

**MULTIPLIKASI TUNAS, AKLIMATISASI, DAN EVALUASI
PERTUMBUHAN PLANLET PISANG cv. AMPYANG
(*Musa acuminata*, AAA) PUTATIF RESISTEN LAYU
*FUSARIUM***

SKRIPSI

**Disusun untuk Melengkapi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2015

ABSTRAK

FITRI YANTI. Multiplikasi Tunas, Aklimatisasi, dan Evaluasi Pertumbuhan Planlet Pisang cv. Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) Putatif Resisten Layu *Fusarium*. Skripsi. Jakarta: Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. 2015.

Tanaman resisten layu *Fusarium* dapat dikembangkan dengan mutasi dan teknik seleksi *in vitro*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan tanaman pisang cv. Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) resisten terhadap layu *Fusarium*. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2013 - November 2014 melalui tiga tahap yaitu multiplikasi tunas, aklimatisasi, dan evaluasi pertumbuhan tanaman pisang di rumah kaca. Bahan tanaman yang digunakan dalam percobaan ini adalah 9 (sembilan) kode klon pisang cv. Ampyang hasil induksi mutasi iradiasi sinar gamma (30, 45, dan 50 Gy) dan seleksi *in vitro* di rumah kaca koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman - Biologi FMIPA UNJ. Planlet dimultiplikasi selama empat bulan pada media Murashige dan Skoog (MS) dengan 2.25 mg L^{-1} BAP + 0.22 mg L^{-1} TDZ + 0.175 mg L^{-1} IAA, menghasilkan 644 tunas dari ke-9 klon. Evaluasi variasi tanaman pisang usia 6 bulan setelah diaklimatisasi memperlihatkan adanya keragaman fenotipik pada karakter kuantitatif dan kualitatif tanaman. Evaluasi di rumah kaca untuk karakter kuantitatif diperoleh 159 tanaman dari 270 tanaman, yang diaklimatisasi, yang mampu bertahan hidup sampai usia 7 bulan. Tanaman yang mampu bertahan hidup pada saat evaluasi di rumah kaca diidentifikasi sebagai tanaman putatif resisten terhadap layu *Fusarium*.

Kata kunci : keragaman fenotipik, multiplikasi tunas, mutasi dan seleksi *in vitro*, media Murashige dan Skoog (MS)

ABSTRACT

FITRI YANTI. *Shoot Multiplication, Acclimatization, and Evaluation of banana plantlets Growth cv. Ampyang (Musa acuminata, AAA) putative Fusarium wilt resistance.* Undergraduated Thesis. Jakarta: Departement of Biology, Faculty of Mathematic and Natural Science. State University of Jakarta. 2015.

Plants resistance *Fusarium* wilt can be developed by mutation and selection *in vitro* techniques. The purpose of this study was to obtain banana plants cv. Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) resistance to *Fusarium* wilt. The method used descriptive. The study was conducted in December 2013 - November 2014 through three stages: shoot multiplication, acclimatization, and evaluation of banana plants growing in the green house. The plant material this study was 9 (nine) code clones banana cv. Ampyang result of mutations induced gamma ray irradiation (30, 45, and 50 Gy) and *in vitro* selection in the green house collection Plant Tissue Culture Laboratory - Biological Science UNJ. Plantlets multiplied for four months on Murashige and Skoog (MS) with 2.25 mg L⁻¹ BAP + 0.22 mg L⁻¹ TDZ + 0.175 mg L⁻¹ IAA, generated 644 shoots from 9th clones. Evaluation of banana plant variation age of 6 months after acclimatized showed phenotypic diversity in quantitative and qualitative character of the plant. Evaluation in the green house for quantitative trait acquired 159 of 270, plants were acclimatized, survived until the age of 7 months. Plants are able to survive at the time of evaluation in the green house are identified as plants that have resistance to *Fusarium* wilt.

Keywords: phenotypic variation, induce mutation and *in vitro* selection, shoot multiplication, Murashige and Skoog (MS)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim.

Alhamdulillahirrobbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang merupakan hasil penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman dan Rumah Kaca Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta yang terletak di Kampus B, Rawamangun Jakarta Timur. Judul skripsi yang disusun oleh penulis "**Multiplikasi Tunas, Aklimatisasi, dan Evaluasi Pertumbuhan Planlet Pisang cv. Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) Putatif Resisten Layu *Fusarium***" merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Universitas Negeri Jakarta.

Tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang dihadapi untuk menyelesaikan skripsi ini dan puji syukur penulis dapat lalui hingga selesai. Penulis menyadari bahwa semua ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih serta hormat kepada:

1. Dr. Reni Indrayanti, M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan waktu, tenaga, saran, pengarahan dan bimbingan agar skripsi menjadi lebih bermanfaat. Dr. Adisyahputra, M.S., selaku dosen pembimbing II yang juga telah memberikan waktu, tenaga,

saran, dan nasehat sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan lebih baik.

2. Kepada Dra. Ernawati, M.Si., selaku dosen penguji I dan Tuti Lestari, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji II yang juga telah banyak memberikan masukan, kritik dan arahan untuk membangun kesempurnaan skripsi ini.
3. Kepada Ketua Jurusan Biologi dan Ketua Program Studi Biologi FMIPA UNJ, atas segala arahan yang diberikan.
4. Seluruh dosen Jurusan Biologi UNJ yang telah banyak memberikan ilmu selama dalam masa perkuliahan. Kepada M. Isnin S.Si dan Desi yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
5. Kedua orang tua dan kakak yang selalu memberikan doa serta dukungan moril maupun materil.
6. Rekan-rekan Prodi Biologi 2010 dan 2011 yang memberikan dukungan dan bantuannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun di kemudian hari. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang berkesempatan membaca skripsi ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amiin.

Jakarta, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A.Latar Belakang	1
B.Perumusan Masalah	4
C.Tujuan Penelitian	5
D.Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, DAN PERUMUSAN HIPOTESIS	
A. Kajian Pustaka	6
1.Tanaman Pisang	6
2. Penyakit Layu <i>Fusarium</i>	11
3. Multiplikasi Tunas Pisang secara <i>in vitro</i>	15
4. Mutasi Induksi dan Seleksi <i>in vitro</i>	16
5. Aklimatisasi	17
B. Kerangka Berpikir	18
C. Perumusan Hipotesis	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Tujuan Operasional	20
B. Tempat dan Waktu Penelitian	20
C. Bahan dan Metode	20

D. Prosedur Penelitian	23
1. Alat dan Bahan	23
2. Pelaksanaan Percobaan	24
E. Hipotesis Statistik	29
F. Teknik Pengumpulan Data	30
G. Teknik Analisis Data	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	32
1. Multiplikasi Tunas Pisang cv. Ampyang secara in vitro	32
2. Aklimatisai Planlet dan Evaluasi Pertumbuhan Tanaman Pisang di Rumah Kaca	33
B. Pembahasan	47
1. Multiplikasi Tunas Pisang cv. Ampyang secara in vitro	47
2. Aklimatisai Planlet dan Evaluasi Pertumbuhan Tanaman Pisang di Rumah Kaca	47
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	
A. Kesimpulan	56
B. Implikasi	56
C. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	63
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	70
RIWAYAT HIDUP	71

DAFTAR GAMBAR

No		Halaman
1.	<i>Musa acuminata</i>	8
2.	(A) konidia cendawan <i>F. oxysporum</i> secara makroskopis pada media PDA dan (B) Koloni cendawan <i>F.oxysporum</i> secara mikroskopis.....	11
3.	Gejala penyakit layu <i>Fusarium</i> pada daun pisang dan batang semu.....	13
4.	Diagram alir penelitian.....	23
5.	Perbanyakkan klon-klon pisang cv. Ampyang pada usia 4 bulan setelah inisiasi.....	33
6.	Variasi tanaman pisang cv. Ampyang klon A, klon H berukuran besar dan kecil. Variasi klon I (C) yang berukuran kecil usia 1 bulan setelah aklimatisasi dengan media kapas yang telah dibasahi larutan $\frac{1}{2}$ MS.....	38
7.	Tanaman pisang cv. Ampyang pada tahapan aklimatisasi, sebelum diletakkan di rumah kaca (A) dan di rumah kaca (B).....	38
8.	Varian tanaman cv. Ampyang usia 7 bulan berdasarkan karakter (a) daun bergaris hijau tua – muda, (b) daun berkerut, (c) tepi daun menggulung, (d) daun tidak beraturan/robek, (e) ujung daun lancip.....	40
9.	Varian tanaman pisang cv. Ampyang usia 7 bulan berdasarkan karakter (a) pelepah berhadapan, (b) pelepah menyatu dan berwarna kemerahan (c) pelepah tersusun seperti kipas, (d) pelepah dengan bercak hitam (e) klon I (0 Gy).....	41
10.	Varian tanaman cv. Ampyang usia 7 bulan berdasarkan karakter, (a) daun dengan sedikit bercak, (b) daun dengan bercak banyak, dan (c) daun tanpa bercak.....	43

DAFTAR TABEL

No		Halaman
1.	Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang menyerang tanaman pisang.....	9
2.	Kode tanaman pisang cv. Ampyang putatif resisten layu <i>Fusarium</i>	21
3.	Penelitian multiplikasi tunas pisang cv. Ampyang secara <i>in vitro</i>	22
4.	Perbanyak klon pisang Ampyang yang terindikasi resisten layu <i>Fusarium</i> pada usia 4 bulan setelah inisiasi.....	33
5.	Rataan jumlah daun pisang cv. Ampyang dan persentase tanaman yang bertahan hidup saat aklimatisasi.....	34
6.	Rataan panjang akar dan tinggi tanaman pisang cv. Ampyang saat aklimatisasi.....	35
7.	Rataan panjang daun dan lebar daun pisang cv. Ampyang saat aklimatisasi.....	36
8.	Rataan rasio panjang dan lebar (p:l) daun dan bobot segar tanaman pisang cv. Ampyang saat aklimatisasi.....	37
9.	Jumlah tanaman dan persentase varian tanaman pisang cv. Ampyang klon A, B, C, D, E, F, G, H, dan I pada usia 6 bulan setelah tanam di rumah kaca.....	42
10	Rataan kuantitatif tanaman pisang cv. Ampyang usia 6 dan 7 bulan setelah tanam di rumah kaca.....	44
11	Kandungan klorofil a dan b daun pisang cv. Ampyang pada saat aklimatisasi dan usia 6 bulan setelah tanam di rumah kaca.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

No		Halaman
1.	Pembuatan Medium Murashige dan Skoog's (MS).....	63
2.	Hasil Perhitungan SPSS.....	64
3.	Kandungan Klorofil a dan b pada Daun Tanaman Pisang cv. Ampyang.....	66
4.	Dokumentasi Penelitian.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pisang merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Tanaman pisang berasal dari Asia Tenggara dan kini telah menyebar ke seluruh dunia, termasuk Indonesia. Buah pisang sangat populer dan disukai oleh semua lapisan masyarakat. Pisang berasal dari persilangan alamiah antara *Musa acuminata* dengan *Musa balbisiana* yang kini turunannya dikenal lebih dari ratusan jenis pisang, yaitu pisang meja, pisang rebus (olahan), dan pisang hias. Adapun jenis dari pisang meja yang terkenal antara lain ambon kuning, ambon hijau (ambon lumut), ambon putih dan Cavendish (Sunarjono, 2006). Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika (2006) melaporkan bahwa komoditas ini menjadi kontributor utama terhadap produksi buah unggulan secara nasional dengan persentase mencapai 31% dibandingkan dengan jeruk (16%), mangga (10%), durian (5%), dan buah-buahan lainnya (38%). Di Indonesia, petani umumnya menanam pisang dengan cara sederhana di sekitar kebun atau tempat lainnya sebagai tanaman pengisi atau sela dalam lahan kosong. Banyak juga pisang yang ditanam di pematang sawah, sehingga petani hampir tidak mengeluarkan biaya produksi pisang. Menurut Hafif (2006), usaha tani pisang bernilai ekonomi tinggi sehingga berpotensi untuk meningkatkan pendapatan petani.

Keberhasilan kegiatan pengembangan komoditas pisang pada suatu wilayah ditentukan oleh banyak hal dan salah satu di antaranya ialah

serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Penyakit layu yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *cubense* (*Foc*)(E. F. Smith) Snyder dan Hansen yang juga dikenal sebagai penyakit layu Panama tercatat sebagai OPT paling berbahaya dan mengancam industri pisang dunia (Stover 1957; Moore *et al.*, 2001; Pegg *et al.*, 1996; Visser, 2010). Di Indonesia, penyakit ini dilaporkan menghancurkan ribuan hektar pertanaman pisang baik perkebunan pisang komersial maupun pertanaman pisang rakyat (Nurhadi *et al.*, 1994; Nasir *et al.*, 2003). Dari survei terbaru yang dilakukan di 16 provinsi di Indonesia diketahui bahwa penyakit ini masih menjadi kendala utama dalam budidaya pisang dan telah menyebar mulai dari NAD (Nanggroe Aceh Darussalam) sampai ke Papua (Hermanto *et al.*, 2011).

Menurut De Ascensao dan Dubery (2000) serta Hwang dan Ko (2004), walaupun dijumpai kultivar pisang yang resisten terhadap penyakit ini, transfer gen-gen resisten ke dalam varietas yang rentan dengan persilangan konvensional sangat sulit, karena sifat triploid kultivar pisang dan produksi biji yang rendah, sedangkan prospek pengendalian penyakit pisang sangat bergantung pada tersedianya kultivar-kultivar pisang yang resisten (Moore *et al.* 2001; Hwang dan Ko 2004; Companioni *et al.*, 2006). Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa tanaman pisang yang resisten terhadap penyakit layu *Fusarium* dapat diperoleh melalui teknik induksi mutasi dan seleksi dalam medium selektif melalui teknik kultur jaringan (kultur *in vitro*). Metode ini telah dilakukan pada pisang cv. Cavendish (Hwang dan Ko 2004), pisang cv.

Ambon Kuning (Sutarto *et al.* 1998; Mariska *et al.* 2006), dan cv. Rajabulu (Lestari *et al.* 2009).

Planlet tanaman pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* yang digunakan dalam percobaan ini merupakan koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Biologi FMIPA UNJ. Planlet pisang yang diperoleh memiliki jumlah yang terbatas, oleh karena itu planlet pisang cv. Ampyang putatif layu *Fusarium* perlu diperbanyak dengan cara multiplikasi tunas melalui teknik kultur jaringan atau melalui teknik *in vitro*, yang selanjutnya dilakukan aklimatisasi dan dievaluasi di rumah kaca. Evaluasi tanaman di rumah kaca dilakukan untuk mengamati karakter fenotipik tanaman, dan melihat ada tidaknya konsistensi keragaman fenotipik yang tampak pada tanaman secara *in vitro* maupun *in vivo*.

Kultur jaringan (kultur *in vitro*) merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk meningkatkan keragaman genetika tanaman, sehingga sifat-sifat unggul yang diinginkan dapat dihasilkan (Hartman *et al.*, 2002; Lestari *et al.*, 2009). Keragaman genetik dapat pula diperoleh dari variasi yang terdapat dalam sel-sel somatik yang dikenal sebagai variasi somaklonal (FAO, 2006). Tanaman hasil perbanyakan melalui teknik kultur *in vitro* pada umumnya masih sangat rapuh jika dipindahkan ke rumah kaca, sehingga diperlukan masa adaptasi plantlet dari kultur heterotropik ke autotropik (aklimatisasi) yang dilakukan sebelum dipindahkan ke lapangan.

Aklimatisasi adalah pengondisian planlet atau tunas mikro dilingkungan baru yang aseptik diluar botol, dengan media tanah sehingga planlet dapat bertahan dan terus tumbuh menjadi bibit yang siap tanam

dilapang. Prosedur pembiakan dengan kultur jaringan baru bisa dikatakan berhasil jika planlet dapat diaklimatisasi ke kondisi eksternal dengan keberhasilan yang tinggi (Yusnita, 2003).

Penelitian untuk tujuan multiplikasi, aklimatisasi dan evaluasi pertumbuhan tanaman untuk mendapatkan tanaman pisang cv. Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) putatif resisten menggunakan tanaman yang masih diasumsikan tahan terhadap layu *Fusarium*. Hal ini dilakukan karena pentingnya penyediaan tanaman pisang yang tahan terhadap penyakit. Penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap yaitu, multiplikasi tunas secara *in vitro*, aklimatisasi, dan evaluasi pertumbuhan tanaman pisang di rumah kaca. Tanaman yang diperoleh diharapkan dapat dimanfaatkan untuk mengatasi penyakit layu yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* sehingga keberhasilan kegiatan pengembangan komoditas pisang dapat terlaksanakan.

B. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang dapat dibuat adalah :

1. Adakah pengaruh klon pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* terhadap kemampuan multiplikasi tunas pisang secara *in vitro* ?
2. Bagaimana kemampuan tumbuh planlet pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* pada tahap aklimatisasi dan evaluasi pertumbuhan di rumah kaca?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kemampuan multiplikasi tunas klon cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* secara *in vitro*.
2. Untuk mengetahui kemampuan tumbuh planlet pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* pada tahap aklimatisasi.
3. Untuk mengetahui kemampuan tumbuh tanaman pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* di rumah kaca.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai kemampuan tumbuh awal tanaman pisang cv. Ampyang putatif resisten terhadap layu *Fusarium*.
2. Mendapatkan klon-klon pisang cv Ampyang putatif resisten layu *Fusarium*, sebagai plasma nutfah untuk pengujian tanaman di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERFIKIR DAN HIPOTESIS

A. Kajian Pustaka

1. Tanaman Pisang

Pisang merupakan tanaman yang berasal dari Asia Tenggara dan disebarkan ke Afrika Barat, Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Selanjutnya pisang menyebar ke seluruh dunia, meliputi daerah tropis dan sub tropis. Negara-negara penghasil pisang yang terkenal diantaranya Brasil, Filipina, Panama, Honduras, India, Equador, Thailand, Karibia, Columbia, Meksiko, Venezuela dan Hawaii. Indonesia merupakan negara penghasil pisang nomor empat di dunia (Satuhu dan Supriyadi, 2000). Pohon pisang selalu melakukan regenerasi sebelum berbuah dan mati, melalui tunas-tunas yang tumbuh pada bonggolnya, dengan cara itulah pohon pisang mempertahankan keberadaannya.

Klasifikasi tanaman pisang dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan berdasarkan Ploetz *et al*, (2007) adalah sebagai berikut :

Phylum	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Musaceae
Genus	: <i>Musa</i>
Spesies	: <i>Musa acuminata</i>

Pisang termasuk famili Musaceae dari ordo Scitaminae dan terdiri dari dua genus, yaitu genus *Musa* dan *Ensete*. Genus *Musa* terbagi dalam empat golongan, yaitu *Rhodochlamys*, *Callimusa*, *Australimusa* dan *Eumusa*. Golongan *Australimusa* dan *Eumusa* merupakan jenis pisang yang dapat dikonsumsi, baik segar maupun olahan. Buah pisang yang dimakan segar sebagian besar berasal dari golongan *Eumusa*, yaitu *Musa acuminata* (AA) dan *Musa balbisiana* (BB) (Ploetz *et al.*, 2007).

Tanaman pisang merupakan tanaman herba tahunan yang mempunyai sistem perakaran dan batang di bawah tanah. Pohon pisang berakar rimpang yang berpangkal pada umbi batang. Batang yang berdiri tegak di atas tanah dan terbentuk dari pelepah daun yang saling menelungkup dan disebut batang semu. Tinggi batang semu berkisar antara 3.5 – 7.5 meter (Satuhu dan Supriyadi 2000).

Daun pisang letaknya tersebar. Helai daun berbentuk lanset memanjang. Bunga berkelamin satu, berumah satu dan tersusun dalam tandan. Daun pelindung berukuran panjang 10 – 25 cm, berwarna merah tua, berkilin, dan mudah rontok. Bunga tersusun dalam dua baris yang melintang. Bakal buah berbentuk persegi, sedangkan bunga jantan tidak ada, setelah bunga keluar, bunga membentuk sisir pertama, kedua dan seterusnya (Satuhu dan Supriyadi, 2000).

Tanaman pisang terdapat di daerah dataran rendah di lingkungan yang basah (Nakasone dan Paull, 1998). Tanaman ini dapat tumbuh di sembarang tempat namun agar produktivitasnya optimal, sebaiknya ditanam di daerah dataran rendah dengan ketinggian tempat di bawah

1000 mdpl (di atas permukaan laut) (Satuhu dan Suriyadi 2000). Menurut Nakasone dan Paull (1998), suhu yang baik untuk perkembangan buah pisang adalah berkisar antara 15 – 38°C dengan suhu optimum 27°C. Tipe iklim yang cocok adalah iklim basah sampai kering dengan curah hujan 1,400 – 2,500 mm per tahun dan merata sepanjang tahun. Tempat penanaman pisang yang baik adalah tempat yang mendapat sinar matahari atau terbuka. Pada daerah atau tempat yang terlindung, tanaman pisang akan terhambat pertumbuhannya.



Gambar 1. *Musa acuminata* (International Institute of Tropical Agriculture OISAT, 2010).

Budidaya tanaman pisang tak lepas dari berbagai kendala, terutama serangan hama dan penyakit yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan hasil baik kualitas maupun kuantitasnya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2007), Hasyim *et al.*, (1996), Sahlan dan Hermanto (1996) melaporkan beberapa penyakit-penyakit penting yang disebabkan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) (Tabel 1) pada

tanaman pisang dan cara pengendaliannya yang diharapkan dapat sebagai bahan informasi bagi petani di lapang.

Tabel 1. Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang menyerang tanaman pisang.

	Penyebab	Gejala	Pengendalian
Layu Fusarium	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Cubense</i> (FOC).	Kuning kehijauan pada daun tua, dimulai dari pinggir daun. Bila dipotong, ditemukan jaringan berwarna hitam/ungu/coklat/kekuningan. Buah umumnya tidak sampai panen atau ukurannya menjadi kecil, layu dan matang sebelum waktunya.	Menanam bibit pisang bebas penyakit, menanam varietas yang tahan penyakit layu <i>Fusarium</i> , menyiram tanah bekas tanaman pisang yang terinfeksi <i>Fusarium</i> dengan larutan Fungisida, misal <i>Carbendazim</i> .
Layu Bakteri	<i>Pseudomonas solanacearum</i> (BDB)	Kuning pucat dan total pada daun nomor 2 dan 3, dari pangkal daun terus ke bagian pinggir. Penguningan berlanjut ke semua daun. Empulur terlihat membusuk, berwarna coklat kemerahan. Buah tidak terbentuk sempurna dan kering	Menggunakan bibit sehat, membuat drainase di kebun, semprot tanaman dengan insektisida misal Malathion, fumigasi tanah bekas tanaman yang terserang penyakit dengan Methyl Bromide.
Bercak daun Sigatoka	<i>Mycosphaerella musicola</i> .	Gejala awal penyakit terlihat pada daun ke-3 atau ke-4, berupa bercak kecil berwarna kuning pucat, makin lama makin membesar sehingga membentuk bercak bulat telur dengan pusat mengering berwarna abu-abu.	Mengatur jarak tanam jangan terlalu rapat, pemangkasan daun tua yang terserang, penyemprotan fungisida sistemik berbahan aktif Benzimidazole dan Dithiocarbamate

Tabel 1. Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang menyerang tanaman pisang.

	Penyebab	Gejala	Pengendalian
Kerdil pisang	Ditularkan oleh kutu daun (<i>Pentalonia negronervosa</i>)	Gejala kerdil, pemendekan ruas daun dengan daun-daun yang menyempit dan tegak, tepi daun biasanya menggulung dengan warna kekuningan.	Menanam bibit yang sehat, sanitasi kebun, pengendalian serangga penular dengan menggunakan insektisida sistemik.
Ulat penggulung daun	<i>Erionata thrax</i> L.	Gulungan daun dimulai dari pinggiran daun dan sejajar dengan tulang daun utama serta direkat dengan benang-benang halus yang dikeluarkan oleh larva (ulat).	Memangkas daun yang terserang kemudian dibakar. Penyemprotan insektisida berbahan aktif Kuinalfos dan Triklorfon.
Penggerek bonggol	<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar	Daun menguning dan ukuran tandan berkurang sehingga produksi menurun.	Sanitasi lingkungan, menggunakan musuh alami dan insektisida berbahan aktif karbofuran, monokrotofos.
Thrips	<i>Chaetanaphotrips signipennis</i>	Terdapat bintik-bintik dan goresan pada kulit buah yang telah tua.	Membungkus tandan buah saat bunga akan mekar dan penyaputan tangkai tandan dengan insektisida berbahan aktif monocrotophos.
Penggerek batang	<i>Odoiporus longicolis</i> Oliv	Adanya lubang di sepanjang batang semu.	Menggunakan musuh alami <i>Plaesius javanicus</i> dan penggunaan insektisida berbahan aktif Carbofuran.
Burik pada buah	<i>Nacolea octasema</i>	perkembangan buah menjadi terhambat, menimbulkan kudis pada buah.	Membungkus tandan buah saat bunga akan mekar.

2. Penyakit Layu *Fusarium*

Layu *Fusarium* merupakan penyakit yang menjadi masalah utama dan merusak perkebunan pisang di Indonesia (Semangun, 1987). Penyakit ini disebabkan oleh cendawan tular tanah *Fusarium oxysporum* yang dapat bertahan dalam waktu yang lama di dalam tanah. Patogen ini, umumnya menginfeksi pada bagian akar atau pangkal batang tanaman. Gejala layu *Fusarium* tampak pada bagian atas tanaman. Penyakit tular tanah umumnya, sulit dikendalikan karena memiliki kisaran inang yang luas dan dapat bertahan hidup dalam tanah dengan waktu yang lama, serta gejala awal sulit diidentifikasi, akibatnya penyakit sering dapat diketahui ketika serangan sudah lanjut (Nurasiah, 2011).

Klasifikasi Cendawan *F. oxysporum* :

Kingdom	: Mycetae
Divisi	: Mycota
Sub Divisi	: Deuteromycotina
Kelas	: Hypomycetes
Ordo	: Hyphales (Moniliales)
Famili	: Tuberculariaceae
Genus	: <i>Fusarium</i>
Spesies	: <i>Fusarium oxysporum</i> (Agrios, 1996)



Gambar 2. (A) konidia cendawan *F. oxysporum* secara makroskopis pada media PDA dan (B) Koloni cendawan *F.oxysporum* secara mikroskopis (Nurasiah, 2011).

Fusarium oxysporum memiliki beberapa bentuk khusus, dikenal sebagai *formae specialis* (f.sp.) yang menginfeksi berbagai tanaman sehingga menyebabkan berbagai penyakit. Di Hawaii, jenis patogen ini meliputi: *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi* (*Fusarium* kuning pada asparagus); f.sp. *cubense* (penyakit Panama / layu pada pisang); f.sp. *dianthi* (layu pada anyelir); f.sp. *lycopersici* (layu pada tomat); f.sp. *melonis* (layu *Fusarium* pada melon); f.sp. *niveum* (layu *Fusarium* pada semangka); f.sp. *tracheiphilum* (layu pada kedelai), dan f.sp. *zingiberi* (*Fusarium* kuning pada jahe) (Raabe *et al*, 1981).

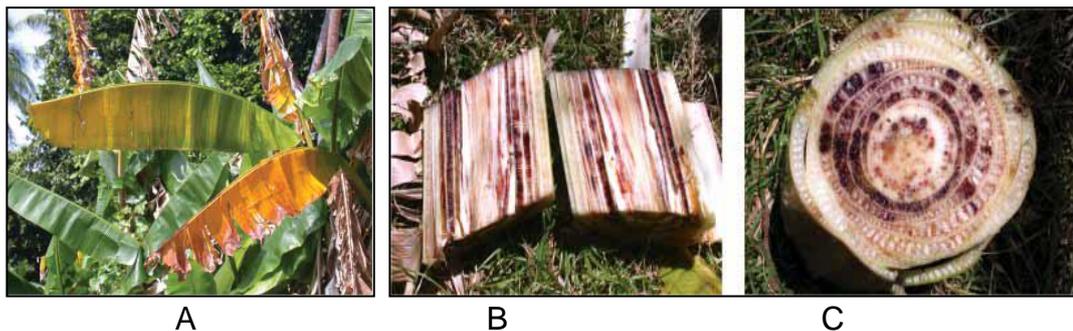
Gejala yang tampak pada tanaman terinfeksi cendawan ini, terlihat pada daun tua yang layu dan diikuti oleh daun yang lebih muda. Kadang-kadang kelayuan didahului dengan menguningnya daun, terutama daun-daun bawah. Tepi bawah daun menjadi kuning tua (layu), merambat ke bagian dalam secara cepat sehingga seluruh permukaan daun tersebut menguning. Daun ini mengalami nekrosis dari bagian pinggir ke arah tulang daun (Semangun, 1994; Nurasiah, 2011).

Patogen menyerang jaringan empulur batang melalui akar yang luka atau terinfeksi. Batang yang terserang akan kehilangan banyak cairan dan berubah warna menjadi kecokelatan, pada batang kadang-kadang terbentuk akar adventif, dan lapisan luar batang semu terbelah dari permukaan tanah (Semangun, 1994). Cendawan ini menyerang jaringan pembuluh batang pisang dengan melubangi batang tanaman. Daun yang tampak menguning layu, akan terlihat jaringan seperti sarang laba-laba yang mengering dan berwarna coklat. Akibatnya, tanaman sukar

berbunga dan apabila mampu berbunga sukar membentuk buah yang normal (Sunarjono, 1990).

Tanaman yang terserang tidak akan mampu berbuah atau buahnya tidak terisi. Lamanya waktu antara saat terjadinya infeksi penyakit sampai munculnya gejala penyakit berlangsung kurang lebih 2 bulan (Nurasiah, 2011). Buah mengering dan tidak merunduk, namun anakan tampak normal meskipun telah tercemar. Bila batang dipotong melintang empulur tampak bersih, sedangkan pada batang semu (*pseudostem*) terlihat ada bercak berwarna kemerahan.

Gejala yang paling khas adalah gejala dalam terjadi pada pangkal batang. Bila pangkal batang dibelah membujur tampak garis-garis berwarna coklat atau merah. Gejala sangat bervariasi tergantung pada keadaan tanaman, dan lingkungan, dan biasanya serangan tampak pada tanaman berumur 5-10 bulan (Semangun, 1994; Hwang & Ko., 2004).



Gambar 3. Gejala penyakit layu *Fusarium* pada daun pisang dan batang semu. (A) daun yang menguning; (B, C) pelepah yang terserang cendawan *Foc* (Davis, 2005).

Pada bonggol, jamur merusak pembuluh xilem yang menyebabkan terganggunya pengangkutan air dari akar ke daun sehingga menyebabkan

tanaman menjadi layu dan akhirnya mati. Pada tanaman pisang menunjukkan gejala eksternal dan internal ketika terserang penyakit layu *Fusarium*. Gejala eksternal yang terlihat yaitu terjadi penguningan pada daun yang dimulai dari daun tua ke daun muda (Gambar 3.A). (Davis, 2005). Sedangkan gejala internal dapat dilihat dengan cara memotong pelepah pisang. Jika dipotong secara melintang akan terlihat garis coklat berbentuk cincin (Gambar 3.B), dan jika dipotong secara vertikal maka akan terlihat garis-garis coklat pada pelepah (Gambar 3.C) (Davis, 2005)

Kandungan klorofil (klorofil a dan b) pada daun juga diketahui secara langsung berhubungan dengan adanya stress fisiologis pada tanaman, karena berhubungan dengan gejala kerusakan daun akibat infeksi cendawan *Foc* (Companiononi *et al.*, 2006). Klorofil a dan b merupakan pigmen utama dalam proses fotosintesis, dan kandungan klorofil yang rendah secara langsung dapat menghambat aktivitas fotosintesis (Taiz dan Zeiger, 2002).

Fotosintesis berperan penting dalam kehidupan tanaman, sehingga tanaman akan mengalami sakit apabila terjadi gangguan oleh patogen penyakit terhadap fotosintesis. Gangguan patogen terhadap fotosintesis ditandai dengan gejala nekrotik dan klorosis yang terjadi pada daun yang terinfeksi. Perkembangan tingkat lanjut akibat hama dan penyakit apabila terjadi kerusakan jaringan daun atau defoliasi, maka proses fotosintesis akan menurun, bahkan seluruh proses fotosintesis pada daun tidak terjadi. Hal inilah yang menyebabkan aktivitas sel terhenti akhirnya tanaman mati (Anggraeni dan Nina, 2011).

Funayama dan Terashima (2006) menyebutkan bahwa tanaman yang terinfeksi penyakit, maka terjadi penghambatan sintesis klorofil. Kerusakan utama akibat infeksi penyakit tanaman adalah akumulasi klorofil, yang menyebabkan penurunan laju fotosintesis karena penurunan kemampuan mengabsorpsi cahaya. Klorosis pada daun tanaman yang terinfeksi terjadi karena pembentukan klorofil terhambat sehingga laju pembentukan klorofil sama atau lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasi klorofil. Hal ini terjadi karena dua hal, yaitu rasio klorofil a/b meningkat akibat dari laju pembentukan klorofil yang terhambat dan jumlah membran tilakoid pada grana menurun sehingga terjadi defisiensi klorofil b yang mengakibatkan laju pembentukan klorofil terhambat.

Fusarium spp. menghasilkan senyawa Asam fusarat atau asam 5-nbutilpiridin-2-karboksilat merupakan racun yang larut dalam air yang sekaligus juga merupakan antibiotik. Toksin ini mengganggu permeabilitas membran dan akhirnya mempengaruhi air tanaman, adanya hambatan pergerakan air dalam tubuh tanaman menyebabkan terjadinya layu patologis yang tidak bisa balik yang berakibat kematian (Yunasfi, 2002).

3. Multiplikasi Tunas Pisang secara *in vitro*

Multiplikasi tunas merupakan tahap perbanyak propagula, dengan melakukan beberapa kali subkultur akan diperoleh sejumlah planlet-planlet baru (Yusnita, 2003). Multiplikasi tunas pisang secara *in vitro* pada umumnya menggunakan pucuk meristem yang ditumbuhkan pada media Murashige dan Skoog (MS) dengan penambahan BA (*6-benzyladenin*) 2.25

mg L⁻¹ dan IAA (*Indole-3-acetic acid*) 0.175 mg L⁻¹ (Strosses *et al.* 2004), BA 4.5 mg L⁻¹ (Mariska *et al.* 2006), atau 6-*benzyl amino purine* (BAP) 4.50 mg L⁻¹, *thidiazuron* (TDZ) 0.22 mg L⁻¹, *indole-3-acetic acid* (IAA) 0.175 mg L⁻¹ (Indrayanti *et al.*, 2011).

Menurut Strosses *et al.* (2004), Laju multiplikasi tunas pisang bergantung pada sitokinin dan genotip tanaman. Secara umum pucuk-pucuk kultivar yang hanya memiliki genom A akan memproduksi 2-4 pucuk baru, sedangkan kultivar yang memiliki satu atau dua genom B akan memproduksi kluster-kluster pucuk yang banyak pada setiap siklus subkultur. Pucuk aksilar dan adventif baru dapat tumbuh langsung dari eksplan ujung pucuk sekitar 6-12 minggu setelah inisiasi kultur, bergantung ukuran eksplan yang diinisiasi. Kluster pucuk dapat dipisahkan dan disubkultur kembali dengan interval 4-6 minggu.

4. Mutasi induksi dan Seleksi *In vitro*

Keragaman genetik yang ditimbulkan oleh variasi somaklonal dan induksi mutasi bersifat acak (Medina *et al.* 2004). Untuk mengidentifikasi keragaman somaklonal maupun induksi mutasi ke arah perubahan yang diinginkan, dapat digunakan teknik seleksi *in vitro*. Pada teknik *in vitro*, seleksi ketahanan terhadap cekaman biotik dapat dilakukan dengan menumbuhkan tanaman varian pada kondisi cekaman (stress). Tanaman hasil regenerasi jaringan pada kultur *in vitro* kemungkinan akan mempunyai fenotip yang toleran terhadap kondisi seleksi (Yunita, 2009).

Seleksi *in vitro* lebih efisien karena kondisi seleksi dapat dibuat homogen, tempat yang dibutuhkan relatif sedikit, dan efektivitas seleksi tinggi, oleh karena itu, kombinasi antara induksi variasi somaklonal dan seleksi *in vitro* merupakan alternatif teknologi yang efektif dalam menghasilkan individu dengan karakter yang spesifik (Kadir, 2007). Penggunaan teknik *in vitro* akan menghasilkan populasi sel varian melalui seleksi pada media yang sesuai. Intensitas seleksi dapat diperkuat dan dibuat lebih homogen. Populasi jaringan atau sel tanaman dapat diseleksi dalam media seleksi sehingga akan meningkatkan frekuensi varian dengan sifat yang diinginkan (Biswas *et al.*, 2002). Melalui seleksi *in vitro* telah dihasilkan varietas baru tanaman yang tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik dengan sifat yang diwariskan (Van den Bulk 1991; Mak *et al.*, 2004).

5. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah pengondisian planlet atau tunas mikro dilingkungan baru yang aseptik diluar botol, dengan media tanah sehingga planlet dapat bertahan dan terus tumbuh menjadi bibit yang siap tanam dilapang. Prosedur pembiakan dengan kultur jaringan baru bisa dikatakan berhasil jika planlet dapat diaklimatisasi ke kondisi eksternal dengan keberhasilan yang tinggi (Yusnita, 2003).

Tahap ini merupakan tahap kritis karena kondisi iklim mikro di rumah kaca, rumah plastik, rumah bibit dan lapangan sangat jauh berbeda dengan kondisi iklim mikro didalam botol. Kondisi diluar botol berkelembaban nisbi

jauh lebih rendah, tidak aseptik, dan tingkat intensitas cahayanya jauh lebih tinggi dari pada kondisi didalam botol (Yusnita, 2003).

Kecukupan hara merupakan faktor yang sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman selama proses aklimatisasi. Tanaman pisang memerlukan hara yang banyak. Kekurangan unsur hara dapat menyebabkan mutu buah pada panen menjadi rendah. Beberapa jenis unsur hara yang dibutuhkan yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Calcium (Ca) dan Magnesium (Mg). Kekurangan unsur-unsur tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman pisang.

B. Kerangka Berpikir

Layu *Fusarium* merupakan cendawan yang menyerang akar tanaman pisang yang bersifat sangat destruktif dan merupakan penyakit tanaman yang sangat merugikan yang menyerang berbagai perkebunan dan industri pisang di Indonesia. Untuk mendapatkan pisang yang resisten terhadap penyakit layu *Fusarium* memiliki kendala berupa sulitnya diperoleh keragaman genetik pada kultivar-kultivar pisang, karena tanaman ini diperbanyak secara vegetatif. Menurut beberapa hasil penelitian, tanaman pisang dengan sifat unggul, seperti memiliki keragaman genetik yang tinggi dan tahan terhadap penyakit dapat diperoleh melalui teknik mutasi induksi secara *in vitro* dan seleksi *in vitro*.

Koleksi pisang cv. Ampyang putatif resisten terhadap layu *Fusarium* telah diperoleh dari penelitian sebelumnya oleh Dr. Reni Indrayanti, M.Si, namun pengujian sifat ketahanan tanaman tersebut di lapangan belum

dilakukan. Pengujian ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah sifat ketahanannya bersifat genetik atau epigenetik. Untuk pengujian di lapangan sangat membutuhkan sejumlah besar klon-klon pisang, sehingga penelitian mengenai multiplikasi tunas dan aklimatisasi planlet pisang cv. Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) putatif resisten layu *Fusarium* perlu dilakukan untuk tujuan perbanyak tanaman, agar tersedia klon-klon pisang dalam jumlah yang besar. Teknik *in vitro* atau di kenal sebagai teknik kultur jaringan merupakan suatu metode perbanyak tanaman secara klonal yang telah diketahui memiliki keunggulan dibandingkan perbanyak tanaman secara vegetatif alami ataupun buatan.

C. Perumusan Hipotesis

Setiap klon pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* memiliki kemampuan multiplikasi, kemampuan tumbuh saat aklimatisasi, dan evaluasi pertumbuhan di rumah kaca yang berbeda. Klon yang berasal dari mutasi induksi iradiasi sinar gamma diharapkan menghasilkan mutan yang memiliki keragaman genetik yang tinggi sehingga memiliki sifat resisten terhadap penyakit-penyakit pada tanaman pisang.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Operasional

1. Menghitung rata-rata jumlah tunas pisang cv. Ampyang pada media mengandung zat pengatur tumbuh BAP, TDZ dan IAA.
2. Menghitung jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar, panjang dan lebar daun, rasio panjang dan lebar daun, serta kandungan klorofil daun planlet pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* pada saat aklimatisasi dan ditumbuhkan di rumah kaca.
3. Menghitung presentase planlet pisang putatif resisten layu *Fusarium* yang mampu bertahan hidup pada saat tahap aklimatisasi dan saat pertumbuhan di rumah kaca.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman dan Rumah Kaca Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta yang terletak di Kampus B, Rawamangun Jakarta Timur pada bulan Desember 2013 sampai November 2014.

C. Bahan dan Metode

Bahan tanaman yang digunakan dalam percobaan ini adalah 8 (delapan) kode klon pisang cv. Ampyang koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman - Biologi FMIPA UNJ. Klon yang digunakan berasal dari

hasil mutasi induksi mutasi dan seleksi *in vitro* dengan filtrat kultur *Foc* dan telah dievaluasi ketahanannya di rumah kaca dengan konidia cendawan *Foc* isolat Medan, dan 1 (satu) kode klon hasil mutasi induksi yang telah dievaluasi di lahan endemik layu *Fusarium* (Ciapus).

Tabel 2. Kode tanaman pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium*

Kode Tanaman	Klon berasal dari hasil induksi mutasi dan seleksi <i>in vitro</i> .
A	30 Gy (3) 19 Medan
B	30 Gy (3) 28 Medan
C	45 Gy (4) 35 Medan
D	45 Gy (4) 04 Medan
E	50 Gy (3) 24 Medan
F	50 Gy (3) 19 Medan
G	50 Gy (3) 10 Medan
H	50 Gy (3) 27 Banyuwangi
I	0 Gy (7) 22 Ciapus

Serangkaian percobaan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan adalah:

Percobaan 1. Multiplikasi tunas pisang cv. Ampyang secara *in vitro*.

Bahan tanaman yang digunakan sebagai eksplan awal adalah tunas muda pisang cv. Ampyang aseptis putatif resisten layu *Fusarium* umur 10 bulan koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, Jurusan Biologi FMIPA UNJ. Perlakuan yang diuji adalah:

Kode klon pisang : 9 kode klon (A, B, C, D, E, F, G, H, I)

BAP subkultur I : 2.25 mg L⁻¹ BAP, 0.22 mg L⁻¹ TDZ, 0.175 mg L⁻¹ IAA.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Jumlah perlakuan 9 dengan 10 ulangan, setiap ulangan terdiri dari 2-3 tunas

aseptis. Jumlah unit percobaan pada tahap awal sebanyak 180 unit percobaan.

Tunas ditumbuhkan dalam ruang kultur pada suhu $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Peubah yang diukur adalah jumlah tunas yang terbentuk pada eksplan usia 8 minggu setelah multiplikasi tunas (Strosse et al., 2004).

Tabel 3. Penelitian multiplikasi tunas pisang cv. Ampyang secara *in vitro*

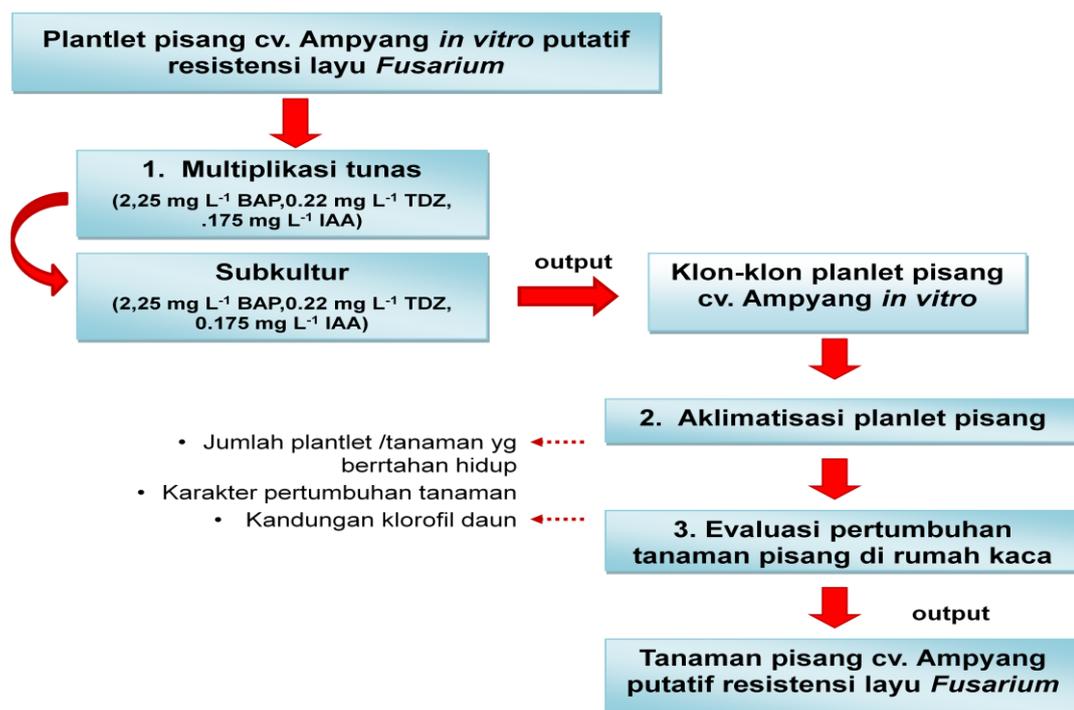
Klon \ Ulangan	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
...									
n									

Percobaan 2. Aklimatisasi planlet dan evaluasi pertumbuhan tanaman pisang cv. Ampyang di rumah kaca.

Bahan tanaman berupa planlet pisang cv. Ampyang aseptis putatif resisten layu *Fusarium* umur 10 bulan koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, Jurusan Biologi FMIPA UNJ. Metode penelitian deskriptif, dengan mengamati karakter pertumbuhan 9 kode klon (A, B, C, D, E, F, G, H, I) planlet pisang cv. Ampyang dengan jumlah masing-masing klon sebanyak 16-20 tanaman.

Pengamatan dilakukan terhadap karakter kuantitatif dan karakter kualitatif tanaman pada tahap aklimatisasi. Karakter kuantitatif berupa tinggi tanaman, panjang akar, jumlah daun, panjang dan lebar daun, rasio panjang dan lebar daun, serta kandungan klorofil daun. Sedangkan

karakter kualitatif tanaman berupa persentase kemampuan bertahan hidup setelah tahap aklimatisasi dan karakter morfologi daun, morfologi pelepah, warna batang semu dan keberadaan bercak pada daun pada umur 6 bulan setelah tanam di rumah kaca.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

D. Prosedur Penelitian

1. Peralatan Penelitian dan Bahan Kimia Medium Dasar.

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini terdiri dari peralatan untuk kultur *in vitro* (sterilisasi, pembuatan medium dan penanaman eksplan), peralatan untuk percobaan *ex vitro* (di rumah kaca), dan peralatan untuk analisis kandungan klorofil daun. Alat-alat yang digunakan untuk sterilisasi pada percobaan *in vitro* adalah transfer boks, oven,

autoklaf, dan lampu spiritus. Peralatan untuk pembuatan media adalah timbangan digital, *hot plate*, *magnetic stirrer*, botol kultur, Erlenmeyer 1000 ml, *beaker glass* 1000 ml, gelas ukur 100 ml, pipet ukur (1.5 dan 10 ml), karet penghisap, spatula, aluminium foil, pH indikator universal, dan pipet tetes. Peralatan untuk penanaman eksplan adalah pinset panjang, pinset bayonet, pisau dan mata pisau, gunting, cawan petri.

Peralatan yang digunakan pada percobaan *ex vitro* atau di rumah kaca adalah gelas plastik kecil dan besar, *polybag*, alat ukur, spidol marker, dan sendok besar. Peralatan yang digunakan untuk pengukuran kandungan klorofil daun adalah timbangan digital, gunting, alu, mortar, tabung plastik 10 ml, *kuvet*, sentrifuge, mikro pipet, tip 1000 μ l, dan spektrofotometer.

Bahan kimia untuk pembuatan medium Murashige dan Skoog (MS) terdiri dari unsur hara makro dan mikro, vitamin dan senyawa nitrogen organik, zat pengatur tumbuh *6-benzyl amino purine* (BAP), *thidiazuron* (TDZ) dan *indole-3-acetic acid* (IAA), gula sukrosa dan bahan pematid (agar). Diagram prosedur pembuatan media terdapat pada Lampiran 1. Bahan-bahan kimia yang digunakan pada pengukuran klorofil daun adalah aseton 90%, dan aquadest.

2. Pelaksanaan Percobaan

a. Sterilisasi Alat.

Alat-alat yang disterilisasi adalah alat tanam (pinset, bionet, scapel, dan gunting), botol, cawan petri, dan pipet ukur. Alat-alat tersebut dicuci

dengan menggunakan detergen dan dikeringkan. Langkah selanjutnya membungkus alat-alat tersebut (kecuali botol kultur) dengan menggunakan kertas. Alat tanam, cawan petri, dan pipet ukur yang sudah terbungkus kertas, serta botol kultur dimasukkan ke dalam oven pada suhu 121°C selama 2 jam (sterilisasi), selanjutnya alat-alat yang sudah steril disimpan dalam wadah yang bersih.

b. Pembuatan Larutan Stok Zat Pengatur Tumbuh BAP, TDZ dan IAA

Larutan ZPT, BAP dan IAA dibuat dalam bentuk stok 1000 ppm. BAP ditimbang sebanyak 1000 mg dilarutkan dalam beberapa tetes larutan HCl sambil diaduk hingga BAP larut, sedangkan TDZ dilarutkan terlebih dahulu dengan *dimethyl-sulfonat* (DMSO) dan IAA dengan larutan NaOH. Larutan stok 1000 ppm didapat dengan menambahkan aquadest sampai 1000 ml.

c. Pembuatan Media untuk Multiplikasi Tunas Pisang Secara *In vitro*

Media yang digunakan untuk tahap multiplikasi yaitu media MS mengandung BAP 2.25 mg L^{-1} , TDZ 0.22 mg L^{-1} , IAA 0.175 mg L^{-1} . Cara membuat media tersebut dengan cara mencampurkan 20 ml larutan A dan B, 10 ml larutan stok C dan D, 5 ml larutan stok E dan F, 1 ml larutan vitamin, 10 ml larutan Myo-inositol, dan ZPT ke dalam erlenmeyer 1000 ml. Selanjutnya larutan dicampurkan dengan aquades steril sampai 800 ml dan ditambahkan 30 g L^{-1} sukrosa. Larutan dimasak dengan menggunakan *hot plate* dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*.

Pengukuran pH media (5.6 – 5.8) dilakukan setelah larutan homogen, dengan cara mencelupkan sebagian pH indikator universal ke dalam media, kemudian menentukan nilai pH yang sesuai dengan warna pH yang terlihat. Setelah pH sesuai kisaran, agar-agar dimasukkan ke dalam media sebanyak 7 g L⁻¹, kemudian tambahkan aquades steril sampai batas erlenmeyer ± 1000 ml. Media dimasak menggunakan *hot plate* sambil di aduk menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah media mendidih dan terlihat bening, media dimasukkan ke dalam botol kultur sebanyak 40 botol dan ditutup plastik. Tahap selanjutnya yaitu sterilisasi media dengan cara meletakkan media ke dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit. Kemudian media ditempatkan pada rak-rak penyimpan media.

Penanaman tunas yang digunakan untuk tujuan multiplikasi tunas berasal dari tunas muda aseptis pisang Ampyang putatif resisten layu *Fusarium*. Penanaman tunas dilakukan dalam media multiplikasi mengandung media dasar MS BAP 2.25 mg L⁻¹, TDZ 0.22 mg L⁻¹, IAA 0.175 mg L⁻¹. Setelah 2 bulan dilakukan subkultur dengan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang sama (Gambar 4). Keseluruhan pekerjaan dilakukan dalam transfer boks, kemudian diletakkan di rak penyimpanan media yang dilengkapi dengan pencahayaan lampu serta temperatur ruang 16°C ± 1°C (Strosse *et al.*, 2004).

d. Pengukuran Kandungan Klorofil Daun.

Pengukuran kandungan klorofil daun dilakukan pada aklimatisasi minggu keempat dan usia 6 bulan setelah tanam di rumah kaca dengan

tiga kali pengulangan. Tiap planlet diambil daunnya dan ditimbang sebanyak 100 mg. Sampel daun yang diambil berasal dari tiga daun pertama dari pucuk. Kemudian sampel daun dimasukkan ke dalam mortar dan ditambahkan aseton 90% sebanyak 10 ml, lalu haluskan. Sampel daun yang telah halus dituang ke dalam tabung plastik berukuran 10 ml. Selanjutnya sampel disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm dan suhu 4°C selama 10 menit. Supernatan dituang kedalam tabung yang baru hingga volumenya menjadi 7 ml. Kemudian 2 ml sampel dituang ke dalam kuvet dengan mikro pipet 1000 µl untuk analisis spektrofotometri. Sampel tersebut diukur absorban klorofil a, dan b pada panjang gelombang masing-masing 664 dan 647 (Ritchie, 2006).

Pengukuran kadungan klorofil daun (Ritchie, 2006) dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Chl (1) (mgL}^{-1}\text{)} \approx E_{\lambda 1.1} A_{\lambda 1} + E_{\lambda 2.1} A_{\lambda 2}$$

$$\text{Chl (2) (mgL}^{-1}\text{)} \approx E_{\lambda 1.2} A_{\lambda 1} + E_{\lambda 2.2} A_{\lambda 2}$$

Keterangan:

Chl(a) / (b) = kadar klorofil (mg L⁻¹)

$E_{\lambda 1.1}$ = koefisien absorbansi untuk puncak merah ($\lambda 1$) dari Klorofil (a).

$E_{\lambda 1.2}$ = koefisien absorbansi untuk puncak merah ($\lambda 1$) dari Klorofil (b).

$A_{\lambda 1}$ = absorbansi dari ekstrak pigmen pada panjang gelombang ($\lambda 1$) nm.

$A_{\lambda 2}$ = absorbansi dari ekstrak pigmen pada panjang gelombang ($\lambda 2$) nm.

e. Aklimatisasi Planlet dan Evaluasi Pertumbuhan Tanaman Pisang di Rumah Kaca

Aklimatisasi pisang cv. Ampyang dilakukan dengan cara mengeluarkan planlet dari botol sebanyak 10 planlet masing-masing klon. Pada tahapan aklimatisasi dilakukan pengukuran meliputi jumlah daun, tinggi tanaman (dari ujung daun terpanjang sampai leher akar) , panjang akar (dari leher akar sampai ujung akar), dan panjang dan lebar daun (dari ujung daun sampai pangkal daun dan bagian terlebar daun), bobot segar tanaman, serta kandungan klorofil daun.

Planlet dicuci dengan klorox 5% agar terhindar dari kontaminasi cendawan dan dibilas menggunakan air, kemudian planlet ditanam ke dalam gelas plastik 200 ml yang berisi media kapas yang telah dibasahi dengan larutan $\frac{1}{2}$ MS. Selanjutnya botol ditutup dengan gelas plastik yang berukuran lebih kecil dan diletakkan di ruangan dengan pencahayaan lampu selama 2 minggu dengan penyiraman dua hari sekali.

Planlet selanjutnya dikeluarkan dari ruang kultur, dan media kapas diganti dengan media tanam ($\frac{1}{2}$ tinggi gelas plastik 200 ml) dan ditempatkan di rumah kaca. Penempatan tanaman di rumah kaca diletakkan secara acak dengan perpindahan posisi tanaman yang dilakukan sekali setiap satu bulan. Perpindahan posisi tanaman dilakukan dengan asumsikan faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dapat merata. Media tanam yang digunakan berisi campuran pupuk kandang, pupuk kompos, sekam bakar, bakteri penyubur, dan tanah subur. Pada saat tanaman usia 2 bulan setelah tanam di rumah kaca,

tanaman dipindahkan ke dalam *polybag* (dengan volume media tanam mencapai 1/3 tinggi *polybag*). Pengamatan dilakukan saat tanaman usia 6 dan 7 bulan setelah tanam di rumah kaca, terhadap karakter kuantitatif dan kualitatif tanaman.

E. Hipotesis Statistik Prosedur Penelitian

$H_0 : \mu A = \mu B = \mu C = \mu D = \mu E = \mu F = \mu G = \mu H = \mu I$

(tidak terdapat pengaruh asal klon terhadap rata-rata jumlah daun, panjang akar, panjang daun, lebar daun, rasio panjang dan lebar daun, tinggi tanaman dan bobot segar tanaman, dan kandungan klorofil daun)

$H_1 : \mu A \neq \mu B \neq \mu C \neq \mu D \neq \mu E \neq \mu F \neq \mu G \neq \mu H \neq \mu I$

(terdapat pengaruh asal klon terhadap rata-rata jumlah daun, panjang akar, panjang daun, lebar daun, rasio panjang dan lebar daun, tinggi tanaman dan bobot segar tanaman, dan kandungan klorofil daun)

Keterangan :

μA = jumlah tunas klon A

μB = jumlah tunas klon B

μC = jumlah tunas klon C

μD = jumlah tunas klon D

μE = jumlah tunas klon E

μF = jumlah tunas klon F

μG = jumlah tunas klon G

μH = jumlah tunas klon H

μI = jumlah tunas klon I

F. Teknik Pengumpulan Data

Percobaan 1. Multiplikasi Tunas Pisang cv. Ampyang secara *in vitro*.

Data yang diambil dalam percobaan ini adalah jumlah tunas yang terbentuk pada usia 4 bulan setelah multiplikasi tunas.

Percobaan 2. Aklimatisasi Planlet dan Evaluasi Pertumbuhan Tanaman Pisang di Rumah Kaca

Data yang diambil berupa karakter kuantitatif planlet pisang pada saat aklimatisasi, dan karakter kualitatif pada umur 6 dan 7 bulan setelah tanam di rumah kaca. Parameter untuk karakter kuantitatif berupa jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar, panjang daun, lebar daun, dan rasio panjang dan lebar daun menggunakan meteran, serta kandungan klorofil daun dengan menggunakan spektrofotometer. Sedangkan parameter untuk karakter kualitatif berupa respon positif dengan melihat kemampuan bertahan hidup setelah tahap aklimatisasi dan karakter morfologi daun, morfologi pelepah, warna batang semu dan keberadaan bercak pada daun pada umur 4 bulan setelah tanam di rumah kaca.

Persentase tanaman hidup dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase tanaman hidup} = \frac{\text{jumlah tanaman hidup}}{\text{jumlah total tanaman}} \times 100 \%$$

G. Teknik Analisis Data

Data kuantitatif yang meliputi jumlah daun dan kandungan klorofil dianalisa dengan statistik deskriptif dengan mengukur rata-rata setiap parameter dengan standar eror (\pm SE). Panjang akar, tinggi tanaman, panjang dan lebar daun, serta rasio panjang dan lebar daun, diolah dengan menggunakan program Microsoft Office Excel 2007 atau SPSS 16.0, selanjutnya diuji dengan uji F - anava satu arah, yang dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Data kualitatif yang berupa respon positif pertumbuhan serta bentuk morfologi yang tampak pada tanaman pisang dianalisis secara deskriptif, dengan mengelompokkan varian-varian yang terbentuk selanjutnya dihitung persentasenya.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu percobaan *in vitro* untuk tujuan multiplikasi tunas pisang dan tahap aklimatisasi untuk mengevaluasi kemampuan tumbuh tanaman serta keragaman fenotipik tanaman pisang di rumah kaca dan analisis kandungan klorofil daun pisang. Hasil percobaan tahap pertama diperoleh gambaran umum bahwa multiplikasi tunas cukup lambat, walaupun telah dilakukan subkultur. Pada tahapan kedua diperoleh gambaran umum bahwa karakter kuantitatif dan kualitatif tanaman bervariasi antara klon klon tanaman pisang yg diuji.

1. Multiplikasi Tunas Pisang cv. Ampyang secara *in vitro*.

Hasil inisiasi awal klon pisang, rata-rata diperoleh 2-4 tunas per botol setelah 1-2 bulan inisiasi, selanjutnya setiap klon diperbanyak secara *in vitro*. Tanaman yang telah diperbanyak selama 4 bulan menghasilkan klon-klon pisang dengan jumlah tersaji pada Tabel 4. Pertumbuhan klon terindikasi resisten layu *Fusarium* yang berasal dari hasil iradasi klon A yang berasal dari hasil iradasi 30 Gy (3) 19. Md, menghasilkan rata-rata jumlah tunas sebanyak 3.4 tunas. Jumlah ini lebih banyak dibandingkan klon pisang lainnya yang berkisar 1.3–2.4 tunas perbotol. Klon yang berasal dari hasil iradasi klon B, menghasilkan rata-rata jumlah tunas terendah yaitu rata-rata 1.3 tunas.

Tabel 4. Perbanyakkan klon pisang Ampyang yang terindikasi resisten layu *Fusarium* pada usia 4 bulan setelah inisiasi.

Kode Tanaman	Asal klon pisang cv. Ampyang (<i>in vitro</i>)	(N)	Jumlah (4 bln setelah inisiasi)		Rata-2 jumlah plantlet
			ulangan	Plantlet	
A	30 Gy (3) 19. Md	10 (20)	55	188	3.4
B	30 Gy (3) 28. Md	10 (16)	18	24	1.3
C	45 Gy (4) 35. Md	10 (16)	15	35	2.3
D	45 Gy (4) 04. Md	10 (20)	70	114	1.6
E	50 Gy (3) 24. Md	10 (20)	20	48	2.4
F	50 Gy (3) 19. Md	10 (18)	25	61	2.4
G	50 Gy (3) 10. Md	10 (18)	28	49	1.8
H	50 Gy (3) 27. Bw	10 (20)	44	83	1.9
I	0 Gy Ciapus	10 (20)	28	42	1.5
Jumlah total		168	644		

Keterangan: N = Jumlah ulangan dan jumlah plantlet saat awal inisiasi



Gambar 5. Perbanyakkan klon-klon pisang cv. Ampyang (A- I) pada usia 4 bulan setelah inisiasi.

2. Aklimatisasi Planlet dan Evaluasi Pertumbuhan Tanaman Pisang di Rumah Kaca.

Multiplikasi planlet pisang hasil iradiasi gamma dan seleksi *in vitro* secara keseluruhan menghasilkan planlet yang bervariasi mulai dari jumlah daun, panjang akar, tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, berat tanaman dan rasio panjang dan lebar ($p:l$) daun pada masing-masing klon.

a. Aklimatisasi Planlet

Jumlah daun dan Persentase Tanaman yang Hidup.

Tanaman yang hidup pada 4 minggu setelah aklimatisasi memiliki nilai persentase yang berbeda pada beberapa klon. Persentase tanaman yang hidup tertinggi sebesar 100% terdapat pada klon B, E, dan F, sedangkan yang terendah terdapat pada klon G (42.9%) (Tabel 5).

Pengamatan terhadap rata-rata jumlah daun saat aklimatisasi menunjukkan adanya variasi jumlah daun. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara jenis klon dan jumlah daun. Rataan jumlah daun terbanyak terdapat pada planlet klon H (6.87 ± 0.23) dan yang terendah pada klon I (5.16 ± 0.35). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan hidup planlet yang tinggi (100%) tampaknya tidak diikuti dengan banyaknya jumlah daun yang dihasilkan (Tabel 5; Gambar 7 dan 8).

Tabel 5. Rataan jumlah daun pisang cv. Ampyang dan persentase tanaman yang bertahan hidup saat aklimatisasi.

Klon	Asal klon pisang cv. Ampyang	N	Jumlah tanaman yg hidup (%)	Jumlah daun			
				Rataan	\pm SE	Min	Maks
A	30 Gy (3) 19. Md	94	(92.6)	6.26	0.21	3.00	13.00
B	30 Gy (3) 28. Md	7	(100.0)	5.29	0.36	4.00	7.00
C	45 Gy (4) 35. Md	8	(75.0)	6.50	0.78	3.00	11.00
D	45 Gy (4) 04. Md	22	(81.8)	6.36	0.40	3.00	11.00
E	50 Gy (3) 24. Md	13	(100.0)	5.92	0.55	3.00	10.00
F	50 Gy (3) 19. Md	8	(100.0)	5.75	0.41	4.00	8.00
G	50 Gy (3) 10. Md	7	(42.9)	5.29	0.75	3.00	8.00
H	50 Gy (3) 27. Bw	86	(80.2)	6.87	0.23	3.00	14.00
I	0 Gy Ciapus	25	(96.0)	5.16	0.35	3.00	10.00

Keterangan: N = jumlah planlet yang diaklimatisasi

Panjang Akar dan Tinggi Tanaman

Hasil pengukuran terhadap panjang akar dan tinggi tanaman diperoleh gambaran umum bahwa rata-rata panjang akar tertinggi dihasilkan oleh klon A (22.04 cm), dan terendah dihasilkan oleh klon F (8.30 cm), sedangkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi juga dihasilkan oleh klon A (14.19 cm), dan terendah dihasilkan oleh klon F (8.91 cm) (Tabel 6).

Hasil analisis dengan uji F menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada panjang akar dan tinggi tanaman. Analisis dengan DMRT menunjukkan bahwa panjang akar tertinggi yang dihasilkan oleh klon A berbeda nyata jika dibandingkan dengan klon lainnya. Namun demikian tinggi tanaman tertinggi yang dihasilkan oleh klon A hanya berbeda nyata jika dibandingkan dengan klon F, dan tidak berbeda nyata dengan klon B, C, D, E, G, H dan I (Tabel 6). Dengan demikian dapat diketahui bahwa klon pisang Ampyang yang diuji relatif memiliki tinggi tanaman yang sama.

Tabel 6. Rataan panjang akar dan tinggi tanaman pisang cv. Ampyang saat aklimatisasi

Klon	Asal klon pisang cv. Ampyang	N	Panjang akar (cm)			Tinggi tanaman (cm)		
			Rataan	Min	Maks	Rataan	Min	Maks.
A	30 Gy (3) 19. Md	94	22.04 c	4.6	48.6	14.19 b	6.6	22.0
B	30 Gy (3) 28. Md	7	8.50 a	2.5	20.3	12.11 b	3.8	21.5
C	45 Gy (4) 35. Md	8	10.90 ab	3.5	25.0	12.16 b	8.0	22.0
D	45 Gy (4) 04. Md	22	8.47 a	4.5	16.0	12.67 b	5.5	20.8
E	50 Gy (3) 24. Md	13	12.34 ab	6.5	22.6	13.99 b	9.3	21.3
F	50 Gy (3) 19. Md	8	8.30 a	5.0	15.1	8.91 a	6.2	11.6
G	50 Gy (3) 10. Md	7	9.19 ab	2.6	24.0	11.27 ab	2.8	16.6
H	50 Gy (3) 27. Bw	86	11.37 ab	2.0	24.6	13.95 b	6.3	20.0
I	0 Gy Ciapus	25	15.73 b	2.5	38.5	12.51 b	5.6	22.0

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada $\alpha = 0.05$.

Panjang Daun dan Lebar Daun

Hasil pengukuran terhadap panjang daun dan lebar daun pada saat aklimatisasi menunjukkan adanya perbedaan. Rataan panjang daun tertinggi dihasilkan oleh klon H (6.74 cm) dan terendah pada klon B (3.90 cm), sedangkan lebar daun terbesar dihasilkan oleh klon A (1.64 cm) dan I (1.62 cm), terendah pada klon G (0.97 cm) (Tabel 7).

Analisis variansi dengan uji F menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada panjang daun dan lebar daun. Variasi yang ditimbulkan terlihat cukup besar (Tabel 7). Analisis DMRT menunjukkan bahwa panjang daun tertinggi yang dihasilkan oleh klon H berbeda nyata dengan klon B, C, F dan G, namun tidak berbeda nyata dengan klon A, D, E dan I, sedangkan lebar daun terbesar dihasilkan oleh klon A dan berbeda nyata dengan klon B, C dan G, tetapi tidak berbeda nyata dengan klon D, E, F, H dan I (Tabel 7).

Tabel 7. Rataan panjang dan lebar daun pisang cv. Ampyang saat aklimatisasi.

Klon	Asal klon pisang cv. Ampyang	N	Panjang daun (cm)			Lebar daun (cm)		
			Rataan	Min.	Maks.	Rataan	Min.	Maks
A	30 Gy (3) 19. Md	94	6.53 cd	2.83	9.83	1.64 d	0.73	3.17
B	30 Gy (3) 28. Md	7	3.90 a	1.37	6.07	1.15 abc	0.57	1.87
C	45 Gy (4) 35. Md	8	4.50 ab	2.33	8.00	1.07 ab	0.63	1.93
D	45 Gy (4) 04. Md	22	5.55 bcd	2.10	8.23	1.36 abcd	0.47	2.10
E	50 Gy (3) 24. Md	13	6.34 cd	3.57	9.00	1.59 cd	0.63	3.97
F	50 Gy (3) 19. Md	8	5.17 abc	3.60	6.73	1.30 abcd	0.87	1.70
G	50 Gy (3) 10. Md	7	4.24 ab	1.30	7.87	0.97 a	0.47	2.20
H	50 Gy (3) 27. Bw	86	6.74 d	3.77	10.10	1.48 bcd	0.60	2.90
I	0 Gy Ciapus	25	5.92 cd	1.53	10.83	1.62 d	0.53	3.03

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada $\alpha = 0.05$.

Rasio panjang dan lebar (*p:l*) daun dan bobot segar planlet

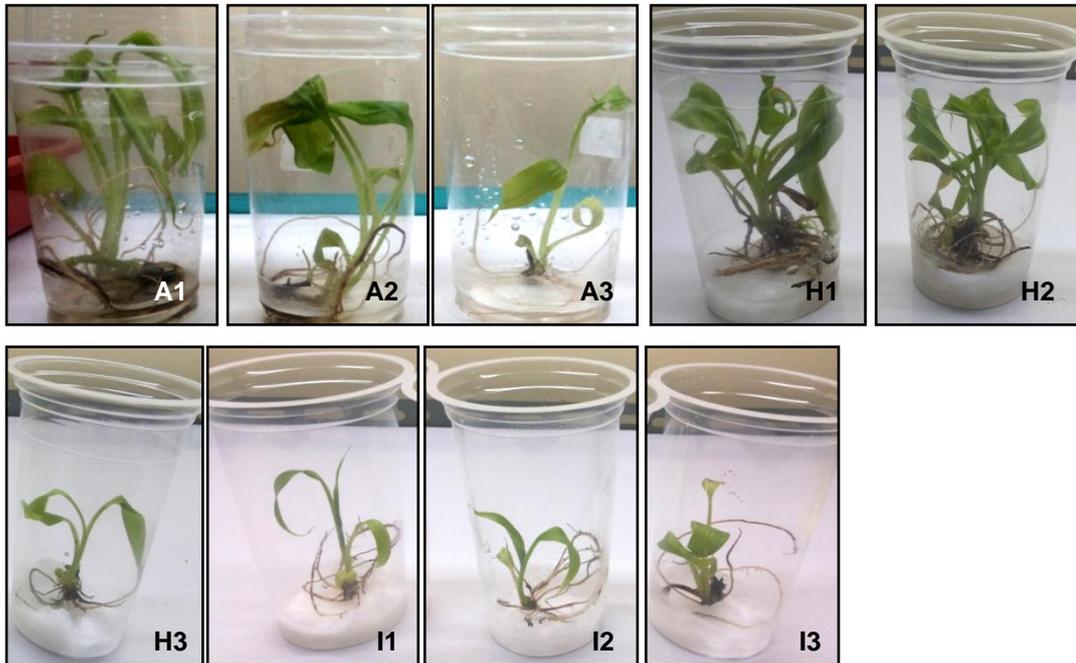
Rasio panjang dan lebar daun diukur untuk mengetahui apakah daun yang dihasilkan relatif memiliki bentuk daun yang panjang (sempit) atau lebar. Hasil pengamatan terhadap parameter tersebut diperoleh gambaran umum bahwa rasio *p:l* terbesar dihasilkan oleh klon A (14.19) dan terendah dihasilkan oleh klon tanaman F (8.91). Rataan bobot tanaman terbesar dihasilkan oleh klon A (22.04 g) dan terendah dihasilkan oleh klon F (8.30 g)

Hasil analisis variansi dengan uji F menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada rasio panjang dan lebar daun, serta bobot segar tanaman pada klon pisang yang diuji. Analisis dengan DMRT menunjukkan bahwa rasio (*p:l*) yang tertinggi yang terdapat pada klon A hanya berbeda nyata dengan dengan klon F, namun tidak berbeda nyata dengan klon lainnya. Pada bobot segar tanaman, dimana klon A menghasilkan bobot segar tanaman yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 8).

Tabel 8. Rataan rasio panjang dan lebar (*p:l*) daun dan bobot segar tanaman pisang cv. Ampyang saat aklimatisasi.

Klon	Asal klon pisang cv. Ampyang	N	Rasio panjang:lebar daun			Bobot segar tanaman (g)				
			Rataan	Min	Maks	Rataan	Min	Maks		
A	30 Gy (3) 19. Md	94	14.19	b	6.6	22.0	22.04	c	4.6	48.6
B	30 Gy (3) 28. Md	7	12.11	b	3.8	21.5	8.50	a	2.5	20.3
C	45 Gy (4) 35. Md	8	12.16	b	8.0	22.0	10.90	ab	3.5	25.0
D	45 Gy (4) 04. Md	22	12.67	b	5.5	20.8	8.47	a	4.5	16.0
E	50 Gy (3) 24. Md	13	13.99	b	9.3	21.3	12.34	ab	6.5	22.6
F	50 Gy (3) 19. Md	8	8.91	a	6.2	11.6	8.30	a	5.0	15.1
G	50 Gy (3) 10. Md	7	11.27	ab	2.8	16.6	9.19	ab	2.6	24.0
H	50 Gy (3) 27. Bw	86	13.95	b	6.3	20.0	11.37	ab	2.0	24.6
I	0 Gy Ciapus	25	12.51	b	5.6	22.0	15.73	b	2.5	38.5

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada $\alpha = 0.05$.



Gambar 6. Variasi tanaman pisang cv. Ampyang klon A, klon H berukuran besar dan kecil. Variasi klon I (C) yang berukuran kecil usia 1 bulan setelah aklimatisasi dengan media kapas yang telah dibasahi larutan $\frac{1}{2}$ MS.



Gambar 7. Tanaman pisang cv. Ampyang pada tahapan aklimatisasi, sebelum diletakkan di rumah kaca (A) dan di rumah kaca (B).

b. Evaluasi Pertumbuhan Tanaman Pisang di Rumah Kaca

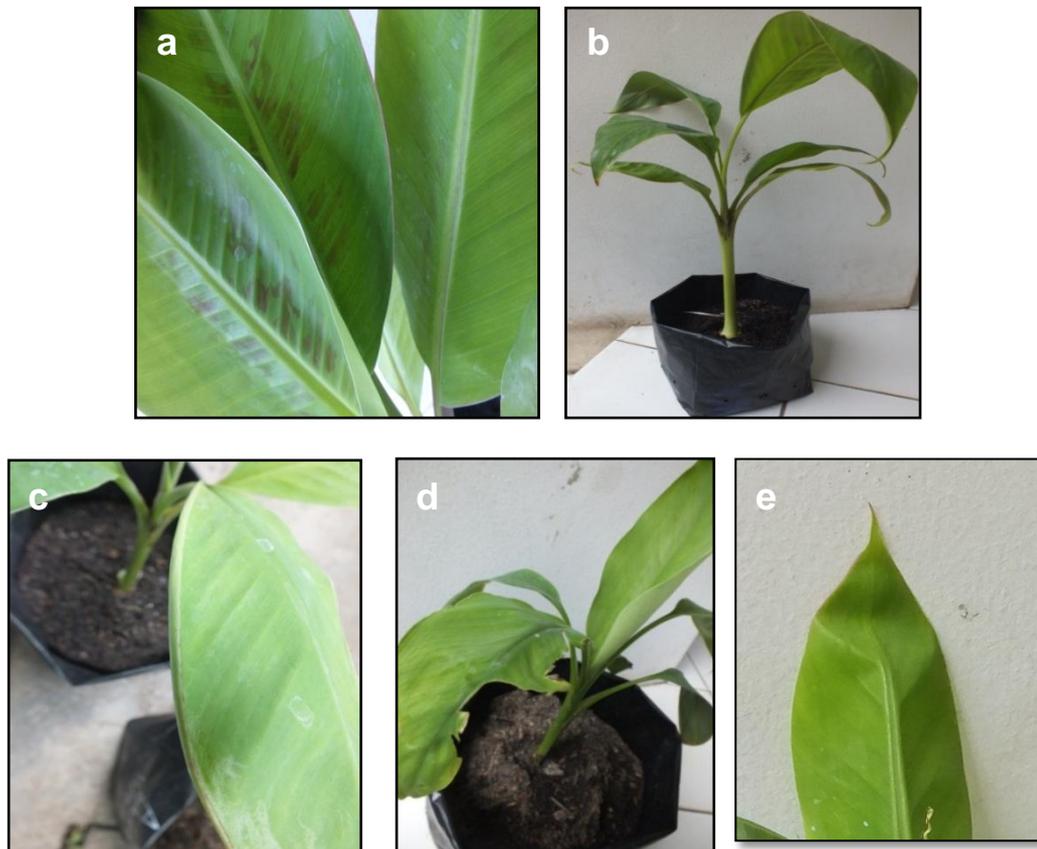
Evaluasi pertumbuhan tanaman pisang dilakukan pada usia 6-7 bulan setelah tanam di rumah kaca terhadap karakter kualitatif dan kuantitatif tanaman. Pengamatan kualitatif tanaman berupa morfologi tanaman yang

meliputi morfologi daun dan pelepah, keberadaan bercak pada daun yang merupakan ciri pisang dengan genom AA (Valmayor *et al.*, 2000) juga diamati. Karakter morfologi daun yang diamati yaitu daun bergaris hijau tua – muda, daun berkerut, susunan daun melingkar, tepi daun menggulung, daun tidak beraturan/robek ketika gulungan daun masih muda, daun tegak – lancip. Morfologi pelepah yaitu pelepah berhadapan, pelepah tersusun seperti kipas, pelepah menyatu, pelepah berwarna kemerahan, pelepah dengan bercak hitam, daun tanpa bercak, daun dengan bercak sedikit (kurang dari 3 daun atau kurang dari 30% luas permukaan daun) , daun dengan bercak banyak (lebih dari tiga daun atau luar bercak lebih dari 30% luas permukaan daun) (Tabel 9).

Pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa tanaman yang berasal dari klon A dan H lebih banyak menghasilkan jenis varian, dengan 14 varian dari 14 varian yang diamati dibandingkan dengan tanaman yang berasal dari klon C dengan 7 varian dari 14 varian (Tabel 9). Tanaman dengan daun bergaris hijau tua yang memperlihatkan urat daun yang jelas (Gambar 8. a) ditemukan pada semua jenis klon sebanyak 100%.

Pengamatan morfologi daun berdasarkan persentase pada varian daun berkerut terdapat pada klon A, D, H, F dan I, namun tidak terdapat pada klon B, C, E dan G. Susunan daun melingkar terdapat pada semua jenis klon dengan yang tertinggi pada klon C, G, E dan I dan terendah pada klon D. Tepi daun menggulung terdapat pada klon A, F dan H dengan yang tertinggi pada klon H dan terendah pada klon A, namun tidak terdapat pada klon B, C, D, E, G dan I. Daun tidak beraturan/robek hanya terlihat pada

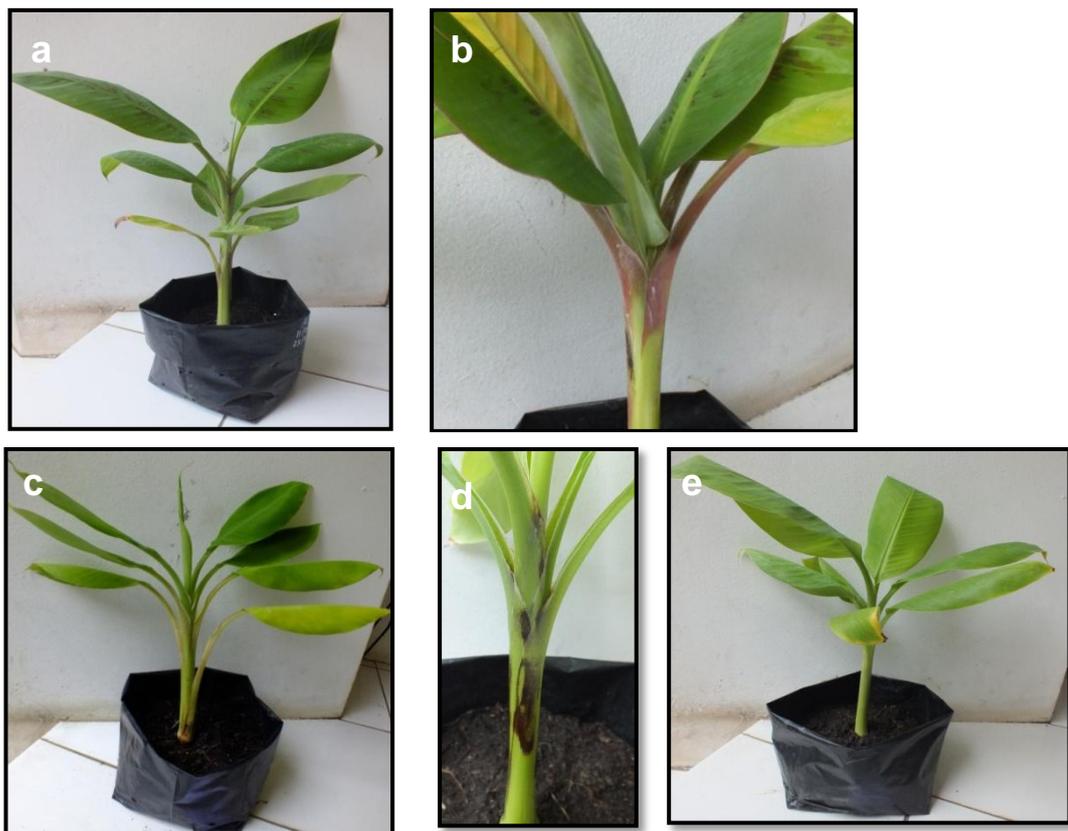
klon A dan H. Daun tegak dan ujung lancip terlihat pada semua klon dengan yang tertinggi pada klon B, C dan G dan terendah pada klon E (Gambar 9).



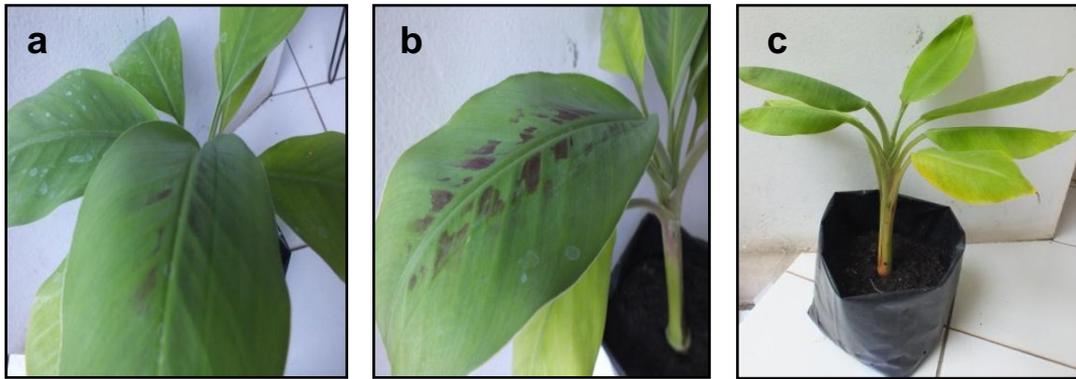
Gambar 8. Varietas tanaman cv. Ampyang usia 7 bulan berdasarkan karakter (a) daun bergaris hijau tua – muda, (b) daun berkerut, (c) tepi daun menggulung, (d) daun tidak beraturan/robek, (e) ujung daun lancip

Susunan pelepah berhadapan terlihat pada semua jenis klon dengan yang tertinggi terlihat pada klon C, E dan G dan terendah pada klon B dan H. Pelepah tersusun seperti kipas hanya terlihat pada klon A, D, F dan H dengan yang tertinggi pada klon D dan terendah pada klon A. Susunan pelepah menyatu hanya terdapat pada klon A, D, E, H dan I dengan yang tertinggi pada klon E dan terendah pada klon C. Pelepah berwarna

kemerahan terlihat pada semua klon dengan yang tertinggi pada klon G dan yang terendah pada klon H. Pelelah dengan bercak hitam terlihat pada semua klon dengan yang tertinggi pada klon B dan terendah pada klon C dan G (Gambar 9). Pengamatan keberadaan bercak pada daun, diketahui daun tanpa bercak tertinggi terlihat pada klon D dan G dan yang terendah klon E, A dan F. Daun dengan bercak sedikit tertinggi terlihat pada klon C dan I dan terendah pada klon A, E, G dan H. Daun dengan bercak banyak tertinggi terlihat pada klon A dan F dan terendah pada klon I (Tabel 9; Gambar 10).



Gambar 9. Varian tanaman pisang cv. Ampyang usia 7 bulan berdasarkan karakter (a) pelepas berhadapan, (b) pelepas menyatu dan berwarna kemerahan (c) pelepas tersusun seperti kipas, (d) pelepas dengan bercak hitam (e) klon I (0 Gy)



Gambar 10. Varian tanaman cv. Ampyang usia 7 bulan berdasarkan karakter, (a) daun dengan sedikit bercak, (b) daun dengan bercak banyak, dan (c) daun tanpa bercak.

Pengamatan Kuantitatif

Pengamatan kuantitatif tanaman meliputi karakter jumlah tanaman, jumlah daun, tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, dan rasio p:l pada usia 6 dan 7 bulan setelah aklimatisasi. Hasil analisis (\pm SE) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara jenis klon dan parameter kuantitatif. Hasil pengamatan kuantitatif usia 6 bulan dengan rata-ran jumlah daun tertinggi terdapat pada klon F ($7,86 \pm 0,51$) dan terendah pada klon E ($5,00 \pm 1,00$). Rataan tinggi tanaman tertinggi terdapat pada klon A ($58,27 \pm 3,74$) dan terendah pada klon E ($34,70 \pm 7,07$). Rataan panjang daun tertinggi terdapat pada klon A ($25,54 \pm 1,60$) dan terendah pada klon E ($15,18 \pm 2,60$). Rataan lebar daun tertinggi terdapat pada klon A ($9,88 \pm 0,69$) dan terendah pada klon E ($5,30 \pm 1,18$), sedangkan rata-ran rasio p:l daun tertinggi terdapat pada klon E ($2,93 \pm 0,18$) dan terendah pada klon D ($2,49 \pm 0,14$) (Tabel 10).

Hasil pengamatan usia 7 bulan, rata-rata jumlah daun tertinggi terdapat pada klon F (8.29 ± 0.52) dan terendah pada klon E (6.33 ± 1.33). Rata-rata tinggi tanaman tertinggi pada klon I (71.21 ± 5.86), terendah pada klon E (46.90 ± 13.09). Rata-rata panjang daun tertinggi terdapat pada klon F (34.04 ± 2.51), terendah pada klon E (20.07 ± 4.98). Rata-rata lebar daun tertinggi terdapat pada klon F (12.07 ± 0.65) dan I (12.07 ± 1.00) dan terendah pada klon E (7.10 ± 1.90), sedangkan rata-rata rasio panjang dan lebar daun tertinggi terdapat pada klon E (2.86 ± 0.08) dan terendah pada klon B (2.35 ± 0.05) (Tabel 10).

Pengukuran Kandungan Klorofil Daun.

Klorofil daun memiliki peranan yang penting tidak hanya untuk fotosintesis tetapi juga untuk proses metabolisme lainnya, seperti sintesis lemak, terpenoid, tetrapireol, asam amino dan hormon. Kandungan klorofil daun pada klon pisang cv. Ampyang yang diuji, diukur pada saat aklimatisasi minggu ke-4 dan pada usia 6 bulan setelah ditumbuhkan di rumah kaca.

Hasil pengukuran kandungan klorofil daun pisang cv. Ampyang pada saat aklimatisasi dan pada usia 6 bulan setelah tanam terdapat pada Tabel 11. Kandungan klorofil pada saat aklimatisasi menunjukkan adanya variasi jumlah klorofil a pada setiap klon yang diuji (Tabel 10). Pada saat aklimatisasi kandungan klorofil a tertinggi terdapat pada tanaman pisang yang berasal dari klon I ($9.42 \text{ mg L}^{-1} \pm 0.64$) yang berbeda nyata dibandingkan klon lainnya. Kandungan klorofil a terendah

dihasilkan oleh daun tanaman yang berasal dari klon E ($3.83 \text{ mg L}^{-1} \pm 0.39$). Kandungan klorofil b relatif tidak bervariasi, namun terlihat bahwa kandungan tertinggi dihasilkan oleh klon I ($2.53 \text{ mg L}^{-1} \pm 0.13$) dan terendah dihasilkan oleh klon C ($1.30 \text{ mg L}^{-1} \pm 0.21$) (Tabel 11).

Pengukuran kandungan klorofil a dan b pada daun pisang usia 6 bulan setelah tanam di rumah kaca cukup bervariasi, namun klorofil b relatif kurang bervariasi. Kandungan klorofil a tertinggi dihasilkan oleh tanaman yang berasal dari klon F ($16.03 \text{ mg L}^{-1} \pm 0.85$), dan berdasarkan analisis deskriptif statistik klon F berbeda nyata dengan klon lainnya. Kandungan klorofil a terendah terdapat pada tanaman dari klon G ($10.14 \text{ mg L}^{-1} \pm 2.26$). Kandungan klorofil b terlihat tidak bervariasi, namun yang tertinggi dihasilkan klon F ($2.54 \text{ mg L}^{-1} \pm 0.06$) dan terendah pada klon C ($2.03 \text{ mg L}^{-1} \pm 0.44$) (Tabel 11).

Tabel 11. Kandungan klorofil a dan b daun pisang cv. Ampyang pada saat aklimatisasi dan usia 6 bulan setelah tanam di rumah kaca.

Klon	Aklimatisasi				Usia 6 bulan			
	Klorofil a (mg L^{-1})	\pm SE	Klorofil b (mg L^{-1})	\pm SE	Klorofil a (mg L^{-1})	\pm SE	Klorofil b (mg L^{-1})	\pm SE
A	5.78	0.78	1.84	0.16	11.73	2.18	2.23	0.11
B	4.07	0.32	1.43	0.15	12.07	1.31	2.44	0.03
C	5.00	0.79	1.30	0.21	14.34	4.11	2.03	0.44
D	7.52	1.42	2.39	0.41	11.52	2.50	2.32	0.31
E	3.83	0.39	1.45	0.17	12.15	1.22	2.53	0.08
F	7.29	0.78	2.51	0.15	16.03	0.85	2.54	0.06
G	7.14	1.82	1.90	0.35	10.14	2.26	2.19	0.26
H	7.83	0.37	2.44	0.12	10.92	1.93	2.40	0.10
I	9.42	0.64	2.53	0.13	14.67	2.19	2.39	0.06

B. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan tumbuh tanaman pisang (*Musa acuminata*, AAA) putatif resisten layu *Fusarium* yang diperoleh dari hasil iradiasi gamma dan seleksi *in vitro*, serta untuk mengidentifikasi keragaman fenotipik tanaman pisang. Salah satu cara dalam mengembangkan tanaman resisten terhadap penyakit layu *Fusarium* dengan melakukan seleksi *in vitro* pada media filtrat kultur patogen terhadap planlet hasil mutasi induksi. Eksplan yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Universitas Negeri Jakarta yang berasal dari hasil iradiasi 30, 45 dan 50 Gy yang dilanjutkan dengan seleksi *in vitro* dengan Filtrat Kultur *Foc*. Tanaman tersebut juga telah dievaluasi ketahanannya melalui infeksi akar dengan konidia cendawan *Foc* isolat dari Medan dan Banyuwangi. Tanaman 0 Gy (tanpa diradiasi) merupakan hasil evaluasi di lahan endemik layu *Fusarium* di lapangan.

1. Multiplikasi Tunas Pisang cv. Ampyang secara *in vitro*.

Laju multiplikasi tunas pisang bergantung pada sitokinin maupun genotip tanaman. Pemberian konsentrasi sitokinin lebih tinggi dibandingkan auksin dimaksudkan untuk menginduksi pertunasan (Hartman *et al.*, 2002). Pada percobaan tahapan ini konsentrasi sitokinin (BAP) yang diberikan lebih tinggi dari auksin (IAA), sehingga tunas mampu bermultiplikasi. Akar mampu terbentuk dengan konsentrasi yang rendah, diduga karena planlet telah mampu membentuk auksin endogen sehingga dengan konsentrasi auksin yang rendah, akar tetap dapat terbentuk.

Hasil multiplikasi tunas pisang cv. Ampyang (AAA) setelah dua kali periode subkultur selama 8 minggu menghasilkan rata-rata jumlah planlet yang terbentuk berkisar 1.3 – 3.4 pucuk tunas (Tabel 4). Hasil ini tidak berbeda dengan pernyataan Strose *et al.*, (2004) bahwa secara umum pucuk-pucuk kultivar yang hanya memiliki genom A akan memproduksi 2-4 pucuk baru, sedangkan kultivar yang memiliki satu atau dua genom B akan memproduksi kluster-kluster pucuk yang banyak pada setiap siklus subkultur.

Nilai rata-rata jumlah planlet tertinggi dihasilkan oleh tanaman yang berasal dari klon A 30 Gy (3) 19. Md, sedangkan yang terendah berasal dari klon B 30 Gy (3) 28. Klon A dan B merupakan hasil induksi mutasi iradiasi sinar gamma 30 Gy, namun hasil rata-rata jumlah planlet sangat berbeda. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat mutasi pada tanaman bersifat acak. Selain itu, klon A berasal dari tanaman yang ke-16 dan klon B dari tanaman ke-28, sehingga keragaman sifat mutan yang terbentuk bervariasi.

Hasil percobaan ini berbeda jika dibandingkan pertumbuhan tunas pisang pada saat awal eksplan dilakukan induksi mutasi, yang menghasilkan jumlah tunas rata-rata berkisar 6.2 – 8.9 tunas pada usia 6 minggu setelah tanam pada media mengandung BAP (*6-benzyl amino purine*) 4.25 mg L⁻¹, TDZ (0.22 mg L⁻¹) dan IAA (*Indole-3-acetic acid*) 0.175 mg L⁻¹ (Indrayanti *et al.*, 2011). Hal ini dapat terjadi karena bahan tanaman yang digunakan dalam percobaan ini merupakan tanaman hasil seleksi dengan memberikan cekaman biotik pada saat *in vitro* dan *in vivo*, sehingga diduga masih sulit untuk melakukan pemulihan (*recovery*) setelah mengalami cekaman.

Kemungkinan lain bisa disebabkan zat pengatur tumbuh BAP yang diberikan pada percobaan ini lebih rendah yaitu sebesar 2.25 mg L^{-1} .

Pengamatan pada multiplikasi tunas pisang secara *in vitro* juga cukup sulit karena tingkat kontaminasi cukup tinggi, kemungkinan terdapat konidia *Foc* dorman yang terdapat pada ruang antar sel tumbuhan sehingga ketika eksplan ditumbuhkan pada media MS, konidia berkembang membentuk koloni jamur disekitar eksplan yang diinisiasi dan menyebabkan eksplan mudah sekali terkontaminasi (Lampiran 4).

2. Aklimatisasi Plantlet dan Evaluasi Pertumbuhan Tanaman Pisang di Rumah Kaca.

Pada tahapan ini persentase tanaman yang hidup berkisar 42.9 – 100% (Tabel 5). Klon tanaman yang tidak mampu bertahan hidup banyak dihasilkan oleh klon F. Klon tanaman yang tidak dapat bertahan hidup ini diduga merupakan tanaman kimera, hal ini dimungkinkan karena menurut Predieri (2001) dan Jain (2010), tanaman kimera pada umumnya berkembang dari populasi mutan yang berasal dari multiplikasi tanaman yang dilakukan lebih dari generasi M_1V_4 . Generasi M_1V_4 merupakan tanaman hasil mutasi pada siklus vegetatif ke empat (Medina *et al.*, 2004). Kimera adalah keadaan sel yang memiliki dua atau lebih susunan genetiknya, hal tersebut dapat terjadi karena mutasi gen atau kromosom. Tanaman varian pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* yang di evaluasi ketahanannya pada percobaan ini berasal dari generasi M_1V_{6-8} atau tanaman hasil mutasi pada siklus vegetatif ke enam sampai ke

delapan (Indrayanti *et al.*, 2011), sehingga perolehan tanaman kimera kemungkinan lebih besar.

Tanaman yang tidak bertahan hidup rata-rata mengalami gejala kelayuan 3-4 minggu setelah aklimatisasi. Kelayuan terjadi diduga karena planlet belum dapat beradaptasi dengan lingkungannya. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kemampuan tumbuh tanaman hasil seleksi *in vitro* yang diaklimatisasi yaitu kelembaban jauh lebih rendah, tidak aseptik dan tingkat intensitas cahaya jauh lebih tinggi dari pada kondisi dalam botol, dalam hal ini planlet belum mampu beradaptasi dari kondisi heterotrof menjadi autotrof. Pendeknya akar yang diamati pada tahap aklimatisasi, juga menjadi salah satu penyebab tanaman tersebut mempunyai kemampuan hidup yang rendah karena akar berfungsi sebagai untuk menyerap air, unsur hara dan garam-garam mineral yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Menurut Mak *et al.* (2004) perolehan karakter yang rendah dan tidak dapat bertahan hidup sampai dewasa merupakan salah satu kemungkinan yang akan diperoleh pada tanaman hasil perlakuan mutagenik, di antaranya adalah pertumbuhan yang lambat, daun yang lebih kompak dan tegak. Karakter pertumbuhan yang rendah di antara populasi tanaman yang diseleksi dijumpai pada tanaman pisang yang berasal dari klon B, C, F dan G, yaitu klon yang berasal dari hasil iradiasi 30, 45, dan 50 Gy (Tabel 5, 6, 7, dan 8). Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh pemberian asal mutagen, pengaruh negatif dari mutagen dan faktor lingkungan seperti cekaman air dan teknik pengolahan tanah di *polybag* (Mak *et al.* 2004; Jain 2010).

a. Evaluasi Keragaman Fenotipik Tanaman pisang di Rumah Kaca

Teknik induksi mutasi dengan iradiasi gamma menyebabkan terjadinya mutasi secara acak, maka fenotip mutan yang didapatkan juga bersifat acak Medina *et al.*, (2004), oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi keragaman fenotipik secara menyeluruh untuk mengetahui sifat mutan yang terbentuk. Evaluasi keragaman fenotipik tanaman pisang diukur pada saat tanaman berusia 6 dan 7 bulan setelah aklimatisasi.

Pengamatan terhadap karakter kuantitatif tanaman usia 6 dan 7 bulan memperlihatkan bahwa tanaman yang berasal dari klon A yang berasal dari hasil iradiasi 30 Gy dan seleksi dengan *Foc* isolat Medan, klon H yang berasal dari hasil iradiasi 50 Gy dan seleksi dengan *Foc* isolat Banyuwangi, serta klon I yang berasal dari 0 Gy hasil evaluasi di lahan endemik layu *Fuarium*, memiliki performa yang lebih tinggi dibandingkan dengan klon lainnya. Hal yang sama juga diperlihatkan pada tahap aklimatisasi (Tabel 5, 6, 7, dan 8). Tanaman yang memiliki performa yang lebih tinggi pada tahap aklimatisasi, menghasilkan tanaman yang lebih baik pada usia 6 dan 7 bulan baik dari karakter kualitatif maupun kuantitatif.

Pengamatan terhadap karakter kualitatif tanaman pada usia 6 bulan dijumpai hanya tanaman yang berasal dari klon A dan H menghasilkan jumlah varian terbanyak yaitu 14 varian dari 14 varian yang diamati. Perbedaan respon terhadap karakter yang diamati diduga terjadi akibat mutasi yang terjadi pada saat seleksi *in vitro*. Banyaknya varian yang berasal dari klon hasil iradiasi 30 Gy juga ditunjukkan oleh hasil penelitian Indrayanti *et al.*, (2012) yang menunjukkan tanaman hasil iradiasi 30 Gy

secara kualitatif menghasilkan 11 jenis varian dari 14 jenis varian yang diamati.

Hasil pengamatan pada karakter kualitatif tanaman menunjukkan adanya varian berupa pelepah daun berhadapan, pelepah menumpuk, pelepah tersusun seperti kipas, dan pelepah berwarna merah (Gambar 9). Karakter daun variegata, daun berkerut, bentuk daun tidak beraturan dan robek, serta pelepah menyatu merupakan mutan yang bersifat negatif (Indrayanti *et al.*, 2012), sedangkan menurut Mak *et al.* (2004) pertumbuhan yang lambat, daun yang lebih kompak dan tegak, batang semu yang rata, kaku dan warna yang bervariasi dari coklat tua sampai kuning terang merupakan perolehan karakter yang rendah, yang dapat diperoleh pada tanaman pisang hasil perlakuan mutagenik.

Kejadian yang cukup tinggi dari bentuk *off-types*, seringkali terjadi pada tanaman hasil iradiasi dan kultur *in vitro* (Mak *et al.*, 2004), dan merupakan kendala dalam perbanyakan tanaman pisang, dan progeni tidak *true-to-type* biasanya bernilai rendah (Hutami *et al.*, 2006). Bentuk *off-types* merupakan hasil perbanyakan secara *in vitro* dalam periode lama dan sejumlah siklus subkultur yang besar pada fase multiplikasi tunas, gen spesifik yang bertanggung jawab dalam mutan tersebut sejauh ini belum diketahui (Khayat *et al.*, 2004).

Kultur jaringan saat ini telah menjadi metode yang umum digunakan untuk produksi tanaman secara komersil. Pada awalnya diharapkan tanaman yang diregenerasikan dari kultur jaringan memiliki materi genetik yang identik dengan induknya, namun obeservasi lebih lanjut menunjukkan

bahwa variasi fenotipik dapat muncul di antara tanaman hasil regenerasi *in vitro*. Variasi ini disebut sebagai variasi somaklonal dan dapat didefinisikan sebagai variasi genetik dan fenotipik yang muncul di antara klon tanaman yang dipropagasi secara *in vitro* (Kaepler *et al.*, 2000 dalam Rasheed *et al.*, 2005). Pada penelitian ini adanya perbedaan yang nyata pada hampir semua karakter pertumbuhan yang diamati (Tabel 10) menunjukkan adanya variasi pada tanaman yang diuji, walaupun apakah variasi yang dihasilkan bersifat genetik atau epigenetik belum dapat ditentukan pada tahapan ini.

Tanaman yang mampu bertahan hidup dan menunjukkan karakter pertumbuhan yang tinggi seperti yang dihasilkan oleh klon tanaman A dan H diharapkan akan mampu bertahan hidup jika tanaman tersebut ditumbuhkan di lahan endemik layu *Fusarium*. Hal ini dikarenakan oleh tidak terlihatnya gejala eksternal berupa kelayuan pada tanaman pisang cv. Ampyang pada usia 6-7 bulan setelah tanam (Gambar 8, 9, 10). Hasil penelitian Hwang & Ko (2004) pada pisang Cavendish, gejala eksternal akibat layu *Fusarium* umumnya terjadi 5 bulan setelah penanaman. Daun-daun yang menguning dimulai dari daerah tepi daun dan berkembang ke arah tulang daun, kemudian daun berkembang menjadi titik-titik hitam, petiole akan menjadi coklat dan melengkung, yang diikuti oleh pengeringan daun. Lembaran daun-daun yang telah mati seringkali akan mengelilingi batang-semu pisang. Proses ini dimulai dari daun tua sampai sampai daun-daun muda (Nassir *et al.*, 1999; Hwang dan Ko, 2004).

b. Evaluasi Kandungan Klorofil Daun Pisang cv. Ampyang

Plastida merupakan organela yang bersifat semi-autonom yang memiliki genom tersendiri, dan dapat berdiferensiasi sesuai dengan tahap perkembangan tanaman dan lokasi sel. Fungsi dari setiap jenis plastida, seperti kloroplas, amyloplasts, dan kromoplas terutama berhubungan dengan peranan spesifik fisiologis tipe sel tanaman dan disertai adanya modifikasi morfologis dari plastida dan aktivitas enzimatis (Taiz dan Zeiger, 2004). Kandungan klorofil daun sangat berhubungan dengan respon tanaman terhadap kelayuan daun. Tanaman yang terinfeksi cendawan *Foc* akan mengalami gangguan pada sistem jaringan vaskuler tanaman yang akan menghambat aliran air dan hara dari akar ke daun. Menurut Hwang dan Ko, (2004) dan Agrios (2005), warna kuning tersebut diakibatkan adanya klorosis daun yang diikuti oleh nekrotik daun dan kelayuan.

Pengamatan terhadap kandungan klorofil a dan b daun pisang cv. Ampyang pada tahap aklimatisasi dan usia 6 bulan setelah tanam di rumah kaca menunjukkan hasil yang bervariasi (Tabel 11). Klorofil merupakan komponen kloroplas yang utama dan kandungan klorofil relatif berkorelasi positif dengan laju fotosintesis (Li *et al.*, 2006). Menurut Taiz dan Zeiger (2002), klorofil a dan b adalah dua pigmen utama dalam proses fotosintesis, dan kandungan yang rendah dari kedua klorofil tersebut secara langsung dapat menghambat aktivitas fotosintesis. Klorofil disintesis di daun dan berperan untuk menangkap cahaya matahari yang jumlahnya berbeda untuk tiap spesies. Sintesis klorofil dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti cahaya, gula atau karbohidrat, air, temperatur, faktor genetik, unsur-unsur

hara seperti N, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, S dan O (Hendriyani dan Setiari, 2009). Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400-700 nm, terutama sinar merah dan biru.

Menurut hasil penelitian Hook *et al.*, (2008) pada tanaman pisang yang terinfeksi penyakit, kandungan klorofil a dan b, serta kandungan klorofil total menurun secara signifikan, sedangkan hasil penelitian Companioni *et al.*, (2003) pada pisang kultivar Gross Michel (rentan) dan FHIA (resisten), tanaman yang resisten memiliki kandungan klorofil total yang lebih tinggi daripada tanaman yang rentan, namun hasil pengujian secara statistik menunjukkan hasil yang tidak signifikan, walaupun ada perbedaan kandungan klorofil total.

Pada percobaan ini pengukuran pada saat aklimatisasi dan 6 bulan setelah tanam di rumah kaca beberapa menunjukkan konsistensinya. Klon A dan H yang menghasilkan karakter pertumbuhan yang cukup baik, ternyata memiliki kandungan klorofil yang lebih rendah (Tabel 11). Hal ini memberikan dugaan bahwa tanaman klon F dan I merupakan tanaman yang resisten terhadap layu *Fusarium*.

Kandungan klorofil a dan b yang tinggi pada tumbuhan dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis dan menghasilkan fotosintat yang lebih banyak. Fotosintat akan diangkut dari daun ke bagian-bagian lain tumbuhan untuk pertumbuhannya, sehingga diharapkan tanaman pisang cv. Ampyang putatif resisten layu *Fusarium* tersebut mampu bertahan hidup dan memiliki pertumbuhan dan perkembangan yang lebih baik jika ditumbuhkan di lapangan.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Planlet hasil multiplikasi tunas pisang cv. Ampyang secara *in vitro* dari klon A (3.4) menghasilkan rata-rata jumlah planlet yang lebih banyak dibandingkan klon B, C, E, F, G, H, dan I.
2. Pada tahap aklimatisasi klon A memiliki performa yang lebih baik dari pada klon B, C, D, E, F, G, H, dan I pada parameter kuantitatif (panjang akar, tinggi tanaman, lebar daun, rasio panjang dan lebar daun, dan bobot segar tanaman).
3. Pada tahap evaluasi di rumah kaca klon A, F dan I memiliki performa yang lebih baik dari pada klon B, C, D, E, G, dan H pada parameter kuantitatif (tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, dan jumlah daun), sedangkan pada parameter kualitatif yang memiliki performa tertinggi berasal dari klon A dan H.

B. Implikasi

Sifat tanaman pisang yang resisten terhadap beberapa penyakit, misal layu *Fusarium*, dapat dikembangkan melalui teknik induksi mutasi dan seleksi dalam medium selektif melalui teknik kultur jaringan serta dilakukan evaluasi di lahan endemik layu *Fusarium* untuk memastikan sifat resisten pada penyakit layu *Fusarium* dan variasi yang dimiliki oleh tanaman pisang.

Penelitian ini menghasilkan tanaman pisang cv. Ampyang yang putatif resistensi terhadap layu *Fusarium*. Tanaman tersebut dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya yaitu evaluasi tanaman pisang cv. Ampyang di lahan endemik sehingga diperoleh tanaman pisang yang resistensi layu *Fusarium* sehingga dapat dimanfaatkan oleh petani sebagai komoditas unggulan.

C. Saran

1. Perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut di lahan endemik layu *Fusarium* untuk mengetahui apakah klon-klon pisang cv. Ampyang bersifat resisten layu *Fusarium*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara molekular untuk mengetahui perbedaan genom pisang cv. Ampyang yang resisten layu *Fusarium* dengan yang tidak resisten layu *Fusarium*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology, 5th edition*. Elsevier Academic Press. Amsterdam. 922 pp.
- Anggraeni, I. dan Nina M. 2011. Serangan Hama dan Penyakit pada Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) di Hutan Rakyat. *Jurnal Tekno Hutan Tanaman*. 4(2): 85-92
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2007. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Pisang (2005-2010)*. Departemen Pertanian. 36 hal.
- Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. 2006. Petunjuk Teknis Budidaya Pisang. Seri sinopsis Inovasi Teknologi Tanaman Buah Mendukung Prima Tani. Puslitbanghorti. *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 22 hal.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 2010. Pengendalian Penyakit-Penyakit Pisang di Pulau Lombok. <http://ntb.litbang.pertanian.go.id>. Diakses: 3 Februari 2015.
- Biswas, B., Chowdhury, A. Bhattacharya, B. Mandal. 2002. *In vitro* screening for increasing drought tolerance in rice. *In vitro Cell. Dev. Biol-Plant*38: 525–530.
- Companioni B. *et al.* 2006. Differentiating resistance to *Fusarium oxysporum* f. *Sp. cubense* strain 1 culture filtrates in banana leaves. *Biotechnol Aplic* 23(2): 153-157 .
- Davis, R.. 2005. *Fusarium* wilt (Panama disease) of banana. Plant protection service. Secretariat of Pacific Community. Pest Advisory Leaflet No. 42.
- De Ascensao ARFDC, Durbery IA. 2000. Panama Disease: cell wall reinforcement in banana roots in response to elicitors from *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Race Four. *Phytopathology* 90(10): 1173-1180.
- [FAO] *Food Agriculture Organization*. 2006. the world Banana Economy. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/Interim_report_AT2050web.pdf. Diakses: 20 Maret 2014.
- Funayama S. and Terashima I. 2006. Effect of Eupatorium Yellow Vein Virus Infection on Photosynthetic Rate, Chlorophyll Content and Chloroplast

- Structure in Leaves of *Eupatorium makinoi* During Leaf Development. *Functional Plant Biology*. P.165-175.
- Hafif, B. 2006. Meraih Untung dengan Usaha Pisang Raja Nangka. BPTP Lampung. <<http://www.libang.deptan.go.id>. Diakses: 20 Maret 2014.
- Hartmann, H. T., Dale E. Kester, Fred T. Davis Jr., Robert L. Geneve. 2002. *Plant Propagation - Principle and Practises, 7th edition*. Prentice Hall. New Jersey.
- Hasyim, A., Harlion, Desmawati, dan Jumjunidang. 1996. *Hama-hama penting pada pertanaman pisang*. Buku Komoditas Pisang. Balitbu, Solok. Hlm. 63-84.
- Hendriyani, I. S dan N. Setiari. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. *J. Sains & Mat.* 17(3): 145-150
- Hermanto, C. A. Sutanto, Jumjunidang, H.S Edison, J.W.Daniells, W.t. O'Neill 2011. Incidence and distribution of *Fusarium* wilt disease of banana in Indonesia. *Acta Hort* 897: 313-322
- Hooks, C.C.R., M.G. Wright, D.S. Kabasawa, R. Manandhar, R.P.P. Almeida. 2008. Effect of banana bunchy top virus infection on morphology and growth characteristics of banana. *Ann Appl Biol.* 153: 1-9
- Hutami, S., I. Mariska, Y. Supriati. 2006. Peningkatan keragaman genetik tanaman melalui keragaman somaklonal. *J. AgroBiogen* 2(2): 81-88.
- Hwang S-C, Ko W-H.2004. Cavendish banana cultivars resisten to *Fusarium* wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. *Plant disease* 88 (6): 580-588.
- Indrayanti R, Mattjik NA, Setiawan A, Sudarsono. 2011. Radiosensitivitas pisang Ampyang dan potensi penggunaan iradiasi gamma untuk induksi varian. *J. Agron. Ind.* 39 (2) : 104 – 112.
- Indrayanti R, Mattjik NA, Setiawan A, Sudarsono. 2012. Evaluasi keragaman fenotipik pisang cv. Ampyang hasil iradiasi gamma di rumah kaca. *J. Hortikult. Ind.* 3(1): 24-34
- Jain SM. 2010. *In vitro* mutagenesis in banana (*Musa* spp). Improvement. *Acta Hort* 879: 605-614

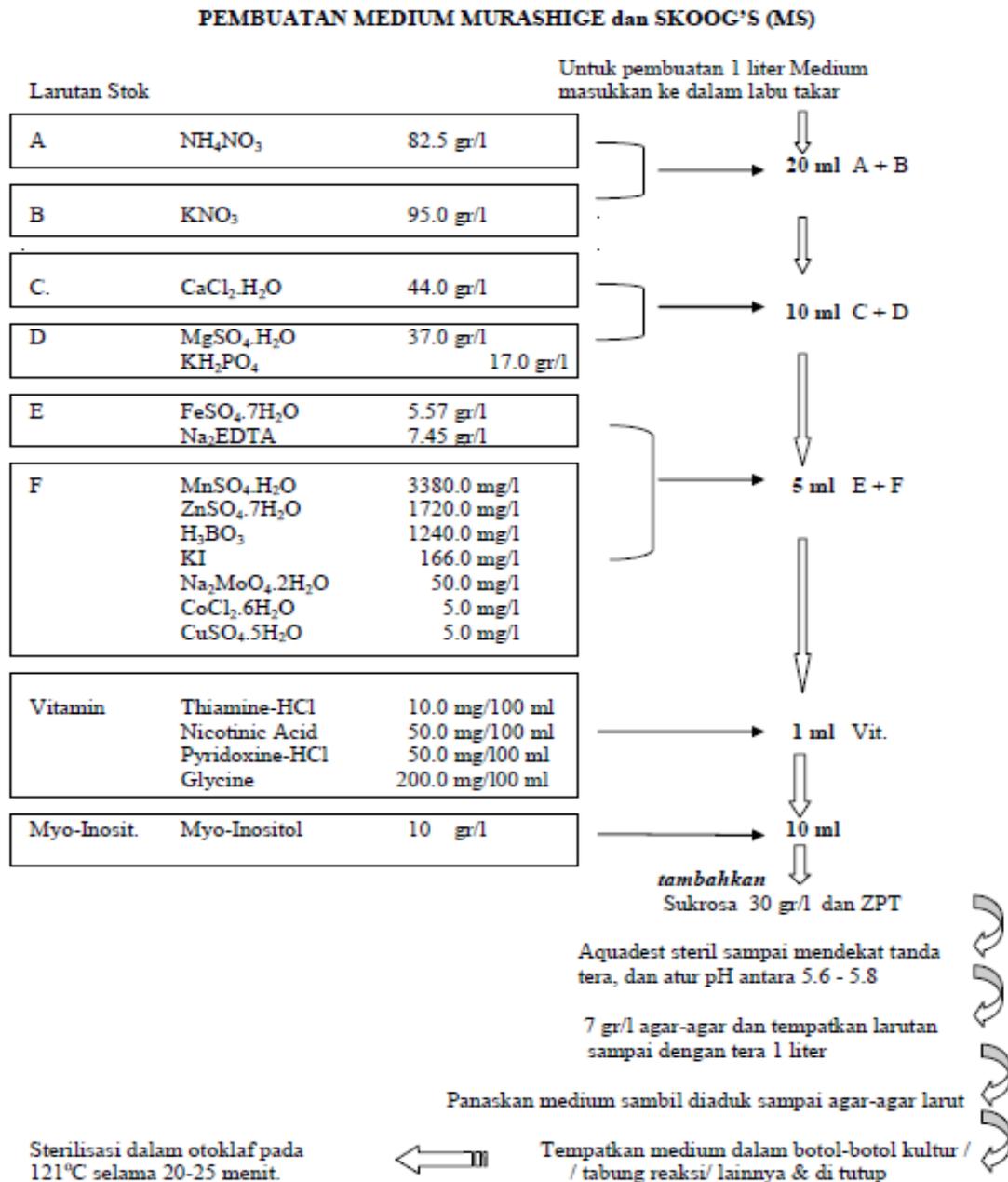
- Kadir, A. 2007. Induksi Variasi Somaklonal melalui Iradiasi Sinar Gama dan Seleksi *In vitro* untuk Mendapatkan Tanaman Nilam Toleran terhadap Cekaman Kekeringan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 173 hlm.
- Khayat, E., A. Duvdevani, E. Lahav, B.A. Ballesteros. 2004. Somaclonal variation in banana (*Musa acuminata* cv. Grande Naine). Genetic mechanism, frequency, and application as a tool for clonal selection. In: Jain SM, R. Swensen, editor. *Banana Improvement: Celullular, Molecular Biology, and Induced Mutation*. Enfield. Sci. Publ. Inc. hlm 321-330.
- Lestari EG, Purnamaningsih R, Mariska I, Hutami S. 2009. Induksi keragaman somaklonal dengan iradiasi sinar gamma dan seleksi *in vitro* kalus pisang Rajabulu menggunakan asam fusarat, serta regenerasi dan aklimatisasi planlet. *Berita Bio* 9(4): 411-417.
- Li, R., P. Guo, M. Baum, S. Grando, S. Ceccarelli. 2006. Evaluation of Chlorophyll Content and Fluorescence Parameters as Indicators of Drought Tolerance in Barley. *Agricultural Sciences in China* 5 (10): 751-757.
- Mak, C., Y.W. Ho, K.W. Liew, J.M. Asif. 2004. Biotechnology and *in vitro* mutagenesis for banana improvement. In: Jain SM, R Swensen, editor. *Banana Improvement: Celullular, Molecular Biology, and Induced Mutation*. Enfield, Sci. Publ. Inc., hlm 54-73.
- Mariska I, Kosmiatin M, Lestari EG, Roostika I. 2006. Seleksi *in vitro* tanaman pisang ambon kuning untuk ketahanan terhadap penyakit layu *Fusarium*. Laporan Akhir Rusnas Buah Tropis. Bogor. BB Biogen.
- Medina F-IS, Amano E, Tano S. 2004. *Mutation Breeding Manual*. Japan. Forum For Nuclear Cooperation in Asia (FNCA).
- Moore, N.Y., K.G.Pegg, I.W. Buddenhagen, S.Bentley. 2001. *Fusarium* wilt of banana: a diverse clonal pathogen of domesticated clonal host. In: Summerel BA *et al.* editor. *Fusarium* Minnesota. APS Press. hlm 212-224.
- Nakasone, H. Y and R.E. Paull. 1998. Tropical fruits. University of Hawaii at Manoa Honolulu HI, USA. Pp 293-327.
- Nasir, N.J., Riska, and F. Eliesti. 2003. The occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* race 4 in Indonesia. 2nd International symposium on *Fusarium* wilt on banana. Salvador de Bahia.

- Nurasiah, D. 2011. Bioekologi penyakit layu *Fusarium oxysporum*. *Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros*.5 hal.
- Nurhadi, Rais, M dan Harlion. 1994. Serangan bakteri dan cendawan pada tanaman pisang di Provinsi Dati I Lampung. *Info Hort.*, vol. 2, no. 1, hlm. 37-40.
- OISAT. Banana. 2010. <http://www.oisat.org/crops/fruits/banana.html>. Diakses: 27 Mei 2014.
- Pegg, K G, Moore, NY dan Bentley, S. 1996. *Fusarium* wilt of banana in Australia; a review. *Austr, J, Expt. Agric*, vol 47, pp. 637-650.
- Ploetz, R.C., A.K. Kepler., J. Daniells, S.S. Nelson. 2007. Banana and plantain and overview with emphasis on Pasific islands cultivars. Specific Profiles for Pasific Island Agroforestry.
- Predieri S. 2001. Mutation induction and tissue culture in improving fruits. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 64: 185–210.
- Raabe, R.D., I.L. Conners, and A.P. Martinez. (1981). "Checklist of plant diseases in Hawaii: including records of microorganisms, principally fungi, found in the state. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR)", Information Text Series 022. 313pp.
- Rasheed, S., T. Fatima, T. Husnain, K. Bashir dan S.Riazuddin. 2005. RAPD Characterization Of Somaclonal Variation In Indica Basmati Rice. *Pak. J. Bot.*, 37(2): 249-262
- Ritchie, R. J. (2006). Consistent sets of spectrophotometric chlorophyll equations for acetone, methanol, and ethanol solvents. *Photosynthesis Research*, 89(1), 27-41.
- Sahlan, Nurhadi, dan C. Hermanto. 1996. *Penyakit-penyakit utama tanaman pisang*. Buku Komoditas pisang. Balitbu, Solok. Hlm. 85-110
- Satuhu S, Supriyadi A. Pisang Budidaya, Pengelolaan, dan Prospek Pasar. Jakarta: Penebar Swadaya; 2000. hlm. 1-14, 116-124.
- Semangun, H, 1994. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Hal 556 – 561.
- Stover, RH. 1957. Ecology and pathogenecity studies with twowidely distributed type of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. (Abst), *J. Phytophat.*, vol. 47, pp. 535.

- Strosse, HI, Van den Houwe I, Panis B. 2004. Banana cell and tissue culture-review. Di dalam: Jain SM, Swensen R, editor. *Banana Improvement: Celullular, Molecular Biology, and Induced Mutation* Enfield. Sci. Publ. Inc., hlm 1-13.
- Sunarjono, H. 2006. Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah, Penebar Swadaya, Jakarta, 66 - 67.
- Sutarto I, Meldia Y, Jumjunidang. 1998. Seleksi resisten mutan pisang Ambon Kuning terhadap penyakit layu *Fusarium*. Jakarta. BATAN, hlm. 123-128.
- Taiz L, Zeiger E. 2002. *Plant Physiology*. Ed ke-3. Sunderland. Sinauer Associates, inc., Publ.
- Valmayor, R.V., S.H. Jamaluddin, B. Silayoi, S. Kusumo, L.D. Danh, O.C. Pascua, R. R.C. Espiro. 2000. Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia. France. INIBAP.
- Van den Bulk, R.W. 1991. Application of celland tissue culture and *in vitro* selection for disease resistance breeding – A review. *Euphytica* 56: 269–285.
- Visser, M, Gordon, T, Fourie, G dan Viljoen, A. 2010. Charaterization of South Africa isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* from Cavendish bananas. *S.Afr. J. Sci.*, 106(3) : 1-6.
- Yunasfi. 2002. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit dan penyakit yang disebabkan oleh jamur. USU digital library : 1-13
- Yunita, R. 2009. Pemanfaatan Variasi Somaklonal dan Seleksi *In vitro* Dalam Perakitan Tanaman Toleran Cekaman Abiotik. *J. Litbang Pertanian* 28(4):142-148.
- Yusnita. 2003. Kultur Jaringan: cara memperbanyak tanaman secara efisien. Agro Media Usaha. Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Medium Murashige dan Skoog's (MS)



Gambar 1. Pembuatan dan Komponen larutan stok medium MS

Lampiran 2. Hasil Perhitungan SPSS

Tabel 2.1. Uji F-Anava satu arah pada parameter kuantitatif tanaman pisang cv. Ampyang tahap aklimatisasi

ANOVA						
Parameter Kuantitatif		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Jumlah daun	Between Groups	79.844	8	9.981	2.483	.013
	Within Groups	1049.196	261	4.020		
	Total	1129.041	269			
Panjang akar	Between Groups	7855.416	8	981.927	15.429	.000
	Within Groups	16610.908	261	63.643		
	Total	24466.324	269			
Berat tanaman	Between Groups	97.752	8	12.219	3.149	.002
	Within Groups	1012.851	261	3.881		
	Total	1110.603	269			
Tinggi tanaman	Between Groups	334.597	8	41.825	3.825	.000
	Within Groups	2854.151	261	10.935		
	Total	3188.748	269			
Panjang daun	Between Groups	141.642	8	17.705	6.622	.000
	Within Groups	697.872	261	2.674		
	Total	839.514	269			
Lebar daun	Between Groups	7.396	8	.924	3.465	.001
	Within Groups	69.635	261	.267		
	Total	77.031	269			
Rasio (p:l)	Between Groups	43.709	8	5.464	9.850	.000
	Within Groups	144.772	261	.555		
	Total	188.481	269			

Hipotesis yang diujikan:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan klon terhadap parameter tahap aklimatisasi

H_1 : Terdapat perbedaan klon terhadap parameter tahap aklimatisasi

Kriteria Pengujian:

Terima H_0 : nilai signifikansi (p) > α (0.05)

Tolak H_0 : nilai signifikansi (p) < α (0.05)

Kesimpulan:

Taraf signifikansi yang digunakan adalah 0.05. Berdasarkan hasil di atas didapatkan nilai p untuk jumlah daun (0.013), panjang akar (0.000), berat tanaman (0.002), tinggi tanaman (0.000), panjang daun (0.000), lebar daun (0.001), dan rasio (p:l) (0.000), maka tolak H_0 yang artinya terdapat perbedaan klon terhadap parameter tahap aklimatisasi.

Lampiran 3. Kandungan Klorofil a dan b pada Daun Tanaman Pisang cv. Ampyang

Tabel 3.1. Kandungan Klorofil a dan b pada Daun Pisang cv. Ampyang pada saat Aklimatisasi

KLON	Abs (664)	Abs (647)	Klorofil a	Klorofil b
A	0.52	0.23	5.78	1.84
B	0.37	0.17	4.07	1.43
C	0.45	0.19	5.00	1.30
D	0.68	0.30	7.52	2.39
E	0.35	0.17	3.83	1.45
F	0.66	0.30	7.29	2.51
G	0.64	0.27	7.14	1.90
H	0.71	0.31	7.83	2.44
I	0.85	0.35	9.42	2.53
Maks	0.85	0.35	9.42	2.53
Min	0.35	0.17	3.83	1.30

Tabel 3.2. Kandungan Klorofil a dan b pada Daun Pisang cv. Ampyang pada Usia 6 Bulan setelah Aklimatisasi

KLON	Abs (664)	Abs (647)	Klorofil a	Klorofil b
A	1.05	0.39	11.73	2.23
B	1.08	0.41	12.07	2.44
C	1.27	0.44	14.34	2.03
D	1.03	0.39	11.52	2.32
E	1.09	0.42	12.15	2.53
F	1.43	0.51	16.03	2.54
G	0.91	0.35	10.14	2.19
H	0.98	0.38	10.92	2.40
I	1.31	0.47	14.67	2.39
Maks	1.43	0.51	16.03	2.54
Min	0.91	0.35	10.14	2.03

Keterangan:

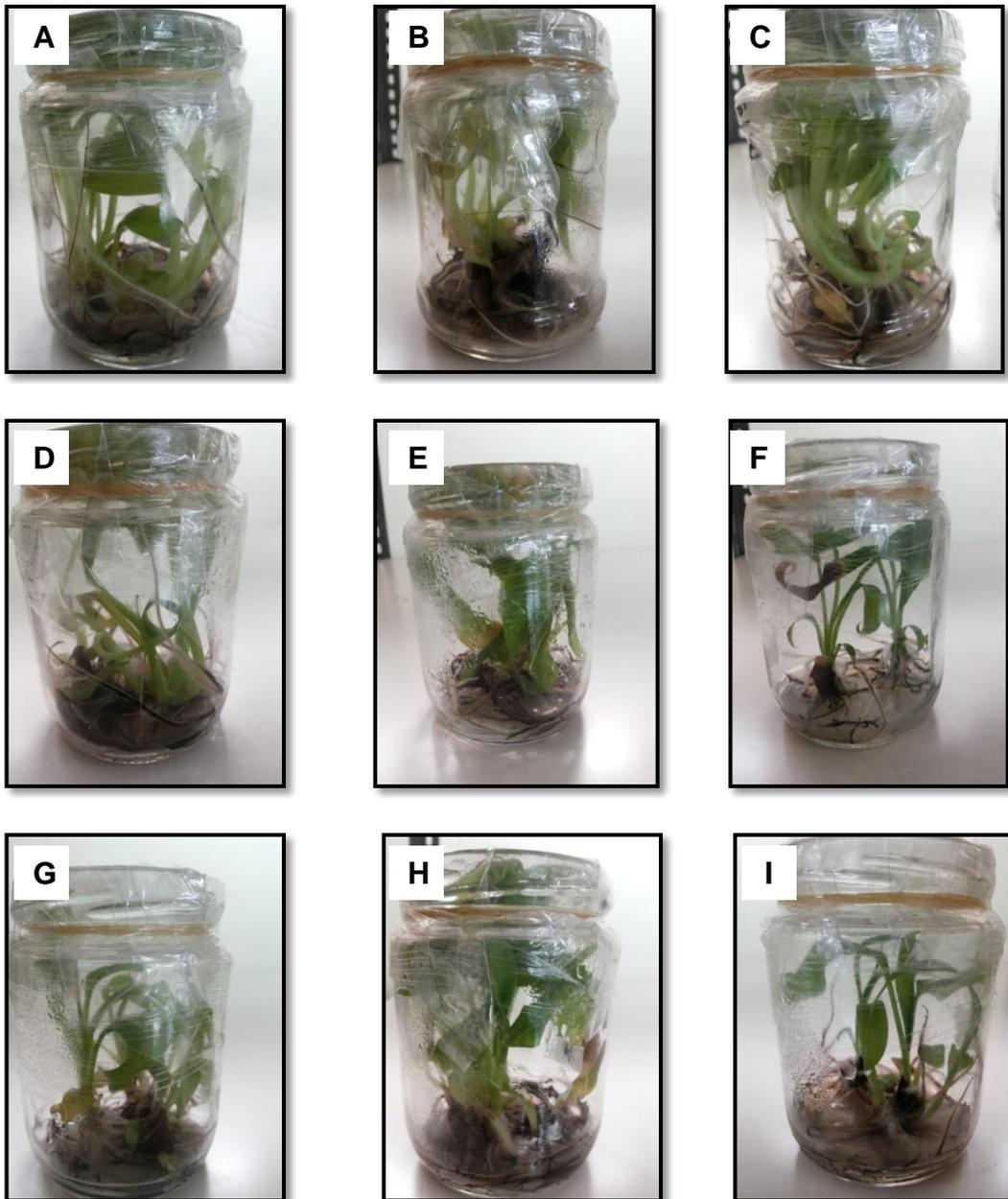
Abs (664) : nilai absorbansi dengan panjang gelombang 664 nm

Abs (647) : nilai absorbansi dengan panjang gelombang 647 nm

Klorofil a : $-1.93 \times A_{647} + 11.93 \times A_{664}$

Klorofil b : $20.36 \times A_{647} - 5.50 \times A_{664}$

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



Gambar 4.1 Koleksi planlet pisang cv. Ampyang (klon A, B, C, D, E, F, G, H, dan I) Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman – Biologi FMIPA UNJ.



Gambar 4.2 Planlet pisang cv. Ampyang mengalami kontaminasi pada tahap multiplikasi tunas.



Gambar 4.3 Tanaman pisang cv. Ampyang usia 2 bulan setelah dikeluarkan dari lingkungan *in vitro* ke *ex vitro*.



Gambar 4.4 Tanaman pisang cv. Ampyang tidak lulus seleksi usia 6 dan 7 bulan.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Fitri Yanti
No. Registrasi : 3425101452
Jurusan : Biologi
Prodi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul “Multiplikasi Tunas, Aklimatisasi, dan Evaluasi Pertumbuhan Planlet Pisang cv.Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) Putatif Resisten Layu *Fusarium*” adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri, berdasarkan data yang diperoleh pada bulan Desember 2013 – November 2014.
2. Bukan merupakan duplikat skripsi yang telah dibuat oleh orang lain atau jiplakan karya tulis orang lain dan bukan terjemahan karya tulis orang lain.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya ini tidak benar.

Jakarta, Januari 2015

Yang membuat pernyataan

RIWAYAT HIDUP



Fitri Yanti. Panggilan Fitri lahir di Langsa pada tanggal 10 April 1992 dari pasangan suami istri Bapak Burhanuddin dan Ibu Asnawati. Penulis adalah anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis sekarang bertempat tinggal di Jalan Nurul Iman Nomor 32, RT 002 RW 009, Pamahan, Jati Asih, Bekasi. Pendidikan yang ditempuh oleh penulis yaitu SD Negeri 06 Pagi

lulus pada tahun 2004, SMP Negeri 257 lulus pada tahun 2007, SMA Negeri 62 lulus pada tahun 2010 dan mulai tahun 2010 mengikuti program S1 Biologi di Universitas Negeri Jakarta melalui jalur SNMPTN.

Selama dalam masa perkuliahan, penulis mengikuti berbagai kegiatan seperti CABI (Cakrawala Biologi), dan KKL (Kuliah Kerja Lapangan). Penulis pernah mengikuti seminar “Pelatihan Metode Penelitian, Konservasi Laut, dan Restorasi Terumbu Karang” pada tahun 2012. Dalam bidang akademik, penulis merupakan asisten laboratorium untuk mata kuliah Kultur Jaringan untuk S2 pada tahun 2013 dan S1 pada tahun 2014. Penulis juga telah melakukan Praktek Kerja Lapangan di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kabupaten Bekasi pada tahun 2013.