

PERTANIAN

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



SELEKSI DAN PENGAKARAN TANAMAN MANGGIS
(Garcinia mangostana L.) In Vitro
HASIL INDUKSI RADIASI SINAR GAMMA
UNTUK MENDAPATKAN MUTAN POTENSIAL

Tim Peneliti :

Dr. Fauziah Harahap, MSi (Ketua)

Prof. Ir. Roedy Poerwanto MSc, Ph.D (Anggota)

Drs. Nusyirwan, MSi (Anggota)

**Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional,
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Bersaing Nomor :
003/SP2H/PP/DP2M/III/2008, Tanggal 4 maret 2008.**

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
November, 2008

**HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN
HIBAH BERSAING TAHUN I**

1. Judul Penelitian : Seleksi dan Pengakaran Tanaman Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) *In Vitro* Hasil Induksi Radiasi Sinar Gamma untuk Mendapatkan Mutan Potensial
2. Ketua Peneliti :
 Nama lengkap : Dr. Fauziyah Harahap, MSi
 Bidang keahlian : Kultur Jaringan Tanaman dan Genetika
 Jabatan fungsional : Lektor
 Unit Kerja : Jurusan Biologi FMIPA UNIMED Medan
 Telepon : Rumah: 061 – 6857053/081376817918
 E-mail : Fauziyahharahap@yahoo.co.id, iyulharahap@gmail.com
3. Anggota Peneliti :

No	NAMA DAN GELAR AKADEMIK	BIDANG KEAHLIAN	INSTANSI
1	Dr. Fauziyah Harahap, MSi	Kultur Jaringan Tanaman, Genetika	UNIMED
2	Prof. Ir. Roedy Poerwanto MSc, Ph.D	Pemuliaan, Fisiologi tumbuhan	Pusat Kajian Buah Trofika IPB
3	Drs. Nusyirwan, MSi	Anatomi Tumbuhan	UNIMED
4	Muhammad Wahyudi	Laboran	Perguruan YAHD1

4. Pendaan dan Jangka Waktu Penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 3 Tahun
- b. Biaya / yang diajukan ke DIKTI : Rp. 150.000.000
- b. Biaya yang disetujui tahun I : Rp. 45.000.000

Medan, 31 Oktober 2008
 Ketua Peneliti,


 (Dr. Fauziyah Harahap, MSi)
 NIP: 131966874



RINGKASAN

SELEKSI DAN PENGAKARAN TANAMAN MANGGIS

(*Garcinia mangostana* L.) *In Vitro*

HASIL INDUKSI RADIASI SINAR GAMMA UNTUK MENDAPATKAN MUTAN POTENSIAL

Tujuan penelitian tahun I adalah melakukan analisis genetik tanaman manggis hasil radiasi sinar gamma dengan menggunakan marka molekuler RAPD, menyediakan tunas manggis *in vitro* sebagai sumber untuk pengakaran manggis *in vitro*, mendapatkan kombinasi media pengakaran untuk tanaman manggis *in vitro*, melakukan uji coba tehnik grafting atau kaki ganda pada tanaman Model untuk diterapkan pada manggis *in vitro* pada penelitian tahun ke dua.

Penelitian ini terdiri dari seri penelitian yaitu 1) Analisis tanaman hasil radiasi sinar gamma dengan menggunakan penanda RAPD, 2) Induksi tunas *in vitro* manggis, ditanam pada media Murashige and Skoog 1/2N (MS 1/2N) yang ditambah dengan 5 ppm BAP, sebagai sumber tunas untuk pengakaran, 3) Optimasi media pengakaran dengan berbagai modifikasi zat pengatur tumbuh, 4) Tehnik grafting pada tanaman model dilakukan secara *in vitro*.

Hasil penelitian menunjukkan 1) Analisis molekuler dengan marka RAPD menunjukkan perubahan pola pita DNA, seluruh primer (10 primer) dapat membedakan antara tanaman kontrol dan hasil perlakuan. Analisis pengelompokan pada tingkat DNA dengan marka RAPD menunjukkan perubahan terkecil adalah sebesar 9 % (koefisien kemiripan 0,91), perubahan terbesar adalah 38 % (koefisien kemiripan sebesar 0.62). 2) Telah dihasilkan tunas manggis *in vitro* dengan media tumbuh MS ½ N + dengan 5 ppm BAP. 3) Media pengakaran terbaik adalah MS ½ N + IBA 3 mg + NAA 4 mg/l, 4) Diperoleh tanaman model untuk perlakuan tahnik grafting. Induksi mutasi dapat digunakan untuk meningkatkan variabilitas genetik untuk tujuan memperbaiki sifat-sifat tanaman manggis.

PRAKATA

Berkat rahmat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan penelitian ini tepat pada waktunya. Laporan penelitian ini merupakan hasil penelitian Hibah Bersaing DIKTI Tahun Anggaran 2008 dengan Judul : Seleksi dan Pengakaran Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) *In Vitro* Hasil Induksi Radiasi Sinar Gamma untuk Mendapatkan Mutan Potensial.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis molekuler terhadap tunas manggis hasil radiasi sinar gamma, mendapatkan media yang tepat untuk pengakaran manggis, mendapatkan tehnik grafting terbaik untuk penyambungan tunas manggis *in vitro* biasa maupun hasil radiasi.

Penelitian ini dapat terselesaikan berkat bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada : Direktur Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional atas dana penelitian yang diberikan dalam bentuk dana Hibah Bersaing. Terima kasih juga ditujukan kepada Bapak Rektor, Bapak Ketua Lembaga Penelitian UNIMED, Bapak Dekan FMIPA dan Bapak Ketua Jurusan Biologi UNIMED yang telah memfasilitasi seluruh rangkaian kegiatan yang dimulai pengiriman proposal hingga terselesaikannya laporan penelitian ini.

Peneliti menyadari laporan ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan laporan ini.

Medan, 13 November 2008

Ketua Peneliti

Dr. Fauziah Harahap, M.Si
NIP: 132966874

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Khusus	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Tanaman Manggis	3
B. Mutasi dengan Radiasi Sinar Gamma dan Pengaruhnya pada tanaman.....	3
C. Analisis DNA Tanaman dengan Penanda RAPD	4
D. Pengakaran dengan zat pengatur tumbuh dan berbagai tehnik grafting	5
E. Hasil yang Sudah Dicapai dan Studi Pendahuluan yang Sudah Dilaksanakan	6
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	7
A. Tujuan Penelitian	7
B. Manfaat Penelitian	8
BAB IV. METODE PENELITIAN	9
A. Waktu dan Tempat Penelitaian	9
B. Alat dan Bahan	9
C. Tahapan Kerja/Metode	9
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	25
DAFTAR PUSTAKA	26

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Jumlah pita hasil PCR dengan 10 primer acak pada 80 tanaman manggis	15
Tabel 2. Tanaman manggis hasil radiasi sinar gamma yang kehilangan seluruh pita RAPD dengan primer tertentu.....	18
Tabel 3. ANAVA dari Pola Media A	22
Tabel 4. ANAVA dari Pola Media B.....	22
Tabel 5. ANAVA dari Pola Media C	23
Tabel 6. Uji BNT dari Pola Media C.....	23

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Hasil isolasi DNA daun tanaman manggis	14
Gambar 2. Pola pita DNA hasil PCR dengan primer OPH 12.....	15
Gambar 3. Pola pita DNA hasil PCR dengan primer SB 12.....	16
Gambar 4. Pola pita DNA hasil PCR dengan primer OPN 4.....	16
Gambar 5. Jumlah tanaman berdasarkan pita yang hilang pada amplifikasi tiap primer.....	17
Gambar 6. Jumlah tanaman berdasarkan pita yang bertambah pada amplifikasi tiap primer.....	18
Gambar 7. Dendrogram kemiripan 80 tanaman manggis hasil radiasi sinar gamma berdasarkan pola pita DNA RAPD dengan 10 primer	19
Gambar 8. Induksi tunas manggis in vitro dengan media MS ½ N + BAP 5 ppm.....	21
Gambar 9. Induksi Pengakaran	21
Gambar 10. Pola pengakaran A, B dan C	22
Gambar 11. Tunas a. mulai membengkak, b. mengeluarkan akar	23
Gambar 12. Eksplan asam glukur dan tunas asam glukur yang dihasilkan	24
Gambar 13. Tanaman model (Krisan, Daun Dewa) yang telah berhasil disambung...	24

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.	Kondisi pertumbuhan dan morfologi tanaman manggis	29
Lampiran 2.	Data biner pita RAPD dari 80 sampel tanaman manggis hasil perlakuan radiasi sinar gamma dengan 10 primer	31
Lampiran 3.	Surat Perjanjian kerja	39



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Manggis adalah tanaman buah asli Indonesia yang berpotensi untuk dikembangkan, mempunyai rasa, aroma dan warna yang menarik sehingga disebut *Queen of Tropical Fruit*, merupakan komoditas ekspor buah segar ke 2 setelah pisang. Dengan meningkatnya volume ekspor, upaya pengembangan tanaman manggis perlu digiatkan, hal ini dikarenakan masih rendahnya kualitas, kuantitas dan kontinuitas produksinya. Namun pertumbuhan tanaman ini sangat lambat. Lambatnya pertumbuhan tanaman manggis disebabkan oleh jumlah akarnya yang sedikit sehingga penyerapan air dan hara tidak maksimal, rendahnya laju fotosintesis, rendahnya pembelahan sel pada meristem pucuk, lamanya masa dormansi (Poerwanto *et al* 1995, Wieble, Chako dan Downtown 1992, Ramlan *et al* 1992, Cox 1988 dalam Pertamawati 1994).

Kondisi ini seharusnya ditangani dengan pemuliaan tanaman. Tetapi, biji manggis bersifat apomiksis, sehingga keragamannya sangat rendah. Pembentukan keragaman genetik pada tanaman ini sangat diperlukan dan merupakan keharusan untuk mendapatkan manggis yang memiliki keunggulan (Almeyda, 1976).

Mutasi buatan dengan radiasi dapat menciptakan variasi genetik pada tanaman manggis. Penggunaan radiasi dalam menimbulkan mutasi telah banyak memberikan dampak positif terhadap bertambahnya jumlah varietas tanaman baru (Jain 2000 ; Harten 1998).

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan dan telah dihasilkan tanaman manggis *in vitro* hasil perlakuan radiasi sinar gamma. Pada penelitian ini dilakukan analisis lanjutan untuk mengetahui kondisi genetik tanaman yang dihasilkan dan telah dilakukan optimasi-optimasi lanjutan berupa kombinasi media pengakaran pada manggis *in vitro* dan tehnik grafting pada tanaman model untuk meinduksi pengakaran pada manggis *in vitro* nantinya.

B. Tujuan Khusus

Tujuan Khusus penelitian ini adalah :

1. Menganalisis tanaman hasil perlakuan radiasi sinar gamma dengan penanda molekuler Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD).

2. Mempelajari pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh terhadap induksi pengakaran pada medium kultur jaringan dan mendapatkan kombinasi media pengakaran terbaik untuk manggis *in vitro*.
3. Menghasilkan tunas *in vitro* Agam Glugur sebagai sumber untuk penyambungan dengan tehnik grafting pada tunas manggis *in vitro*
4. Menerapkan beberapa tehnik grafting dan mendapatkan tehnik grafting terbaik untuk pengakaran manggis *in vitro* dan *in vivo* dan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman manggis *in vitro*.
5. Melakukan aklimatisasi dengan berbagai komposisi media tanah dan mengidentifikasi faktor-faktor penentu dalam budidaya tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang diperbanyak dengan kultur jaringan maupun hasil perlakuan radiasi sinar gamma agar dapat tumbuh dan berkembang dan menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi rumah kaca.
6. Mempelajari dan mendapatkan kondisi optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) di rumah kaca
7. Melakukan pembesaran bibit dan melakukan seleksi mutan potensial, dengan beberapa kriteria antara lain: pertumbuhannya lebih cepat, penampilan vigoritas lebih vigor, tahan terhadap penyakit, dapat bertumbuh dan berkembang pada berbagai kondisi tanah, curah hujan dan iklim Indonesia.

Kontribusi yang diperoleh dari seluruh hasil penelitian ini (3 tahun) adalah :

1. Mendapatkan bibit tanaman manggis yang berbeda secara genetik dan berpotensi sebagai mutan potensial di lapangan yang memiliki pertumbuhan lebih baik dan lebih cepat, tahan terhadap hama dan penyakit serta cekaman lingkungan
2. Target ikutan dari hasil penelitian yang diusulkan ini adalah menghasilkan beberapa publikasi ilmiah dalam Jurnal Nasional terakreditasi dan Jurnal Internasional tentang : a) Hasil analisis genetik terhadap perubahan genetik tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) akibat perlakuan radiasi sinar gamma dengan penanda molekuler Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), b) Pengakaran manggis (*Garcinia mangostana* L.) *in vitro* dengan modifikasi zat pengatur tumbuh, c) Rekayasa pengakaran tanaman manggis baik dengan tehnik grafting (sambungan) atau dengan kaki ganda yang dilakukan secara *in vitro*. d) Optimasi-optimasi yang diperlukan dalam aklimatisasi dan pembesaran bibit. e) Seleksi mutan potensial hasil radiasi sinar gamma dalam upaya menghasilkan bibit yang unggul.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Manggis

Tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) termasuk familia Guttiferae, merupakan tanaman yang berasal dari daerah tropika (Indonesia, Thailand, Malaysia). Menurut Cox (1988), terdapat 400 spesies dari genus *Garcinia*, 40 spesies diantaranya dapat dimakan dan 6 spesies darinya diambil buahnya.

Bunga manggis bersifat dioecius (berumah dua), tetapi hanya bunga betina yang ditemui, bunga jantan mengalami rudimenter (Steenis 1975, Cox 1988). Sehingga reproduksinya bersifat partenogenesis. Manggis memiliki jumlah kromosom $2n = 4X = 90$, diduga tetraploid dan kemungkinan allotetraploid atau ampidiploid, turunan dari *Garcinia malacensis* ($2n = 2x = 42$) dan *Garcinia hambrotoniana* ($2n = 2x = 48$), karena manggis mempunyai morfologi intermediet antara 2 spesies diploid ini, sedangkan spesies *Garcinia* lainnya adalah $2n = 48$.

Biji manggis merupakan biji apomiksis yaitu biji yang terbentuk tidak secara kawin sehingga secara genetik sama dengan induk betina (Verheij dan Coronel 1991). Sunaryono (1988), mengatakan karena bunga jantan tanaman manggis mengalami rudimenter, hal ini menjadi kendala untuk perbaikan varietas melalui penyilangan. Sistem perakaran tanaman manggis kurang berkembang, pertumbuhannya lambat (Cox 1988). Lambatnya pertumbuhan bibit disebabkan oleh akar lateral tidak memiliki bulu akar yang sangat dibutuhkan untuk absorpsi nutrisi dan air (Almeyda dan Martin 1976, Wiebel 1993).

B. Mutasi dengan Radiasi Sinar Gamma dan Pengaruhnya pada tanaman

Mutasi adalah perubahan genetik baik gen tunggal, sejumlah gen ataupun susunan kromosom (Poespodarsono 1988). Mutasi buatan sengaja dilakukan, dipakai sebagai salah satu cara untuk menimbulkan keragaman genetik baru. Mutasi dapat diinduksi dengan cara fisik menggunakan radiasi seperti sinar x, sinar gamma, partikel alfa, partikel beta, proton, neutron dan ultra violet (Negrütü 1989) atau cara kimia menggunakan Etil metanosulfonat (EMS), HNO₂, Colchicine, Acenaphene.

Radiasi merupakan penyinaran dengan sinar radioaktif, yang mempunyai kemampuan menghasilkan radiasi pengion. Radiasi pengion adalah radiasi dengan energi tinggi yang dapat mengadakan reaksi dengan objek yang dikenai radiasi dengan cara pengionan, termasuk didalamnya adalah sinar gamma. Harten (1998) mengatakan, sinar gamma adalah radiasi elektromagnetik dan mempunyai energi yang cukup tinggi untuk mengionisasi atom-atom dari molekul yang disinari tersebut, gelombang elektromagnetik ini mempunyai spectrum berkelanjutan.

Efek utama yang ditimbulkan terhadap molekul adalah ionisasi dan eksitasi, berlangsung beberapa detik setelah perlakuan. Ionisasi terjadi jika elektron lepas dari orbitnya. Eksitasi ialah suatu keadaan dimana sebuah elektron ditingkatkan kedudukannya pada suatu tempat dengan energi yang lebih tinggi. Elektron yang terlepas, segera ditangkap oleh molekul lain yang menyebabkan terbentuknya radikal bebas yang bersifat reaktif.

Dengan terbentuknya radikal bebas yang reaktif dan bereaksi dengan molekul dalam sistem biologi, akan mengacaukan proses-proses biokimia di dalam sel sehingga dapat mengganggu homeostatis sel. Keadaan ini menyebabkan molekul lain di dalam sel tidak dapat bekerja seperti semula.

Mutasi buatan dengan radiasi dapat menciptakan variasi genetik pada tanaman manggis. Penggunaan radiasi dalam menimbulkan mutasi telah banyak memberikan dampak positif terhadap bertambahnya jumlah varietas tanaman baru. Pada tanaman berkayu, telah dihasilkan varietas unggul buah jambu biji, jeruk, kurma dan pear Jepang (Jain 2000). Sampai tahun 1998, apel, tebu, padi, barley, tanaman hias telah dilepas (Institut of Radiation Breeding 2001), demikian juga dengan tanaman pangan dan hortikultura lainnya (Harten 1998).

C. Analisis DNA Tanaman dengan Penanda RAPD

Salah satu metode untuk mendeteksi perubahan pada tingkat DNA adalah dengan Penanda RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), penanda ini dapat digunakan untuk mendukung usaha analisis genetik tanaman, terutama yang latar belakang genomnya tidak diketahui.

Menurut William *et al* (1990), RAPD adalah salah satu teknik untuk menganalisis DNA berdasarkan amplifikasi sekuen DNA acak dalam PCR (Polymerase Chain Reaction), menggunakan primer acak oligonukleotida (10 base pair) dan Taq DNA polimerase. Teknik ini mampu menghasilkan potongan DNA hasil penggandaan dalam jumlah yang tidak terbatas, ukuran fragmen dipisahkan

dengan menggunakan elektroforesis agarose. Penanda RAPD dapat mendeteksi polimorfisme fragmen DNA yang dihasilkan oleh 1 primer acak.

Penanda RAPD dapat menghasilkan estimasi yang lebih tinggi untuk kesamaan interspesifik (Powel *et al* 1996, Gupta *et al* 1996). Penanda ini sudah digunakan untuk mempelajari keragaman genetik tanaman tahunan, seperti tanaman kelapa sawit di Afrika (Shah *et al* 1994), klon-klon karet hasil seleksi di Asia Timur Jauh (Asburner *et al* 1997). Teknik ini juga digunakan secara luas untuk mengklasifikasi dan mendeterminasi spesies mikroorganisme dengan mengamati rearrangements, penambahan, hilangnya DNA dan perubahan ploidi sel dengan mengamati perubahan pola pita (Luceri C *et al* 2005b). Penanda RAPD juga sudah terbukti dapat digunakan untuk pembuatan peta genetik, analisis struktur genetik suatu populasi, sidik jari DNA organisme (Hedrick 1992, Rafalski *et al* 1991, Tingey *et al* 1993, Wening 2001).

D. Pengakaran dengan zat pengatur tumbuh dan berbagai teknik grafting

Zat pengatur tumbuh (ZPT) adalah senyawa organik bukan hara, yang dalam jumlah sedikit dapat merangsang, menghambat dan mempengaruhi pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Gunawan,1992 ; Wattimena 2000). ZPT sangat diperlukan sebagai komponen medium bagi pertumbuhan dan diferensiasi sel. Tanpa ZPT, pertumbuhan eksplan akan terhambat, bahkan mungkin tidak tumbuh sama sekali.

Untuk pengakaran tanaman *in vitro*, ZPT auksin merupakan golongan yang sangat penting dalam budidaya jaringan tanaman. Golongan auksin yang lebih sering digunakan adalah Indole Acetic Acid (IAA), Indol Butirat Acid (IBA), Naphthalene Acetic Acid (NAA). Nisbah auksin terhadap sitokonin akan menentukan arah pertumbuhan organ tanaman. Akar akan tumbuh bila nisbah auksin - sitokinin tinggi (Krikorian 1995, Pierik 1987).

Tanaman manggis mempunyai sistem pengakaran yang sangat jelek, jumlah akarnya sangat sedikit dan tidak menyebar jauh dari pohon induk serta tidak memiliki bulu-bulu akar. Sehingga kemampuannya dalam menyerap hara juga rendah, sehingga pertumbuhannya menjadi lambat. Pengembangan perakaran dengan teknik penyambungan (grafting) diharapkan akan diperoleh bibit manggis yang baik, mampu tumbuh dengan cepat. Sebagai batang bawah dapat digunakan seedling manggis *in vitro* ataupun tanaman sejenis seperti mundu.

Selain ZPT, teknik grafting (teknik penyambungan) dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengatasi masalah pengakaran pada tanaman baik secara *in vitro* maupun secara *in vivo*. Dalam penggunaan teknik ini, penyambungan dilakukan dengan berbagai model, dengan tujuan utama adalah menggabungkan / menyambungkan tunas / entres dengan sumber batang bawah, hingga terbentuknya / berpadunya kedua bagian tersebut yang ditandai dengan menyatunya kambium tunas tanaman yang hendak disambungkan dengan batang bawah yang digunakan sebagai sumber akar penyangga.

E. Hasil yang Sudah Dicapai dan Studi Pendahuluan yang Sudah Dilaksanakan

Beberapa penelitian pendahuluan sudah dilakukan oleh peneliti dan diperoleh hasil, seperti optimasi media pertumbuhan tanaman manggis *in vitro* dengan kombinasi berbagai konsentrasi ZPT Benzyl Amino Purine (BAP) dan pola pemotongan eksplan yang berbeda (Harahap, 2005a ; Harahap, 2006a ; Harahap, 2007). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ZPT BAP dengan konsentrasi 5 ppm dan pola pemotongan eksplan biji yang dibelah potong empat menunjukkan respon yang paling baik.

Penelitian lanjutan setelah itu juga telah dilakukan yaitu: Peningkatan variasi genetik tanaman manggis dengan Induksi radiasi sinar gamma (Harahap, 2003 ; Harahap, 2005a ; Harahap, 2005b), Induksi Variasi Genetik Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan Radiasi Sinar Gamma, yang meliputi respon pertumbuhan, perubahan morfologi, perubahan histologi, analisis perubahan genetik dengan marka isozim (Harahap, 2005a ; Harahap, 2006b, 2006c, 2006d), mendapatkan Lethal Dosis tanaman manggis *in vitro* yang dibelah potong empat yaitu 32, 09 Gy (Harahap, 2005b).

Pada penelitian yang didanai oleh Hibah bersaing tahun 2008 ini, peneliti telah melakukan analisis molekuler terhadap tunas manggis *in vitro* hasil radiasi, juga telah diperoleh 3 pola media untuk menginduksi pengakaran manggis *in vitro*, melakukan teknik grafting-pada tanaman model. Seluruh hasil pekerjaan ini, merupakan input untuk pelaksanaan pekerjaan tahun ke dua.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. Tujuan Seluruh rangkaian penelitian (3 tahun) adalah :

1. Mendapatkan data molekuler tanaman hasil perlakuan radiasi sinar gamma dengan penanda Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD).
2. Mendapatkan kombinasi media pengakaran terbaik untuk manggis *in vitro*.
3. Menghasilkan tunas *in vitro* Asam Glugur sebagai sumber untuk penyambungan dengan tehnik grafting pada tunas manggis *in vitro*.
4. Menerapkan beberapa tehnik grafting pada tanaman model dan mendapatkan tehnik grafting terbaik untuk pengakaran manggis *in vitro*.
5. Melakukan aklimatisasi dengan berbagai komposisi media tanah dan mengidentifikasi faktor-faktor penentu dalam budidaya tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang diperbanyak dengan kultur jaringan maupun hasil perlakuan radiasi sinar gamma agar dapat tumbuh dan berkembang dan menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi rumah kaca.
6. Mempelajari dan mendapatkan kondisi optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) di rumah kaca.
7. Melakukan pembesaran bibit dan melakukan seleksi mutan potensial, dengan beberapa kriteria antara lain: pertumbuhannya lebih cepat, penampilan vigoritas lebih vigor, tahan terhadap penyakit, dapat bertumbuh dan berkembang pada berbagai kondisi tanah, curah hujan dan iklim Indonesia.
8. Mendapatkan bibit tanaman manggis yang berbeda secara genetik dan berpotensi sebagai mutan potensial di lapangan yang memiliki pertumbuhan lebih baik dan lebih cepat, tahan terhadap hama dan penyakit serta cekaman lingkungan.
9. Target ikutan dari hasil penelitian yang diusulkan ini adalah menghasilkan beberapa publikasi ilmiah dalam Jurnal Nasional terakreditasi dan Jurnal Internasional tentang : a) Hasil analisis genetik terhadap perubahan genetik tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) akibat perlakuan radiasi sinar gamma dengan penanda molekuler Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), b) Pengakaran manggis (*Garcinia mangostana* L.) *in vitro* dengan modifikasi zat pengatur tumbuh, c) Rekayasa pengakaran tanaman manggis

BAB IV

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Anatomi UNIMED Medan, Laboratorium Kultur Jaringan YAHDl Medan, Laboratorium Bioteknologi Pusat Kajian Buah Tropika IPB.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah 1) Biji manggis sebagai sumber tunas *in vitro*, 2) Biji asam glugur sebagai sumber kaki ganda dan penyambungan dengan tehnik grafting, 3) Tunas tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) *in vitro* hasil perlakuan 11 dosis radiasi sinar gamma 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 35, 40, 45, 50 Gy, 4) Zat pengatur tumbuh seperti Sitokinin (BAP, Kinetin), Auksin (IAA, IBA, NAA), 5) Bahan kimia untuk pembuatan media Murashige and Skoog, 6) Bahan untuk sterilisasi eksplan (alkohol, deterjen, klorox), 7) Bahan untuk isolasi DNA (PVPP, N2 cair, buffer ekstraksi (CTAB 10 %, EDTA 0,5M pH 8, Tris-HCl 1M pH 8,0, NaCl 5M, Aquades steril, merkaptoetanol), enzim kit.

Alat yang digunakan adalah alat gelas standart yang digunakan pada kultur jaringan seperti : botol kultur, petridish, gunting, scalpel, pinset, pipet, labu ukur, Erlenmeyer, beaker glass, timbangan analitik, autoklaf, pH meter, kompor, oven, laminar air flow cabinet (LAFC), tabung *eppendorf*, mesin PCR, sentrifuge, elektroforesis.

Metode / Tahapan dan cara kerja:

1. Analisis DNA dengan Penanda RAPD

Isolasi DNA dimulai dengan menggerus 0,2 gram daun muda dengan 0,02 gram PVPP dan N2 cair. Daun digerus sampai menjadi serbuk, kemudian dimasukkan ke tabung *eppendorf* dan di tambah 1 ml buffer ekstraksi (CTAB 10 %, EDTA 0,5M pH 8,0, Tris-HCl 1M pH 8,0, NaCl 5M, Aquades steril) yang sudah dipanaskan lebih dahulu, lalu ditambah merkaptoetanol 1 % kemudian divortex, lalu diinkubasi selama 1 jam pada suhu 65°C.

Setelah diangkat, campuran ditambah dengan 1 ml kloroform/isoamil alkohol (24:1), kemudian disentrifuge dengan kecepatan 11000 rpm selama 5 menit. Suspensi DNA yaitu larutan bagian atas dipindah ke tabung baru, kemudian diekstrak lagi dengan 1 ml kloroform/isoamil alkohol (24:1) dan disentrifuge dengan kecepatan 11000 rpm selama 5 menit.

Suspensi DNA dipindah ke tabung baru, kemudian ditambah 2/3 volume isopropanol dingin dan disimpan pada suhu -20°C selama 12 jam. Setelah itu larutan DNA disentrifuge dengan kecepatan 11000 rpm selama 5 menit. Kemudian cairan dibuang, pelet DNA dicuci dengan 1 ml etanol 70 % dan disentrifuge dengan kecepatan 11000 rpm selama 5 menit. Pelet DNA dikeringkan dengan membalikkan tabung diatas kertas penghisap atau divacum. Pelet dilarutkan dalam 100 μl buffer TE, sebagai stok DNA.

Untuk pemurnian DNA, RNA dihilangkan dengan menambahkan air bebas ion pada pelet DNA sampai volume 500 μl dan 40 μl RNase 10mg/ml (dalam buffer TE), kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 jam untuk menghilangkan RNA dari preparasi. Selanjutnya ditambahkan 1 ml kloroform/isoamil alkohol (24:1) dan disentrifuge kecepatan 11000 rpm selama 5 menit. Larutan bagian atas dipindah ke tabung baru dan ditambahkan Na asetat pH 5,2 dan 1 ml etanol absolut dingin, lalu dikocok perlahan dan diinkubasi dalam *freezer* selama 30 menit.

Kemudian DNA diendapkan dengan sentrifuge (11000 rpm) selama 15 menit. Cairan dibuang dan pelet DNA dicuci dengan 200 μl etanol 70% lalu dikeringkan dengan membalikkan tabung. Pelet dilarutkan dalam 50 μl buffer TE. Jika diperlukan DNA dipurifikasi ulang dengan fenol / kloroform / isoamil alkohol (25:24:1). Hasil akhir berupa pelet dilarutkan dalam buffer TE dan disimpan pada suhu -20°C .

Uji kuantitas DNA dilakukan dengan UV-VIS Shimadzu 2000 pada λ 260-280 nm. Berdasar ratio λ 260 dan λ 280, kemurnian harus 1,8 - 2,0. Uji kualitas DNA dilakukan dengan elektroforesis. Tiga μl larutan DNA stok, 2 μl loading dye dan 5 μl air bebas ion, dimigrasikan pada 0,8 % gel agarose selama 1 jam dengan buffer TAE 1x. DNA masih utuh jika mempunyai fragmen yang berukuran besar.

DNA manggis diencerkan sampai konsentrasi 50 ng/ μl , larutan DNA diambil 2 μl , dicampur dengan pereaksi PCR (master mix = 18,8 μl H₂O bebas ion; 2,5 μl buffer Taq DNA Polymerase 10x / 15 mM MgCl₂ ; 0,5 μl dNTPs 10 mM; 1 μl primer 10 pmol/ μl ; 0,2 μl Taq DNA polymerase 5 unit/ μl dan 25 μl mineral oil),

kemudian campuran dimasukkan ke mesin PCR dan di jalankan dengan program denaturasi 94° C selama 1 menit, annealing 36° C selama 1 menit, extention 72° C selama 2 menit, proses ini dilakukan sebanyak 45 siklus.

Elektroforesis. Lima µl larutan hasil PCR dicampur dengan 1 µl loading dye, dirunning dalam mesin elektroforesis dengan buffer TAE 1x dan 1,4 % gel agarose selama 1,5 jam. Gel hasil elektroforesis diletakkan di UV transluminator dan diphoto.

Analisis pita RAPD dilakukan dengan membandingkan pola pita tanaman kontrol dengan pita tanaman hasil radiasi untuk melihat adanya perubahan. Data RAPD berupa pola pita DNA dengan ukuran tertentu. Potongan DNA genom diukur dengan membandingkannya dengan berat molekul marker 1 kb ladder. Perbedaan antar tanaman perlakuan ditunjukkan oleh jumlah pita dan jarak migrasinya.

Pola pita DNA diterjemahkan ke dalam data biner. Skoring dilakukan terhadap pita-pita tegas dan tipis secara konsisten. Munculnya pita DNA diberi skor 1, jika tidak ada pita diberi skor 0. Data biner digunakan untuk menyusun matriks data biner yang diturunkan menjadi matriks persamaan individu tanaman manggis, dengan menggunakan Koefisien Dice dari persamaan Nei dan Li, $Fab = 2 Nab / (Na + Nb)$

Fab = nilai kesamaan antara individu a dan b (Koefisien kemiripan)

Nab = jumlah pita yang sama posisinya pada individu a dan b

Na dan Nb = jumlah pita pada masing-masing individu a dan b

Berdasarkan nilai kesamaan genetik, dilakukan analisis pengelompokan dengan metode UPGMA (*Unweighted Pair Group Method Arithmetic*) dengan fungsi SIMQUAL melalui program NTSYS (*Numerical Taxonomy and Multivariate System* (Rohlf 1998). Pengelompokan memperlihatkan hubungan kesamaan antar setiap individu manggis berupa dendogram kesamaan genetik. Jarak genetik adalah selisih nilai persentase kesamaan terhadap nilai 100 %. Dari dendogram dapat disimpulkan seberapa jauh perubahan tanaman hasil radiasi jika dibandingkan dengan tanaman kontrol.

2. Induksi Tunas In vitro sebagai sumber untuk pengakaran manggis in vitro

Biji disterilisasi dengan cara disikat, sambil direndam detergen kemudian dicuci, seterusnya direndam benlate dan agromycin masing-masing dengan konsentrasi 2gr/250ml selama 2 jam. Biji dicuci dengan air steril 3x, kemudian direndam klorox 20 % selama 15 menit, dicuci dengan air steril 3x, direndam kembali

dengan *klorox* 10 % selama 20 menit, dicuci kembali dengan air steril 3x, terakhir direndam dalam *amoxilin* 500 mg/l sampai penanaman dilakukan.

Biji dipotong/dibelah empat, kemudian eksplan ditanam dalam media MS $\frac{1}{2}$ N + BAP 5 ppm. Biji diletakkan dengan bagian luka menempel pada media, kemudian diletakkan pada rak kultur. Setelah tunas tumbuh mencapai ukuran tinggi 3 cm, kemudian dipotong dan ditanam pada berbagai media pengakaran.

3. Pengakaran tunas *in vitro*

Rancangan percobaan untuk optimasi media pengakaran adalah rancangan acak lengkap non satu faktorial. Tunas manggis *in vitro* yang telah berukuran tinggi 3 cm, dipotong kemudian ditanam pada berbagai media pengakaran.

Komposisi media pengakaran tersebut yaitu:

(a) Pola media A, meliputi :

MS + IBA 4 mg/l + NAA 3 mg/l
MS $\frac{1}{2}$ N + IBA 4 mg/l + NAA 3 mg/l
WPM + IBA 4 mg/l + NAA 3 mg/l
MS

(b) Pola media B, meliputi :

MS + IBA 3 mg/l + NAA 4 mg/l
MS $\frac{1}{2}$ N + IBA 3 mg/l + NAA 4 mg/l
WPM + IBA 3 mg/l + NAA 4 mg/l
MS

(c) Pola media C, meliputi perendaman planlet tanaman manggis selama 5 hari pada media dibawah ini dan kemudian dipindah ke dalam media WPM + BAP 1 mg/l + NAA 1 mg/l untuk ditumbuhkan

WPM + NAA 500 mg/l
WPM + NAA 1000 mg/l
MS $\frac{1}{2}$ N + IAA 500 mg/l
MS $\frac{1}{2}$ N + IAA 1000 mg/l
MS $\frac{1}{2}$ N + IBA 500 mg/l
MS $\frac{1}{2}$ N + IBA 1000 mg/l.

Uji statistik yang digunakan adalah analisis sidik ragam dan Uji Lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Model rancangan yang digunakan untuk optimasi media pengakaran adalah (Steel and Torrie 1989, Mattjik dan Sumertajaya 2002):

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = nilai pengamatan pada satuan percobaan ke- j yang mendapat pengaruh perlakuan media pengakaran

μ = nilai tengah umum

A_i = pengaruh taraf ke i dari faktor media pengakaran ($i = 1, 2, \dots, 11$)

E_{ij} = pengaruh galat percobaan.

4. Induksi Tunas In vitro Asam Glugur

Tunas in vitro Asam Glugur berguna sebagai sumber untuk penyambungan dengan tehnik **grafting pada manggis in vitro**. Biji asam disterilisasi dengan cara disikat, direndam detergen kemudian dicuci, seterusnya direndam benlate dan agromycin masing-masing dengan konsentrasi 2gr/250ml selama 3 jam. Biji dicuci dengan air steril 3x, kemudian direndam *klorox* 20 % selama 10 menit, dicuci dengan air steril 3x, direndam kembali dengan *klorox* 10 % selama 20 menit, dicuci kembali dengan air steril 3x, direndam dalam *amoxilin* 500 mg/l sampai penanaman dilakukan. Biji ditanam dalam media MS + BAP 5 ppm, kemudian diletakkan pada rak kultur.

5. Uji coba pengakaran dengan tehnik grafting atau kaki ganda pada tanaman model

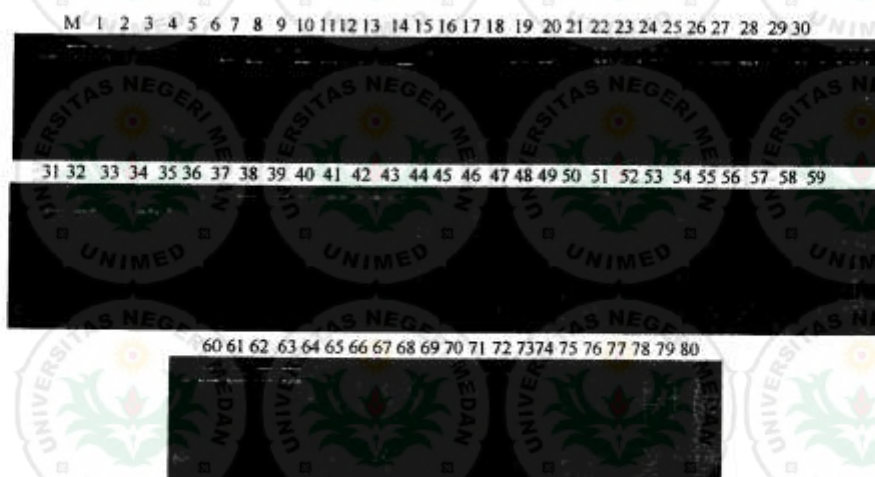
Tanaman model yang digunakan adalah tanaman krisan dan daun dewa. Uji coba tehnik penyambungan ini dilakukan untuk mendapatkan tehnik yang paling mudah dalam menyambung tanaman manggis secara in vitro. Pola penyambungan yang digunakan adalah model V. Cara kerja ini nantinya akan diterapkan pada manggis in vitro

Tehnik pengakaran dengan bantuan kaki ganda adalah dengan memberi tambahan akar, dengan cara sebagai berikut : Sepertiga dari bagian bawah batang dibelah dari bagian pinggir sampai ke bagian tengah kemudian disambungkan dengan batang bawah dari tunas lain yang juga telah dibelah dibagian tengahnya. Sehingga dihasilkan 1 tunas dengan dua kaki (dua sumber akar) di batang bagian bawah atau disebut kaki ganda.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis DNA dengan Penanda RAPD

Hasil ekstraksi DNA dari 80 sampel daun manggis ditampilkan pada gambar di bawah ini. Hasil penelitian ini menunjukkan DNA tanaman manggis agak sulit diisolasi jika dibanding dengan DNA tanaman lain. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh banyaknya kontaminan yang tercampur didalam DNA, seperti polisakarida yang mempunyai sifat seperti DNA. Manggis banyak mengandung getah dan polisakarida seperti tanaman berkayu lainnya yang dapat mengganggu proses isolasi DNA. Toruan *et al* (1999), menyatakan bahwa senyawa polifenol merupakan kontaminan yang mengganggu proses pemurnian DNA dan sering menyebabkan kegagalan dalam mengisolasi dan memurnikan DNA (Ashburner, 1997).



Gambar 1. Hasil isolasi DNA daun tanaman manggis kontrol dan hasil radiasi sinar gamma.
Keterangan: M= Marker. 1 sampai 80 = nomor tanaman

PCR pada 80 tanaman dengan 10 primer menghasilkan 98 pita (tabel 1). Dari hasil yang diperoleh terlihat bahwa penanda ini mampu dan dapat digunakan untuk melihat perubahan pada tanaman manggis akibat radiasi. Hal ini terlihat dari tingkat polimorfisme yang cukup tinggi. Seluruh primer menghasilkan polimorfisme 100 %, kecuali OPH 13 (80 %) dan SB 12 (50 %). Rata-rata tingkat polimorfisme ke 10 primer adalah 93,9 %.

Hasil PCR dengan 10 primer menunjukkan bahwa tanaman kontrol adalah seragam. Tanaman hasil radiasi mempunyai beberapa pola yakni: pitanya sama dengan tanaman kontrol, kehilangan pita RAPD, mengalami penambahan pita RAPD,

kehilangan pita RAPD yang ada dan penambahan pita baru, kehilangan seluruh pitanya.

Tabel 1. Jumlah pita hasil PCR dengan 10 primer acak pada 80 tanaman manggis

No	Primer	Susunan Nukleotida 5'.....3'	Jumlah Pita	Pita polimorfik	Pita Monomorfik
1	OPH 12	ACGCGCATGT	8	8 (100%)	-
2	OPH 13	CACGCCAC AC	10	8 (80%)	2
3	OPH 18	GAATCGGCCA	10	10 (100%)	-
4	SB 12	TGCCGACCTG	8	4 (50 %)	4
5	SB13	AGTCAGCCAC	8	8 (100%)	-
6	SB16	GTGATCGCAG	7	7 (100%)	-
7	SB 19	CAGCACCCAC	9	9 (100%)	-
8	OPN 4	CACCGACCCA	13	13 (100%)	-
9	OPN 12	CACAGACACC	8	8 (100%)	-
10	OPN 16	AAGCGACCTG	17	17 (100%)	-
	Jumlah		98	92 (93,9%)	6

Gambar dibawah ini mewakili tampilan hasil analisis RAPD dengan amplifikasi beberapa primer yang digunakan (primer OPH 12, SB 12, OPN 4).



Gambar 2. Pola pita DNA hasil PCR dengan primer OPH 12. M = Marker. 1-80 ➡ = nomor tanaman. ◆ ➡ = Nomor 14, tidak memperlihatkan amplifikasi. ◆ ➡ = Nomor 24, pola pita sama dengan kontrol. ◆ ➡ = Nomor 41,42,43,44 kehilangan 5,3,3,3 pita. ◆ ➡ = No 61, 62, 63, 64 = kehilangan 6, 4, 5, 3 pita ◆ ➡ = No 69 kehilangan 5 pita.

Amplifikasi dengan primer OPH 12 menghasilkan 8 pita. Tanaman kontrol memiliki semua pita ini. Tanaman hasil radiasi umumnya kehilangan pita. Pada amplifikasi dengan primer ini, tanaman nomor 14 kehilangan seluruh pitanya, juga pada primer OPN 12 dan OPN 16, pada 7 primer lain memperlihatkan amplifikasi. Tanaman nomor 24 dan nomor 46 memiliki pola pita sama dengan tanaman kontrol. Beberapa tanaman lain kehilangan pita ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, ke 7 dan ke 8. Umumnya tanaman paling banyak (60 tanaman) mengalami kehilangan pita ke 8 dengan amplifikasi menggunakan primer OPH 12 ini.

Dengan menggunakan primer acak SB 12, PCR terhadap 80 tanaman manggis menghasilkan 8 pita. Tanaman induk dan tanaman kontrol tidak memiliki pita ke 1 (gambar 3). Tanaman yang memiliki pola pita sama dengan tanaman kontrol berjumlah 15 tanaman. Beberapa tanaman kehilangan pita ke 2, 3, 4. Tidak terdapat tanaman yang kehilangan seluruh pitanya dari hasil amplifikasi DNA dengan primer ini. Tujuh tanaman (nomor 3, 4, 7, 8, 9, 57, 60 mengalami penambahan pita ke 1.



Gambar 3. Pola pita DNA hasil PCR dengan primer SB 12. M=Marker. 1– 80 = nomor tanaman. → = Nomor 3, 4, 7, 8, 9, 57, 60 mengalami penambahan pita ke 1. •▶ = Nomor 12, 14, 20, 39, 52 kehilangan pita ke 2,3. ••▶ = nomor 41 kehilangan pita ke 2, 4

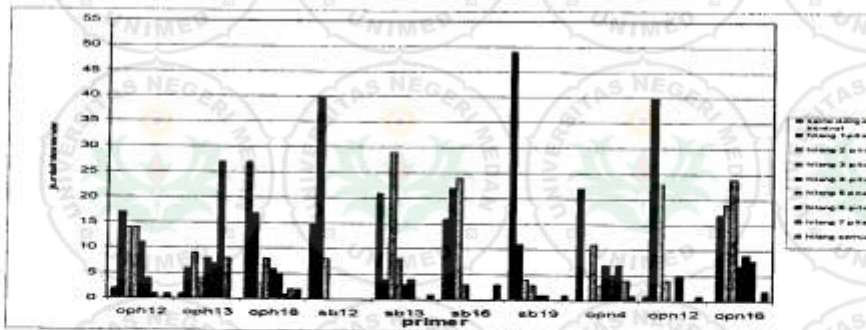


Gambar 4. Pola pita DNA hasil PCR dengan primer OPN 4. M=Marker. 1-80 = nomor tanaman. •••▶ = Nomor 5 kehilangan 7 pita, bertambah pita ke 13. → = Nomor 22, 28 = bertambah pita ke 1. •••▶ = Nomor 33 kehilangan semua pita. ◆•▶ = Nomor 53, 54, 80 = hilang pita ke 4, 5, 6, 10, 11

Primer-OPN 4 mengamplifikasi 13 pita, tanaman kontrol tidak memiliki pita ke 1, 2, 9 dan 13. Dua puluh dua tanaman pola pitanya sama dengan

tanaman kontrol. Tanaman nomor 33 kehilangan seluruh pita. Tujuh tanaman mengalami penambahan pita ke 1, 6 tanaman bertambah pita ke 2.

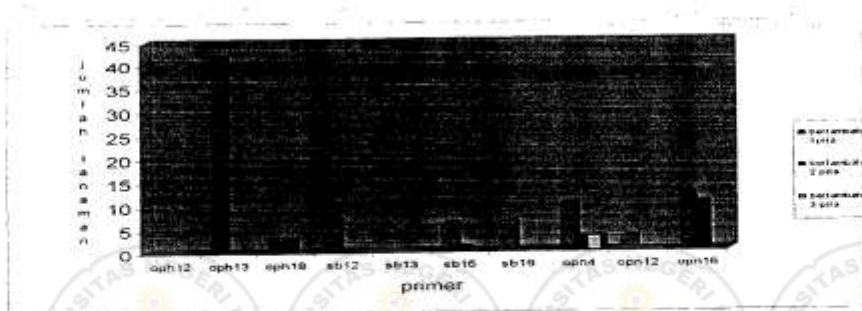
Hasil amplifikasi dengan primer OPH 12 menunjukkan paling banyak (17 tanaman) kehilangan 1 pita, hanya 1 tanaman kehilangan pita terbanyak yaitu 6 pita, amplifikasi dengan primer OPH 13 menunjukkan 27 tanaman kehilangan 6 pita dan jumlah terkecil adalah 4 tanaman kehilangan 3 pita. Hasil amplifikasi dengan primer OPH 18, SB 12 dan OPN 12, terdapat paling banyak yaitu 17, 40 dan 40 tanaman kehilangan 1 pita. Amplifikasi dengan primer SB 13 dan SB 16 menunjukkan jumlah tertinggi yaitu 29 dan 24 tanaman kehilangan 2 pita. Amplifikasi dengan primer OPN 16 menunjukkan 24 tanaman kehilangan 3 pita. Grafik yang menunjukkan perbandingan jumlah tanaman yang kehilangan pita RAPD pada masing-masing primer terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Jumlah tanaman berdasarkan pita yang hilang pada amplifikasi tiap primer.

Selain kehilangan pita, perlakuan radiasi juga menyebabkan munculnya pita baru dibandingkan dengan tanaman asalnya. Pada umumnya banyaknya pita yang muncul adalah satu. Jumlah terbanyak adalah hasil amplifikasi primer OPH 13 yaitu 42 tanaman mengalami penambahan 1 pita, dengan primer lain terdapat 3 sampai 12 tanaman mengalami penambahan 1 pita. Hanya beberapa tanaman dengan beberapa primer yang mengamplifikasi penambahan 2 pita. Penambahan 3 pita hanya terjadi pada amplifikasi dengan primer OPN 4 (gambar 6)





Gambar 6. Jumlah tanaman berdasarkan pita yang bertambah pada amplifikasi tiap primer.

Peningkatan dosis radiasi tidak menyebabkan semakin banyak pita yang hilang atau pita yang bertambah. Contoh individu sampel nomor 79, 80 dengan primer SB 13 hanya mengalami kehilangan 1 pita, sementara tanaman lain dengan perlakuan dosis yang lebih rendah mengalami kehilangan pita lebih banyak.

Tabel 2. Tanaman manggis hasil radiasi sinar gamma yang kehilangan seluruh pita RAPD dengan primer tertentu

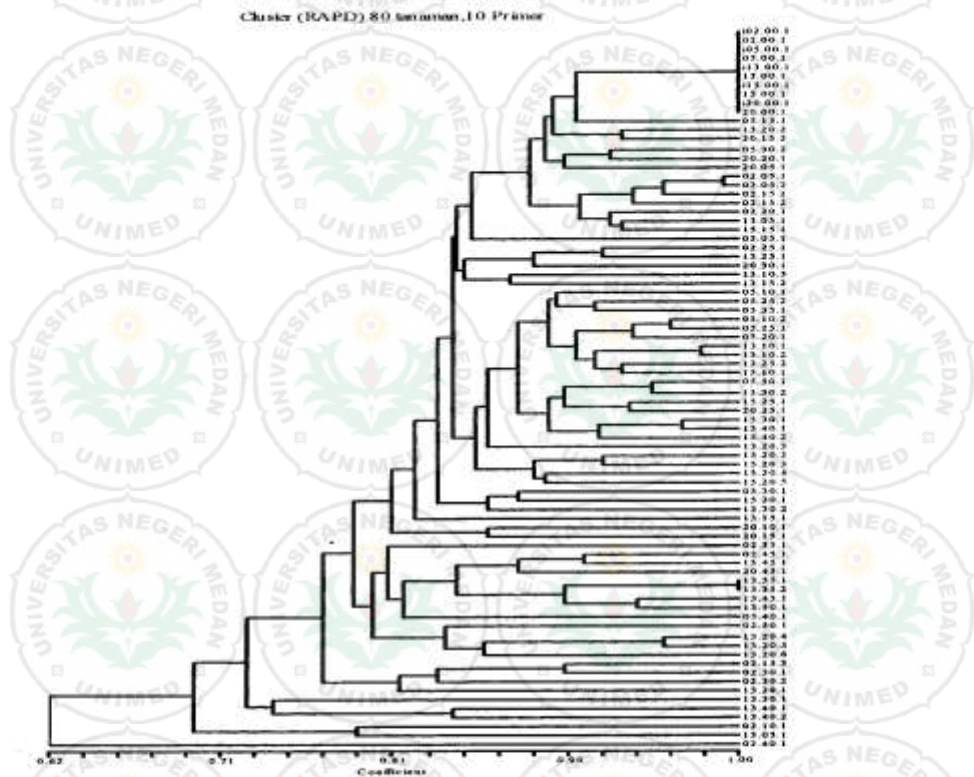
No	Nomor tanaman	Nomor kode tanaman	Hasil perlakuan	Jenis primer
1	5	2.10.1	Pohon 2 ; 10 gy ; eksplan ke 1	OPN 16
2	5	2.10.1	Pohon 2 ; 10 gy ; eksplan ke 1	SB 16
3	14	2.40.1	Pohon 2 ; 40 gy ; eksplan ke 1	OPH 12
4	14	2.40.1	Pohon 2 ; 40 gy ; eksplan ke 1	SB 19
5	14	2.40.1	Pohon 2 ; 40 gy ; eksplan ke 1	OPN 12
6	29	5.40.1	Pohon 5 ; 40 gy ; eksplan ke 1	OPH 18
7	33	13.5.1	Pohon 13 ; 5 gy ; eksplan ke 1	OPN 4
8	33	13.5.1	Pohon 13 ; 5 gy ; eksplan ke 1	OPN 16
9	47	13.30.1	Pohon 13 ; 30 gy ; eksplan ke 1	SB 13
10	49	2.35.1	Pohon 2 ; 35 gy ; eksplan ke 1	OPH 18
11	51	13.40.1	Pohon 13 ; 40 gy ; eksplan ke 1	SB 16
12	52	13.40.2	Pohon 13 ; 40 gy ; eksplan ke 2	SB 16

Radiasi sinar gamma menyebabkan perubahan pada tingkat DNA. Analisis terhadap data biner pita RAPD dari 80 sampel tanaman manggis menunjukkan bahwa tanaman induk dan tanaman kontrol memiliki koefisien kemiripan = 1 atau jarak genetiknya adalah 0 %, jadi secara genetik adalah identik, sedangkan tanaman hasil radiasi tidak ada yang memiliki kemiripan 100 % dengan tanaman kontrol. Tidak dijumpai pengelompokan yang khas berdasarkan dosis radiasi atau berdasarkan nomor pohon, tidak ada kecenderungan jarak genetik yang semakin besar seiring dengan peningkatan dosis radiasi.

Dendrogram pada gambar 7 memperlihatkan bahwa pengelompokan seluruh tanaman terbentuk pada koefisien kemiripan 0,62-1. Tanaman nomor 22 (5.15.1) merupakan tanaman yang paling sedikit mengalami perubahan, dengan koefisien kemiripan 0,91 (91%) atau memiliki jarak genetik 0,09 dari tanaman kontrol, dengan kata lain tanaman ini hanya

mengalami perubahan 9 %. Tanaman yang mengalami perubahan paling besar adalah tanaman nomor 14 (2.40.1) dengan koefisien kemiripan = 0.62 atau mempunyai jarak genetik 0,38, dengan kata lain terjadi perubahan 38 % pada tanaman ini dibanding dengan tanaman kontrol. Hasil PCR menunjukkan tanaman ini kehilangan seluruh pitanya pada amplifikasi dengan primer OPH 12, SB 19, OPN 12 dan merupakan tanaman yang terbanyak kehilangan amplifikasi.

Tingkat polimorfisme primer yang digunakan dalam penelitian ini cukup tinggi (93,9%), hal ini mengindikasikan bahwa penanda RAPD ini dapat digunakan sebagai penanda pembeda antara tanaman kontrol dengan tanaman manggis hasil perlakuan radiasi sinar gamma. Hasil penelitian mutasi dengan radiasi sinar gamma sangat bersifat individual dan bagian sel yang terkena radiasi dan mengalami mutasi juga berbeda-beda antara eksplan satu dengan lainnya



Gambar 7. Dendrogram kemiripan 80 tanaman manggis hasil radiasi sinar gamma berdasarkan pola pita DNA RAPD dengan 10 primer

Beberapa penyebab bertambahnya pita: 1). Terjadi delesi diantara 2 situs tempat menempel primer. DNA yang tadinya panjang dan dibagian ujung masing-masing telah menempel primer namun tidak dapat berpolimerisasi karena terlalu

panjangnya situs yang ada, sehingga enzim DNA polymerase tidak mampu melakukan polimerisasi secara berulang. Jika DNA ini terpotong dan hilang di bagian tengah maka setelah potongan menyambung DNA polymerase akan mampu mengamplifikasi. 2). Substitusi: Jika terjadi substitusi pada potongan DNA tertentu, akan menyebabkan terdapat situs baru yang cocok untuk primer tertentu (Suharsono 2005).

Radiasi sinar gamma adalah radiasi fisik, DNA yang mengalami kerusakan adalah pada tahapan pembentukan proteinnya (William *et al* 1990). Sehingga jika satu sel terkena sinar gamma dan sel tersebut mengalami mutasi pada satu oligonukleotida dan sel tersebut bertahan hidup maka sel keturunannya mengalami perubahan dan perubahan itu semakin banyak sejalan dengan pembelahan sel yang terjadi.

Kemungkinan penyebab hilangnya pita adalah terjadi delesi pada situs dimana seharusnya primer dapat menempel, duplikasi, substitusi basa nitrogen, insersi dan translokasi, mutasi kromosom. Ionisasi basa di dalam molekul DNA dapat menyebabkan basa-basa tersebut salah berpasangan. Dalam keadaan normal timin akan berpasangan dengan adenin, jika timin kehilangan 1 proton akibat ionisasi, maka timin akan dapat berpasangan dengan guanin, struktur DNA akan berubah. Van Harten (1998) mengatakan jika radiasi pengion merubah DNA, akan menyebabkan terjadinya mutasi gen. Jika radiasi pengion memutuskan rantai kromosom, maka dapat merubah struktur kromosom (delesi, inversi, duplikasi, translokasi). Jika merusak benang spindel akan merubah jumlah kromosom sehingga menyebabkan terjadinya euploidi dan aneuploidi.

B. Induksi Tunas Manggis In Vitro

Pada Induksi tunas manggis in vitro ini tidak dilakukan penggunaan beberapa modifikasi media pertumbuhan. Media pertumbuhan untuk menginduksi tunas digunakan media MS $\frac{1}{2}$ N + BAP 5 ppm yang sudah merupakan hasil penelitian terdahulu (Harahap, 2005). Tahapan induksi tunas pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan tunas manggis in vitro yang banyak, yang akan digunakan sebagai sumber untuk pengakaran manggis in vitro.

Biji dibelah empat dan diletakkan dengan bagian luka menempel pada media, kemudian diinkubasi pada rak kultur. Setelah tunas tumbuh mencapai ukuran tinggi 3 cm, kemudian dipotong dan ditanam pada berbagai media pengakaran. Pada tahun

pertama ini telah dihasilkan tunas sejumlah 150 tunas dan telah digunakan sebagai sumber untuk induksi pengakaran manggis in vitro (gambar 8).

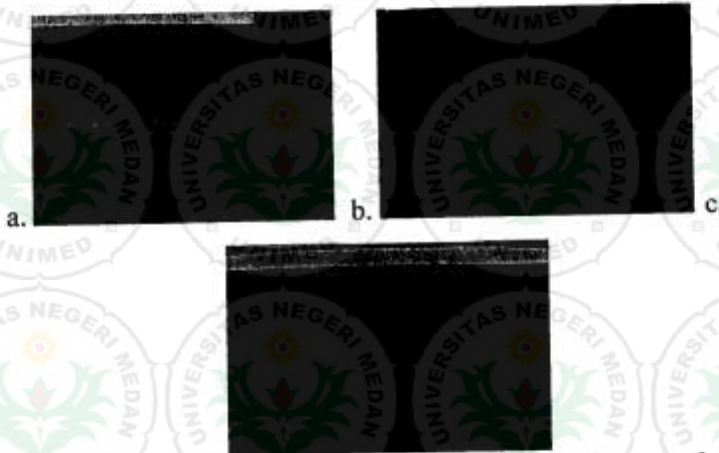


Gambar 8. Induksi tunas manggis in vitro dengan media MS $\frac{1}{2}$ N + BAP 5 ppm

C. Pengakaran Tunas Manggis In Vitro

Komposisi media pengakaran yang dicobakan yaitu:

- (1) Pola media A, meliputi : a. MS + IBA 4 mg/l + NAA 3 mg/l, b. MS $\frac{1}{2}$ N + IBA 4 mg/l + NAA 3 mg/l, c. WPM + IBA 4 mg/l + NAA 3 mg/l, d. MS.
- (2) Pola media B, meliputi : a. MS + IBA 3 mg/l + NAA 4 mg/l, b. MS $\frac{1}{2}$ N + IBA 3 mg/l + NAA 4 mg/l, c. WPM + IBA 3 mg/l + NAA 4 mg/l, d. MS.
- (3) Pola media C, meliputi perendaman planlet tanaman manggis selama 5 hari pada media dibawah ini dan kemudian dipindah ke dalam media WPM + BAP 1 mg/l + NAA 1 mg/l untuk ditumbuhkan secara in vitro. a. WPM + NAA 500 mg/l, b. WPM + NAA 1000 mg/l, c. MS $\frac{1}{2}$ N + IAA 500 mg/l, d. MS $\frac{1}{2}$ N + IAA 1000 mg/l, e. MS $\frac{1}{2}$ N + IBA 500 mg/l, f. MS $\frac{1}{2}$ N + IBA 1000 mg/l (gambar 9).



Gambar 9. Induksi Pengakaran a. Pola media A, b. Pola Media B, c. Pola Media C.

Dari hasil analisis statistik, Perlakuan dengan media pola A, B, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($f_{hitung} < f_{tabel}$). Hal ini dapat dimaklumi, karena memang tanaman manggis pada dasarnya sangat sulit berakar, jika memiliki akar, jumlahnya sangat terbatas (umumnya 1 akar).

Tabel 3. ANAVA dari Pola Media A

Sumber Keragaman	db	JK	KT	FHitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	13	4,33	0,559 ^{ns}	6,59	16,69
Galat	4	31	7,75	-	-	-
Total	7	44	-	-	-	-

Keterangan: ns = tidak nyata

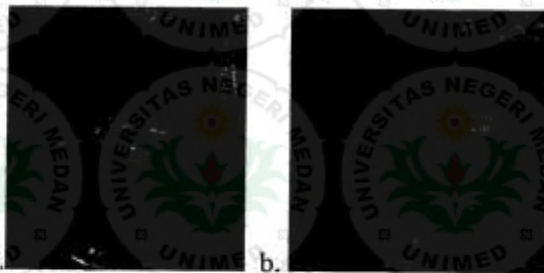
Tabel 4. ANAVA dari Pola Media B

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	FHitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	0,83	0,28	0,76 ^{ns}	6,59	16,69
Galat	4	1,47	0,37	-	-	-
Total	7	2,3	-	-	-	-

Keterangan: ns = tidak nyata

Dilihat dari tampilan morfologi yang terlihat, dengan penggunaan pola A dan B, umumnya tunas manggis yang diperlakukan dengan media MS 1/2 N tanpa penambahan zat pengatur tumbuh tidak mengeluarkan akar, sementara yang ditanam dengan penambahan Auksin umumnya tunas-tunas manggis in vitro mengalami penambahan jumlah akar, walaupun secara statistik tidak berbeda nyata, namun mengingat bahwa manggis adalah tanaman yang sulit untuk berakar, maka penambahan jumlah akar tersebut sudah menunjukkan indikasi peningkatan pertumbuhan dalam hal induksi pengakaran. Penambahan jumlah akar umumnya dimulai pada minggu ke delapan.

Hasil perlakuan dengan Pola Media A dan B umumnya menghasilkan jumlah akar yang sedikit dan panjang, dengan perlakuan Pola Media C, jumlah akar lebih banyak namun kondisi akar pendek – pendek (gambar 10).



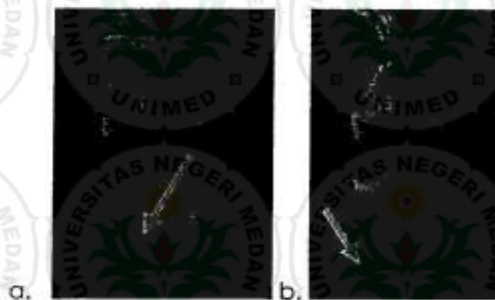
Gambar 10. Kiri: umumnya hasil pola pengakaran A dan B. Kanan: umumnya hasil pola pengakaran C

Perlakuan dengan media pola C memperlihatkan respon yang lebih baik, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa $f_{hitung} > f_{tabel}$, artinya perlakuan perendaman tunas manggis in vitro selama 5 hari pada media pengakaran dengan penambahan auksin dosis tinggi menunjukkan pengaruh yang nyata. Setelah tunas dipindahkan pada media pertumbuhan lanjut (MS $\frac{1}{2}$ N + NAA 1 ppm + BAP 1 ppm), menunjukkan respon bahwa batang bagian bawah mulai membengkak setelah 2 minggu. Pembengkakan berlangsung selama 8 minggu dengan menunjukkan respon pembengkakan yang semakin besar. Minggu berikutnya pembengkakan mulai pecah dan mengeluarkan akar. Wattimena (2000), mengatakan zat pengatur tumbuh auksin berperan aktif dalam menginduksi penakaran.

Tabel 5. ANAVA dari Pola Media C

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F _{Hitung}	F Tabel.	
					0,05	0,01
Perlakuan	5	1.41	0.282	6.44*	4.39	8.75
Galat	6	1.05	0.04375	-	-	-
Total	11	-	-	-	-	-

Keterangan: * = berbeda nyata



Gambar 11. Tunas dengan perlakuan pola media C : a. mulai membengkak, b. mengeluarkan akar

Tabel 6. Uji BNT dari Pola Media C

Rata-rata Perlakuan	1.364	0.908	0.804	0.804	0.804	0.7	Notasi
1.364	-	0.456 *	0.56 *	0.56 *	0.56 *	0.664 *	b
0.908	-	-	0.104 ^{tn}	0.104 ^{tn}	0.104 ^{tn}	0.208 *	ab
0.804	-	-	-	-	-	0.104 ^{tn}	a
0.804	-	-	-	-	-	0.104 ^{tn}	a
0.804	-	-	-	-	-	0.104 ^{tn}	a
0.7	-	-	-	-	-	-	-

BNT (0.05) = 0.296

* = berbeda nyata

tn = tidak berbeda nyata

D. Induksi Tunas In vitro Asam Glugur

Tunas in vitro Asam Glugur berguna sebagai sumber untuk penyambungan kaki ganda dan untuk tehnik grafting pada manggis in vitro. Biji ditanam dalam media MS + BAP 5 ppm (setelah dilakukan penelitian pendahuluan), kemudian diletakkan pada rak kultur.

Penelitian ini telah melakukan induksi pertumbuhan tunas in vitro dan telah dihasilkan tunas-tunas asam glugur in vitro. Tunas - tunas asam glugur yang dihasilkan pada tahun I ini, nantinya akan digunakan untuk penelitian tahun kedua yaitu sebagai sumber untuk penyambungan kaki ganda dan penyambungan dengan tehnik grafting (gambar 12).



Gambar 12. a, b. Eksplan asam glugur, c. Tunas asam glugur yang dihasilkan

E. Uji coba pengakaran tehnik grafting atau kaki ganda pada tanaman model

Tehnik pengakaran dengan bantuan kaki ganda yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan memberi tambahan akar, dengan cara sebagai berikut : Sepertiga dari bagian bawah batang dibelah dari bagian pinggir sampai ke bagian tengah kemudian disambungkan dengan batang bawah dari tunas lain yang berasal dari 1 genus, yang juga telah dibelah dibagian tengahnya. Sehingga dihasilkan 1 tunas dengan dua kaki (dua sumber akar) di batang bagian bawah atau disebut kaki ganda.

Tanaman model yang digunakan adalah krisan dan daun dewa (gambar 12). Uji coba tehnik penyambungan ini dilakukan untuk mendapatkan tehnik yang mudah. Tehnik ini nantinya akan digunakan untuk menyambung manggis secara in vitro. Pola penyambungan yang digunakan adalah dengan penyambungan model V. Cara kerja ini nantinya akan diterapkan pada manggis in vitro.



Gambar 13. Tanaman model (Krisan, Daun Dewa) yang telah berhasil disambung

DAFTAR PUSTAKA

- Almeyda N, Martin FW. 1976. Cultivation of Neglected Tropical Fruits with Promise Part I. The Mangosteen. Agricultural Research Service. US Department of Agriculture. 18pp
- Ashburner GR, Thompson WK, Halloran GM. 1997. RAPD Analysis of South Pacific Coconut Palm Population. *Crop Sci.* 37: 992-997.
- BPPHP. 2002. Produksi, Ekspor dan Impor Buah Indonesia. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura. Ditjen BPPHP 2002. Jakarta.
- Cox JEK. 1988. *Garcinia mangostana*. Mangosteen in Garner, R, J, and Chaudari, S. A (ed) The Propagation of Tropical Fruits Trees. Antony Rowe Ltd, Chippenham, Wiltshire, England.
- Deptan. 2004. Ekspor Hortikultura Indonesia: Nilai dan Volume Ekspor Buah-buahan. <http://www.hortikultura.go.id/horti/page/statistik/lppbuah.asp> (15 April 2004)
- Goh HKLP, Lakshmanan, Loh CS. 1994. High Frequency Direct Shoot Bud Regeneration from Excised Leaves of Mangosteen (*Garcinia Mangostana* L.) *Plant Sci* 101 : 173-180
- Gupta PK, Balyan HS, Sharma PC, Ramesh B. 1996. Microsatellites in Plants: A new class of Molecular Markers. *Current Science* 70 (1): 45-54.
- Gunawan ,L.W. 1992. Tehnik Kultur Jaringan Tanaman, PAU IPB Bogor.
- Harahap F. 2003. Peningkatan Variasi Genetik Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan Induksi Radiasi Sinar Gamma. Prosiding Simposium PERAGI VIII. Bandar Lampung.
- Harahap F. 2005a. Induksi Variasi Genetik Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Dengan Radiasi Sinar Gamma. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, IPB Bogor
- Harahap F. 2005b. Induksi Mutasi Pada Kultur *in vitro* Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan Radiasi Sinar Gamma. Prosiding APISORA 2005. Badan Tenaga Nuklir Nasional. Jakarta.
- Harahap F. 2006a. Optimasi Media Pertumbuhan Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L) (Pengaruh BAP dan Pola Pemotongan Eksplan Terhadap Pembentukan Tunas Secara *In Vitro*) Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman IPB, Bogor
- Harahap F. 2006b Variasi Genetik Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L) Hasil Perlakuan Radiasi Sinar Gamma dengan Penanda Isozim, Prosiding Seminar Nasional PERHORTI 2006: Ditjen Hortikultura, Jakarta.
- Harahap F. 2006c. Analysis of Mangosteen Culture after Gamma Ray Treatment with Random Amplified Polymorphic DNA Marker. Proceedings THE FIFTH

- PKBT Institut Pertanian Bogor. 2000. Kerangka Acuan RUSNAS Pengembangan Manggis Unggulan Indonesia. Makalah. Lokakarya RUSNAS Pengembangan Buah-buahan Unggulan Indonesia. 6-7 Nov 2000. Bogor
- PKBT Institut Pertanian Bogor. 2001. RUSNAS Buah-buahan Indonesia, Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Poerwanto R, Hidayat R, Diana E, Zahara R. 1995. Usaha Mempercepat Pertumbuhan Batang Bawah Manggis . Prosiding Simposium Hortikultura Nasional.
- Poerwanto R. 2000. Tehnologi Budidaya Manggis. Makalah Diskusi Nasional Bisnis dan Tehnologi Manggis, tanggal 15-16 Nopember 2000 di Bogor. Kerjasama Pusat Kajian Buah Tropika Institut Pertanian Bogor dengan Dirjen Hortikultura dan aneka Tanaman di Bogor.
- Poerwanto R. 2003. Peran Manajemen Budidaya Tanaman dalam Peningkatan Ketersediaan dan Mutu Buah-buahan. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Poespodarsono S. 1988. Dasar-dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman, PAU- IPB, Bogor
- Powel W *et al* 1996. The Comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (Microsatelite) Markers for Germplasm Analysis. *Molecular Breeding* 2: 225 - 238.
- Ramlan MF, Mahmud TMM, Hasan BM, Karim MZ. 1992. Studies on Photosynthesis on Young Mangosteen Plants Grown Under Several Growth Conditions. *Acta Hortikulture.*, 321: 482-489.
- Sambrook JEF, Maniathis T. 1989. *Molecular Cloning: a Laboratory Manual*. Second Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press. Cold Spring Harbor. New York. USA.
- Shah FHR, Simons O, Dunsdon A. 1994. The Utility of RAPD Markers for the Determination of Genetic Variation in Oil Palm (*Elaeis guineensis*). *Theor Appl Genet* (89), 713-718.
- Stenis CGGJ van. 1975. *Flora*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sunarjono H. 1988. *Ilmu Produksi Tanaman Buah-buahan*, Sinar Baru, Bandung.
- Sunarjono H. 1998. *Prospek Berkebun Buah*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Verheij EWM, Coronel RE. 1991. *Edible Fruits and Nuts Plant Resource of South East Asia No.2*, Pudoc Wageningen.
- Wattimena GA. 2000. Pengembangan Propagul Kentang Bermutu dan Kultivar Kentang Unggul dalam Mendukung Peningkatan Produksi Kentang di Indonesia. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wieble J, Chako EK, Downtown WJS. 1992, Mangosteen (*Garcinia mangostana* L) --a Potential Crop for Tropical Northern Australia. *Acta Hort.* 321: 132-137.



Lampiran

Table lampiran 1. Kondisi pertumbuhan dan morfologi tanaman manggis hasil radiasi sinar gamma

No	Nomor tanaman	Hasil perlakuan	Kondisi tanaman/ morfologi
1	2.0.1	P induk 2, 0 Gy, eksplan ke 1	Kontrol
2	2.0.1	Pohon 2, 0 Gy, eksplan ke 1	Kontrol
3	2.5.1	Pohon 2, 5 Gy, eksplan ke 1	Daun dan tunas normal, morfologi tidak berubah, ada akar mati
4	2.5.2	Pohon 2, 5 Gy, eksplan ke 2	
5	2.10.1	Pohon 2, 10 Gy, eksplan ke 1	Sangat baik dengan 9 daun besar, 1 akar, beberapa pangkal daun tumpul
6	2.15.1	Pohon 2, 15 Gy, eksplan ke 1	2 tunas 5 cm daun hijau, beberapa helai =kelopak kecil, ada akar
7	2.15.2	Pohon 2, 15 Gy, eksplan ke 2	Tumbuh baik, ujung daun ada terbelah, helai normal dan kelopak, ada akar
8	2.15.3	Pohon 2, 15 Gy, eksplan ke 3	Baik / normal, tidak terjadi perubahan morfologi
9	2.20.1	Pohon 2, 20 Gy, eksplan ke 1	Helai=lonjong, memanjang, daun hijau tua & hijau muda, tunas bagus, ada akar
10	2.25.1	Pohon 2, 25 Gy, eksplan ke 1	Mati
11	2.30.1	Pohon 2, 30 Gy, eksplan ke 1	Mati
12	2.30.2	Pohon 2, 30 Gy, eksplan ke 2	Normal, daun kelopak ada sedikit.
13	2.35.1	Pohon 2, 35 Gy, eksplan ke 1	Tunas 5 cm, daun hijau tua, hijau muda, ada akar
14	2.40.1	Pohon 2, 40 Gy, eksplan ke 1	2 tunas kecil, 8 daun kecil dan daun kelopak
15	2.45.1	Pohon 2, 45 Gy, eksplan ke 1	7 tunas kecil, ada daun kelopak, pangkal daun ada yang meruncing
16	2.50.1	Pohon 2, 50 Gy, eksplan ke 1	Tunas daun kelopak 2 dan biasa, permukaan daun ada yang kasap, ada akar
17	5.0.1	P induk 5, 0 Gy, eksplan ke 1	-
18	5.0.1	Pohon 5, 0 Gy, eksplan ke 1	Kontrol
19	5.5.1	Pohon 5, 5 Gy, eksplan ke 1	Normal tidak ada perubahan morfologi
20	5.10.1	Pohon 5, 10 Gy, eksplan ke 1	7 daun, 1 akar 8 cm, helai memanjang, ujung meruncing, tepi ada yang bergigi, ada akar
21	5.10.2	Pohon 5, 10 Gy, eksplan ke 2	Pertumbuhan baik, 11 daun, 1 akar 3 cm, helai memanjang, ujung d ada yang terbelah.
22	5.15.1	Pohon 5, 15 Gy, eksplan ke 1	Normal, bergeronbol, helai ada yang memanjang, pangkal ada yang meruncing, ada akar
23	5.20.1	Pohon 5, 20 Gy, eksplan ke 1	Normal, daun hijau, ada daun kelopak
24	5.25.1	Pohon 5, 25 Gy, eksplan ke 1	Mati
25	5.25.2	Pohon 5, 25 Gy, eksplan ke 2	Normal, helai daun banyak memanjang, ada akar
26	5.30.1	Pohon 5, 30 Gy, eksplan ke 1	Ruas rapat, daun kecil, pinggir daun kuning ditengah hijau
27	5.30.2	Pohon 5, 30 Gy, eksplan ke 2	Tunas 12 ruas, daun kelopak
28	5.35.1	Pohon 5, 35 Gy, eksplan ke 1	7 daun normal, 2 daun kelopak, ada akar
29	5.40.1	Pohon 5, 40 Gy, eksplan ke 1	Tunas 4 cm, 8 daun hijau tua, permukaan kasap, ada akar
30	5.50.1	Pohon 5, 50 Gy, eksplan ke 1	Muncul tunas axilar banyak pada 1 tunas, permukaan kasap
31	11.3.0.1	P induk 13, 0 Gy, eksplan ke 1	-
32	13.0.1	Pohon 13, 0 Gy, eksplan ke 1	Kontrol
33	13.5.1	Pohon 13, 5 Gy, eksplan ke 1	Tunas normal, berdaun 10, 1 akar, tidak terjadi perubahan morfologi
34	13.10.1	Pohon 13, 10 Gy, eksplan ke 1	Tunas kecil, daun kecil-kecil
35	13.10.2	Pohon 13, 10 Gy, eksplan ke 2	Tunas 5 cm 13 daun, 1 akar 6 cm, ada daun kelopak, ada akar
36	13.10.3	Pohon 13, 10 Gy, eksplan ke 3	Normal, tinggi 3 cm, ada daun kelopak, ada akar
37	13.15.1	Pohon 13, 15 Gy, eksplan ke 1	Ruas tunas rapat, 12 daun tebal, ada daun kelopak
38	13.15.2	Pohon 13, 15 Gy, eksplan ke 2	7 tunas kecil bergeronbol, helai memanjang, pangkal daun meruncing
39	13.20.1	Pohon 13, 20 Gy, eksplan ke 1	Batang bercabang-cabang, 6 tunas, helai daun kelopak dan memanjang
40	13.20.2	Pohon 13, 20 Gy, eksplan ke 2	Banyak muncul bongkol, helai daun kelopak, lonjong, memanjang, susunan daun duduk

Tabel lampiran 2. Data biner pita RAPD dari 80 sampel tanaman manggis hasil perlakuan radiasi sinar gamma dengan 10 primer

No	Primer	No pita	Nomor tanaman																																															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40								
1	OPH 12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
2		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
3		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
4		4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
5		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
6		6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
7		7	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
8		8	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
9	OPH 13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
10		2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
11		3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12		4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14		6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15		7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16		8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17		9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	OPH 18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
20		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21		3	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22		4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24		6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25		7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26		8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27		9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28		10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Lanjutan tabel lampiran 2:

No	Primer	No pita	Nomor tanaman																																																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40											
29	SB 12	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
30		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
31		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
32		4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
33		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
34		6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
35		7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
36		8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
37	SB 13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
38		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
39		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
40		4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
41		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
42		6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
43		7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
44		8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45	SB 16	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
46		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
47		3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
48		4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
49		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50		6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
51		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



Lanjutan tabel lampiran 2:

No	Primer	No pita	Nomor tanaman																																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40							
52	SB 19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
53		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
54		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
55		4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
56		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
57		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
58		7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
59		8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
60		9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
61	OPN 4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
62		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
63		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
64		4	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
65		5	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
66		6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
67		7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
68		8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
69		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70		10	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71		11	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
72		12	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
73		13	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Lanjutan tabel lampiran 2:

No	Primer	No pita	Nomor tanaman																																													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40						
74		OPN 12	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1				
75			2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1			
76			3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
77			4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
78			5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
79			6	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
80			7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
81			8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
82		OPN 16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
83			2	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
84			3	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
85			4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
86			5	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
87			6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
88			7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
89			8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
90			9	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
91			10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92			11	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
93			12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
94			13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
95			14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
96			15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
97			16	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
98			17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Lanjutan tabel lampiran 2:

		Nomor tanaman																																												
No	Primer	No pita	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
1	OPH 12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
2		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
3		3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4		4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5		5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
6		6	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
7		7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
8		8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	OPH 13	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12		4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13		5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14		6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16		8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
17		9	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
18		10	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
19	OPH 18	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
20		2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21		3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22		4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23		5	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24		6	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25		7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26		8	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27		9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28		10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lanjutan tabel lampiran 2:

No	Primer	No pita	Nomor tanaman																																																			
			41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80												
29		SB 12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
30			2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
31			3	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
32			4	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
33			5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
34			6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
35			7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
36			8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
37		SB 13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
38			2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
39			3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
40			4	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
41			5	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
42			6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
43			7	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
44			8	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
45		SB 16	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
46			2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
47			3	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48			4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
49			5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50			6	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
51			7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Lanjutan tabel lampiran 2:

No	Primer	No pita	Nomor tanaman																																																											
			41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80																				
52	SIB 19	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																	
53		2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1													
54		3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1												
55		4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
56		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
57		6	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
58		7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
59		8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
60		9	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
61	OPN 4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
62		2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
63		3	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
64		4	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
65		5	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
66		6	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
67		7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
68		8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
69		9	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
70		10	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
71		11	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
72		12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
73		13	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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. 130/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. Fauziah Harahap, 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, berjudul :

"Seleksi dan Pengakaran Tanaman Manggis (*Garcinia Mangostana L*) In Vitro Hasil Induksi Radiasi Sinar Gama Untuk Mendapatkan Muatan Potensial."

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
PIHAK KEDUA harus menyelesaikan penelitian serta menyerahkan laporan hasil penelitiannya 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 py" yang berisi laporan hasil penelitian dan naskah artikel ilmiah hasil penelitian dalam bentuk Compact disk D).

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.

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.

Bukti Pengeluaran keuangan menjadi arsip pada PIHAK KEDUA atau PIHAK LAIN yang berkepentingan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Pasal 5
Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian Hibah Bersaing sesuai dengan pasal 1 di atas, maka PIHAK KEDUA 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 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:

- i. Bentuk kuarto
- j. Warna cover disesuaikan dengan ketentuan yang ditetapkan Dirjen Dikti
- k. 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.
- l. Dibagian dalam lembar pengesahan laporan akhir dituliskan Surat Perjanjian Kerja (SPK) di bawah point 3 (Pendanaan dan jangka penelitian) Nomor : 130/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.

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

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
PIHAK PERTAMA
D. Ridwan A. Sani, M.S.
NIP. 131772614

PIHAK KEDUA
Dr. Fauziah Harahap, M.Si
NIP. 131966874