2,0 cm, sedangkan pada genotipa-genotipa tidak tenggang rata-rata pertambahan panjang akar antara 0,2 sampai 0,3 cm. Pembentukan kompleks Al dengan asam organik merupakan salah satu mekanisme toleransi tanaman terhadap Al. Asam organik berperan dalam

eksklusi Al melalui pelepasannya dari akar dan detoksifikasi Al dalam simplas dimana asam organik tersebut dapat mengkelat Al dan mereduksi atau mencegah pengaruh racun Al sehingga akar bertambah panjang (Taylor, 1991 dan Marschner, 1995).

### 1.3. Perubahan pH Larutan

Tabel 5.3. Perubahan pH larutan beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Limboto yang diamati setiap minggu selama 12 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan Perubahan pH Larutan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	L1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4
2	L2	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,1
3	L3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
4	L4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
5	L5	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
6	L6	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
7	L7	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
8	L8	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
9	L9	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
10	L10	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
11	L11	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
12	L12	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
13	L13	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
14	L14	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
15	L15	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
16	L16	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
17	L17	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
18	L18	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
19	L19	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
20	L20	0,1	-0,1	0,1	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
21	L21	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4
22	L22	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
23	L23	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3

Dari Tabel 5.3 di atas terlihat perbedaan perubahan pH antara genotipa-genotipa tanaman padi tenggang dengan yang tidak/kurang tenggang. Yang termasuk nomor kode genotipa-genotipa kurang tenggang adalah L2, L6, L7, L13, L14, L18, L20 dan yang lain adalah tenggang. Perbedaan angka terlihat jelas, pada genotipa-genotipa tanaman padi tenggang terlihat adanya kenaikan pH larutan dari 0,2 sampai 0,4 sedangkan pada genotipa-genotipa tanaman padi tidak/kurang tenggang bahkan terjadi hal sebaliknya yaitu terjadi penurunan pH sampai 0,2. Hal ini mengindikasikan bahwa salah satu bentuk

penyesuaian ketenggangan adalah tanaman mampu meningkat pH larutan. Perubahan pH pada daerah rizosfir ini berhubungan dengan kemampuan tanaman dalam menyerap  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$  (Harjadi dan Yahya, 1988). Bila  $\text{NO}_3^-$  lebih banyak diserap maka pH sitosol akan turun sehingga menyebabkan meningkatnya aktivitas enzim malat untuk memstimulir terjadinya dekarboksilasi malat menjadi piruvat. Penyerapan  $\text{NO}_3^-$  yang lebih besar juga menyebabkan terjadinya pelepasan ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) atau ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) ke arah perakaran sehingga sekaligus juga meningkatkan pH.

## 2. Varietas Way rarem

### 2.1. Penampakan Tanaman

Tabel 5.4. Penampakan beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Way rarem yang diamati setiap minggu selama 12 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan Penampakan Tanaman											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	W1	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
2	W2	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
3	W3	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
4	W4	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
5	W5	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
6	W6	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
7	W7	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k	k
8	W8	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
9	W9	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
10	W10	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
11	W11	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k
12	W12	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
13	W13	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k
14	W14	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
15	W15	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
16	W16	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
17	W17	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k
18	W18	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
19	W19	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k	k
20	W20	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h

Keterangan : h = hijau, k = kuning (mati)

Dari Tabel 5.4 di atas terlihat bahwa gejala yang muncul bagi tanaman yang peka terhadap larutan hara seleksi mulai minggu ke 3,4 dan 5. Artinya semakin cepat muncul gejala kekuningan maka tanaman semakin peka. Ada enam genotipa tanaman yang peka



yaitu W2, W7, W11, W13, W17, W19 dan yang lainnya sebanyak 14 genotipa adalah tenggang. Genotipa-genotipa yang tenggang akan digunakan untuk seleksi berikutnya pada tanah masam. Hal ini terjadi karena adanya induksi keragaman somaklonal kearah ketenggangan Al dan pH rendah melalui kultur *in vitro* dan iradiasi sinar gamma.

## 2.2. Pertambahan Panjang Akar

Tabel 5.5. Pertambahan panjang akar beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Way rarem yang diamati setiap minggu selama 12 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan Pertambahan Panjang Akar (cm)												$\bar{X}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	W1	2,2	1,9	2,3	1,8	1,7	2,4	2,0	2,1	1,6	1,9	2,4	2,0	2,0
2	W2	1,4	1,0	0,5	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
3	W3	2,0	1,7	2,2	1,6	2,1	2,0	2,2	2,3	1,8	2,0	2,2	1,9	2,0
4	W4	2,4	1,5	2,0	2,8	1,9	2,3	1,8	2,5	2,1	1,8	1,4	1,6	2,0
5	W5	2,5	1,6	2,1	1,9	1,7	2,2	2,1	1,8	1,9	1,7	2,0	1,8	2,0
6	W6	2,0	1,7	2,2	1,6	2,1	2,0	2,2	2,3	1,8	2,0	2,2	1,9	2,0
7	W7	1,3	1,1	0,8	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
8	W8	2,2	1,8	2,1	1,8	2,5	1,9	1,7	2,0	1,5	2,1	2,4	2,1	2,0
9	W9	1,8	2,5	1,7	2,3	2,1	1,8	1,5	2,4	2,2	1,9	1,6	1,7	2,0
10	W10	2,3	1,6	2,1	1,9	1,7	2,2	2,1	1,8	1,9	1,7	2,0	2,1	2,0
11	W11	1,3	1,1	0,8	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
12	W12	2,2	2,3	1,8	1,6	1,7	2,4	2,0	2,1	1,6	2,4	2,2	1,7	2,0
13	W13	1,3	1,0	0,7	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
14	W14	2,0	1,7	2,2	1,6	2,1	2,0	2,2	2,3	1,8	2,0	2,2	1,9	2,0
15	W15	2,1	1,7	2,2	1,6	2,0	2,0	2,2	2,3	1,8	2,1	2,2	2,0	2,0
16	W16	2,3	1,6	2,0	2,8	1,8	2,3	1,8	2,4	2,1	1,7	1,4	1,7	2,0
17	W17	1,3	1,1	0,8	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
18	W18	2,1	1,7	2,2	1,6	2,0	2,0	2,2	2,3	1,8	2,1	2,2	2,0	2,0
19	W19	1,1	0,8	0,7	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
20	W20	2,0	2,1	1,8	1,8	1,7	2,2	2,0	2,2	1,6	2,3	2,1	1,9	2,0

Pertambahan panjang akar untuk Tabel 5.5 di atas seiring dengan penampakan tanaman padi. Genotipa-genotipa tenggang akan lebih cepat pertambahan panjang akarnya, karena mekanisme ketenggangan Al dan pH rendah dapat dilakukan. Tanaman tenggang pertambahan panjang akar kira-kira 2 cm per minggu, sedangkan tanaman peka pertambahan panjang akar kira 0,2 sampai 0,5 cm per minggu. Sama halnya dengan perubahan pH larutan juga berjalan seiring, seperti terlihat pada Tabel 5.6 berikut ini.

### 2.3. Perubahan pH Larutan

Tabel 5.6. Perubahan pH larutan beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Way rarem yang diamati setiap minggu selama 12 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan Perubahan pH Larutan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	W1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4
2	W2	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,1
3	W3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
4	W4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
5	W5	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
6	W6	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
7	W7	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
8	W8	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
9	W9	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
10	W10	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
11	W11	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,1
12	W12	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
13	W13	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
14	W14	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
15	W15	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
16	W16	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
17	W17	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
18	W18	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
19	W19	0,1	-0,1	0,1	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
20	W20	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3

Dari Tabel 5.6 di atas terlihat adanya perbedaan respon beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Way rarem yang diseleksi pada larutan hara terhadap perubahan pH. Perubahan pH merupakan salah satu bentuk tanaman untuk menyesuaikan terhadap keracunan Al. Genotipa-genotipa tanaman yang dapat menaikkan pH larutan akan dapat mengurangi aktifitas Al, sedangkan sebaliknya akan dapat meningkatkan aktifitas Al. Pengurangan aktifitas Al akan mengurangi daya racun Al terhadap tanaman. Tanaman yang dapat mengurangi daya racun Al akan tumbuh lebih baik dan dikategorikan sebagai tanaman tenggang terhadap Al dan pH rendah. Dari 20 genotipa tanaman padi yang diseleksi pada larutan hara, terdapat 6 genotipa yang mempunyai perubahan pH sangat kecil yaitu : W2, W7, W11, W13, W17 dan W19. Keenam tanaman ini dikategorikan sebagai tanaman peka terhadap Al dan pH rendah. Artinya sifat tenggang yang didapatkan dari hasil kultur *in vitro* belum stabil, buktinya tidak semua genotipa tanaman tenggang setelah seleksi pada larutan hara.

### 3. Varietas Kalimutu

#### 3.1. Penampakan Tanaman

Tabel 5.7. Penampakan beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Kalimutu yang diamati setiap minggu selama 12 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan Penampakan Tanaman											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	K1	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
2	K2	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
3	K3	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
4	K4	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
5	K5	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k	k
6	K6	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
7	K7	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
8	K8	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
9	K9	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
10	K10	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k	k
11	K11	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
12	K12	h	h	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k
13	K13	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
14	K14	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
15	K15	h	h	h	k	k	k	k	k	k	k	k	k
16	K16	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h

Keterangan : h = hijau, k = kuning (mati)

Untuk melihat penampakan tanaman dari varietas kalimutu, 16 genotipa hasil seleksi *in vitro* digunakan untuk seleksi larutan hara. Pengamatan mingguan selama 12 minggu memberikan hasil sebagai berikut. Pada minggu pertama sampai minggu ketiga belum terlihat perbedaan penampakan diantara genotipa yang diseleksi. Setelah minggu keempat baru terlihat adanya perbedaan penampakan, genotipa-genotipa tenggang warna daun tetap hijau, sedangkan tanaman peka daunnya sudah mulai menguning. Dari Tabel di atas terlihat 12 genotipa hijau dan 4 genotipa kuning. Terdapat dua penampakan genotipa-genotipa tanaman padi yang diseleksi yaitu : hijau dan kuning. Artinya penampakan hijau adalah genotipa tanaman tersebut dapat menyesuaikan dengan lingkungan Al dan pH rendah karena mampu mengurangi pengaruh keracunan Al dan pH rendah dengan sifat tenggang yang sudah ada di dalam genotipa tersebut. Hal ini didukung oleh pengamatan terhadap pertambahan panjang akar dan perubahan pH tanaman yang ada pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 berikut ini. Dimana keempat genotipa peka tersebut mempunyai pertambahan panjang akar dan perubahan pH larutan yang rendah.

### 3.2. Pertambahan Panjang Akar

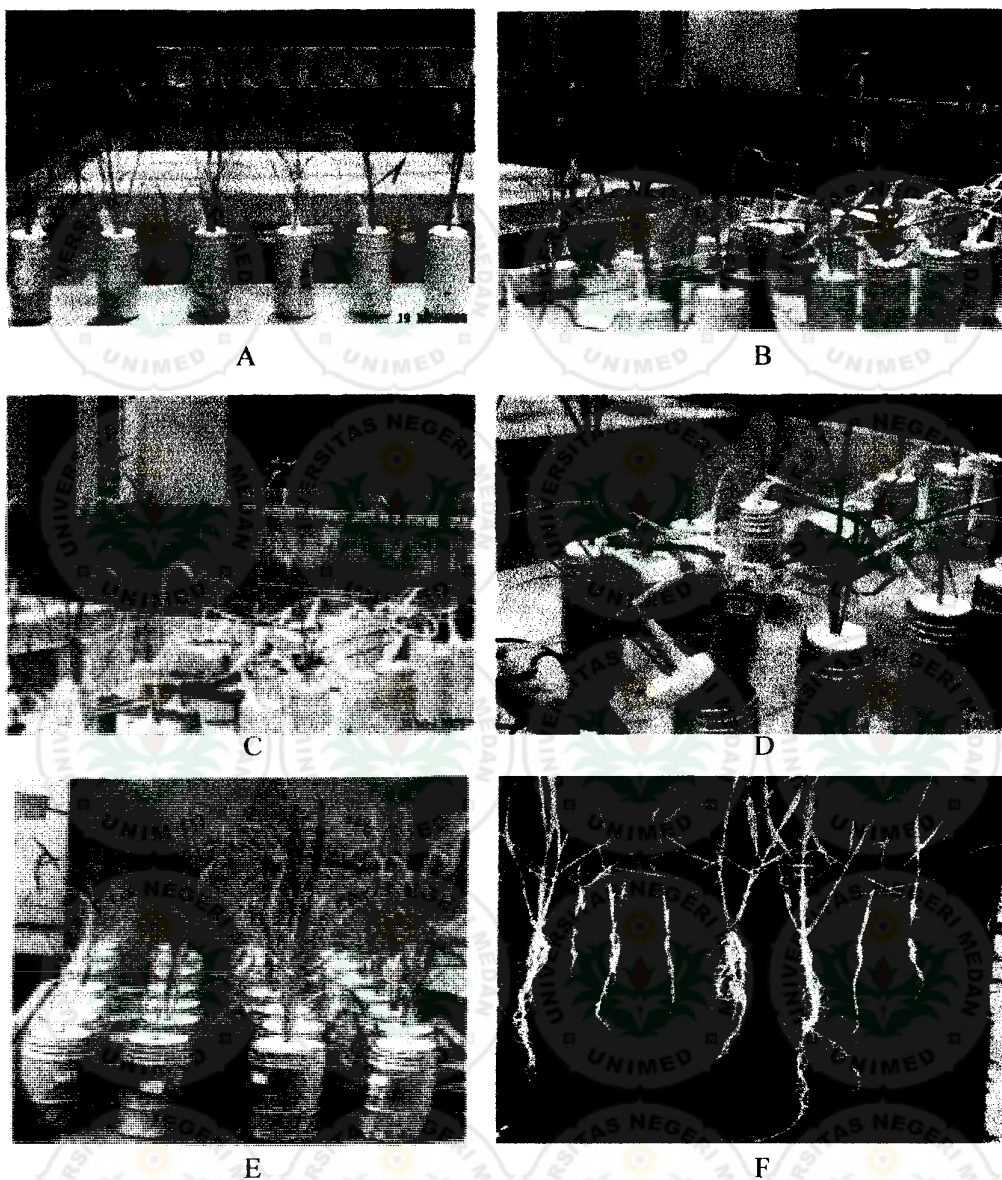
Tabel 5.8. Pertambahan panjang akar beberapa genotipa tanaman padi turunan varietas Kalimutu yang diamati setiap minggu selama 12 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan Pertambahan Panjang Akar (cm)												$\bar{X}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	K1	2,1	1,9	2,3	1,8	1,7	2,4	2,0	2,1	1,6	1,9	2,4	2,0	2,0
2	K2	2,5	1,6	2,1	1,9	1,7	2,2	2,1	1,8	1,9	1,7	2,0	1,8	2,0
3	K3	2,0	1,7	2,2	1,6	2,1	2,0	2,2	2,3	1,8	2,0	2,2	1,9	2,0
4	K4	2,4	1,5	2,0	2,8	1,9	2,3	1,8	2,5	2,1	1,8	1,4	1,6	2,0
5	K5	1,2	0,9	0,7	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
6	K6	2,5	1,6	2,1	1,9	1,7	2,2	2,1	1,8	1,9	1,7	2,0	1,8	2,0
7	K7	2,0	1,7	2,2	1,6	2,1	2,0	2,2	2,3	1,8	2,0	2,2	1,9	2,0
8	K8	2,2	1,8	2,1	1,8	2,5	1,9	1,7	2,0	1,5	2,1	2,4	2,1	2,0
9	K9	1,8	2,5	1,7	2,3	2,1	1,8	1,5	2,4	2,2	1,9	1,6	1,7	2,0
10	K10	1,3	1,0	0,7	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
11	K11	1,9	1,8	2,0	1,8	1,5	1,4	2,2	2,3	1,7	1,9	2,5	2,3	2,0
12	K12	1,3	1,0	0,7	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
13	K13	2,1	1,7	2,2	1,6	2,0	2,0	2,2	2,3	1,8	2,1	2,2	2,0	2,0
14	K14	1,8	2,5	1,7	2,3	2,1	1,8	1,5	2,4	2,2	1,9	1,6	1,7	2,0
15	K15	0,9	0,7	0,6	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
16	K16	2,3	1,6	2,0	2,8	1,8	2,3	1,8	2,4	2,1	1,7	1,4	1,7	2,0

### 3.3. Perubahan pH Larutan

Tabel 5.9. Perubahan pH larutan beberapa genotipa tanaman padi varietas Kalimutu yang diamati setiap minggu selama 12 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan Perubahan pH Larutan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	K1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4
2	K2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
3	K3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
4	K4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
5	K5	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,1
6	K6	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
7	K7	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
8	K8	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
9	K9	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
10	K10	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,1
11	K11	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
12	K12	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
13	K13	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
14	K14	0,2	0,3	0,3	0,2	-0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2
15	K15	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1
16	K16	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3



Gambar 1. Seleksi beberapa genotipa tanaman padi pada larutan hara yang mengandung Al dan pH rendah.

Tabel 5.10. Genotipa-genotipa tanaman tenggang dan peka turunan varietas Limboto, Way rarem dan Kalimutu (Ringkasan Tabel 5.1 sampai Tabel 5.9)

Respon Tanaman	Turunan Varietas		
	Limboto	Way rarem	Kalimutu
Tenggang	L1, L1-5, L8-12, L15-17, L19, L21-23	W1, W3-6, W8-10, W12, W14-16, W18, W20	K1-4, K6-9, K11, K13-14, K16
Jumlah	16 genotipa	14 genotipa	12 genotipa
Peka	L2, L6-7, L13-14, L18, L20	W2, W7, W11, W13, W17, W19	K5, K10, K12, K15
Jumlah	7 genotipa	6 genotipa	4 genotipa

Dari Tabel di atas terlihat secara umum sifat tenggang terhadap keracunan Al dan pH rendah yang didapatkan pada seleksi *in vitro* belum stabil. Dari 23 genotipa tanaman padi turunan varietas Limboto yang diseleksi pada larutan hara, hanya 16 genotipa yang tenggang. Begitu juga dengan genotipa-genotipa tanaman padi turunan varietas Way rarem dan varietas Kalimutu masing-masing mengahasil 14 dan 12 genotipa tenggang. Kesemua genotipa tenggang (42 genotipa) ini selanjutnya digunakan untuk seleksi pada tanah masam seperti terlihat pada Tabel 5.11 sampai Tabel 5.13 berikut ini.

## II. SELEKSI PADA TANAH MASAM

### 2.1. Varietas Limboto

Tabel 5.11. Pertumbuhan tanaman, bunga dan benih normal (bernas) beberapa genotipa tanaman padi turunan Limboto yang diamati setiap minggu selama 10 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L1	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
2	L3	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
3	L4	+	kr	kr	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
4	L5	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
5	L8	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
6	L9	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
7	L10	+	sd	sd	bbg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
8	L11	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
9	L12	+	sd	sd	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
10	L15	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
11	L16	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
12	L17	+	sd	sd	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
13	L19	+	kr	kr	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
14	L21	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
15	L22	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
16	L23	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm

Keterangan : + = pertumbuhan baik, sd = pertumbuhan sedang, kr = pertumbuhan kurang, bg = berbunga, bbg = belum berbunga, pg = pengisian gabah, gbh = gabah bernas hijau, gbm = gabah bernas matang, gk = gabah kosong.

Genotipa-genotipa tanaman padi turunan varietas Limboto hasil seleksi larutan hara selanjutnya diseleksi pada tanah masam. Tanaman-tanaman yang masih hijau (tenggang) ditumbuhkan selama 10 minggu dan diamati pertumbuhannya sampai menghasilkan benih. Dari Tabel 5.11 di atas terlihat perbedaan ketenggangan diantara 16 genotipa yang diuji. Perbedaan ini mulai terlihat pada minggu kedua, dimana terdapat tiga kriteria pertumbuhan yaitu : kurang, sedang dan baik. Perbedaan pertumbuhan berpengaruh terhadap waktu berbunga, tanaman dengan kriteria pertumbuhan baik akan berbunga lebih awal (minggu keempat) sedangkan yang lain berbunga lebih lambat ( minggu kelima). Genotipa-genotipa dengan kriteria pertumbuhan kurang dan sedang tidak hanya berpengaruh terhadap waktu pembungaan, tetapi juga berpengaruh terhadap pengisian buah (Gambar 2). Pada minggu kesembilan terlihat dua kriteria gabah yaitu : gabah kosong dan gabah bernas hijau. Gabah kosong dihasilkan dari genotipa-genotipa dengan kriteria pertumbuhan awal kurang dan sedang, dan gabah bernas hijau dihasilkan dari genotipa-

genotipa dengan kriteria pertumbuhan baik. Dari 16 genotipa yang diseleksi, 12 genotipa menghasilkan gabah bernas matang dan 4 genotipa menghasilkan gabah kosong. Selanjut 12 genotipa yang menghasilkan gabah bernas matang akan digunakan pada penelitian tahun ketiga (2009) untuk uji progeny.

## 2.2. Varietas Way rarem

Tabel 5.12. Pertumbuhan tanaman, bunga dan benih normal (bernas) beberapa genotipa tanaman padi turunan Way rarem yang diamati setiap minggu selama 10 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	W1	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
2	W3	+	kr	kr	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
3	W4	+	kr	kr	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
4	W5	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
5	W6	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
6	W8	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
7	W9	+	sd	sd	bbg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
8	W10	+	sd	sd	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
9	W12	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
10	W14	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
11	W15	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
12	W16	+	sd	sd	bbg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
13	W18	+	kr	kr	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
14	W20	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm

Keterangan : + = pertumbuhan baik, sd = pertumbuhan sedang, kr = pertumbuhan kurang, bg = berbunga, bbg = belum berbunga, pg = pengisian gabah, gbh = gabah bernas hijau, gbm = gabah bernas matang, gk = gabah kosong.

Sama halnya dengan genotipa-genotipa turunan varietas Limboto, genotipa-genotipa turunan varietas Way rarem mempunyai ketenggangan yang berbeda antara satu dengan lainnya. Dari 14 genotipa yang diuji, hanya 10 genotipa yang menghasilkan gabah bernas matang. Artinya sifat ketenggangan yang didapatkan hasil seleksi larutan hara belum stabil, karena ada 4 genotipa yang tidak menghasilkan gabah bernas matang yaitu : W3, W4, W10 dan W18. Selanjutnya 10 genotipa yang menghasilkan gabah bernas matang perlu distabilkan sifat tenggang AI dan pH rendah yang diperoleh melalui uji keturunan sampai beberapa generasi (paling kurang empat generasi berikutnya atau sampai R4).



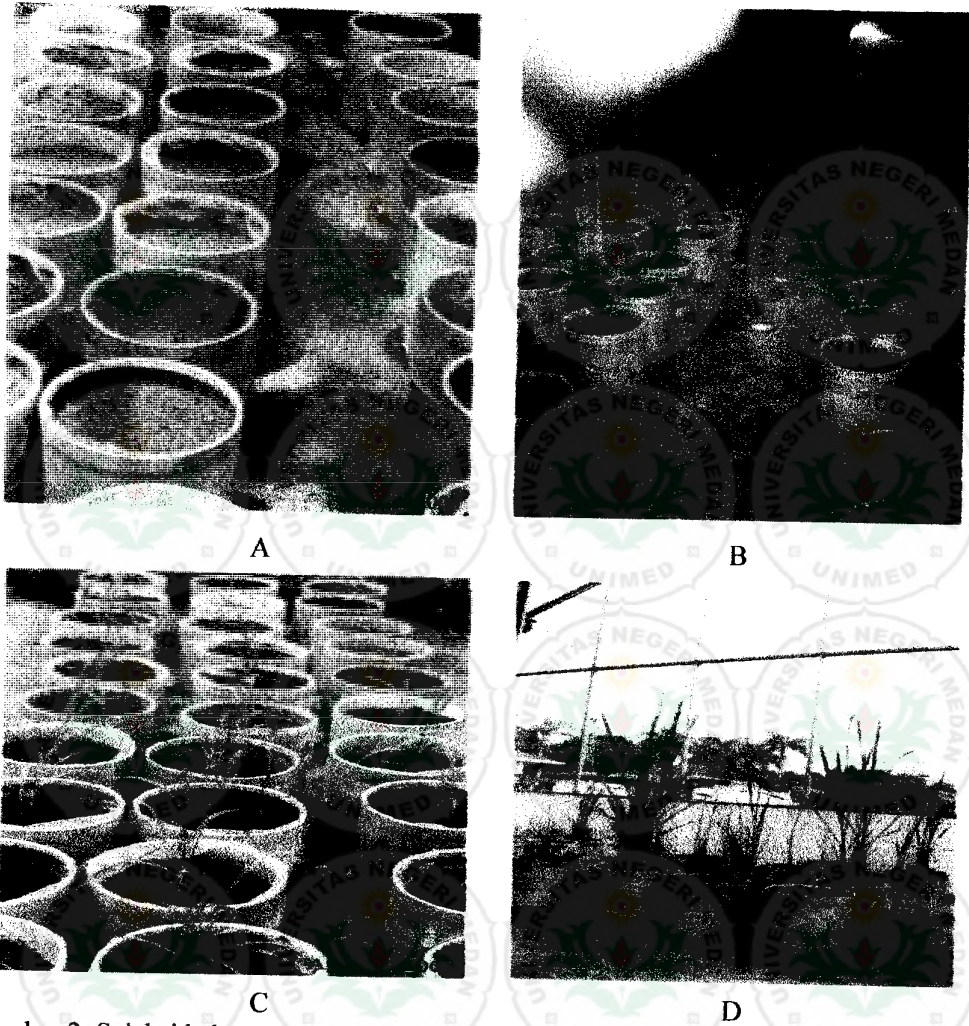
### 3.3. Varietas Kalimutu

Tabel 5.13. Pertumbuhan tanaman, bunga dan benih normal (bernas) beberapa genotipa tanaman padi turunan Way rarem yang diamati setiap minggu selama 10 minggu

No.	Kode	Pengamatan Mingguan									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	K1	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
2	K2	+	kr	kr	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
3	K3	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
4	K4	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
5	K6	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
6	K7	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gk	gk
7	K8	+	sd	sd	bbg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
8	K9	+	sd	sd	bbg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
9	K11	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
10	K13	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
11	K14	+	+	+	bg	bg	pg	pg	pg	gbh	gbm
12	K16	+	sd	sd	bbg	bg	pg	pg	pg	gk	gk

Keterangan : + = pertumbuhan baik, sd = pertumbuhan sedang, kr = pertumbuhan kurang, bg = berbunga, bbg = belum berbunga, pg = pengisian gabah, gbh = gabah bernas hijau, gbm = gabah bernas matang, gk = gabah kosong.

Dari Tabel 5.13 di atas terlihat tidak semua tanaman tenggang hasil seleksi kultur hara akan tenggang juga pada seleksi tanah masam (Gambar 1). Kenyataannya 12 genotipa tanaman tenggang hasil seleksi kultur hara, hanya 9 genotipa yang dapat menghasilkan gabah bernas matang. Hal ini terjadi karena sifat tenggang Al dan pH rendah yang diperoleh belum stabil dan masih perlu pengujian untuk beberapa generasi berikutnya. Oleh sebab itu penelitian tahun pertama dan kedua tidak akan berarti jika tidak dilanjutkan dengan penelitian tahun ketiga (2009) yaitu uji kestabilan sifat melalui uji progeny. Dengan demikian kami mohon kepada DP2M untuk dapat mendanai penelitian tahun berikutnya (tahun 2009).



Gambar 2. Seleksi beberapa genotipa tanaman padi pada tanah masam yang mengandung Al dan pH rendah.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Dari data yang didapatkan dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Seleksi tanaman padi pada larutan hara mendapatkan 16 genotipa tenggang turunan varietas Limboto, 14 genotipa tenggang turunan Way rarem dan 12 genotipa tenggang turunan Kalimutu.
2. Seleksi tanaman padi tenggang pada tanah masam yang dapat menghasilkan gabah bernaas matang (gbm) adalah : 12 genotipa turunan varietas Limboto, 10 genotipa turunan varietas Way rarem, dan 9 genotipa turunan varietas Kalimutu.

### 6.2. Saran

1. Perlu penelitian lanjutan tahun ke tiga untuk menstabilkan sifat tenggang yang telah didapatkan pada tahun ke dua hasil seleksi larutan hara dan tanah masam yaitu berupa : 12 genotipa turunan varietas Limboto, 10 genotipa turunan varietas Way rarem, dan 9 genotipa turunan varietas Kalimutu.
2. Pada tahun ke tiga akan dilakukan uji progeny untuk mestabilkan sifat tenggang dan pH rendah sampai generasi ke empat (R-4) menggunakan biji vigor dan fertil hasil seleksi larutan hara dan tanah masam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ancora, G. And A. Sonuino. 1987. *In Vitro* Induction of potato breeding agriculture and forestry 3. p. 408-424. In Y. P. S. Bajaj (Ed.). Springer Verlag. New York.
- Bayliss, M. W. 1980. Chromosomal variation in plant tissue culture. *Int. Rev. Cytol.* (Suppl) 11 A: 113-144.
- Bhojwani, S.S. and M.K. Razdan. 1983. *Plant Tissue Culture, Theory and Practice*. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo. 502p.
- D'Amato, F. 1978. Chromosome number variation in cultured cells and regenerated plants, p. 287-295. In T. A. Trope (Ed). *Frontiers of Plant Tissue Culture*. Calgary Univ. Press.
- Edi, S. 2004. Peningkatan Ketanggungan terhadap Aluminium dan pH Rendah pada Tanaman Padi melalui Keragaman Somaklonal dan Iradiasi Sinar Gamma. Disertasi S-3. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 125 halalaman.
- George, E.F. and P.D. Sherrington. 1983. *Plant Propagation by Tissue Culture. Handbook and Directory of Commercial Laboratories Exegetics Limited*. England. 709p
- Gunawan, L.W. 1992. *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor. 165p.
- Harjadi, S.S. dan S. Yahya. 1988. *Fisiologi Stres Lingkungan*. PAU Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor. 236p.
- Hutabarat, D. 1991. Pengaruh sinar gamma terhadap toleransi Al pada padi varietas sentani melalui teknik kultur jaringan. *Risalah Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi dalam Bidang Pertanian, Peternakan dan Biologi*. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi BATAN Jakarta, hal. 297 - 301
- Hutabarat, D. dan R. Raima. 1996. Seleksi *in vitro* untuk ketahanan asam dan Al pada tanaman kedelai. *Risalah Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi dalam Bidang Pertanian, Peternakan dan Biologi*. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi BATAN Jakarta, hal. 37 - 42.
- Ismachin, M. 1988. *Pemuliaan Tanaman dengan Mutasi Buatan*. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. Badan Tenaga Atom Nasional. Jakarta. 28 hal.

- Jacobsen, E. 1987. Genetic diversity in protoplast and cell derived plants potato, p. 347-358. *In* Y. P. S. Bajaj (Ed.) *Biotechnology in Agriculture and Forestry. Potato*. Springer-Verlag. Berlin.
- Karama, A.S. dan A. Abdurachman. 1993. Optimasi pemanfaatan sumber daya lahan berwawasan lingkungan. *Presiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan dan Badan Litbang DEPTAN. Jakarta/Bogor 23-25 Agustus 1993* : 98-112.
- Larkin, P.J. and W.R. Scowcroft. 1981. Somaclonal variation a novel source of variability from cell culture for plant improvement. *Theor. Appl. Genet.* 60 : 197-214.
- Mariska, I. dan E. Gati. 2003. Pemanfaatan kultur *in vitro* untuk meningkatkan keragaman genetic tanaman nilam. *Jurnal Litbang Pertanian* 22 (2) : 64 -69.
- Mariska, I., Hobir, Mugiono, Gati and Seswita. 1997. Improvement oil content of patchouly through *in vitro* culture and irradiation. *Oil and Industrial Crops Mutation Breeding in Asia. Suwon, Republic of Korea*, p. 21 - 32
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, Harcourt Brace and Company, Publishers. P.605.
- Matsumoto, H. 1991. Biochemical mechanism of the toxicity of aluminium in plants cells. *Plant Soil Interaction at Low pH* : 825-838.
- Matsumoto, H., Y. Yamamoto and M. Kasai. 1992. Changes of some properties of the plasma membrane enriched, fraction of barley roots related to aluminium stress : Membrane associated ATPase, aluminium and calcium. *Soil Sci. Plant Nutr.* 38 (3): 41 1-419.
- Radrangboon, P. 1993. Induced mutation in rice (Basmati 370) by gamma rays through tissue culture. *Bangkok (Thailand)*. 67p.
- Raper, C. D. And P. J Kramer. 1987. Stress physiology. *In* J.R. Wilcox (Ed.). *Soybeans : Improvement, production and uses*. American Society of Agronomy Inc. 16 : 588-631.
- Reisch, O. 1983. Genetic variability in regenerated plants, p. 748-781. *In* D. A. Dian, W. R. Sharp, P. V. Ammirato and Y. Yamada (Eds.). *Handbook of Plant Cell Culture*. McMillan Co. Inc. New York. Vol. 1.
- Richards, K. D., E. J. Scott, Y. K. Sharma, K. R. Davis and R. C. Gardner. 1998. Aluminium induces oxidative stress genes in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol.* 116:409-418.

- Salisbury, F. B. And C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan (jilid 2) Terjemahan oleh D. R. Lukman dan Sumaryono. ITB Bandung. 173p.
- Sarkarung, S. 1986. Screening upland rice for aluminium tolerance and blast disease. *In Progress report in upland rice research*. p. 271 - 281. IRRI Los Banos, Philippines.
- Soedjono, S. 2003. Aplikasi mutasi induksi dan variasi somaklonal dalam pemuliaan tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian* 22 (2) : 70 - 78.
- Sutjahjo, S. H. 1994. Induksi Keragaman Somaklon ke arah Ketenggangan terhadap Keracunan Aluminium pada Tanaman Jagung. Disertasi S3. Program Studi Agronomi PPs IPB Bogor. 115 halaman.
- Syukur, S. 2000. Efek irradiasi gamma pada pembentukan variasi klon dari *Catharanthus roseus* (L.) Don. *Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi*, Batan. Jakarta, hal. 33 - 37.
- Taiz, L. And E. Zeiger. 1991. *Plant Physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. 559p.
- Taylor, G. J. 1991. Current views of the aluminium stress response. The physiological basis of tolerance. *Current Topics in Plant Biochem. And Physiol.* 10 : 57-93.
- Van Sint Jan, V., C.C. de Macedo, J.M. Kinet and J. Bouharmont. 1997. Selection of Al-resistant plants from a sensitive rice cultivar, using somaclonal variation, *in vitro* and hydroponic cultures. *Euphytica* 97 : 303-310.
- Wardiyati, T., Ramliyanto, Nurfahmi, S. Lamandji dan Mugiono. 2000. Respon kultivar dan macam eksplan tanaman pisang terhadap radiasi sinar gamma dalam induksi mutasi secara *in vitro*. *Kongres dan Seminar Nasional II PBPI*. 7-8 November 2000. Yogyakarta. Hal. 48.
- Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock and K. A. Gomes. 1976. *Laboratory manual for physiological studies of Rice (3<sup>rd</sup> Ed)*. IRRI- Philippines. 83p.

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
( STATE UNIVERSITY OF MEDAN )  
LEMBAGA PENELITIAN  
( RESEARCH INSTITUTE )

Jl. W. Iskandar Psr. V-kotak Pos No.1589 – Medan 20221 Telp. (061) 6636757, 6614002, 6613319.e-mail:lpunimed@Indo.net.Id

**SURAT PERJANJIAN KERJA**  
**No. 141/H33.8/KEP/PL/2008**

Pada hari ini Senin tanggal empat belas bulan April tahun dua ribu delapan, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Dr. Ridwan A. Sani, M.Si :Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dan atas nama Rektor Unimed, dan dalam perjanjian ini disebut PIHAK PERTAMA.
2. Dr. Syahmi Edi, M. Si :Dosen FMIPA bertindak sebagai Peneliti/Ketua pelaksana penelitian, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Kedua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Surat Perjanjian Kerja (SPK) untuk melakukan penelitian sebagai berikut :

Pasal 1

Berdasarkan SP2HP Tahun Anggaran 2008 DP2M Dirjen Dikti Depdiknas, tanggal 6 Maret 2008 Nomor : 003/SP2H/PP/DP2M/III/2008, PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut untuk melaksanakan/mengkoordinasi pelaksanaan penelitian Hibah Bersaing Lanjutan, berjudul :

**"Induksi Keragaman Somaklonal Ke arah Ketenggangan Terhadap Aluminium dan Ph Rendah Terhadap Tanaman Padi Melalui Kultur Invitro dan Iradiasi Sinar Gamma."**

Yang berada di bawah tanggung jawab/yang diketahui oleh : PIHAK KEDUA dengan masa kerja 8 (delapan) bulan, terhitung sejak diterbitkannya SP2H Dirjen Dikti dan SPK ini ditanda tangani .

Pasal 2

1. PIHAK PERTAMA memberikan dana penelitian tersebut pada pasal 1 sebesar Rp. 45.000.000,- (Empat puluh lima juta rupiah) dilaksanakan secara bertahap.
2. Tahap pertama sebesar 70% yaitu Rp.31.500.000,- (Tiga puluh satu juta lima ratus ribu rupiah) dibayarkan sewaktu Surat Perjanjian Kerja ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
3. Tahap kedua sebesar 30% yaitu Rp.13.500.000,- (Tiga belas juta lima ratus ribu rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan hasil penelitian kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 3

1. PIHAK KEDUA mengajukan/menyerahkan rincian anggaran biaya (RAB) pelaksanaan penelitian sesuai dengan besarnya dana penelitian yang telah disetujui oleh Dikti dan alokasi dana mengikuti peraturan yang berlaku.
2. Semua kewajiban yang berkaitan dengan pengelolaan keuangan dan aset Negara termasuk kewajiban memungut dan menyetorkan pajak dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

Pasal 4

1. PIHAK KEDUA harus menyelesaikan penelitian serta menyerahkan laporan hasil penelitian Hibah Bersaing Lanjutan kepada PIHAK PERTAMA sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 1 (selambat-lambatnya 1 Nopember 2008) sebanyak 8 (delapan) eksemplar, dalam bentuk "Hard Copy" disertai dengan 2 (dua) buah file elektronik "Soft Copy" yang berisi laporan hasil penelitian dan naskah artikel ilmiah hasil penelitian dalam bentuk Compact disk (CD).
2. Sebelum laporan akhir penelitian diselesaikan, PIHAK KEDUA melakukan diseminasi hasil penelitiannya melalui forum yang dikoordinasikan oleh Lembaga Penelitian UNIMED yang pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.
3. Bahan Seminar dimaksud disampaikan ke Lembaga Penelitian Unimed sebanyak 5 (lima) eksemplar, diketik satu setengah spasi: ukuran kuarto, disertai file elektronik dalam format MICROSOFT WORD.
4. Bukti Pengeluaran keuangan menjadi arsip pada PIHAK KEDUA atau PIHAK LAIN yang berkepentingan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Pasal 5

1. Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian Hibah Bersaing Lanjutan sesuai dengan pasal 1 di atas, maka PIHAK KEDUA wajib menyerahkannya kepada pelaksanaan penelitian tersebut kepada pengganti yang dianggap mampu menyelesaikannya.
2. Apabila sampai batas waktu masa penelitian ini berakhir PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil penelitian kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1% perhari dan setinggi-tingginya 5% dari seluruh jumlah dana penelitian yang diterima sesuai dengan pasal 2.
3. Bagi peneliti yang tidak dapat menyelesaikan kewajibannya dalam tahun anggaran berjalan dan proses pencairan Biaya telah berakhir, maka seluruh dana yang belum cair yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan PIHAK KEDUA harus membayar denda sebagaimana tersebut diatas kepada Kas Negara.
4. Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi perjanjian pelaksanaan penelitian Hibah Bersaing Lanjutan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali ke Kas Negara.

Pasal 6

Laporan hasil penelitian yang tersebut dalam pasal 4 harus memenuhi ketentuan sbb:

- a. Bentuk kuarto
- b. Warna cover disesuaikan dengan ketentuan yang ditetapkan Dirjen Dikti
- c. Dibawah bagian kulit/cover depan ditulis : Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Dosen Muda, Fundamental, Hibah Bersaing dan Hibah Pasca Nomor : 003/SP2H/PP/DP2M/III/2008 6 Maret 2008.
- d. Dibagian dalam lembar pengesahan laporan akhir dituliskan Surat Perjanjian Kerja (SPK) di bawah point 3 (Pendanaan dan jangka penelitian) Nomor : 141/H33.8/KEP/PL/2008 tanggal 14 April 2008.

Pasal 7

Hak Cipta penelitian tersebut ada pada PIHAK KEDUA, sedangkan untuk penggandaan dan penyebaran laporan hasil penelitian berada dalam PIHAK PERTAMA.

Pasal 8

Surat perjanjian kerja ini dibuat rangkap 5 (lima), dimana dua buah diantaranya dibubuhi materai sesuai dengan ketentuan yang berlaku yang pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA, satu rangkap untuk PIHAK PERTAMA, satu rangkap untuk PIHAK KEDUA, dan selainnya akan digunakan bagi pihak yang berkepentingan untuk diketahui.

Hal-hal yang belum diatur dalam Surat Perjanjian Kerja ini akan ditentukan kemudian oleh kedua belah pihak.

Dr. Ridwan A. Sani, M.Si  
NIP. 81172014

PIHAK KEDUA

Dr. Syahmi Edi, M. Si  
NIP.131909350