PENYIMPANAN SECARA *IN VITRO* PLANTLET PISANG cv. KEPOK HASIL IRADIASI GAMMA DENGAN PACLOBUTRAZOL

SKRIPSI

Disusun untuk melengkapi syarat-syarat
guna memperoleh gelar Sarjana Sains

RIZA EKAPUTRI
3425122201

PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2017

PENYIMPANAN SECARA *IN VITRO* PLANTLET PISANG cv. KEPOK HASIL IRADIASI GAMMA DENGAN PACLOBUTRAZOL

Nama : Riza Ekaputri

No. Reg : 3425122201

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Prof. Dr. Suyono, M.Si NIP. 19671218 199303 1 005	.....	13/2/17
Wakil Penanggung Jawab			
Pembantu Dekan	: Dr. Muktiningsih, M.Si NIP. 19640511 198903 2 001	.....	13/2/17.
Ketua	: Dra. Yoswita Rustam, M.Si NIP. 19530909 19800 2 002	.....	7/2/17.
Sekretaris/Penguji I	: Dr. Adisyahputra, M.S NIP. 19601111 198703 1 003	.....	3/2 17
Anggota			
Pembimbing I	: Dr. Reni Indrayanti, M.Si NIP 19621023 199803 2 002	.....	2/2/2017.
Pembimbing II	: Agung Sedayu, S.Si, M.Sc NIP. 19750911 200112 1 004	.....	2.2.17
Penguji II	: Dra, Ernawati, M.Si NIP. 19560805 198403 2 003	.....	3/2/17

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 26 Januari 2017

ABSTRAK

RIZA EKAPUTRI. Penyimpanan Secara *In Vitro* Plantlet Pisang cv. Kepok Hasil Iradiasi Gamma dengan Paclobutrazol. Program Studi Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. 2017.

Pisang cv. Kepok adalah salah satu kultivar pisang yang cukup populer di Indonesia. Pada tanaman pisang, usaha penyelamatan plasma nutfah perlu dilakukan terutama pada varian-varian tanaman yang telah diperoleh. Penyimpanan secara *in vitro* dengan pemberian *paclobutrazol* (PBZ) ke dalam medium tumbuh merupakan upaya konservasi plasma nutfah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh PBZ dalam menghambat pertumbuhan plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma (0-60 Gy) dan menentukan konsentrasi optimum PBZ yang tepat untuk penyimpanan *in vitro* jangka menengah. Penelitian dilakukan pada bulan januari – oktober 2016 di laboratorium kultur jaringan tumbuhan FMIPA UNJ. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan desain rancangan acak lengkap, terdiri dari 2 faktor yaitu varian plantlet hasil iradiasi gamma (0, 20, 30, 40, 50, 60 Gy) dan konsentrasi paclobutrazol (0, 2.5 dan 5 ppm), masa penyimpanan selama 6 bulan. Hasil yang diperoleh menunjukan PBZ menghambat pembentukan tunas pada varian hasil iradiasi 50 Gy, pembentukan daun pada varian hasil iradiasi 0, 30, 50 dan 60 Gy, pembentukan akar pada varian hasil iradiasi 0, 20, 30 dan 50 Gy dan pertumbuhan tinggi pada semua varian hasil iradiasi. Plantlet yang disimpan dengan PBZ mampu beregenerasi setelah disimpan selama 6 bulan. Hasil aklimatisasi menunjukan perlakuan dengan PBZ menghasilkan rasio panjang dan lebar daun terendah. PBZ 2.5 dan 5 ppm dapat digunakan dalam penyimpanan *in vitro* plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma.

Kata Kunci : iradiasi gamma, penyimpanan *in vitro, paclobutrazol*, pisang cv. kepok, plasma nutfah

ABSTRACT

RIZA EKAPUTRI. In Vitro Storage of Gamma-Irradiated Banana cv. Kepok Plantlets with Paclobutrazol. Undergraduate Thesis. Biological Studies Program. Faculty of Mathematics and Natural Sciences. State University of Jakarta. 2017.

Banana cv. Kepok is one of cultivated banana that quite popular in Indonesia. In banana plants, it is necessary to rescue germplasm especially in variants that have been obtained. In vitro storage with the addition of paclobutrazol (PBZ) into growth medium is one of the way to rescue the germplasm. The purpose of this research is to determine the effect of PBZ in inhibit the growth of gamma irradiated banana cv. Kapok plantlets (0-60 Gy) and to determine the optimum concentration in medium-term in vitro storage. This research was conducted in January – October 2016 in laboratorium of plant tissue culture FMIPA UNJ. The method used was experiment with full randomized design consist of two factor, the first factor is variants plantlet of gamma irradiated banana cv. Kepok and the second factor is concentration of PBZ (0, 2.5 and 5 ppm) in six months of in vitro storage. The result of this study shows that PBZ inhibiting the shoots formation in variants 50 Gy, leaf formation in variants 0, 30, 50 dan 60 Gy, roots formation in variants 0, 20, 30 and 50 Gy and plantlet's height in all variants. Plantlets with addition of PBZ on growth medium within six months is able to regenerate. Acclimatization shows that treatment with PBZ resulting the lowest ratio of length and width of leaves. PBZ 2.5 and 5 ppm can be used for in vitro storage of gamma irradiated banana cv. Kepok plantlets.

Keywords : banana cv. kepok, gamma irradiation, germplasm, in vitro storage, Paclobutrazol.

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum wr. wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penyimpanan secara *In Vitro* Plantlet Pisang cv. Kepok Hasil Iradiasi Gamma dengan Paclobutrazol" sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada program studi Biologi di FMIPA Universitas Negeri Jakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan terlibat dalam proses penyelesaian skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Dr. Reni Indrayanti M.Si dan bapak Agung Sedayu, S.Si.,M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan waktunya selama penyusunan skripsi, kepada Dr. Adisyahputra, M.S selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen penguji yang telah memberikan arahan, saran dan bimbingan selama masa perkuliahan hingga mengerjakan skripsi dan kepada Dra. Ernawati, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran yang bermanfaat selama penyusunan skripsi.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh dosen dan staff program studi Biologi FMIPA UNJ yang telah memberikan ilmu yang berharga selama masa perkuliahan. Kepada Ibu, Ayah dan adikku tercinta yang selalu memberikan doa dan motivasi yang tiada henti. Kepada teman – teman seperjuangan di laboratorium biologi Stefani, Disa, Family, Tria, Lita,

Sherly, Agustina, Hima, Nela, Rurin, Puput, Pratiwi, Kak Upi yang telah memberikan dukungan dan kerjasamanya selama melaksanakan penelitian.. Kepada teman – teman BioRe 2012 lainnya khususnya Annisa, Septi, Desy dan Ratna yang selalu memberikan keceriaan dan dukungan selama masa perkuliahan. Kepada Ka Lulu, Ka Nani dan Ka Bagus yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama mengerjakan penelitian.

Penulis menyadari bahwa tulisan dalam skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kekeliruan dalam tulisan ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Waalaikumsalam wr. wb.

Jakarta, Januari 2017

Riza Ekaputri

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK i
ABSTRACT ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR LAMPIRAN x

BAB I. PENDAHULUAN
A.Latar Belakang 1
B.Rumusan Masalah 4
C.Tujuan Penelitian 4
D.Manfaat Penelitian 5

BAB II. KAJIAN PUSTAKA
A.Kajian Pustaka 6
1. Sejarah Penyebaran Tanaman Pisang 6
2. Taksonomi dan Morfologi Tanaman Pisang 6
3. Kultivar Pisang 9
4. Kultur Jaringan Tanaman 10
5. Induksi Mutasi Tanaman Secara *In Vitro* 11
6. Penyimpanan Secara *In Vitro* 12
7. Retardan 17
B. Kerangka Berpikir 21
C. Perumusan Hipotesis 23

BAB III. METODE PENELITIAN
A. Tujuan Operasional 24
B. Tempat dan Waktu Penelitian 24
C. Metode Penelitian 24
1. Alat dan Bahan 25

2. Prosedur Penelitian 25
D. Teknik Pengumpulan Data 30
E. Teknik Analisis Data 30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
A. Multiplikasi dan regenerasi tunas Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma secara *in vitro* 32
B. Penyimpanan varian plantlet Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma secara *in vitro* 35
1. Jumlah tunas 36
2. Jumlah daun 39
3. Jumlah akar 48
4. Tinggi plantlet 53
5. Persentase kontaminasi 57
C. Uji daya tumbuh plantlet pasca penyimpanan *in vitro* 59
1. Regenerasi plantlet 59
2. Kandungan klorofil daun 63
3. Aklimatisasi Plantlet 65
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN
A. Kesimpulan 67
B. Saran 68
DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN 77
SURAT KETERANGAN PENELITIAN
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI
RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Halaman

No.

1. Properti fisik dan kimia dari PBZ 17

2. Rancangan percobaan multiplikasi dan regenerasi tunas 28

3. Rancangan percobaan penyimpanan varian plantlet 29

4. Rerata jumlah daun, akar dan tinggi plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah tahapan multiplikasi dan regenerasi 33

5. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 0 Gy selama 6 bulan 37

6. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 20 Gy selama 6 bulan 37

7. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 30 Gy selama 6 bulan 37

8. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 40 Gy selama 6 bulan 38

9. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 50 Gy selama 6 bulan 38

10. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 60 Gy selama 6 bulan 38

11. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 0 Gy selama 6 bulan 42

12. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 20 Gy selama 6 bulan 42

13. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 30 Gy selama 6 bulan 42

14. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 40 Gy selama 6 bulan 43

15. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 50 Gy selama 6 bulan 43

16. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 60 Gy selama 6 bulan ……. 43

17. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 0 Gy selama 6 bulan ……. 51

18. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 20 Gy selama 6 bulan ……. 51

19. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 30 Gy selama 6 bulan ……. 51

20. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 40 Gy selama 6 bulan ……. 52

21. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 50 Gy selama 6 bulan ……. 52

22. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 60 Gy selama 6 bulan ……. 52

23. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata tinggi plantlet pisang cv. Kepok varian hasil iradiasi gamma selama 6 bulan …… 54

24. Persentase kontaminasi plantlet ……... 58

25. Kandungan klorofil daun setelah tahapan penyimpanan dan regenerasi ……. 63

26. Rerata panjang, lebar dan rasio plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma ……. 66

DAFTAR GAMBAR

Halaman

No.

1. Pisang cv. Kepok …….. 9
2. Rumus bangun paclobutrazol …… 18
3. Cara kerja PBZ dalam menghambat GA 19
4. Diagram alir penelitian …… 31
5. Fenotipe daun pada plantlet hasil iradiasi yang disimpan tanpa pemberian PBZ 4BST ……. 45
6. Fenotipe daun pada plantlet hasil iradiasi yang disimpan dengan pemberian PBZ 2.5 ppm pada 4BST …… 46
7. Fenotipe daun pada plantlet hasil iradiasi yang disimpan dengan pemberian PBZ 5 ppm 4BST …….. 47
8. Perubahan tinggi plantlet pada 0BST dan 6BST 53
9. Fenotipe tinggi plantlet hasil iradiasi gamma setelah masa penyimpanan 6 bulan …… 55
10. Fenotipe tinggi plantlet hasil iradiasi gamma setelah masa penyimpanan 6 bulan ……. 56
11. Plantlet yang mengalami kontaminasi …… 58
12. Regenerasi tunas setelah tahap penyimpanan …….. 60
13. Regenerasi tinggi setelah tahap penyimpanan …….. 60
14. Regenerasi daun setelah tahap penyimpanan ……... 61
15. Regenerasi akar setelah tahap penyimpanan …… 61
16. Fenotipe plantlet dengan pemberian PBZ setelah diregenerasi selama 1 bulan ……. 62

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

No.

1. Pembuatan Medium MS (Murashige dan Skoog's) ……... 77

2. Perhitungan anava respon pertumbuhan tunas hasil iradiasi gamma terhadap multiplikasi dan regenerasi ……. 78

3. Perhitungan anava pengaruh PBZ terhadap pembentukan tunas pisang cv. kepok hasil iradiasi gamma ……. 79

4. Perhitungan anava pengaruh PBZ terhadap pembentukan daun pisang cv. kepok hasil iradiasi gamma ……. 80

5. Perhitungan anava pengaruh PBZ terhadap pembentukan akar pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma …… 81

6. Perhitungan anava pengaruh PBZ terhadap tinggi plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma …… 82

7. Uji T pengaruh PBZ terhadap perubahan tinggi plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma ……. 83

8. Uji T perubahan tinggi plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah regenerasi …… 85

9. Uji T pperubahan jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah regenerasi …….. 87

10. Uji T perubahan jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah regenerasi …….. 89

11. Perhitungan anava kandungan klorofil daun …….. 91

12. Pengaruh PBZ terhadap rasio panjang dan lebar daun ……... 92

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pisang (*Musa* spp.) adalah salah satu komoditas buah yang memiliki nilai ekonomi tinggi, yang menempati urutan ke-4 sebagai tanaman pangan utama setelah padi, gandum dan jagung yang tumbuh di negara yang beriklim subtropis dan tropis (Frison *et al.,* 2004). Produksi pisang di Indonesia mencapai 6.862.567 ton pada tahun 2014 (BPS, 2014). Di Indonesia pisang merupakan buah yang paling banyak dikonsumsi masyarakat setelah rambutan, dengan tingkat konsumsi mencapai 3,911 kg per kapita setahun (KEMENTAN, 2014).

Pisang terdiri dari banyak kultivar, antara 300 sampai lebih dari 1000 kultivar (Ploetz *et al.,* 2007). Salah satu kultivar pisang yang cukup populer adalah Pisang cv. Kepok atau Pisang Kepok. Pisang Kepok adalah jenis pisang olahan (*cooking banana*) yang biasanya diolah terlebih dahulu sebelum dikonsumsi (Valmayor, 2000), dan pisang ini cukup digemari masyarakat Indonesia.

Tanaman pisang memiliki keragaman genetik yang rendah, karena sebagian besar tanaman pisang adalah triploid (2n = 3x), biji yang steril dan bersifat partenokarpi dan membutuhkan waktu generasi yang panjang dalam siklus vegetatifnya. (Karmarkar *et al.,* 2001; Suprasanna *et al.,* 2008). Induksi mutasi tanaman secara *in vitro* dengan pemberian iradiasi gamma adalah salah satu metode alternatif untuk meningkatkan keragaman genetik,

produktivitas dan kualitas suatu tanaman, salah satunya tanaman pisang (Ahlowalia *et al.,* 2001; Roux, 2004).

Varian plantlet tanaman pisang hasil iradiasi gamma merupakan plasma nutfah yang berpotensi sebagai mutan yang perlu dipertahankan keberadaannya. Usaha mempertahankan keberadaan plasma nutfah tanaman dapat dilakukan dengan menyimpan sel, jaringan, atau organ tanaman di laboratorium, atau menyimpan benih tanaman di lapangan atau di rumah kaca. Pada umumnya konservasi plasma nutfah tanaman buah dilakukan di lapangan. Konservasi dengan cara tersebut memerlukan lahan yang luas dan biaya yang cukup besar, selain itu 70% luas lahan panen tanaman pisang di Indonesia terus mengalami penurunan dari tahun 2011 – 2015 (BPS, 2015). Tanaman yang dikonservasi di lapangan juga beresiko kehilangan genotipe akibat serangan hama dan tekanan lingkungan yang tak menentu, oleh karena itu konservasi tanaman secara *in vitro* merupakan suatu cara yang dapat digunakan untuk mempertahankan plasma nutfah tanaman tertentu.

Penyimpanan secara *in vitro* merupakan satu bentuk konservasi. Penyimpanan secara *in vitro* memiliki banyak keuntungan diantaranya, mudah dalam teknik penyimpanannya, hemat lahan dan tenaga, dan merupakan alternatif untuk melestarikan biji yang mudah rusak (Leunufna, 2007). Penyimpanan secara *in vitro* juga memungkinkan plantlet dapat disimpan dalam jangka waktu tertentu (kisaran bulan hingga tahun) dan dapat diperbanyak lagi secara cepat bila diperlukan.

Bentuk penyimpanan secara *in vitro* sederhana yang selama ini dilakukan adalah penyimpanan jangka pendek yaitu, mensubkultur eksplan tanaman ke medium baru. Teknik ini kurang efesien karena memerlukan tenaga dan biaya yang cukup besar, selain itu dalam proses subkultur ada kemungkinan eksplan mengalami kontaminasi. Alternatif lain penyimpanan tanaman secara *in vitro* adalah dengan metode pertumbuhan minimal (Withers, 1983; Sudarmonowati, 2005). Metode pertumbuhan minimal dilakukan dengan pemberian retardan yang dapat menghambat laju pertumbuhan tanaman tanpa menurunkan kualitas tanaman (Tyagi *et al.,* 2006). Metode ini dikenal dengan istilah penyimpanan jangka menengah.

Paclobutrazol (PBZ) merupakan zat pengatur tumbuh sintetik yang berfungsi sebagai retardan. PBZ menghambat pertumbuhan vegetatif dan menghambat sintesis giberalin sehingga pemanjangan sel terhambat (Yelnititis *et al.,* 2001). Penggunaan PBZ diharapkan akan menurunkan laju pertumbuhan vegetatif namun, tetap memiliki kemampuan tumbuh yang baik ketika plantlet dipindahkan ke media regenerasi, dengan rendahnya laju pertumbuhan vegetatif, tanaman akan menghemat penggunaan nutrisi dalam medium sehingga kultur dapat disimpan lebih lama, frekuensi sub kultur dapat dikurangi dan interval sub kultur dapat ditingkatkan.

Penelitian mengenai penyimpanan secara *in vitro* Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma penting dilakukan mengingat varian hasil iradiasi gamma berpotensi sebagai mutan yang dapat memiliki karakter unggul, selain itu sejauh ini belum ada protokol yang tepat mengenai teknik penyimpanan secara *in vitro* untuk Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana teknik yang efektif untuk penyimpanan secara *in vitro* pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma?
2. Apakah *paclobutrazol* dapat menjadi agen dalam penyimpanan *in vitro* plantlet varian Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma?
3. Bagaimana pengaruh *paclobutrazol* terhadap pertumbuhan plantlet Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma?
4. Berapa konsentrasi optimum *paclobutrazol* yang mampu memperlambat pertumbuhan plantlet Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma ?

C. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui respon pertumbuhan tunas varian Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah tahapan multiplikasi dan regenerasi secara *in vitro.*
2. Mendapatkan konsentrasi *paclobutrazol* yang tepat untuk penyimpanan *in vitro* plantlet varian Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma.
3. Memperoleh metode baku yang lebih efektif dan efisien untuk penyimpanan *in vitro* Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma.

D. Manfaat penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah memperoleh protokol mengenai teknik penyimpanan secara *in vitro* jangka menengah menggunakan paclobutrazol untuk plantlet pisang khususnya pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Sejarah Penyebaran Tanaman Pisang (*Musa* spp.)

Tanaman pisang berasal dari wilayah Asia Tenggara (Ploetz *et al.* 2007). Tanaman pisang yang ada sekarang adalah hasil persilangan *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana*. *Musa acuminata* diperkirakan berasal dari Indonesia (Arnaud *et al*., 1997), sedangkan *Musa balbisiana* berasal dari India, Thailand, Myanmar dan Filipina (Daniells *et al*., 2001)

Tanaman pisang menyebar ke timur melalui Samudera Pasifik dan Hawai (Satuhu dan Supriyadi, 1990). Inventarisasi plasma nutfah pisang di Indonesia dimulai pada abad XVIII, dalam buku “Herbarium Amboninese” karangan Rumphius, 1750 dijelaskan ada beberapa jenis pisang hutan dan pisang budidaya yang terdapat di kepulauan Maluku (Rukmana, 1999). Sebagian besar kultivar pisang berasal dari kumpulan mutan yang terjadi secara alami yang kemudian dikultivasi dan diperbanyak secara vegetatif. Hibridisasi dan mutasi pada berbagai sub spesies telah terjadi ratusan kali dalam waktu yang lama (Heslop-Harrison dan Scwarzacher, 2007).

2. Taksonomi dan Morfologi Tanaman Pisang (*Musa* spp.)

Pisang termasuk dalam famili Musaceae. Famili Musaceae terdiri dari 2 genus yaitu, *Ensete* dan *Musa*. Pisang yang bisa dikonsumsi termasuk ke dalam genus *Musa*. Genus *Musa* pertama kali ditetapkan oleh Linnaeus (1753), klasifikasi pertama kali oleh Sagot (1887) membagi genus *Musa*

menjadi 3 kelompok yaitu pisang besar (*giant banana*), pisang berdaging dan dapat dimakan (*fleshy and edible banana*) dan pisang hias (*ornamental banana*) (Ploetz *et al*., 2007). Klasifikasi lebih lanjut oleh Cheesman (1947) mengklasifikasikan genus *Musa* menjadi 4 seksi yaitu, *Australimusa* (x = 10), *Callimusa* (x = 10), *Musa* (*Eumusa*) (x = 11) dan *Rhodochlamys* (x = 11) (Ploetz *et al*., 2007). Klasifikasi terbaru yang merujuk pada analisis molekular mereduksi 4 seksi sebelumnya menjadi 2 clade yaitu, clade *Eumusa-Rhodochlamys* (x = 11) dan clade *Callimusa-Australimusa* (x = 10) (Li *et. al*., 2010). Pisang yang dikonsumsi sebagian besar berasal dari clade *Eumusa-Rhodochlamys,* yaitu *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana*.

Pisang yang dijumpai saat ini merupakan hasil persilangan alami diantara berbagai subspesies *M. acuminata* (AA) dan persilangan interspesifik antara *M. acuminata* (AA) dan *M. balbisiana* (BB) (Ploetz *et. al*., 2007). Pisang yang dikonsumsi saat ini berkembang dari kedua subspecies tersebut, kultivar diploid (AA dan BB), triploid (AAA, AAB, ABB) dan tetraploid (AAAA, AAAB, AABB, ABBB), berasal dari hibrida di antara kedua spesies tersebut, dan diantara 9 subspesies Musa acuminata (Ploetz *et al*., 2007). Kedua spesies alami dan hibrida menghasilkan kombinasi jenis pisang yang dikonsumsi saat ini. Para peneliti sepakat mengadopsi penamaan tanaman pisang melalui tiga kategori sistem penamaan yaitu spesies, grup genom dan kultivar (Valmayor *et al*, 2000; Ploetz *et al*., 2007).

Pisang termasuk terna monokotil menahun yang tersusun atas batang semu (*pseudostem*). Batang semu berupa tumpukan pelepah daun yang tersusun rapat. Bagian bawah batang pisang membentuk umbi yang

disebut bonggol. Pucuk lateral (*sucker*) muncul dari kuncup pada bonggol yang akan tumbuh menjadi tanaman pisang (Tjitrosoepomo, 2000). Pisang berkembangbiak tanpa proses fertilisasi sehingga buah yang terbentuk bersifat partenokarpi. Partenokarpi adalah buah yang terbentuk tanpa melalui proses fertilisasi dan tidak memiliki biji. Tanaman Pisang menghasilkan bonggol di bagian basal yang dapat digunakan untuk memperbanyak individu pisang secara vegetatif (Ploetz *et al,* 2007).

Pisang memiliki bunga majemuk, tiap kuncup bunga dibungkus seludang berwarna merah kecoklatan. Seludang akan lepas ketika bunga membuka. Bunga betina berkembang normal, sedangkan bunga jantan tidak berkembang dan tetap tertutup seludang, bunga jantan dikenal dengan sebutan jantung pisang. Tiap kelompok bunga disebut sisir, yang tersusun dalam tandan (Tjitrosoepomo, 2000).

Buah pisang termasuk jenis buah buni dengan kulit buah berwarna hijau atau kuning. Buah pisang tersusun dalam tandan, tiap tandan terdiri dari beberapa sisir dan jumlah buah pada tiap sisir bervariasi tergantung kultivarnya. Buah pisang yang dikonsumsi umumnya tidak berbiji dan bersifat triploid (2n=3x). Daging buah (*mesokarpa*) tebal dan lunak. Kulit buah (*epikarpa*) yang masih muda berwarna hijau dan setelah tua berwarna kuning, memiliki struktur yang tebal atau tipis (Cahyono, 2002).

Warna, ukuran, tekstur dan rasa buah pisang kultivar bervariasi tergantung jenis kultivarnya. Pisang kultivar yang bisa dimakan memiliki buah berdaging dan tidak berbiji, sementara pisang liar sedikit berdaging dan memiliki biji berwarna hitam yang berdiameter 3 – 16 mm. Buah pisang

kepok berbentuk agak pipih dan daging buahnya bertekstur keras dan kenyal. Kulit buah pisang kepok tebal dan berwarna hijau kekuningan, satu tandan terdiri dari 10 -16 sisir dan satu sisir terdiri dari 12 – 20 buah, berat setiap tandan sekitar 14 -22 kg (Cahyono, 1992).

3. Kultivar Pisang

Kultivar pisang adalah sekelompok tanaman pisang yang telah diseleksi untuk satu atau beberapa ciri tertentu yang khas dan dapat dibedakan secara jelas dari kelompok lainnya, serta tetap mempertahankan ciri-ciri khasnya jika diperbanyak (Tjitrosoepomo, 2000). Pisang terdiri atas banyak kultivar, perkiraan jumlah kultivar di seluruh dunia berkisar antara 300 sampai lebih dari 1000 (Ploetz *et al.,* 2007).

Gambar 1. Pisang cv. Kepok

Kultivar pisang yang dapat dikonsumsi (*clade Eumusa – Rhodochlamis)* dikelompokan ke dalam dua tipe, yaitu jenis pisang meja (*dessert type*) yang dikonsumsi tanpa dimasak terlebih dahulu, dan jenis

pisang olahan (*cooking type*) yang dimasak terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. Kultivar pisang yang tidak dapat dikonsumsi seperti pisang hias dan pisang serat termasuk dalam *clade Australimusa – Callimusa* (Ploetz *et al*., 2007). Produksi pisang olahan mencakup 57% dari total produksi pisang di seluruh dunia. Pisang kepok termasuk kedalam pisang olahan (*cooking* type) yang biasanya dimasak atau diolah terlebih dahulu sebelum dikonsumsi (Valmayor *et al.,* 2000).

4. Kultur Jaringan Tanaman

Kultur jaringan tanaman adalah metode untuk menumbuhkan bagian tanaman seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan dan organ tanaman pada lingkungan aseptik sehingga dapat tumbuh dan berkembang sempurna. Kultur jaringan yang ditumbuhkan dalam wadah gelas dengan lingkungan terkendali ini seringkali disebut sebagai kultur *in vitro*. Metode kultur jaringan lahir dari konsep totipotensi, dimana setiap sel dalam tanaman mengandung informasi genetik atau sarana fisiologis tertentu yang mampu membentuk tanaman lengkap jika ditempatkan pada lingkungan yang sesuai (Wetherel, 1982).

Medium merupakan faktor penentu dalam perbanyakan tanaman secara *in vitro*. Komposisi media yang digunakan tergantung dengan jenis tanaman yang akan diperbanyak. Medium kultur jaringan menyediakan unsur hara makro dan mikro, vitamin dan asam amino, sumber karbohidrat zat pengatur tumbuh, senyawa organik tambahan seperti air kelapa (Hartmann *et al*., 2002). Tahapan – tahapan dalam perbanyakan secara *in*

vitro yaitu, pembuatan media, sterilisasi, inisiasi, multiplikasi, pengakaran dan aklimatisasi (Sugito dan Nugroho, 2004).

Teknik kultur jaringan tanaman telah banyak digunakan secara luas dalam perbanyakan dan konservasi tanaman. Aplikasi kultur secara in vitro ini dapat dilakukan untuk tujuan ekonomis diataranya untuk produksi tanaman hias, bunga dan tanaman penghasil minyak (George dan Sherrington, 1984). Teknik perbanyakan tanaman secara *in vitro* telah dilakukan pada berbagai tanaman termasuk pisang, diantaranya pada pisang Cavendish (Smith *et al*., 2006) Raja Bulu (Lestari *et al*., 2009), Barangan (Jafari *et al*., 2011; Indrayanti *et al*., 2013).

5. Induksi Mutasi Tanaman secara *In Vitro*

Mutasi adalah perubahan yang bersifat menurun pada sekuens DNA yang bukan berasal dari proses segregasi atau rekombinasi (Predieri, 2001). Teknik induksi mutasi telah digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman yang diperbanyak secara vegetatif khususnya untuk tanaman – tanaman, pada tanaman pisang induksi mutasi dengan iradiasi gamma diantaranya dilakukan untuk menghasilkan tanaman pisang yang tahan penyakit layu *fusarium* (Indrayanti *et al.,* 2011). Penggunaan mutagen fisik seperti sinar-X, sinar gamma dan neutron dapat membantu memperbaiki sifat – sifat agronomis tanaman baik pada tanaman yang diperbanyak secara generatif maupun vegetatif (Ahloowalia dan Maluszynski, 2001), sehingga akan tercipta mutan dengan karakter unggul yang diinginkan dan dapat memunculkan varian baru (Novak dan Brunner,

1992). Mutasi yang diinduksi dengan pemberian iradiasi gamma biasanya bersifat acak sehingga perlu seleksi lebih lanjut untuk menentukan varian yang memiliki karakter unggul (Medina *et al*., 2004).

Penggunaan iradiasi gamma untuk meningkatkan keragaman genetik pisang telah dilakukan antara lain pada pisang cv. Ambon Jepang (Grande Naine) (Khayat *et al*. 2004), cv. Raja Bulu (Lestari *et al*. 2009), cv. Ampyang (Indrayanti *et al*. 2011; 2012) dan Barangan (Indrayanti *et al*. 2013).

6. Penyimpanan secara *In Vitro*

Penyimpanan secara *in vitro* merupakan nama lain dari konservasi *in vitro*. Konservasi tanaman dapat dilakukan secara *in situ* atau *ex situ*. Konservasi *in situ* dilakukan dengan menanam tanaman di habitat aslinya, konservasi ini memerlukan tempat yang luas dan biaya yang besar, selain itu karena hanya bisa dilakukan di habitat asli maka distribusi tanaman tidak akan meluas. Konservasi *ex situ* dilakukan dengan menanam tanaman di lingkungan yang bukan habitat aslinya, misalnya di kebun koleksi atau di rumah kaca atau di laboratorium secara *in vitro*. Konservasi *ex situ* di lapangan membutuhkan biaya dan lahan yang besar, selain itu tanaman beresiko terkena serangan abiotik seperti bencana alam dan biotik seperti infeksi hama. Konservasi *ex situ* secara *in vitro* di laboratorium memiliki keunggulan yaitu pertumbuhannya dapat dikontrol dan bebas penyakit, selain itu tanaman memiliki potensi untuk koleksi dan pertukaran plasma nutfah Konservasi secara *in vitro* dikenal dengan istilah penyimpanan secara *in vitro* (Donowati, 2004; Engelmann, 1991).

Penyimpanan *in vitro* merupakan upaya pelestarian plasma nutfah dalam kondisi aseptik (Syahid dan Mariska, 1997), melalui teknik ini, biakan dapat disimpan dalam waktu lama, kemudian dapat diperbanyak lagi secara cepat apabila diperlukan (Seswita *et al*., 2003). Teknik penyimpanan *in vitro* memiliki potensi yang dapat digunakan sebagai koleksi aktif tanaman dan pelestarian plasma nutfah (Tjokrokusumo, 2004). Kultur yang disimpan secara *in vitro* nantinya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti perbanyakan tanaman secara massal dan produksi metabolit sekunder secara *in vitro* (Roostika *et al.,* 2009). Penyimpanan *in vitro* memiliki keunggulan dibandingkan teknologi konvensional di lapangan diantaranya, tidak memerlukan area luas, tidak menghadapi resiko kehilangan genotipe akibat serangan hama, penyakit dan tekanan lingkungan. Penyimpanan secara *in vitro* biasanya dilakukan untuk tanaman yang benihnya rekalsitran dan selalu diperbanyak secara vegetatif (Leunufna, 2007).

Prinsip penyimpanan secara *in vitro* adalah memperlambat laju pertumbuhan kultur dalam jangka waktu tertentu. Penghambatan atau perlambatan laju pertumbuhan kultur perlu memperhatikan faktor – faktor yang mempengaruhi kehidupan suatu kultur ,diantaranya: kadar gula dan mineral dalam medium, suhu penyimpanan, tipe dan volume wadah kultur (Tjokrokusumo, 2004). Metode yang digunakan dalam penyimpanan plasma nutfah beragam menurut lamanya masa penyimpanan yang diinginkan. Berdasarkan lamanya penyimpanan, penyimpanan tanaman secara *in vitro* diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) yaitu, penyimpanan jangka pendek,

penyimpanan jangka menengah dan penyimpanan jangka panjang (Engelmann, 1991; Syahid dan Mariska, 1997).

a. Penyimpanan *in vitro* jangka panjang

Penyimpanan *in vitro* jangka panjang dilakukan dengan metode kryopreservasi (*cryopreservation*). Penyimpanan jangka panjang bertujuan menyimpan kultur dalam waktu yang lama, dengan menyimpan kultur pada suhu rendah (slow feezing) dalam nitrogen cair (-196°C), sehingga proses metabolisme seperti pembelahan sel akan terhenti pada suhu tersebut (Panis *et al*., 2004). Teknik ini meliputi pembekuan secara perlahan menggunakan suatu peralatan yang diprogram untuk pembekuan dengan menggunakan zat kryoprotektif seperti DMSO (*Dimetyhlsulfoxite*), mannitol, sorbitol, sukrosa dan PEG (*Polyethyleneglycol*) (Tjokrokusumo, 2004), gliserol dan prolin (Panis, 2009). Menurut Kartha dan Engelmann (1994) kryopreservasi hanya cocok untuk kultur yang tidak terdeferensiasi seperti suspensi sel dan kalus. Pada saat ini beberapa prosedur baru kryopreservasi berkembang seperti enkapsulasi-dehidrasi, vitrifikasi, enkapsulasi-vitrifikasi, desikasi, pra tumbuh (*pre growth*), pra tumbuh-desikasi dan droplet-vitrifikasi.

Teknik Enkapsulasi-dehidrasi dilakukan dengan memasukan eksplan ke dalam kapsul alginat lalu ditumbuhkan di medium yang diperkaya dengan sukrosa dan dibekukan. Teknik Vitrifikasi dilakukan dengan memberikan zat krioprotektif dan larutan vitrifikasi pada eksplan dan dibekukan. Teknik Enkapsulasi-vitrifikasi dilakukan dengan memasukan eksplan ke dalam

kapsul alginat lalu dibekukan dengan teknik vitrifikasi. Teknik Desikasi dilakukan dengan mengeringkan eksplan dalam LAF (*Laminar Air Flow Cabinet*) atau gel silika hingga kandungan air 10-20% lalu dibekukan. Teknik Pra tumbuh (*pre growth*) dilakukan dengan menanam eksplan dalam media yang mengandung krioprotektan dan dibekukan. Teknik pra tumbuh-desikasi dilakukan dengan menanam eksplan dalam media yang mengandung krioprotektan lalu dikeringkan dalam LAF dan dibekukan. Teknik droplet-vitrifikasi diawali dengan menumbuhkan eksplan dalam media cair yang mengandung krioprotektan lalu diletakkan pada Aluminium foil yang ditetesi larutan krioprotektan, setelah itu dilakukan pembekuan cepat dalam nitrogen cair (Roostika *et al*., 2003). Pada tanaman pisang kryopreservasi dapat dilakukan melalui kultur apical meristem, kultur klaster meristem (*cauliflower-like structures*) dan kultur sel embriogenik (Panis *et al.,* 2009).

b. Penyimpanan *in vitro* jangka menengah

Penyimpanan in vitro jangka menengah bertujuan untuk menurunkan metabolisme tanaman sehingga kecepatan pertumbuhan kultur tanaman akan berkurang dan sehingga interval antar subkultur dapat ditingkatkan. Penyimpanan *in vitro* jangka menengah dilakukan dengan memodifikasi komponen media dan lingkungan tumbuh. Modifikasi komponen media dilakukan dengan: (1) penggunaan regulator osmotik seperti manitol, sukrosa dan sorbitol (2) penambahan zat penghambat tumbuh seperti *paclobutrazol*, *cycocel* dan *ancymidol*; (3) penurunan konsentrasi garam-garam makro; (4) penurunan atau peningkatan konsentrasi sukrosa dan (5)

pengkapsulan ekpslan dalam butir- butir alginat . Modifikasi lingkungan tumbuh dilakukan dengan: (1) penyimpanan suhu rendah; (2) pengurangan intensitas cahaya dan (3) menggunakan tempat kultur yang lebih besar dan lebih banyak volume mediumnya (Engelmann, 1991; Keller *et al*., 2006; Tokoporo *et al*., 2013; Whiters, 1983 dalam Syahid, 2007). Aplikasi penyimpanan secara *in vitro* dapat dilakukan dengan menggunakan satu atau kombinasi beberapa faktor, misalnya dengan mengurangi komposisi medium dikombinasikan dengan pemberian zat penghambat tumbuh retardan (Syahid, 2007).

Spesies yang toleransi terhadap suhu dingin disimpan pada suhu 0 - 5°C sedangkan spesies tropika disimpan pada suhu yang lebih tinggi. Sejauh ini belum ada data spesifik mengenai penyimpanan secara *in vitro* jangka menengah untuk Pisang cv. Kepok. Beberapa jenis tanaman yang telah berhasil disimpan dengan teknik pertumbuhan minimal dalam jangka waktu menengah adalah Ubi Kayu (Sunarlim dan Zuraida, 2001), Ubi Jalar (Roostika dan Sunarlim, 2001), Talas (Dewi, 2002), Kentang (Sarkar *et al*., 1999), Panili (Seswita *et al.,* 2003) dan Temulawak (Syahid, 2007). Pada tanaman pisang telah berhasil dilakukan pada beberapa kultivar diantaranya cv. ‘Kisubi’ (AB group) ‘Dominico Harton’ (AAB plantain), ‘Bluggoe’ (AAB group), ‘Williams’ (AAA group) (Panis *et al*., 2004), cv. Karpura Chakkarakeli (Agrawal *et al*., 2010), cv. Dwarf Cavendish (AAA group) (Tokoporo *et al*., 2013), dan cv. Ambon Kuning (Sunyoto dan Nofiarl, 2013).

c. Penyimpanan *in vitro* jangka pendek

Penyimpanan jangka pendek dilakukan secara sederhana, dengan menambahkan zat pengatur tumbuh (ZPT) dengan konsentrasi rendah dan mensubkultur eksplan ke medium baru dengan komposisi yang sama. Teknik ini cukup efisien untuk tanaman yang daya tumbuhnya lambat, namun pengaruh sub kultur yang sering memberikan peluang terjadinya kontaminasi. Cara ini juga memerlukan biaya dan tenaga yang ekstra dan memungkinkan terjadinya perubahan genetik (Syahid dan Mariska, 1997).

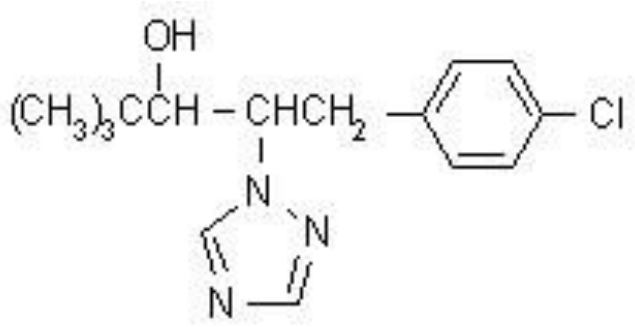
7. Retardan

Retardan adalah kelompok senyawa pengatur tumbuh yang dapat menghambat proses fisiologis dan biokimia tumbuhan (Cathey, 1975). Retardan dapat digunakan dalam penyimpanan *in vitro*, pengakaran tanaman maupun pembentukan umbi mikro (Ibrahim, 2003). Paclobutrazol (PBZ) termasuk zat penghambat tumbuh (*growth retardant*) golongan retardan (Chaney, 2005). PBZ akan menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman dan menghambat biosintesis giberelin yang berfungsi dalam proses pemanjangan sel dan berperan dalam pertumbuhan vegetatif (Purnomo *et al.*, 1991). PBZ memiliki rumus empiris $C_{15}H_{20}ClN_3O$.

Tabel 1. Properti fisik dan kimia dari Paclobutrazol (PBZ).

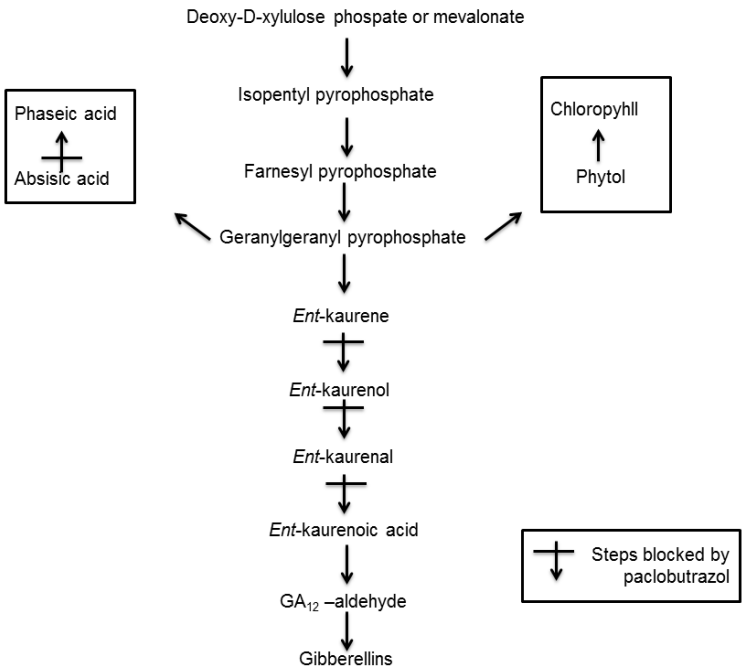
Parameter	Nilai	Sumber
Berat molekul	293.8	EFSA (2006)
Titik lebur / didih	164°C / 384°C	EFSA (2006)
Kerapatan	1.23 g/cm^3 (20°C)	EFSA (2006)
Tekanan uap	1.9 x 10^{-6} Pa (sangat sedikit volatil)	EFSA (2006)
Volatilitas dari air	2.39 x 10^{-5} Pa m^3 mol^{-1}	EFSA (2006)
Kelarutan di air	26 mg/L (20°C)	BPCP (2000)

Menurut Carlson *et al*., (1992) paclobutrazol mampu menghambat pertumbuhan tanaman, memperpendek ruas batang, memperhijau warna daun dan mempertebal daun, membantu keserempakan berbunga dan meningkatkan toleransi terhadap kekeringan dan konsentrasi garam tinggi. Paclobutrazol diserap tanaman melalui daun, jaringan batang dan akar. Senyawa tersebut ditranslokasikan secara pasif melalui xilem menuju titik tumbuh (akropetal). Senyawa ini bergerak aktif namun relatif lambat menuju meristem sub apikal. Paclobutrazol bersifat sebagai anti–giberelin, yang akan menghambat produksi giberelin dengan cara menghambat oksidasi *ent-kaurene* menjadi *ent-kaurenoic acid* dalam proses biosintesis giberelin dan menyebabkan pengurangan kecepatan pembelahan sel tanpa menyebabkan keracunan sel dan secara tak langsung akan mengalihkan asimilat ke pertumbuhan reproduktif untuk pembentukan bunga dan perkembangan buah (Buchanan *et al*., 2006). Paclobutrazol 2 ppm adalah konsentrasi terbaik untuk penyimpanan kultur *in vitro* Pisang Buai selama 4 bulan (Aridha *et al.*, 2009), sedangkan paclobutrazol 2.5 ppm optimum untuk penyimpanan Pisang cv. Grand Naine (Albany *et al*., 2005).



Gambar 2. Rumus bangun paclobutrazol (Buchanan *et al*., 2006)

Penghambatan pertumbuhan paclobutrazol muncul karena komponen kimia yang terkandung dalam paclobutrazol menghalangi tiga tahapan untuk produksi giberelin pada jalur terpenoid dengan menghambat enzim yang mengkatalisas proses reaksi metabolis (Gambar 3). Salah satu fungsi utama dari giberelin adalah untuk menstimulasi perpanjangan sel, ketika produksi giberelin dihambat, pembelahan sel tetap terjadi namun sel-sel baru tidak mengalami pemanjangan. Hasilnya adalah terbentuknya cabang dengan panjang buku lebih pendek. Perlakuan paclobutrazol juga meningkatkan produksi asam absisat dan klorofil pada tanaman (Chaney, 2005). Paclobutrazol dapat ditambahkan ke dalam medium kultur untuk penyimpanan tanaman secara *in vitro* karena tidak rusak dengan pemanasan ketika media di sterilisasi dengan otoklaf (Ribeiro *et al*., 2011).



Gambar 3. Cara kerja PBZ dalam menghambat sintesis GA (Chaney, 2005)

PBZ merupakan senyawa yang cukup stabil. Menurut studi mengenai ketahanan (*persistence*) PBZ di dalam tanah secara umum, yang dilakukan di Italia dan Inggris, PBZ memiliki waktu paruh (*half-life)* di tanah mulai dari 58 hingga 389 hari dengan rerata 114 hari, sedangkan di tanah pertanian waktu paruh PBZ berkisar antara 175-252 hari, namun dapat lebih singkat pada keadaan pH tanah yang rendah (Kishore *et. al.,* 2015; US EPA, 2007). Wu *et. al*. (2013) melaporkan bahwa PBZ memiliki ketahanan yang lebih baik di tanah dalam rumah kaca dibandingkan di tanah dalam ruangan terbuka, pencucian oleh air hujan diyakini menjadi penyebab rendahnya ketahanan PBZ di tanah dalam ruangan terbuka. PBZ juga diketahui lebih mudah mengalami pencucian (*leaching*) pada tanah yang mengandung banyak pasir.

PBZ terdegradasi melalui *ketone analog*, *(2RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazole-l-yl)pentan-3-one*. *Ketone analog* didegradasi melalui pemisahan *1,2,4-triazole*. Senyawa PBZ yang sudah terdegradasi seperti senyawa metabolit keton dan *1,2,4-triazole* memiliki ketahanan yang rendah ditanah jika dibandingkan senyawa PBZ utuh, yaitu dengan waktu paruh 23-90 hari untuk senyawa metabolit keton dan 6.3-12.3 hari untuk senyawa *1,2,4-triazole* (EFSA 2006). PBZ relatif aman untuk digunakan di medium tumbuh dalam kultur *in vitro* untuk menghambat pertumbuhan karena cukup stabil dan memiliki ketahanan yang baik dan apabila akan dipulihkan pertumbuhan tanamannya, dapat dilakukan dengan mensubkultur eksplan ke medium yang tidak mengandung PBZ, karena efek PBZ bertahan lama hanya jika medium tumbuh tanaman mengandung PBZ atau

jika PBZ di injeksi secara langsung ke tanaman target secara rutin (Kishore *et al*., 2015; Sharma *et. al.*, 2008).

Pengaruh retardan pada tanaman sangat bervariasi. Hal ini disebabkan (1) kemampuan yang berbeda dari daun, batang dan akar pada spesies yang berbeda untuk mengabsorpsi dan translokasi senyawa kimia; (2) adanya mekanisme penonaktifan dalam beberapa spesies dan (3) perbedaan pola interaksi retardan dalam tanaman (Menhennet, 1979).

B. Kerangka Berpikir

Pisang (*Musa* spp.) adalah buah yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat khususnya Indonesia, selain karena mengandung banyak gizi, pisang dikonsumsi karena rasanya yang lezat. Secara alami, tanaman pisang berkembangbiak secara vegetatif dengan tunas. Tanaman pisang juga dapat dikembangbiakkan melalui teknik kultur jaringan secara *in vitro* dalam lingkungan yang steril sehingga bisa didapatkan anakan dalam jumlah banyak dan dalam waktu singkat. Pisang memiliki banyak kultivar, salah satunya adalah pisang cv. kepok. Pisang cv. kepok biasanya dikonsumsi dalam bentuk pisang goreng atau pisang rebus. Pisang yang sering dikonsumsi, termasuk pisang cv. kepok bersifat partenokarpi sehingga keragaman genetiknya rendah. Salah satu strategi untuk meningkatkan keragaman genetik pisang yaitu dengan induksi mutasi secara *in vitro*. Induksi mutasi secara *in vitro* dapat dilakukan dengan pemberian iradiasi sinar gamma.

Plantlet Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma merupakan sumber plasma nutfah dan berpotensi sebagai mutan yang memiliki sifat dan karakter unggul. Plantlet ini dapat dikonservasi di rumah kaca atau dalam kondisi *in vitro* di laboratorium. Konservasi plasma nutfah tanaman penting dilakukan untuk mempertahankan keberadaan plasma nutfah itu sendiri dan melindungi genetik tanaman dari cekaman abiotik dan biotik.

Bentuk konservasi *in vitro* sebagai koleksi aktif adalah dengan penyimpanan secara *in vitro.* Koleksi aktif dapat dimanfaatkan untuk perbanyakan tanaman secara masal atau untuk produksi metabolit sekunder secara *in vitro*, melalui penyimpanan secara *in* vitro plantlet dapat disimpan dan diperbanyak lagi secara cepat ketika dibutuhkan.

Penyimpanan secara *in vitro* jangka menengah dapat dilakukan dengan memberikan retardan. *Paclobutrazol* adalah salah satu jenis retardan yang umum digunakan dalam penyimpanan secara *in vitro*. *Paclobutrazol* bekerja menghambat pertumbuhan tanaman dengan cara menghambat pertumbuhan vegetatif tanpa merusak kualitas tanaman. Varian plantlet pisang cv. kepok hasil iradiasi gamma adalah mutan yang berpotensi memiliki sifat unggul, oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui konsentrasi retardan *paclobutrazol* yang tepat untuk penyimpanan plantlet pisang cv kepok hasil iradiasi gamma (0 – 60 Gy) secara *in vitro* dalam kisaran waktu jangka menengah sehingga diperoleh protokol teknik penyimpanan secara *in vitro* yang tepat.

C. Perumusan Hipotesis

1. Tunas-tunas varian Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma dengan dosis yang berbeda akan memberikan respon berbeda terhadap medium regenerasi.
2. Plantlet varian hasil iradiasi gamma akan memberikan respon berbeda terhadap pemberian paclobutrazol setelah masa penyimpanan *in vitro.*
3. Paclobutrazol dengan konsentrasi yang berbeda mampu memperlambat pertumbuhan plantlet varian Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma.
5. Plantlet yang telah disimpan menggunakan paclobutrazol dapat melakukan regenerasi.

BAB III
METODE PENELITIAN

A. Tujuan Operasional

1. Menghitung jumlah daun, jumlah akar dan tinggi plantlet untuk melihat respon pertumbuhan tunas setelah tahapan multiplikasi dan regenerasi.
2. Menghitung jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar dan tinggi plantlet untuk menentukan konsentrasi *paclobutrazol* optimum dalam menghambat pertumbuhan plantlet sebagai bentuk penyimpanan secara *in vitro* selama 6 bulan.
3. Menghitung jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, tinggi plantlet dan kandungan klorofil untuk menguji daya tumbuh kultur pasca penyimpanan secara *in vitro*.

B. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Program Studi Biologi FMIPA, Universitas Negeri Jakarta pada bulan Januari - Oktober 2016.

C. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian terdiri dari 3 percobaan yaitu, (1) Multiplikasi dan regenerasi tunas pisang secara *in vitro*, (2) Penyimpanan varian pisang cv. kepok secara *in vitro* dan (3) Uji daya tumbuh plantlet pasca penyimpanan secara *in vitro* .

1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian yaitu *magnetic stirrer*, *hot plate*, gelas ukur, gelas kimia, tabung erlenmeyer 1000 mL, oven, otoklaf, botol kultur steril, pH indikator universal, cawan petri, alat diseksi (scalpel, mata pisau, pinset bayonet dan pinset anatomis), bunsen, botol sprayer, pipet ukur, bulb, transfer box (*Laminar Air Flow Cabinet*).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu plantlet pisang cv. kepok hasil iradiasi gamma (0 – 60 Gy), alkohol 96% dan 70%, spirtus, agar *swallow*, gula, media MS (Murashige & Skoog), BAP dan IAA, *Paclobutrazol* (PBZ), aquades steril, *plastic wrap*, aluminium foil, label dan tisu.

2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah kegiatan yang meliputi: sterilisasi alat, pembuatan medium yang mencakup pembuatan medium untuk 3 (tiga) percobaan yang akan dilakukan, dan penanaman varian tunas pisang cv. kepok.

a. Sterilisasi Alat

Alat tanam (pinset, scalpel), cawan petri dan pipet ukur, botol disterilisasi menggunakan oven (suhu 121°C - 2 jam). Seluruh peralatan kecuali botol, dibungkus dengan *yellow pages* sebelum di sterilisasi.

b. Pembuatan Stok Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) dan Paclobutrazol

Larutan ZPT BAP dan IAA dibuat dalam bentuk larutan stok 1000 ppm. BAP dan IAA ditimbang sebanyak 100 mg dan dilarutkan dalam 100 mL air.

BAP dibuat dengan menambahkan beberapa tetes HCl sedangkan IAA dibuat dengan menambahkan beberapa tetes NaOH. Larutan Paclobutrazol dibuat dalam bentuk larutan stok 1000 ppm dengan melarutkan 100 mg paclobutrazol dalam 100 mL air.

c. Pembuatan Media untuk Multiplikasi dan Regenerasi

Media yang digunakan untuk multiplikasi dan regenerasi adalah media dasar MS (Murashige dan Skoog) yang ditambah 2.25 mg L^{-1} BAP (*Benzyl Amino* Purin) dan 1.75 mg L^{-1} IAA (*Indole Acetic* Acid). Pembuatan media dilakukan dengan mencampurkan 20 mL larutan stok 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 larutan ZPT (2.25 mg l^{-1} BAP dan 1.75 mg l^{-1} IAA) ke dalam tabung erlenmeyer 1000 mL. Larutan dicampur dengan aquadest steril hingga 800 mL, kemudian ditambah 30 g L^{-1} sukrosa. Larutan diatur pH nya hingga 5.6 – 5.8, selanjutnya ditambah agar *swallow* 7 g L^{-1} dan aquadest steril sampai batas erlenmeyer 1000 mL. Media dimasak hingga mendidih sambil terus diaduk dengan *stirrer*. Tabung erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil untuk menjaga kesterilan media. Media yang telah mendidih dituang ke botol kultur steril dan disterilisasi dengan otoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit.

d. Pembuatan Media untuk Penyimpanan *In Vitro*

Media yang digunakan untuk penyimpanan secara *in vitro* adalah media MS (Murashige dan Skoog) yang ditambah 2.25 mg L^{-1} BAP dan

0.175 mg L^{-1} IAA dan diberi perlakuan retardan *paclobutrazol* dengan taraf konsentrasi 0 (kontrol), 2.5 dan 5 ppm. Pembuatan media dilakukan dengan mencampurkan 20 mL larutan stok 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, larutan ZPT (2.25 mg l^{-1} BAP dan 0.175 mg l^{-1} IAA) dan *paclobutrazol* (2.5 dan 5 ppm) ke dalam tabung erlenmeyer 1000 mL. Larutan dicampur dengan aquadest steril hingga 800 mL, kemudian ditambah 30 g L^{-1} sukrosa. Larutan diatur pH nya hingga 5.6 – 5.8, selanjutnya ditambah agar *swallow* 7 g L^{-1} dan aquadest steril sampai batas erlenmeyer 1000 mL. Media dimasak hingga mendidih sambil terus diaduk dengan *stirrer*. Tabung erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil untuk menjaga kesterilan media. Media yang telah mendidih dituang ke botol kultur steril dan disterilisasi dengan otoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit.

e. Penanaman tunas dan plantlet pisang cv. kepok secara *in vitro*

Penanaman plantlet pisang dilakukan dengan memilih plantlet dengan kriteria: memiliki jumlah daun 3-6 daun dengan tinggi minimal 5 cm. Penanaman plantlet sesuai dengan 3 tahapan percobaan yang dilakukan.

Percobaan 1. Multiplikasi dan Regenerasi tunas pisang cv. kepok hasil iradiasi gamma secara *in vitro*

Percobaan pada tahapan ini dilakukan untuk mengetahui respon pertumbuhan tunas-tunas varian pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah tahapan multiplikasi dan regenerasi secara in vitro. Bahan tanaman

berupa plantlet pisang cv. kepok aseptis koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, Universitas Negeri Jakarta.

Eksplan pucuk pisang aseptis varian hasil iradiasi gamma: 0, 20, 30, 40, 50 dan 60 Gy ditumbuhkan dalam media dasar Murashige dan Skoog (MS) dengan penambahan BAP (*Benzyl Amino* Purin) 2.25 mgL^{-1} dan IAA (*Indole Acetic* Acid) 1.75 mgL^{-1} (Strosse *et al*., 2004), Rancangan percobaan acak lengkap (RAL), faktor yang diuji adalah respon pertumbuhan tunas varian hasil iradiasi iradiasi gamma (6 dosis iradiasi), jumlah ulangan 30, setiap satuan percobaan ditanam 2-3 tunas varian. (Tabel 2). Parameter yang diamati adalah jumlah daun, jumlah akar dan tinggi tanaman. Tunas yang tumbuh menjadi plantlet selanjutnya disimpan secara *in vitro*.

Tabel 2. Rancangan percobaan multiplikasi dan regenerasi tunas pisang cv. Kepok usia 1 bulan setelah subkultur.

Varian plantlet hasil iradiasi gamma (Gy) / Ulangan	0	20	30	40	50	60
1						
2						
…						
10						

Percobaan 2. Penyimpanan varian plantlet pisang cv. kepok hasil iradiasi gamma secara *in vitro*

Percobaan tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi retardan *paclobutrazol* yang tepat untuk penyimpanan *in vitro* plantlet varian pisang cv kepok hasil iradiasi gamma. Bahan tanaman yang digunakan dalam percobaan ini adalah plantlet varian pisang yang telah di multiplikasi

dan regenerasi hasil percobaan. Penelitian menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) (Tabel 3), perlakuan yang diuji adalah:

Varian hasil iradiasi gamma : 0 (kontrol), 20, 30, 40, 50, 60 Gy.

Konsentrasi Paclobutrazol : 0, 2.5, dan 5.0 ppm

Plantlet ditempatkan di dalam botol kultur, setiap botol kultur berisi 2 tunas, ditumbuhkan pada media Murashige dan Skoog (MS) dengan penambahan 2.25 mgL^{-1} BAP dan 0.175 mgL^{-1} IAA. Kultur disimpan dalam ruangan dengan temperatur 16°C ± 1°C, dan ditumbuhan selama 6 bulan tanpa dilakukan subkultur. Parameter yang diamati jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar dan tinggi plantlet.

Tabel 3. Rancangan percobaan penyimpanan varian plantlet Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma secara *in vitro* dengan *paclobutrazol*

Paclobutrazol (ppm)	Varian plantlet hasil iradiasi gamma (Gy)					
	0	20	30	40	50	60
0.0	$0P_{0.0}$	$20P_{0.0}$	$30P_{0.0}$	$40P_{0.0}$	$50P_{0.0}$	$60P_{0.0}$
2.5	$0P_{2.5}$	$20P_{2.5}$	$30P_{2.5}$	$40P_{2.5}$	$50P_{2.5}$	$60P_{2.5}$
5.0	$0P_{5.0}$	$20P_{5.0}$	$30P_{5.0}$	$40P_{5.0}$	$50P_{5.0}$	$60P_{5.0}$

Percobaan 3. Uji daya tumbuh plantlet pasca penyimpanan secara *in vitro*

Percobaan ini dilakukan selama 1 bulan untuk menguji daya tumbuh kultur plantlet pasca penyimpanan secara in vitro. Varian plantlet yang telah disimpan disub kultur ke media regenerasi, yaitu media MS yang ditambah 2.25 mgL-1 BAP dan 1.75 mgL-1 IAA. Kultur disimpan dalam ruangan

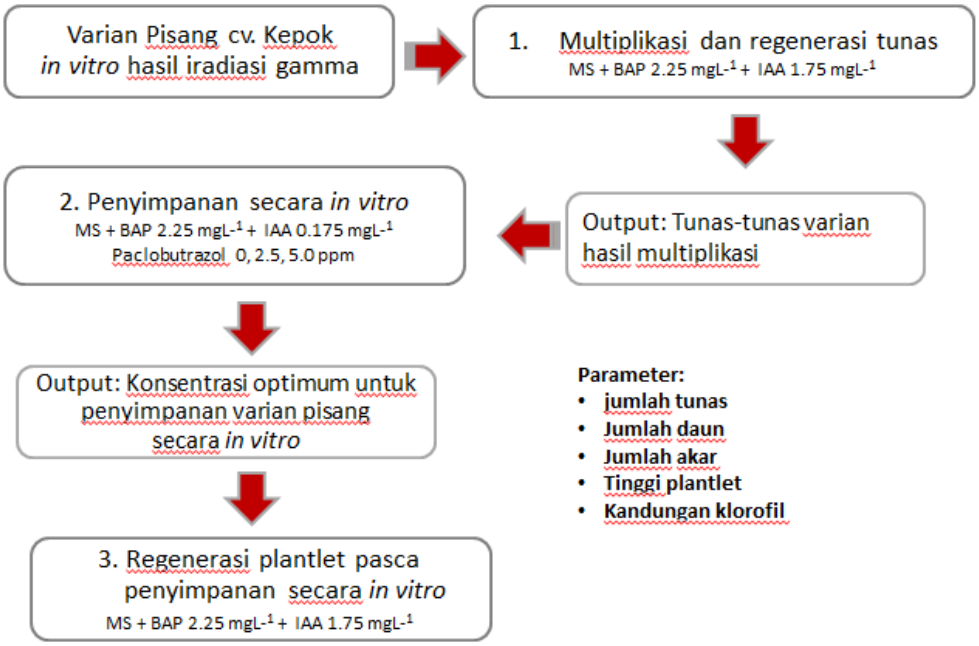
dengan temperatur 16°C ± 1°C. Parameter yang diamati adalah jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, tinggi plantlet dan kandungan klorofil daun. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 4.

D. Teknik Pengumpulan Data

Parameter yang diamati pada percobaan 1 yaitu jumlah daun, jumlah akar dan tinggi plantlet selama 1 bulan. Pada percobaan 2 yaitu jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar dan tinggi plantlet setiap bulan selama 6 bulan. Pada percobaan 3 yaitu jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, tinggi plantlet selama 1 bulan, kandungan klorofil daun, panjang daun, lebar daun dan rasio panjang lebar daun.

E. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh berupa jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, tinggi plantlet dan kandungan klorofil daun diolah dengan uji anava dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Plantlet Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma merupakan sumber plasma nutfah yang berpotensi sebagai mutan yang memiliki sifat dan karakter unggul. Penyimpanan secara *in vitro* merupakan upaya mempertahankan keberadaan plasma nutfah tanaman. Penyimpanan secara *in vitro* dapat dilakukan dengan pemberian *paclobutrazol* ke medium tumbuh yang bertujuan memperlambat pertumbuhan plantlet sehingga interval sub kultur dapat ditingkatkan. Pada penelitian ini dilakukan penyimpanan plantlet Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma secara *in vitro* selama 6 bulan dan menentukan dosis *paclobutrazol* yang tepat dalam menghambat pertumbuhan.

A. Percobaan 1. Multiplikasi dan Regenerasi tunas Pisang cv. Kepok Hasil Iradiasi Gamma secara *In Vitro*.

Tunas Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma (0-60 Gy) di multiplikasi dan di regenerasi hingga menjadi plantlet selama ± 1 bulan di media MS (Murashige dan Skoog) dengan penambahan BAP 2.25 mg L^{-1} dan IAA 1.75 mg L^{-1}. Tunas yang telah beregenerasi menjadi plantlet diamati jumlah daun, jumlah akar dan tinggi plantlet nya untuk melihat ada atau tidaknya variasi pada setiap parameter yang diamati. Hasil pengamatan menunjukan adanya variasi jumlah daun, jumlah akar dan tinggi plantlet pada setiap varian yang diamati. Data disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata jumlah daun, akar dan tinggi plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah tahapan multiplikasi dan regenerasi.

Varian plantlet hasil iradiasi (Gy)	Jumlah daun		Jumlah akar		Tinggi (cm)	
	Rerata	±SE	Rerata	±SE	Rerata	±SE
0	4.32 [ab]	0.11	4.81 [b]	0.17	6.95 [b]	0.21
20	4.56 [b]	0.09	4.99 [b]	0.16	6.77 [b]	0.12
30	4.39 [ab]	0.11	4.89 [b]	0.17	6.15 [a]	0.16
40	4.29 [ab]	0.08	4.56 [b]	0,14	6.17 [a]	0.14
50	4.22 [a]	0.08	4.01 [a]	0.15	6.19 [a]	0.12
60	4.37 [ab]	0.13	4.84 [b]	0.21	6.63 [ab]	0.18

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Hasil pengamatan menunjukan setiap varian memberikan respon berbeda sehingga terdapat variasi jumlah daun, jumlah jumlah akar dan tinggi pada varian plantlet hasil iradiasi gamma. Rerata jumlah daun terbanyak terdapat pada varian 20 Gy (4.56 ± 0.09) dan secara statistik hanya berbeda nyata dengan varian 50 Gy (4.22 ± 0.08). Hal ini tidak berbeda dengan penelitian Masykuroh (2016) yang menyatakan bahwa rerata jumlah daun terendah pada pisang cv. Kepok setelah diradiasi gamma secara *in vitro* adalah varian 50 Gy, sedangkan menurut Gaul (1997), jumlah daun hasil iradiasi lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.

Rerata jumlah akar terbanyak terdapat pada varian 20 Gy (4.99 ± 0.16), namun tidak berbeda nyata dengan varian 0 Gy, 30 Gy, 40 Gy dan 60 Gy, sedangkan rerata jumlah akar terendah terdapat pada varian 50 Gy (4.01 ± 0.15). Hal ini tidak berbeda dengan penelitian Masykuroh (2016) bahwa rerata jumlah akar terendah pada pisang cv. Kepok setelah diradiasi gamma secara *in vitro* adalah varian 50 Gy, sedangkan menurut Indrayanti *et* al., (2013) rerata jumlah akar terendah pada pisang cv. Barangan hasil iradiasi gamma adalah varian 45 Gy.

Rerata tinggi plantlet tertinggi terdapat pada varian 0 Gy (6.95 ± 0.21) dan tidak berbeda nyata dengan varian 20 Gy (6.77 ± 0.12), sedangkan rerata tinggi plantlet terpendek terdapat pada varian 30 Gy (6.15 ± 0.16) dan tidak berbeda nyata dengan varian 40 Gy dan 50 Gy. Hal ini sesuai dengan penelitian Masykuroh (2016) yang menyatakan bahwa rerata tinggi plantlet terpendek pisang cv. Kepok setelah diradiasi gamma secara *in vitro* adalah pada varian 50 Gy. Hasil ini didukung oleh Indrayanti *et al*., (2013) yang menyatakan bahwa rerata tinggi plantlet terpendek pada pisang cv. Barangan adalah 55 Gy.

Hasil pengamatan menunjukan varian plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma 50 Gy adalah varian yang memiliki karakter fenotipik paling berbeda dengan varian lainnya pada setiap parameter yang diamati yaitu jumlah daun, jumlah akar dan tinggi plantlet, namun karakter morfologi seperti bentuk daun tidak berbeda dengan varian plantlet lainnya. Hal ini menunjukan bahwa varian yang terbentuk setelah diradiasi dengan 4 kali subkultur pada penelitian Masykuroh (2016) tidak mengalami perubahan setelah tahapan multiplikasi dan regenerasi pada penelitian ini. Menurut Shadia *et al.* (2002) dalam Indrayanti *et al*. (2013) dosis iradiasi gamma 40 dan 60 Gy adalah dosis yang paling efektif menimbulkan variasi DNA pada pisang cv. Barangan. Hal ini juga sesuai dengan Indrayanti *et al*., (2012), bahwa pisang cv. Ampyang hasil iradiasi 50 Gy menghasilkan lebih banyak variasi dibandingkan varian iradiasi lainnya.

Perbedaan karakter fenotipik khususnya pada varian 50 Gy dapat disebabkan pengaruh iradiasi gamma yang cukup tinggi. Pemberian iradiasi

gamma pada tanaman dapat merusak sel, mempengaruhi proses metabolisme tanaman dan menghambat sintesis hormon endogen (Gardner *et al*.,1985). Hal ini diperkuat oleh pernyataan Charbaji dan Nabulsi (1999) yang menyatakan bahwa peningkatan dosis iradiasi gamma biasanya menghambat pertumbuhan sel – sel karena rusaknya sel meristem, namun dari hasil yang diperoleh, varian plantlet dengan dosis iradiasi tertinggi (60 Gy) tidak menunjukan karakter fenotipik yang signifikan berbeda dengan varian lainnya. Hal ini mungkin saja diperoleh sebab induksi mutasi dengan pemberian iradiasi gamma umumnya bersifat acak sehingga karakter fenotipik yang muncul tidak dapat diprediksi (Medina *et al*., 2004).

Variasi yang diperoleh menyebabkan penelitian ini tidak bisa membandingkan pengaruh perlakuan pemberian paclobutrazol antar varian plantlet, maka pada percobaan selanjutnya,setiap perlakuan dibandingkan dengan varian plantlet yang sama untuk mengetahui pengaruh pemberian paclobutrazol terhadap masing – masing varian plantlet.

B. Percobaan 2. Penyimpanan varian plantlet Pisang cv. Kepok Hasil Iradiasi Gamma secara *In Vitro*.

Tunas yang telah beregenerasi menjadi plantlet ditumbuhkan di medium MS (Murashige dan Skoog) dengan penambahan BAP 2.25 mg L^{-1} dan IAA 0.175 mg L^{-1} kemudian ditambahkan paclobutrazol (PBZ) dengan taraf 2.5 dan 5 ppm. Plantlet diamati jumlah tunas, daun dan akar setiap bulan selama 6 bulan masa penyimpanan dan tinggi plantlet pada bulan ke-0 (awal) dan bulan ke-6 setelah ditanam.

1. Jumlah tunas

Pengamatan jumlah tunas pada setiap varian plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma menunjukan adanya pengaruh paclobutrazol (PBZ) selama masa penyimpanan 6 bulan pada beberapa varian plantlet. Hasil pengamatan menunjukan paclobutrazol tidak berpengaruh terhadap rerata jumlah tunas pada varian plantlet 0 Gy, 20 Gy, 40 Gy dan 60 Gy selama 6 bulan (Tabel 5, 6, 8, 10). Hasil ini sejalan dengan penelitian Saputra (2016) bahwa Paclobutrazol tidak menghambat pembentukan tunas pada pisang liar selama masa penyimpanan 4 bulan.

PBZ menghambat pembentukan tunas pada varian 30 Gy pada bulan ke- 5-6, namun nilainya tidak berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 7) sedangkan, PBZ berpengaruh nyata dalam menghambat pembentukan tunas pada varian 50 Gy (Tabel 9). Pengaruh PBZ terhadap rerata jumlah tunas varian 50 Gy sudah mulai terlihat pada bulan ke-2 setelah ditanam. Perlakuan PBZ 5 ppm selalu menghasilkan rerata jumlah tunas terendah dan tidak ada penambahan jumlah tunas selama masa penyimpanan 6 bulan. Hal ini mengindikasikan bahwa PBZ 5 ppm adalah konsentrasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan tunas varian 50 Gy.

Tabel 5. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 0 Gy selama 6 bulan.

Kode	Rerata jumlah tunas pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	Rerata	±SE
$0P_{0.0}$	1.08 [a]	0.08	1.17 [a]	0.12	1.19 [a]	0.13	1.19 [a]	0.18	1.23 [a]	0.23	1.28 [a]	0.28
$0P_{2.5}$	1.00 [a]	0.00	1.03 [a]	0.23	1.14 [a]	0.09	1.25 [a]	0.13	1.25 [a]	0.13	1.35 [a]	0.21
$0P_{5.0}$	1.08 [a]	0.06	1.15 [a]	0.10	1.15 [a]	0.10	1.17 [a]	0.17	1.20 [a]	0.20	1.25 [a]	0.25

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 6. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 20 Gy selama 6 bulan.

Kode	Rerata jumlah tunas pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$20P_{0.0}$	1.05 [a]	0.03	1.07 [a]	0.04	1.20 [a]	0.08	1.19 [a]	0.12	1.19 [a]	0.14	1.14 [a]	0.14
$20P_{2.5}$	1.00 [a]	0.00	1.07 [a]	0.05	1.14 [a]	0.07	1.13 [a]	0.09	1.13 [a]	0.09	1.11 [a]	0.08
$20P_{5.0}$	1.11 [a]	0.07	1.23 [a]	0.13	1.27 [a]	0.15	1.39 [a]	0.21	1.42 [a]	0.22	1.00 [a]	0.00

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 7. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 30 Gy selama 6 bulan.

Kode	Rerata jumlah tunas pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	Rerata	±SE
$30P_{0.0}$	1.00 [a]	0.00	1.10 [a]	0.07	1.17 [a]	0.09	1.08 [a]	0.08	**1.00 [a]**	0.00	**1.00 [a]**	0.00
$30P_{2.5}$	1.19 [a]	0.17	1.11 [a]	0.09	1.14 [a]	0.09	1.25 [a]	0.13	1.21 [b]	0.10	1.27 [b]	0.13
$30P_{5.0}$	1.00 [a]	0.00	1.00 [a]	0.00	1.00 [a]	0.00	1.00 [a]	0.00	**1.04 [a]**	0.04	**1.08 [a]**	0.05

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 8. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 40 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah tunas pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$40P_{0.0}$	1.09 [a]	0.09	1.28 [a]	0.19	1.38 [a]	0.25	1.25 [a]	0.25	1.00 [a]	0.00	1.00 [a]	0.00
$40P_{2.5}$	1.07 [a]	0.05	1.10 [a]	0.05	1.17 [a]	0.09	1.17 [a]	0.09	1.21 [a]	0.15	1.33 [a]	0.33
$40P_{5.0}$	1.07 [a]	0.05	1.14 [a]	0.82	1.21 [a]	0.13	1.28 [a]	0.19	1.36 [a]	0.24	1.25 [a]	0.25

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 9. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 50 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah tunas pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$50P_{0.0}$	1.08 [a]	0.06	1.38 [b]	0.15	1.58 [b]	0.18	1.63 [b]	0.31	1.63 [b]	0.31	1.33 [b]	0.25
$50P_{2.5}$	1.13 [a]	0.13	1.13 [ab]	0.13	**1.13 [a]**	0.13	**1.00 [a]**	0.00	**1.00 [a]**	0.00	**1.00 [a]**	0.00
$50P_{5.0}$	1.00 [a]	0.00	**1.00 [a]**	0.00	**1.00 [a]**	0.00	**1.00 [a]**	0.00	**1.00 [a]**	0.00	**1.00 [a]**	0.00

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 10. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah tunas plantlet pisang cv. Kepok varian 60 Gy selama 6 bulan.

Kode	Rerata jumlah tunas pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$60P_{0.0}$	1.06 [a]	0.04	1.16 [a]	0.11	1.16 [a]	0.11	1.00 [a]	0.00	1.00 [a]	0.00	1.00 [a]	0.00
$60P_{2.5}$	1.03 [a]	0.03	1.17 [a]	0.93	1.17 [a]	0.09	1.20 [a]	0.13	1.31 [a]	0.21	1.21 [a]	0.21
$60P_{5.0}$	1.00 [a]	0.00	1.00 [a]	0.00	1.03 [a]	0.03	1.10 [a]	0.10	1.10 [a]	0.10	1.14 [a]	0.14

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Hasil yang serupa dengan varian 50 Gy tersebut tidak berbeda dengan Demassabu (2011), bahwa PBZ 1.0 2.0 dan 2.5 ppm menghasilkan rerata jumlah tunas terendah pada penyimpanan plantlet krisan selama 3 bulan. Hasil ini tidak berbeda dengan Syahid (2007) yaitu PBZ 5 ppm menghasilkan rerata jumlah tunas terendah pada penyimpanan tunas temulawak selama 7 bulan masa penyimpanan. Respon pertumbuhan yang berbeda dapat disebabkan perbedaan kandungan sitokinin endogen pada setiap varian plantlet. Hal ini didukung oleh pernyataan Mariska *et al* (1996), bahwa respon tanaman terhadap zat pengatur dan penghambat tumbuh dapat berbeda sampai ke tingkat varietas. Kandungan sitokinin endogen pada varian 0, 20, 30, 40 dan 60 Gy diduga cukup tinggi sehingga PBZ yang diberikan belum mampu menghambat pembentukan tunas.

2. Jumlah daun

Hasil pengamatan jumlah daun menunjukan bahwa secara umum pemberian PBZ berpengaruh dalam menghambat pembentukan daun. Hasil pengamatan pada varian 0 Gy (tanpa iradiasi) menunjukan bahwa pemberian PBZ pada medium tumbuh menghasilkan rerata jumlah daun terendah di bulan ke-3 setelah ditanam (Tabel 11) yaitu pada perlakuan PBZ 5 ppm (7.09 ± 0.55) dan PBZ 2.5 ppm (7.26 ± 0.46), namun pada bulan selanjutnya, tidak ada perbedaan rerata jumlah daun yang terbentuk. Hal ini mengindikasikan bahwa PBZ hanya mampu menghambat pembentukan daun varian 0 Gy di bulan ke-3.

Pada varian hasil iradiasi 20 Gy, pengaruh PBZ baru terlihat pada bulan ke- 5-6 setelah ditanam (Tabel 12). Rerata jumlah daun terendah pada bulan ke-5 terdapat pada pemberian PBZ 2.5 ppm (8.66 ± 0.46) namun tidak berbeda nyata dengan kontrol (9.25 ± 0.49), demikian pula pada bulan ke-6 rerata jumlah daun terendah diperoleh pada perlakuan PBZ 2.5 ppm (7.08 ± 0.48) dan tidak berbeda nyata dengan kontrol (7.32 ± 0.62).

Hasil pengamatan pada varian hasil iradiasi 30 Gy menunjukan pengaruh PBZ terlihat pada bulan ke- 4-5 setelah ditanam (Tabel 13), rerata daun terbanyak pada perlakuan dengan pemberian PBZ sampai 2 bulan pertama dapat terjadi karena adanya hormon endogen pada plantlet varian 30 Gy yang masih tinggi sehingga PBZ belum mampu menghambat pembentukan daun. Perlakuan PBZ 5 ppm (8.71 ± 0.31) dan PBZ 2.5 ppm (8.77 ± 0.40) menghasilkan rerata jumlah daun terendah pada bulan ke-4 dan pada bulan ke-5 (Tabel 13), sedangkan pada bulan ke-6 terjadi reduksi rerata jumlah daun pada perlakuan kontrol, sehingga rerata jumlah daun terendah dihasilkan pada perlakuan kontrol (7.59 ± 0.34). Hal ini terjadi karena beberapa daunnya berwarna kecoklatan, sedangkan pada perlakuan dengan PBZ, meskipun jumlah daunnya banyak namun keadaan daun tetap segar dan berwarna hijau.

Hasil pengamatan pada varian hasil iradiasi 40 Gy menunjukan PBZ. 5 ppm menghasilkan rerata jumlah daun terendah di bulan ke-6 (7.83 ± 0.51), namun tidak berbeda nyata dengan kontrol (7.67 ± 0.46) (Tabel 14). Hasil yang berbeda dijumpai pada varian hasil iradiasi 50 Gy, dimana PBZ

menghambat pembentukan daun pada bulan ke- 1-6 setelah ditanam (Tabel 15). Rerata jumlah daun terendah pada bulan ke-6 diperoleh pada perlakuan PBZ 2.5 ppm (7.33 ± 0.25), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan PBZ 5 ppm (8.42 ± 0.91).

Hasil pengamatan pada varian hasil iradiasi 60 Gy menunjukan PBZ menghambat pembentukan daun pada bulan ke- 3-5 setelah ditanam (Tabel 16). Rerata jumlah daun terendah pada bulan ke-3 terdapat pada perlakuan PBZ 5 ppm (6.97 ± 0.40) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan PBZ 2.5 ppm (7.07 ± 0.40). Rerata daun terendah pada bulan ke-4 terdapat pada perlakuan PBZ 2.5 ppm (7.73 ± 0.47), sementara pada bulan ke-6 tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa PBZ mampu menghambat pembentukan jumlah daun pada varian 60 Gy sampai usia 5 bulan setelah ditanam.

Hasil yang pengamatan terhadap jumlah daun secara keseluruhan menunjukan PBZ mampu menghambat pembentukan jumlah daun pada sebagian besar varian plantlet hasil iradiasi. Hasil ini sejalan dengan Yelnititis dan Bermawie (2001) bahwa PBZ 5 ppm menurunkan jumlah daun pada penyimpanan plantlet lada. Hasil ini juga sesuai dengan Saputra (2016) bahwa PBZ 2.5 ppm + MS½ menghasilkan rerata jumlah daun terendah pada penyimpanan plantlet pisang liar selama 4 bulan.

Tabel 11. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 0 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah daun pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$0P_{0.0}$	5.53 [a]	0.23	7.00 [a]	0.30	8.42 [b]	0.43	9.35 [a]	0.60	9.64 [a]	0.59	8.28 [a]	0.89
$0P_{2.5}$	5.92 [a]	0.35	6.35 [a]	0.43	**7.26 [a]**	0.46	8.59 [a]	0.47	9.00 [a]	0.50	8.00 [a]	0.77
$0P_{5.0}$	5.76 [a]	0.36	6.38 [a]	0.41	**7.09 [a]**	0.55	8.25 [a]	0.64	9.09 [a]	0.56	8.05 [a]	0.94

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 12. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 20 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah daun pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$20P_{0.0}$	6.07 [a]	0.20	7.18 [a]	0.16	8.16 [a]	0.26	8.69 [a]	0.39	9.25 [ab]	0.49	7.32 [ab]	0.62
$20P_{2.5}$	6.68 [a]	0.20	7.75 [a]	0.30	8.18 [a]	0.36	9.13 [a]	0.46	**8.66 [a]**	0.46	**7.08 [a]**	0.48
$20P_{5.0}$	6.34 [a]	0.28	7.57 [a]	0.39	8.25 [a]	0.43	9.81 [a]	0.51	10.08 [b]	0.54	8.04 [b]	0.35

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 13. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 30 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah daun pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$30P_{0.0}$	**5.47 [a]**	0.20	**6.67 [a]**	0.26	8.30 [a]	0.29	9.55 [b]	0.30	10.36 [b]	0.33	**7.59 [a]**	0.34
$30P_{2.5}$	6.47 [b]	0.25	7.36 [ab]	0.37	8.19 [a]	0.44	**8.77 [a]**	0.40	**9.29 [a]**	0.39	8.83 [b]	0.55
$30P_{5.0}$	6.47 [b]	0.28	7.85 [b]	0.40	8.18 [a]	0.40	**8.71 [a]**	0.31	**9.00 [a]**	0.34	8.65 [b]	0.39

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 14. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 40 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah daun pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$40P_{0.0}$	5.66 [a]	0.36	7.47 [a]	0.54	8.28 [a]	0.79	9.95 [a]	0.99	8.83 [a]	0.57	**7.67 [a]**	0.46
$40P_{2.5}$	5.67 [a]	0.31	6.70 [a]	0.42	7.33 [a]	0.55	8.77 [a]	0.40	9.39 [a]	0.41	8.83 [b]	0.38
$40P_{5.0}$	5.50 [a]	0.28	6.89 [a]	0.42	7.21 [a]	0.48	8.78 [a]	0.26	8.86 [a]	0.42	**7.83 [a]**	0.51

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 15. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 50 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah daun pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$50P_{0.0}$	5.92 [ab]	0.26	7.17 [b]	0.23	9.13 [b]	0.44	10.06 [b]	0.68	11.19 [b]	1.00	8.75 [b]	0.88
$50P_{2.5}$	**5.71 [a]**	0.19	**6.50 [a]**	0.43	**6.75 [a]**	0.43	**8.07 [a]**	0.44	**8.08 [a]**	0.37	**7.33 [a]**	0.25
$50P_{5.0}$	6.21 [b]	0.22	7.25 [b]	0.24	**7.54 [a]**	0.32	**8.50 [a]**	0.27	**8.44 [a]**	0.48	8.42 [ab]	0.91

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 16. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok varian 60 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah daun pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$60P_{0.0}$	5.59 [a]	0.24	7.16 [a]	0.30	8.72 [b]	0.32	9.23 [b]	0.41	10.64 [b]	0.60	8.29 [a]	0.86
$60P_{2.5}$	6.57 [a]	0.42	6.73 [a]	0.46	**7.07 [a]**	0.40	**7.73 [a]**	0.47	**8.13 [a]**	0.35	8.79 [a]	0.76
$60P_{5.0}$	6.20 [a]	0.32	6.63 [a]	0.42	**6.97 [a]**	0.43	8.30 [ab]	0.47	**8.55 [a]**	0.61	8.86 [a]	1.16

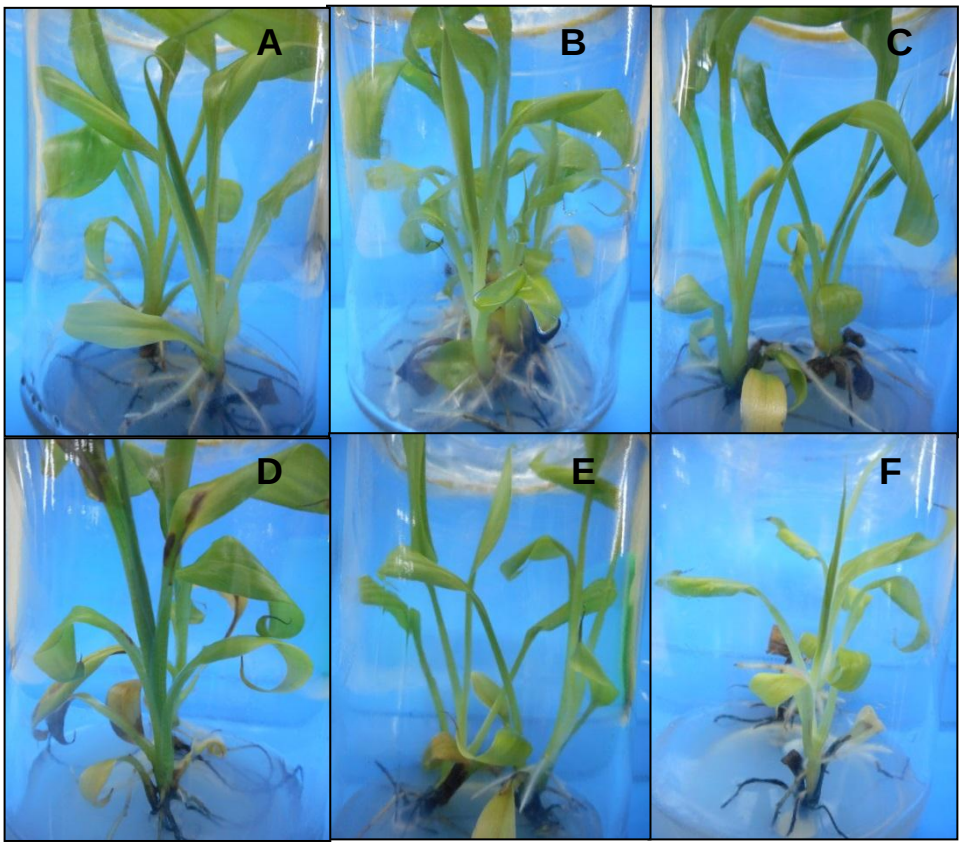
Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Hasil berbeda yang diperoleh pada varian hasil iradiasi 20 Gy dan 40 Gy dimana PBZ tidak menghambat pembentukan daun selama 6 bulan masa penyimpanan tidak berbeda dengan Syahid (2007), bahwa PBZ tidak menghambat pembentukan jumlah daun secara nyata pada kultur temulawak selama 7 bulan disimpan. Hasil ini juga serupa dengan penelitian Jawak (2008) bahwa Paclobutrazol tidak menghambat pembentukan jumlah daun pada kultur Jeruk kultivar Nambangan selama 6 bulan.

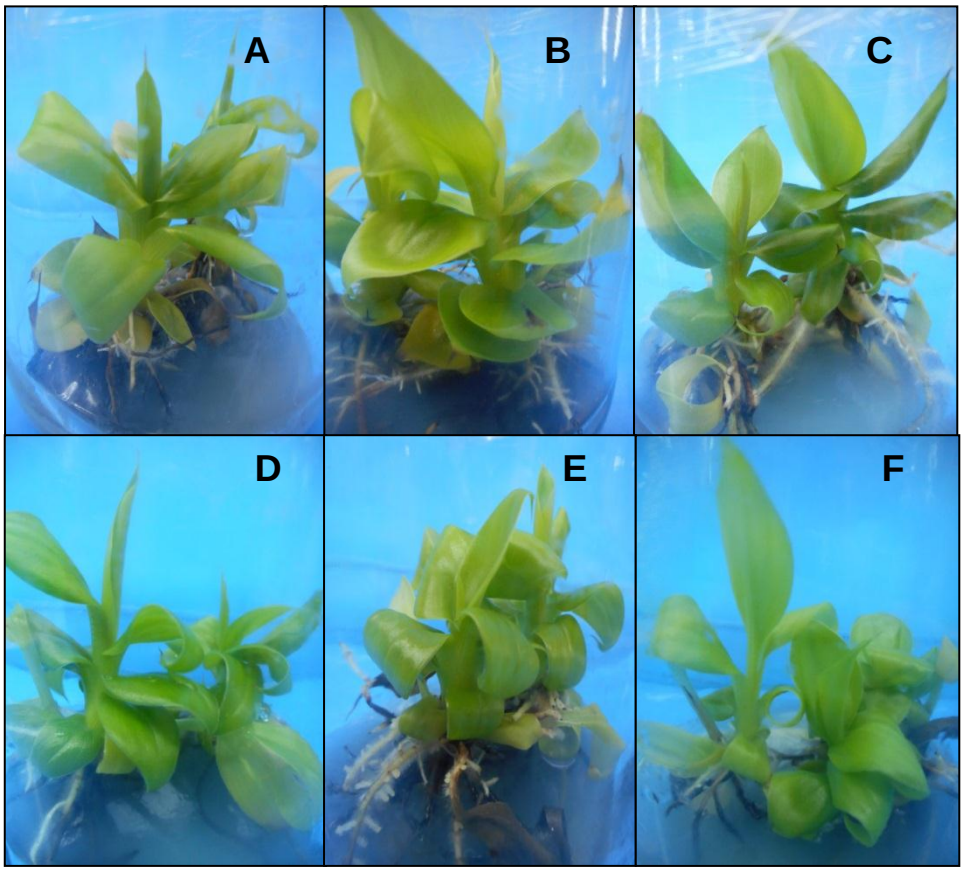
Hasil yang diperoleh menunjukan PBZ tidak konsisten dalam menghambat pembentukan daun selama 6 bulan pada semua varian, karena pada beberapa varian plantlet, PBZ menghambat pembentukan daun pada beberapa bulan namun pada bulan selanjutnya tidak menghambat. Hal ini dapat disebabkan kandungan hormon endogen yang berbeda pada masing – masing varian plantlet hasil iradiasi, selain itu diduga konsentrasi 2.5 dan 5 ppm bukan konsentrasi yang optimum untuk menghambat pembentukan daun, sedangkan menurut Chaney (2005) paclobutrazol bekerja menghambat sintesis giberelin, dan ketika sintesis giberelin dihambat pembelahan sel masih terjadi namun sel tersebut tidak memanjang sehingga menghasilkan tanaman dengan jumlah daun dan ruas normal namun dalam ukuran yang lebih pendek atau kerdil.

Pemberian PBZ ke medium tumbuh menghasilkan visual daun yang berbeda dibandingkan daun pada plantlet yang ditumbuhkan di medium tanpa PBZ. Plantlet yang ditumbuhkan di medium dengan penambahan PBZ memiliki ukuran daun yang lebih kecil namun melebar, daun berbentuk bulat

telur, warna daun hijau tua, tekstur daun tebal, dan bentuk plantlet menyerupai roset dengan jarak antar pangkal lamina yang pendek (Gambar 6 dan 7). Hal ini berbeda dengan plantlet yang ditumbuhkan di medium tanpa PBZ yang memiliki visual daun normal yaitu bentuk daun lanset memanjang, warna daun hijau terang dan tekstur daun tipis (Gambar 5).

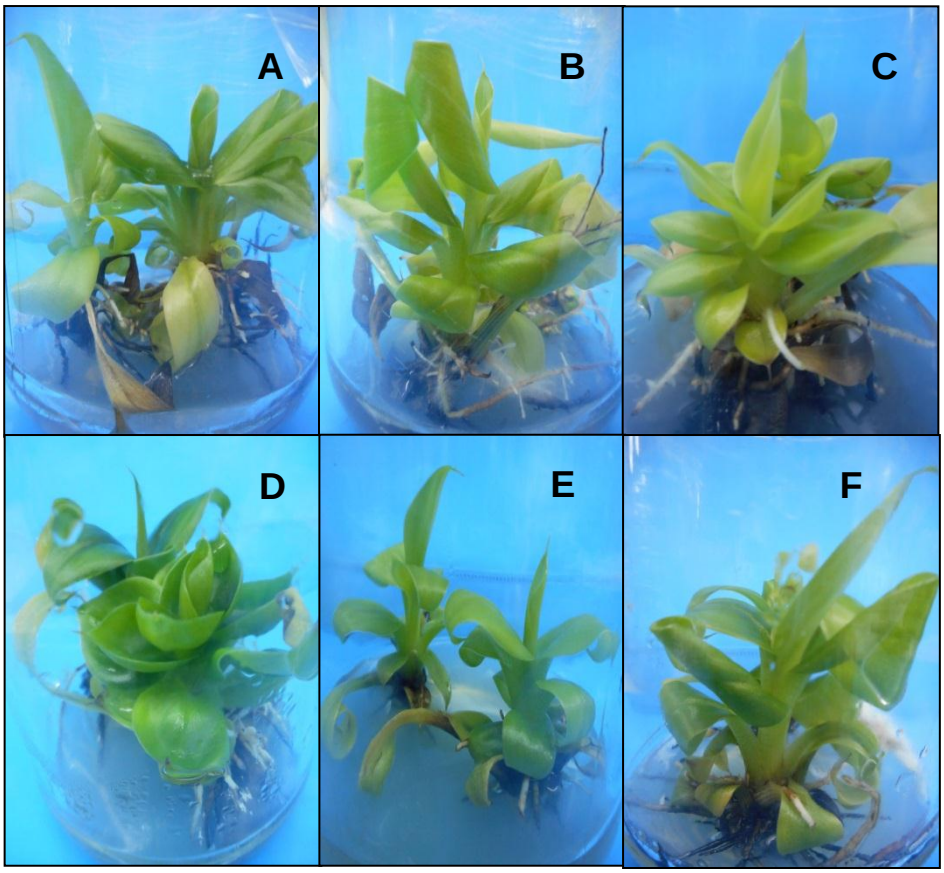


Gambar 5. Fenotipe daun pada plantlet hasil iradiasi yang disimpan tanpa pemberian PBZ pada 4BST (A: 0 Gy ($0P_{0.0}$), B: 20Gy ($20P_{0.0}$), C: 30 Gy ($30P_{0.0}$), D: 40 Gy ($40P_{0.0}$), E: 50 Gy ($50P_{0.0}$), F: 60 Gy ($60P_{0.0}$)



Gambar 6. Fenotipe daun pada plantlet hasil iradiasi yang disimpan dengan pemberian PBZ 2.5 ppm pada 4BST (A: 0 Gy ($0P_{2.5}$), B: 20 Gy ($20P_{2.5}$), C: 30 Gy ($30P_{2.5}$), D: 40 Gy ($40P_{2.5}$), E: 50Gy ($50P_{2.5}$), F: 60 Gy ($60P_{2.5}$).

Menurut Roostika *et* al (2009) penggunaan PBZ menyebabkan kultur tanaman menjadi roset dengan ruas – ruas pendek. Penggunaan PBZ juga menghasilkan kultur dengan visual daun yang lebih tebal dan hijau dibandingkan kontrol dan plantlet memperlihatkan daun yang lebih segar dan lebih tegar (Aridha *et al*., 2009). Menurut Chaney (2005), efek yang dihasilkan dari pemberian paclobutrazol adalah daun yang berwarna hijau tua yang mengindikasikan memiliki kadar klorofil yang lebih tinggi. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Matjik *et al* (1994) bahwa pemakaian retardan dapat meningkatkan butir klorofil.



Gambar 7. Fenotipe daun pada plantlet hasil iradiasi yang disimpan dengan pemberian PBZ 5 ppm pada 4BST (A: 0 Gy ($0P_{5.0}$), B: 20 Gy ($20P_{5.0}$), C: 30 Gy ($30P_{5.0}$), D: 40 Gy ($40P_{5.0}$), E: 50 Gy ($50P_{5.0}$), F: 60 Gy ($60P_{5.0}$).

Perlakuan dengan PBZ mempertahankan kualitas daun yang tetap hijau hingga bulan ke-6. Hal tersebut menunjukan bahwa paclobutrazol secara tidak langsung menghambat nekrosis pada jaringan daun dengan menekan pertumbuhan vegetatif tanaman seminimal mungkin sehingga dengan ukuran tanaman yang lebih kecil, penggunaan hara dalam medium selama masa penyimpanan akan lebih sedikit dibandingkan tanaman dengan ukuran normal dengan tetap menghasilkan kualitas daun yang sehat hingga bulan ke-6 masa penyimpanan, sebaliknya pada perlakuan tanpa PBZ, kualitas daun menurun pada bulan ke-6 masa penyimpanan, dimana

daun mulai berwarna kuning yang mengindikasikan terjadi nekrosis jaringan daun. Hal ini disebabkan tanaman tersebut mengalami defisiensi hara karena hara makro dan mikro dalam medium telah habis digunakan. Hal tersebut terjadi karena tanaman tanpa pemberian PBZ, mengalami pertumbuhan vegetatif secara normal sehingga ukurannya lebih besar dan menggunakan hara yang lebih banyak dibandingkan tanaman dengan perlakuan PBZ yang berukuran lebih kecil. Hal ini tidak berbeda dengan penelitian Ibrahim (2005) bahwa pada perlakuan tanpa PBZ, kultur Bangle menunjukan gejala nekrosis pada bulan ke-7 masa penyimpanan.

PBZ juga mempengaruhi produksi senyawa lainnya selain giberelin, ketika sintesis giberelin dihambat senyawa antara yang terbentuk dapat membentuk senyawa lainnya yang berada di jalur biosintesis yang searah. Biosintesis giberelin (GA), asam absisat (ABA) dan *phytol* berada pada jalur terpenoid yang sama. Giberelin berperan dalam pemanjangan sel, asam absisat berperan dalam penutupan stomata dan mengurangi kehilangan air pada daun melalui transpirasi, sedangkan *phytol* berperan dalam sintesis klorofil (Chaney, 2005). Hal tersebut menjelaskan mekanisme yang dilakukan oleh PBZ dalam menghambat pertumbuhan namun tetap mempertahankan kualitas tanaman.

3. Jumlah Akar

Hasil pengamatan rerata jumlah akar menunjukan PBZ menghambat pembentukan akar pada beberapa varian plantlet. Hasil pengamatan pada

varian 0 Gy (tanpa iradiasi) menunjukan bahwa pemberian PBZ menghasilkan rerata jumlah akar terendah pada bulan ke- 3-6 setelah ditanam (Tabel 17). Rerata jumlah akar terendah terdapat pada perlakuan PBZ 2.5 ppm (14.80 ± 0.96) dan PBZ 5 ppm (16.28 ± 0.92).

Hasil pengamatan varian hasil iradiasi 20 Gy menunjukan PBZ menghambat pembentukan akar di bulan ke-6 (Tabel 18). Rerata jumlah akar terendah dihasilkan pada perlakuan PBZ 2.5 ppm (15.50 ± 1.10). Hasil pengamatan pada varian hasil iradiasi 30 Gy menunjukan PBZ berpengaruh dalam menghambat pembentukan akar di bulan ke-5 (Tabel 19). Rerata jumlah akar terendah terdapat pada perlakuan 2.5 ppm (13.43 ± 0.90) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan PBZ 5 ppm (14.96 ± 1.10), sedangkan di bulan ke-6 tidak ada pengaruh nyata dari pemberian PBZ.

Hasil pengamatan rerata jumlah akar pada varian hasil iradiasi 40 Gy menunjukan PBZ tidak menghambat pembentukan akar selama 6 bulan masa penyimpanan (Tabel 20), sedangkan pada varian hasil iradiasi 50 Gy pemberian PBZ menghasilkan rerata jumlah akar terendah pada bulan ke-6 setelah ditanam (Tabel 21) yaitu pada perlakuan PBZ 2.5 ppm (15.75 ± 2.62) dan PBZ 5 ppm (14.67 ± 1.38), berbeda nyata dengan kontrol (21.08 ± 2.12). Hasil pengamatan pada varian hasil iradiasi 60 Gy menunjukan pemberian PBZ 2.5 ppm menghasilkan rerata jumlah akar terendah hanya di bulan ke-6 (14.43 ± 1.93) namun tidak berbeda nyata dengan kontrol (14.75 ± 1.78) (Tabel 22). Hasil pengamatan secara keseluruhan menunjukan PBZ mampu menghambat pembentukan akar kecuali pada varian 40 Gy dan 60

Gy. Hasil yang berbeda ini diduga disebabkan kandungan hormon endogen yang berbeda pada setiap varian plantlet sehingga konsentrasi PBZ optimum yang dibutuhkan juga berbeda.

Menurut Demassabu *et* al., (2011), PBZ 1.0 dan 2.5 ppm mampu menghambat pertumbuhan akar plantlet krisan selama 3 bulan, sedangkan hasil penelitian Ibrahim (2005) menyatakan PBZ 3 ppm menghasilkan rerata jumlah akar terendah kultur Bangle selama 5 bulan masa penyimpanan. Hasil ini juga sesuai dengan Syahid (2007) bahwa PBZ 5 ppm menghambat pertumbuhan akar kultur Temulawak pada bulan ke- 7 masa penyimpanan. Hasil yang berbeda diperoleh Saputra (2016) bahwa PBZ tidak menghambat pertumbuhan akar pisang liar selama 4 bulan, sedangkan pada tanaman sejenis lainnya yaitu Pisang Buai, PBZ menghambat pembentukan akar (Aridha *et al*., 2009). Menurut Chaney (2005) efek paclobutrazol terhadap pertumbuhan akar bervariasi mulai dari meningkatkan hingga menghambat dan hal ini belum sepenuhnya dapat dimengerti. Pemberian hormon eksogen seperti retardan akan mempengaruhi aktivitas hormon endogen. Konsentrasi retardan yang optimum dapat menurunkan jumlah auksin endogen, terhambatnya auksin akan menghambat pertumbuhan dan pembentukan akar (Grossman, 1990).

Tabel 17. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 0 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah akar pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$0P_{0.0}$	6.50 [a]	0.34	8.89 [a]	0.64	11.61 [b]	1.02	14.64 [b]	1.42	17.25 [c]	1.64	19.56 [b]	1.77
$0P_{2.5}$	6.72 [a]	0.38	8.15 [a]	0.45	**9.12 [a]**	0.50	**11.32 [a]**	0.64	**13.00 [a]**	0.74	**14.80 [a]**	0.96
$0P_{5.0}$	6.53 [a]	0.33	7.88 [a]	0.50	10.12 [ab]	0.67	**12.08 [a]**	0.75	14.50 [b]	0.68	**16.28 [a]**	0.92

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 18. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 20 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah akar pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$20P_{0.0}$	**6.70 [a]**	0.34	**8.00 [a]**	0.36	**10.39 [a]**	0.52	**13.29 [a]**	0.80	15.41 [ab]	1.01	18.50 [b]	1.23
$20P_{2.5}$	8.52 [b]	0.46	10.25 [b]	0.56	11.57 [ab]	0.66	**13.66 [a]**	0.72	**14.50 [a]**	0.80	**15.50 [a]**	1.10
$20P_{5.0}$	7.57 [ab]	0.37	8.91 [b]	0.58	12.75 [b]	0.59	15.19 [b]	0.56	16.11 [b]	0.63	17.92 [b]	0.74

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 19. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 30 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah akar pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE	Rerata	±SE	Rerata	±SE	rerata	±SE
$30P_{0.0}$	6.57 [a]	0.57	7.97 [a]	0.91	9.67 [a]	1.06	13.59 [ab]	1.58	15.95 [b]	1.53	18.55 [a]	1.46
$30P_{2.5}$	6.81 [a]	0.49	8.31 [a]	0.63	9.92 [a]	0.71	**12.04 [a]**	0.86	**13.43 [a]**	0.90	16.46 [a]	1.03
$30P_{5.0}$	6.88 [a]	0.46	8.91 [a]	0.68	10.88 [a]	0.89	13.64 [b]	1.13	14.96 [ab]	1.10	18.04 [a]	1.31

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 20. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 40 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah akar pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$40P_{0.0}$	5.75 [a]	0.26	6.94 [a]	0.36	8.50 [a]	0.63	11.04 [a]	0.72	13.57 [a]	1.25	16.08 [a]	1.64
$40P_{2.5}$	6.23 [a]	0.48	7.60 [a]	0.59	9.17 [a]	0.92	11.55 [a]	1.18	13.63 [a]	1.88	14.00 [a]	1.63
$40P_{5.0}$	5.43 [a]	0.43	7.29 [a]	0.60	8.43 [a]	0.74	11.33 [a]	1.06	13.14 [a]	1.09	15.75 [a]	1.48

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 21. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 50 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah akar pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$50P_{0.0}$	5.96 [a]	0.36	8.04 [a]	0.69	10.04 [a]	0.89	13.56 [a]	1.57	16.25 [a]	1.93	21.08 [b]	2.12
$50P_{2.5}$	6.00 [a]	0.53	8.17 [a]	0.54	9.83 [a]	0.72	12.93 [a]	1.62	15.00 [a]	2.14	**15.75 [a]**	2.62
$50P_{5.0}$	5.71 [a]	0.68	7.42 [a]	1.01	8.92 [a]	1.12	11.75 [a]	1.55	13.79 [a]	1.26	**14.67 [a]**	1.38

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

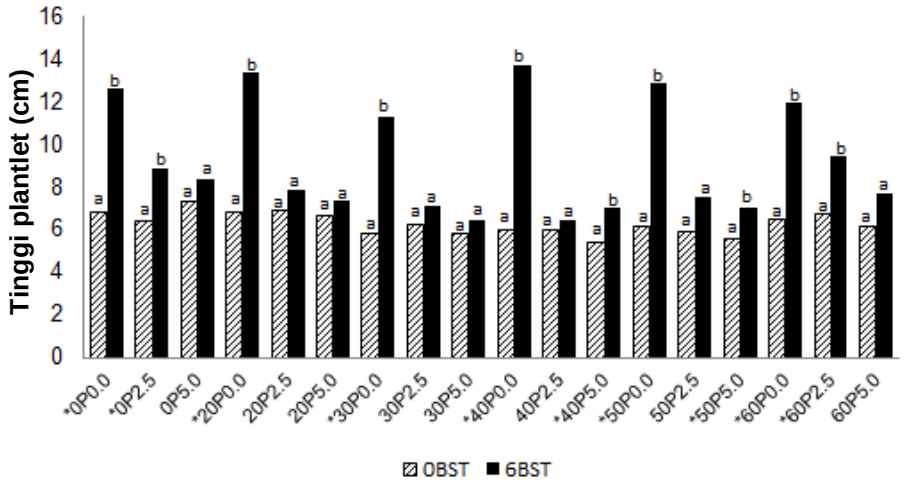
Tabel 22. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok varian 60 Gy selama 6 bulan

Kode	Rerata jumlah akar pada pada bulan setelah ditanam (BST)											
	1BST		2BST		3BST		4BST		5BST		6BST	
	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE	rerata	±SE
$60P_{0.0}$	**5.69 [a]**	0.21	**6.88 [a]**	0.40	**7.91 [a]**	0.51	**10.50 [a]**	0.93	13.86 [a]	1.56	**14.75 [a]**	1.78
$60P_{2.5}$	7.20 [b]	0.49	7.83 [b]	0.44	9.00 [b]	0.60	11.00 [ab]	0.85	12.61 [a]	0.98	**14.43 [a]**	1.28
$60P_{5.0}$	**6.00 [a]**	0.41	8.03 [b]	0.62	9.53 [b]	0.73	12.55 [b]	0.98	14.50 [a]	1.22	18.43 [b]	1.93

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

4. Tinggi Plantlet

Tinggi plantlet diukur pada awal perlakuan dan setelah 6 bulan. Hasil pengamatan setelah masa penyimpan selama 6 bulan menunjukan bahwa PBZ berpengaruh dalam menghambat tinggi pada semua varian hasil iradiasi, namun tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan PBZ 2.5 dan 5 ppm (Tabel 23). Hasil Uji T menunjukan ada perubahan tinggi plantlet yang signifikan pada perlakuan tanpa PBZ dan tidak ada perubahan tinggi yang signifikan pada perlakuan dengan PBZ (Gambar 8).



Gambar 8. Perubahan tinggi plantlet pada 0BST dan 6BST
(Ket. Bar yang diikuti notasi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji T taraf 5%)

Tinggi plantlet terpendek pada varian 0 Gy (tanpa iradiasi) terdapat pada perlakuan PBZ 5 ppm (8.33 ± 0.62) dan PBZ 2.5 ppm (8.90 ± 0.65), pada varian hasil iradiasi 20 Gy terdapat pada perlakuan PBZ 5 ppm (7.35 ± 0.40) dan PBZ 2.5 ppm (7.88 ± 0.44), pada varian hasil iradiasi 30 Gy terdapat pada perlakuan PBZ 5 ppm (6.44 ± 0.37) dan PBZ 2.5 ppm (7.12 ± 0.45), pada varian hasil iradiasi 40 Gy terdapat pada perlakuan PBZ 2.5

ppm (6.42 ± 0.45) dan PBZ 5 ppm (7.00 ± 0.45), pada varian hasil iradiasi 50 Gy terdapat pada perlakuan PBZ 5 ppm (7.04 ± 0.43) dan PBZ 2.5 ppm (7.50 ± 0.63) dan pada varian hasil iradiasi 60 Gy terdapat pada perlakuan PBZ 5 ppm (7.68 ± 0.44) dan PBZ 2.5 ppm (9.43 ± 0.62).

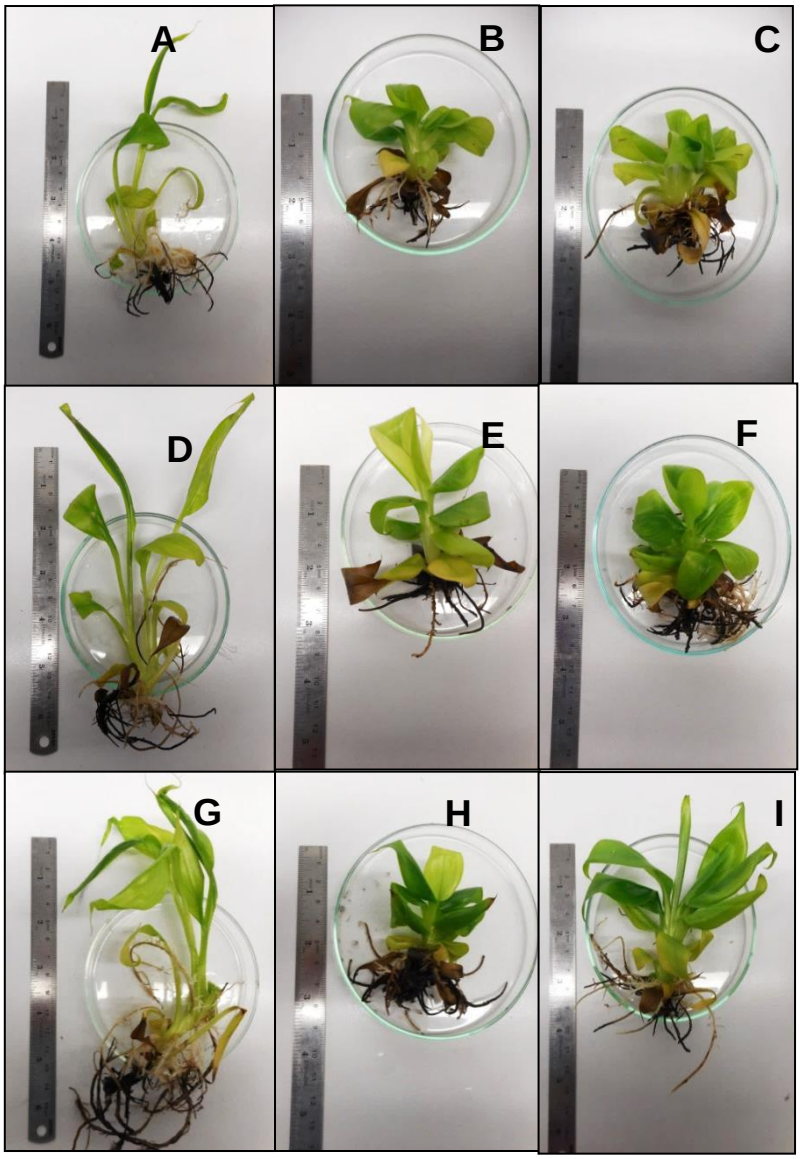
Tabel 23. Pengaruh paclobutrazol terhadap rerata tinggi plantlet pisang cv. Kepok varian hasil iradiasi gamma selama 6 bulan

Kode	Rerata tinggi plantlet pada bulan setelah ditanam (BST)			
	0BST		6BST	
	Rerata	±SE	Rerata	±SE
$0P_{0.0}$	6.82 [a]	0.34	12.64 [b]	0.51
$0P_{2.5}$	6.41 [a]	0.37	8.90 [a]	0.65
$0P_{5.0}$	7.32 [a]	0.48	8.33 [a]	0.62
$20P_{0.0}$	6.82 [a]	0.19	13.39 [b]	0.49
$20P_{2.5}$	6.91 [a]	0.21	7.88 [a]	0.44
$20P_{5.0}$	6.66 [a]	0.27	7.35 [a]	0.40
$30P_{0.0}$	5.83 [a]	0.33	11.27 [b]	0.69
$30P_{2.5}$	6.22 [a]	0.35	7.12 [a]	0.45
$30P_{5.0}$	5.81 [a]	0.16	6.44 [a]	0.37
$40P_{0.0}$	6.02 [a]	0.19	13.71 [b]	0.27
$40P_{2.5}$	6.02 [a]	0.42	6.42 [a]	0.45
$40P_{5.0}$	5.93 [a]	0.23	7.00 [a]	0.44
$50P_{0.0}$	6.21 [a]	0.22	12.88 [b]	0.76
$50P_{2.5}$	5.96 [a]	0.17	7.50 [a]	0.63
$50P_{5.0}$	6.02 [a]	0.25	7.04 [a]	0.43
$60P_{0.0}$	6.47 [a]	0.38	12.00 [b]	0.95
$60P_{2.5}$	6.80 [a]	0.39	9.43 [a]	0.62
$60P_{5.0}$	6.17 [a]	0.24	7.68 [a]	0.44

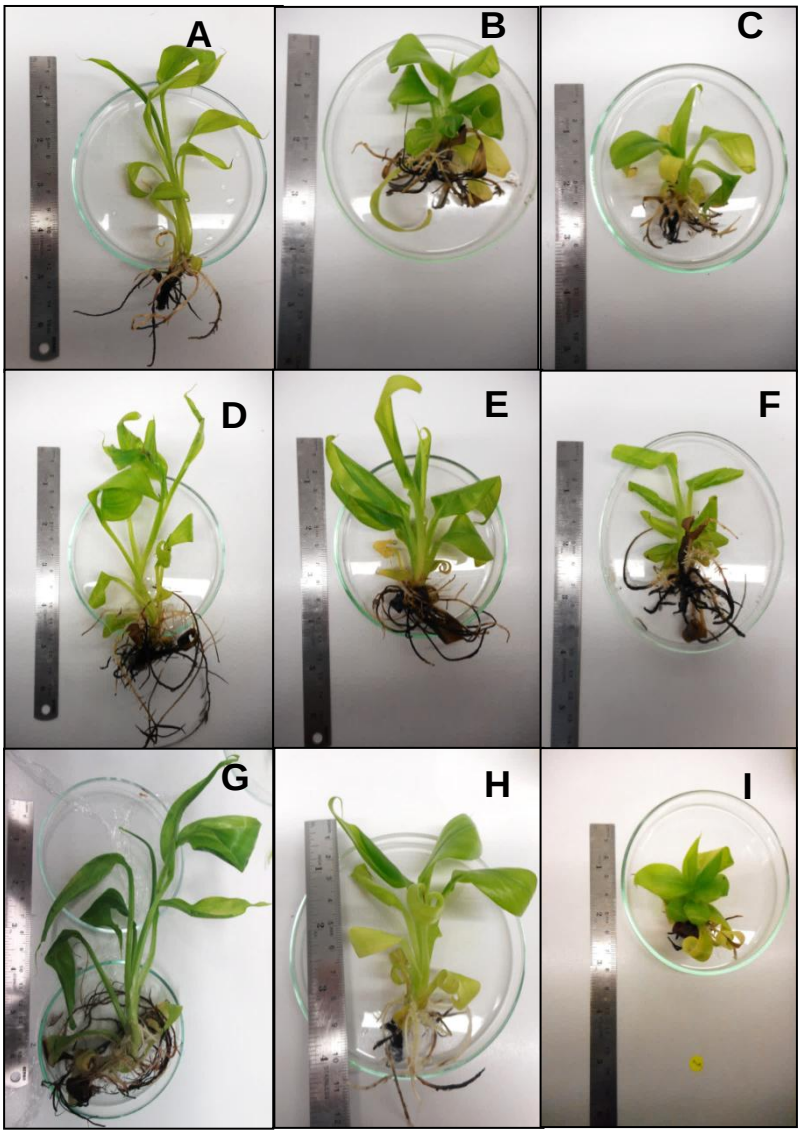
Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom dan varian hasil iradiasi yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Plantlet yang diberi PBZ berukuran kerdil, batangnya tebal dan menyerupai roset dengan susunan daun berhimpitan dan jarak antar pangkal lamina yang pendek, sedangkan plantlet tanpa PBZ berukuran lebih tinggi, tingginya mencapai ujung botol kultur dengan jarak antar pangkal lamina yang panjang. Hal ini sesuai dengan Ibrahim (2005) bahwa pemberian PBZ 2 dan 3 ppm menghasilkan plantlet dengan batang yang lebih tegar dibandingkan kontrol. Pada tanaman sejenis yaitu pisang liar,

PBZ 5 ppm menghasilkan rerata tinggi terpendek selama 4 bulan (Saputra, 2016). Terhambatnya tinggi plantlet membuktikan bahwa PBZ menghambat aktivitas hormon giberelin (GA) yang berperan dalam pemanjangan sel (Buchanan *et al*., 2006).



Gambar 9 . Fenotipe tinggi plantlet hasil iradiasi setelah masa penyimpanan 6 bulan (A: $0P_{0.0}$; B: $0P_{2.5}$; C: $0P_{5.0}$; D: $20P_{0.0,}$ E: $20P_{2.5}$; F: $20P_{5.0}$; G: $30P_{0.0}$; H: $30P_{2.5}$; I: $30P_{5}$)



Gambar 10. Fenotipe tinggi plantlet hasil iradiasi setelah masa penyimpanan 6 bulan (A: $40P_{0.0}$; B: $40P_{2.5}$; C: $40P_{5.0}$; D: $50P_{0.0}$, E: $50P_{2.5}$; F: $50P_{5.0}$; G: $60P_{0.0}$; : H: $60P_{2.5}$; I: $60P_{5}$).

Paclobutrazol menghambat pertumbuhan, memperpendek ruas batang, memperhijau warna daun dan mempertebal daun. Paclobutrazol ditranslokasikan secara pasif melalui xylem menuju titik tumbuh dan bersifat anti-giberelin (Carlson *et al*., 1992; Buchanan *et al*., 2006). Paclobutrazol menghambat sintesis giberelin dengan memblokir 3 tahap pada jalur terpenoid yaitu ent- kaurene menjadi ent-kaurenol, *ent*-kaurenol menjadi *ent*-

kaurenal dan *ent*-kaurenal menjadi *ent-kaurenoic acid*. Terhambatnya sintesis giberelin berakibat pada terhambatnya pemanjangan sel sehingga tanaman kerdil dengan ukuran daun yang lebih kecil dan ruas – ruas batang yang memendek (Chaney, 2005). Ruas yang pendek dan postur yang kerdil menghasilkan visual tanaman yang menyerupai roset karena letak daunnya yang berimpitan dan batangnya yang menebal.

Ukuran plantlet yang kerdil menunjukan keberhasilan dalam penyimpanan secara *in vitro*, tinggi plantlet yang terhambat menunjukan terhambatnya laju pertumbuhan vegetatif tanaman, hal ini menguntungkan karena tanaman yang berukuran lebih kecil akan melakukan metabolisme yang lebih sedikit sehingga akan menghemat penggunaan nutrisi dalam medium dan plantlet tidak perlu disubkultur dalam jangka waktu dekat, sebaliknya plantlet yang pertumbuhan vegetatifnya berlangsung secara normal, tingginya akan terus bertambah, jika tinggi plantlet terus bertambah plantlet tersebut harus segera di sub kultur atau di aklimatisasi, proses itu memerlukan waktu, tenaga dan biaya yang besar sehingga penyimpanan secara *in vitro* merupakan metode efisien untuk mengatasi hal ini.

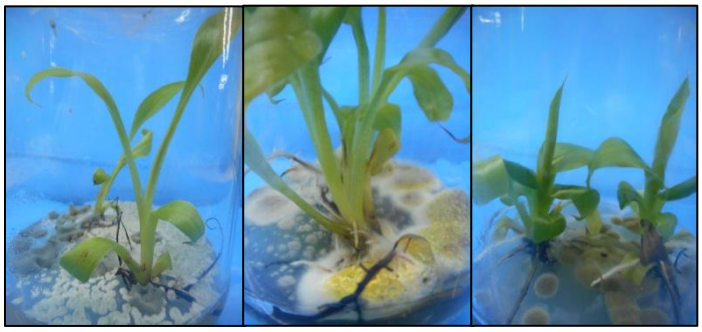
5. Persentase Kontaminasi

Persentase kontaminasi selama 6 bulan masa penyimpanan terjadi pada bulan ke-4, 5 dan 6 setelah ditanam. Persentase kontaminasi tertinggi terjadi pada bulan ke-4 masa penyimpanan (Tabel 24). Semua perlakuan

mengalami kontaminasi pada bulan tersebut kecuali pada varian iradiasi 0 Gy dengan PBZ 5 ppm ($0P_{5.0}$).

Tabel 24. Persentase kontaminasi plantlet

Kode	Bulan tanam		
	4BST	5BST	6BST
$0P_{0.0}$	17%	6%	7%
$0P_{2.5}$	11%	0%	0%
$0P_{5.0}$	0%	0%	0%
$20P_{0.0}$	9%	10%	0%
$20P_{2.5}$	18%	0%	0%
$20P_{5.0}$	4%	0%	0%
$30P_{0.0}$	7%	0%	0%
$30P_{2.5}$	6%	0%	0%
$30P_{5.0}$	12%	0%	0%
$40P_{0.0}$	19%	0%	8%
$40P_{2.5}$	7%	0%	14%
$40P_{5.0}$	27%	0%	0%
$50P_{0.0}$	25%	0%	0%
$50P_{2.5}$	8%	0%	0%
$50P_{5.0}$	25%	0%	0%
$60P_{0.0}$	12%	7%	0%
$60P_{2.5}$	13%	8%	0%
$60P_{5.0}$	33%	0%	10%



Gambar 11. Plantlet yang mengalami kontaminasi

Persentase kontaminasi tertinggi pada bulan ke-4 terdapat pada varian hasil iradiasi 60 Gy dengan PBZ 5 ppm ($60P_{5.0}$) sebesar 33% dan terendah pada varian tanpa iradiasi tanpa PBZ ($0P_{0.0}$) sebesar 0%. Pada bulan ke-5 tingkat kontaminasi relatif menurun, dengan persentase tertinggi pada varian hasil iradiasi 60 Gy dengan PBZ 2.5 ppm ($60P_{2.5}$) sebesar 8%.

Pada bulan ke-6 persentase kontaminasi tertinggi pada varian hasil iradiasi 40 Gy dengan PBZ 2.5 ppm ($40P_{2.5}$) sebesar 14%.

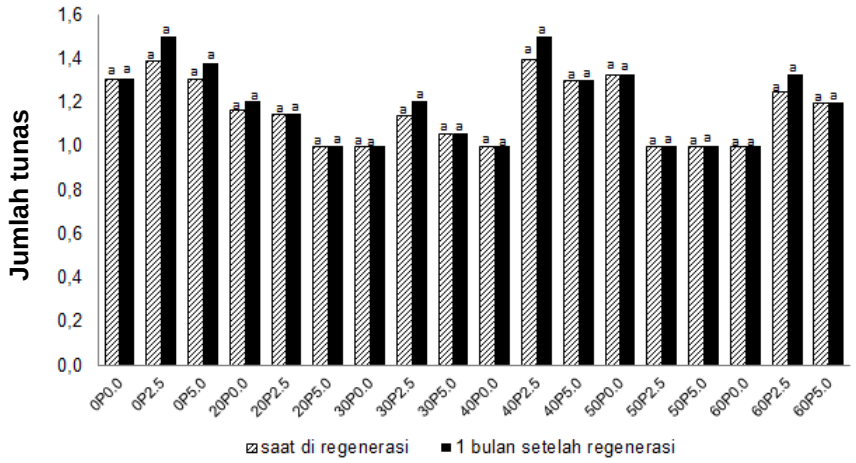
Pemberian PBZ cenderung tidak berkolerasi dengan tingkat kontaminasi pada kultur. Kontaminasi diduga disebabkan oleh keadaan eksplan, kurang sterilnya kondisi saat penanaman atau berasal dari media tanam. Menurut Armini *et al*. (1991) tingkat kontaminasi dari eksplan tergantung dari jenis tanaman, lingkungan tumbuh, umur tanaman, kondisi tanaman dan musim waktu mengambil tanaman.

C. Percobaan 3. Uji daya tumbuh plantlet pasca penyimpanan *in vitro*

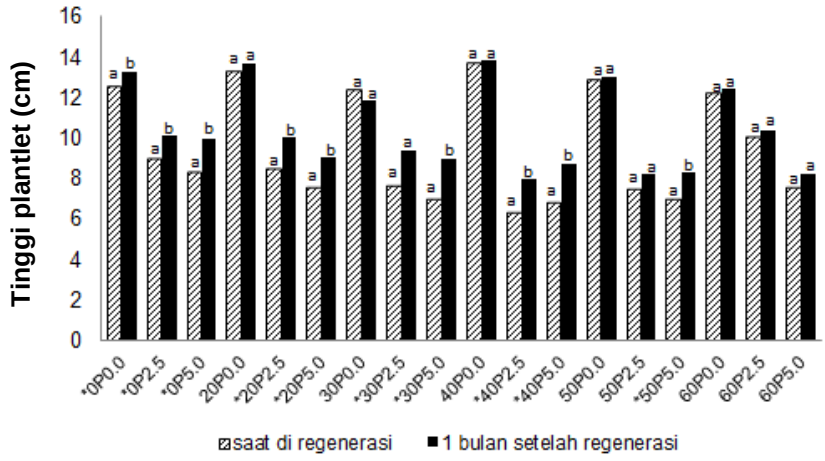
Setelah disimpan selama 6 bulan, plantlet di sub kultur ke medium regenerasi yaitu MS + BAP 2.25 mg L^{-1} dan IAA 1.75 mg L^{-1}. Plantlet diregenerasi selama 1 bulan kemudian diaklimatisasi dan dihitung kandungan klorofil daun, panjang daun, lebar daun dan rasionya.

1. Regenerasi Plantlet

Uji regenerasi merupakan hal yang penting dalam penyimpanan *in vitro* karena dengan ini dapat diukur sejauh mana plantlet mampu melakukan pertumbuhan normal setelah dihambat sebelumnya. Hasil pengamatan menunjukan secara umum plantlet mampu beregenerasi. Hasil pengamatan jumlah tunas menunjukan tidak ada perbedaan jumlah tunas pada saat diregenerasi dan setelah 1 bulan diregenerasi (Gambar 12), sedangkan tinggi plantlet menunjukan terdapat perbedaan, kecuali pada varian hasil iradiasi 60 Gy (Gambar 13).



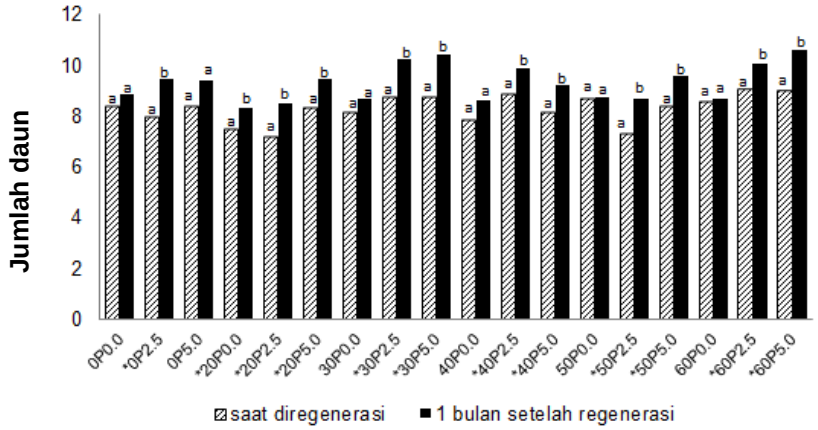
Gambar 12. Regenerasi tunas setelah tahap penyimpanan
(*Ket: bar yang diikuti notasi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji T taraf 5%)



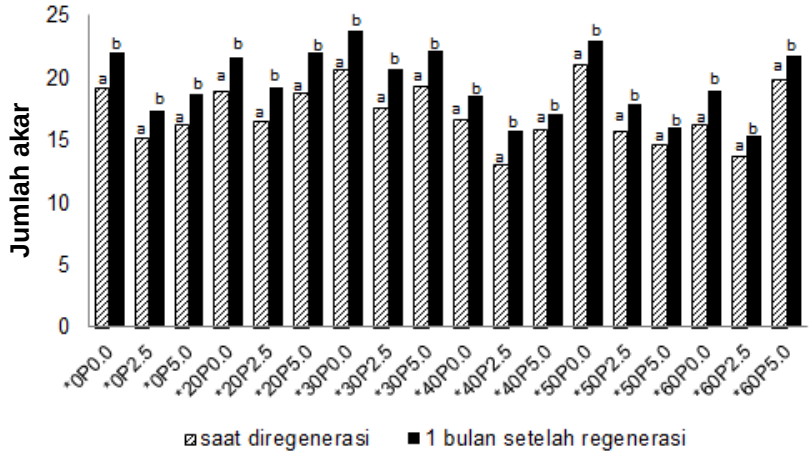
Gambar 13. Regenerasi tinggi setelah tahap penyimpanan
(*Ket: bar yang diikuti notasi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji T taraf 5%)

Hasil pengamatan jumlah daun dan tinggi plantlet menunjukan secara umum perlakuan dengan PBZ mampu beregenerasi yakni bertambah tinggi dan menghasilkan daun baru setelah 1 bulan diregenerasi, namun warna daunnya tidak sehijau sebelumnya (Gambar 14 dan 15), sedangkan plantlet yang disimpan tanpa PBZ cenderung tidak mampu menghasilkan daun baru. Hal ini disebabkan tinggi plantlet sudah mencapai ujung botol kultur sehingga plantlet sulit untuk tumbuh lagi karena tidak ada ruang tersisa

dalam botol kultur. Plantlet dengan kondisi tersebut sebaiknya segera diaklimatisasi, namun semua plantlet akarnya masih dapat tumbuh. Hal ini sesuai dengan Syahid (2007) bahwa, semua kultur temulawak yang diberi PBZ mampu tumbuh dengan baik di media regenerasi setelah disimpan selama 7 bulan.

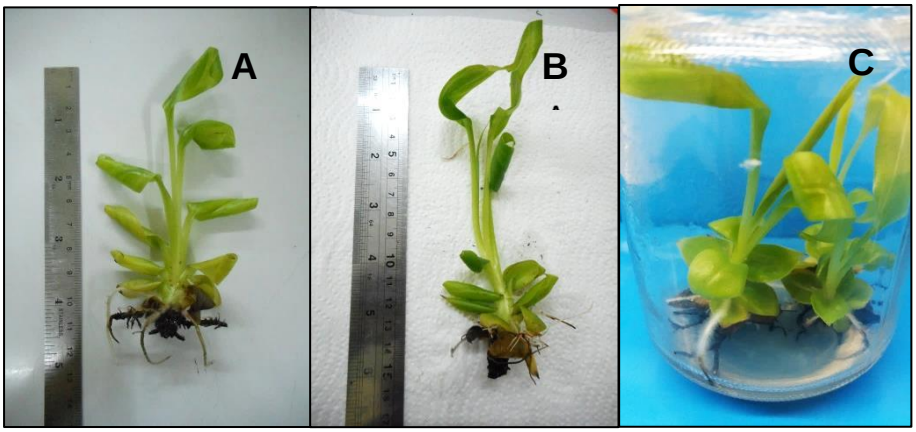


Gambar 14. Regenerasi daun setelah tahap penyimpanan
(*Ket: bar yang diikuti notasi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji T taraf 5%)



Gambar 15. Regenerasi akar setelah tahap penyimpanan
(*Ket: bar yang diikuti notasi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji T taraf 5%)

Pada percobaan 2, perlakuan dengan PBZ menghasilkan plantlet kerdil, bentuk daun bulat telur dan warna daun hijau tua, namun setelah regenerasi terlihat adanya perubahan. Daun yang sebelumnya hijau tua menjadi hijau terang, bentuk daun yang semula bulat telur berubah menjadi lanset, dan jarak antar pangkal lamina menjadi panjang (Gambar 16).



Gambar 16. Fenotipe plantlet dengan pemberian PBZ setelah 1 bulan di regenerasi (A: $50P_{2.5}$; B: $60P_{5.0}$; C: $30P_{5.0}$).

Perubahan ini terjadi secara bertahap, daun baru yang tumbuh berbentuk lanset, namun daun lama yang berbentuk bulat telur masih mendominasi, diduga butuh waktu lebih dari 1 bulan untuk mampu berubah ke bentuk normal secara sempurna. Hal ini mengindikasikan bahwa plantlet dengan PBZ dapat beregenerasi ke bentuk normal jika ditumbuhkan di medium regenerasi yang sesuai. Tingginya kemampuan kultur untuk tumbuh normal kembali setelah masa penyimpanan sangat menguntungkan karena masa penyimpanan kultur dapat diperpanjang, lebih efisien dalam penggunaan tenaga, tempat dan biaya.

2. Kandungan Klorofil Daun

Uji klorofil mengacu pada Richardson *et al*. (2002). Uji klorofil dilakukan setelah tahap regenerasi, nilai abosorbansi dikonversi menurut persamaan Arnon (1949). Kandungan klorofil daun disajikan pada tabel 25.

Tabel 25. Kandungan klorofil daun setelah tahapan penyimpanan dan regenerasi

Kode	Kadar Klorofil (mg Chl cm-2 leaf area)	± SE
$0P_{0.0}$	9.89 ^{i}	0.53
$0P_{2.5}$	8.96 ^{h}	0.29
$0P_{5.0}$	5.33 ^{d}	0.10
$20P_{0.0}$	3.87 ^{b}	0.08
$20P_{2.5}$	6.53 ^{e}	0.01
$20P_{5.0}$	4.59 ^{c}	0.00
$30P_{0.0}$	**11.36** ^{j}	0.02
$30P_{2.5}$	8.16 ^{fg}	0.50
$30P_{5.0}$	4.47 ^{bc}	0.00
$40P_{0.0}$	8.10 ^{fg}	0.02
$40P_{2.5}$	4.05 ^{bc}	0.00
$40P_{5.0}$	5.73 ^{d}	0.01
$50P_{0.0}$	**13.28** ^{k}	0.01
$50P_{2.5}$	7.84 ^{f}	0.01
$50P_{5.0}$	6.52 ^{e}	0.13
$60P_{0.0}$	3.06 ^{a}	0.01
$60P_{2.5}$	6.66 ^{e}	0.39
$60P_{5.0}$	8.59 ^{gh}	0.06

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Hasil menunjukan adanya variasi kandungan klorofil antar perlakuan. Kandungan klorofil daun tertinggi terdapat pada perlakuan varian hasil iradiasi 50 Gy tanpa PBZ ($50P_{0.0}$) yaitu (13.28 ± 0.01), sedangkan kandungan klorofil daun terendah terdapat pada perlakuan varian hasil iradiasi 60 Gy tanpa PBZ ($60P_{0.0}$) yaitu (3.06 ± 0.01). Hasil ini berbeda dengan teori yang menjelaskan bahwa paclobutrazol meningkatkan jumlah klorofil.

Menurut Chaney (2005) pemberian PBZ akan meningkatkan jumlah klorofil yang ditandai dengan daun berwarna hijau tua. Hal ini diduga disebabkan meningkatnya senyawa *phytol*. *Phytol* adalah bagian esensial dari molekul klorofil yang disintesis melalui jalur terpenoid yang sama dengan giberelin. *Phytol* berperan dalam tahapan terakhir pada sintesis klorofil. Terhambatnya sintesis giberelin mengakibatkan senyawa antara dari sintesis giberelin yang tidak tuntas akan memproduksi lebih banyak *phytol* sehingga menghasilkan daun dengan warna yang lebih hijau.

Hasil yang berbeda ini diduga disebabkan efek PBZ selama masa penyimpanan telah banyak berkurang karena plantlet tersebut telah dipindahkan ke medium regenerasi. Hal ini dibuktikan dengan warna daun yang sebelumnya hijau tua ketika ditumbuhkan di medium PBZ berubah menjadi warna hijau terang setelah ditumbuhkan di medium regenerasi. Hal ini didukung oleh Zheng *et al*. dan Tianqi *et al*. dalam Habibah dan Sumadi (2013) bahwa PBZ meningkatkan jumlah klorofil namun setelah 3 bulan ketika asupan PBZ dihentikan daun mulai berwarna hijau kekuningan. Plantlet tanpa perlakuan PBZ yang sebelumnya mengalami defisiensi hara karena selama 6 bulan tidak disubkultur mulai *recovery* sel-sel nya, ditandai dengan kandungan klorofil daun yang tinggi meskipun cenderung tidak mampu menghasilkan daun baru.

3. Aklimatisasi Plantlet

Plantlet diaklimatisasi untuk mengetahui panjang daun, lebar daun dan rasio panjang lebar daun. Pengukuran ini penting dilakukan mengingat secara visual, plantlet dengan pemberian PBZ bentuk dan ukuran daunnya berbeda dengan yang tanpa pemberian PBZ. Hasil pengamatan menunjukan perlakuan dengan PBZ menghasilkan rerata panjang daun terendah, rerata lebar daun tertinggi dan rasio panjang dan lebar daun terendah pada semua varian plantlet hasil iradiasi (Tabel 26). Hasil ini tidak berbeda dengan Saputra (2016) bahwa perlakuan MS½ + PBZ 5.0 mg L^{-1} menghasilkan rasio panjang dan lebar daun terendah pada plantlet pisang liar setelah 4 bulan masa penyimpanan.

Hasil ini merupakan bukti kuantitatif bahwa pemberian PBZ menghasilkan visual daun yang lebih pendek, lebar dan berbentuk bulat telur, meskipun setelah tahap regenerasi bentuk daun baru yang tumbuh mulai kembali ke bentuk normal yaitu bentuk lanset, namun bentuk daun bulat telur masih mendominasi. Hal ini diduga disebabkan plantlet butuh waktu regenerasi yang lebih lama karena regenerasi dilakukan dalam waktu 1 bulan. Hal ini tidak berbeda dengan Syahid (2007) bahwa regenerasi dan perubahan kultur temulawak ke bentuk normal setelah sebelumnya disimpan menggunakan PBZ baru terjadi pada minggu ke 7 setelah ditanam di media regenerasi. Hasil yang sama pada penyimpanan dengan manitol bahwa kultur jahe mampu beregenerasi secara normal pada minggu ke-7 setelah diregenerasi.

Tabel 26. Rerata panjang, lebar dan rasio panjang lebar pada planlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma

Kode	Panjang daun (cm)		Lebar daun (cm)		Rasio Panjang:Lebar	
	Rerata	±SE	Rerata	±SE	Rerata	±SE
$0P_{0.0}$	5.97 ^{b}	0.62	1.97 ^{a}	0.21	3.07 ^{b}	0.11
$0P_{2.5}$	4.92 ^{a}	0.41	1.81 ^{a}	0.18	2.75 ^{a}	0.08
$0P_{5.0}$	4.24 ^{a}	0.51	1.81 ^{a}	1.07	2.60 ^{a}	0.26
$20P_{0.0}$	5.86 ^{b}	0.22	1.98 ^{a}	0.09	3.00 ^{b}	0.09
$20P_{2.5}$	4.60 ^{a}	0.26	2.08 ^{a}	0.09	2.25 ^{a}	0.16
$20P_{5.0}$	4.03 ^{a}	0.54	1.89 ^{a}	0.15	2.11 ^{a}	0.18
$30P_{0.0}$	5.42 ^{b}	0.47	1.83 ^{a}	0.14	2.96 ^{b}	0.11
$30P_{2.5}$	4.00 ^{a}	0.61	2.11 ^{b}	0.10	1.85 ^{a}	0.18
$30P_{5.0}$	3.71 ^{a}	0.55	1.73 ^{a}	0.13	2.08 ^{a}	0.17
$40P_{0.0}$	5.48 ^{b}	0.23	1.56 ^{a}	0.06	3.56 ^{b}	0.16
$40P_{2.5}$	4.19 ^{a}	0.66	1.83 ^{b}	0.11	2.26 ^{a}	0.24
$40P_{5.0}$	4.33 ^{a}	0.38	1.72 ^{ab}	0.11	2.54 ^{a}	0.18
$50P_{0.0}$	5.54 ^{b}	0.34	1.47 ^{a}	0.16	3.91 ^{b}	0.25
$50P_{2.5}$	3.94 ^{a}	0.67	1.62 ^{a}	0.16	2.39 ^{a}	0.27
$50P_{5.0}$	4.42 ^{a}	0.59	2.00 ^{b}	0.16	2.15 ^{a}	0.18
$60P_{0.0}$	4.57 ^{b}	0.39	1.24 ^{a}	0.14	3.80 ^{c}	0.13
$60P_{2.5}$	4.67 ^{b}	0.46	1.54 ^{b}	0.15	3.08 ^{b}	0.18
$60P_{5.0}$	3.89 ^{a}	0.24	1.65 ^{b}	0.07	2.39 ^{a}	0.10

Keterangan: *angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom dan varian hasil iradiasi yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Ukuran daun yang pendek dan bentuk daun bulat telur pada plantlet dengan pemberian PBZ di medium tumbuh berkaitan dengan aktivitas PBZ dalam menghambat sintesis giberelin yang berperan dalam pemanjangan sel, terhambatnya pemanjangan sel menyebabkan pertumbuhan daun dan batang yang tidak normal yaitu lebih pendek (Aridha *et al*., 2009; Chaney, 2005). Ukuran daun yang lebih pendek ini menguntungkan, karena akan menghemat pemakaian botol kultur, plantlet yang kerdil dan berdaun kecil ini tidak perlu segera disub kultur dalam jangka waktu dekat, dan jika suatu saat plantlet tersebut ingin diperbanyak, plantlet dapat disub kultur di medium tanpa PBZ dan ukuran plantlet akan kembali ke ukuran normal dalam waktu singkat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Varian tunas Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma memberikan respon pertumbuhan daun, akar dan tinggi berbeda setelah tahapan multiplikasi dan regenerasi, varian hasil iradiasi 50 Gy menghasilkan karakter fenotipik lebih rendah dibandingkan varian hasil iradiasi lainnya.
2. PBZ tidak menghambat pembentukan tunas plantlet pisang cv. Kepok varian hasil iradiasi 0, 20, 30, 40 dan 60 Gy, namun menghambat varian hasil iradiasi 50 Gy.
3. PBZ menghambat pembentukan daun plantlet pisang cv. Kepok varian hasil iradiasi 0, 30, 50 dan 60 Gy, namun tidak menghambat varian hasil iradiasi 20 dan 40 Gy.
4. PBZ menghambat pembentukan akar plantlet pisang cv. Kepok varian hasil iradiasi gamma 0, 20, 30 dan 50 Gy, namun tidak menghambat varian hasil iradiasi 40 dan 60 Gy.
5. PBZ 2.5 dan 5 ppm mampu menghambat pertumbuhan tinggi plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma, sehingga kedua konsentrasi ini dapat digunakan untuk memperpanjang masa penyimpanan.
6. Regenerasi setelah penyimpanan memperlihatkan plantlet mampu beregenerasi setelah disimpan selama 6 bulan dan aklimatisasi plantlet menunjukan bahwa plantlet yang diberi PBZ menghasilkan rasio panjang:lebar daun yang lebih kecil dibandingkan plantlet tanpa pemberian PBZ.

B. Saran

Saran untuk penelitian ini yaitu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai taraf konsentrasi PBZ untuk mendapatkan konsentrasi PBZ yang optimum untuk penyimpanan varian Pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma. Pengukuran kadar klorofil daun sebaiknya dilakukan tepats etelah 6 bulan masa penyimpanan untuk mengetahui pengaruh PBZ dalam meningkatkan klorofil.

DAFTAR PUSTAKA

Albany N., Gonzalez E. J., Vilchez J., Garcia L., Manuel, Perez N., Sarria Z., Perez B., Clavelo J. 2005. Use of growth retardant for banana (*Musa* AAA cv. Grand Naine) shoot multiplication in temporary immersion systems. *Springer*. 213 – 224.

Agrawal, A., Sanayaima R., Tandon R., Tyagi R.K. 2010. Cost-effective *in vitro* conservation of banana using alternatives of gelling agent (isabgol) and carbon source (market sugar). *Acta Physiol. Plant.* 32:703-711.

Ahloowalia, B. Dan Maluszynski, M. 2001. Induced Mutations – A New Pardigm in Plant Breeding. *Euphytica J*. 118: 167 – 173.

Aridha S. D, Suliansyah I., Gustian. 2009. Upaya penyimpanan plasma nutfah plantlet pisang buai (*Musa paradisiaca* L.) secara *in vitro* pada berbagai konsentrasi asam absisat dan paclobutrazol. *Jerami* 2 (3).

Armini, A.N., Wattimena dan Gunawan, L. W. 1991. Perbanyakan Tanaman Bioteknologi Pangan Laboratorium Kultur Jaringan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Pusat Antar Universitas Bioteknologi. IPB.

Arnaud, E., J. P, Horry, ed. 1997. *Musalogue: A Catalogue of Musa Germplasm.* Papua New Guinea Collecting Missions, 1988-1989. INIBAP, Montpellier, France. 127pp.

Arnon D.I. 1949. *Copper Enzymes in isolated Chloroplasts Polyphenoloxidase in Beta vulgaris*. *Plant Physiology*. 24: 1-15.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. *Produksi Buah – Buahan di Indonesia*. http://www.bps.go.id. 20 Maret 2016 pkl. 10.00 WIB.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. *Luas Panen Pisang Menurut Provinsi*. http://www.bps.go.id. 1 Februari 2017 pkl. 20.00 WIB.

British Crop Protection Counsil (BPCP). 2000. The pesticide manual, 12th ed., C.D.S. Tomlin (Edt.).

Buchanan. B. B., Gruisem, W., Jones, R.L. 2006. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Biologists. Maryland, USA. 1367p.

Cahyono, B.. 1992. *Pisang Budidaya Dan Analisis Usaha Tani*. Cetakan ke-5. Yogyakarta. Kanisius.

Cahyono, B. 2002. *Pisang, Usaha Tani dan Penanganan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.

Carlson, W. H., Kaczperski,M.P., Rowley, E.M. 1992. *Bedding Plants*. p.511-550. Di *dalam*: Larson, R.A. *(Ed.*). *Introduction to Floriculture. 2nd edition*. Academic Press Inc. New York. 636 p.

Cathey, H. M. 1975. *Physiology of Growth Retarding Chemical, Annual Review Plant Physiology* (15): 272-299. Annual Review Inc. California.

Cha-um, S., Kirdmanee, C., Huyen, P.X., Vathany, T. 2007. Disease-free production and minimal growth preservation of *In Vitro* Banana (*Musa* spp.). ISHS Androgenic pepper plantlets. *Plant Tissue and Organ Cult*. 41 (2): 145-149.

Chaney, W.R. 2005. *Growth Retardants: A Promising Tool for Manging Urban Tress*. Purdue Extension. Dep. Of Forestry and Natural Resources, Purdue University.

Charbaji, T., Nabulsi, I. 1999. *Effect of Low Doses of Gamma Irradiation on in vitro growth grapevine*. Plant Cell, Tissue and Organ Cult. 57: 129-132.

Daniells, J., Jenny, C., Karamura, D., Tomekpe, K. 2001. *Musalogue: A Catalogue Of Musa Germplasm. Diversity In The Genus Musa*. International Network for the Improvement of Banana dan Plantain. Montpellier. France.

Demmassabu, S., Kojoh, D., Arsyad, Y.P. 2011. Konsentrasi Paclobutrazol dan Pemiskinan Media pada Pelestarian *In Vitro* Tanaman Krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *Eugenia J.* 17: 2.

Dewi, N. 2002. Perbanyakan dan Pelestarian Plasma Nutfah Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Secara *In Vitro*. Tesis S2. Prog. Pasca Sarjana. IPB.

European Food Safety Authority (EFSA). 2000-2006. Paclobutrazol Draft Assessment Report (DAR). Report and proposed decision of the United Kingdom made to the European Commision. http://dar.efsa.europa.ae/dar/web/provision . 9 Januari 2017. 12.00

Engelmann, F. 1991. Cryopreservation of Tropical Germplasm – Review. *Euphytica*. 57: 227 – 243.

Engelmann, F. 1997. *In Vitro Conservation Methods in Biotechnology and Plant Genetic Resources: Conservation and Use*, (J.A. Callow, B.V.

Ford-Lloyd Dan J.H. Newburry, Eds). CAB International, Wellingford, Pp. 119 – 161.

Frison, E.A., Escalant, J.V., Sharrock, S. 2004. *The Global Musa Genomic Consortium: A Boost for Banana Improvement*. *Di dalam:* Jain Sm, R. Swenden, (Eds). *Banana Improvement: Cellular Molecular Biology, and Induced Mutation.* Enfield. Sci. Publ. Inc. Hlm 341 – 350.

Gardner, F.P., Pearce, R. B, Mitches, R. L. 1985. *Physyology of Crop Plants* The Lowa State University Press. Lowa. USA.

George, E.F., Sherrington, P.D. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Exegetics Ltd. England.

Grossmann, K. 1990. *Plant Growth Retardants as Tools in Physiological Research. Physiol Plant*.

Habibah dan Sumadi. 2013. Konservasi Tanaman Anggrek *Gramatophyllum* secara *In Vitro* melalui Pertumbuhan Minimal menggunakan Paclobutrazol, *Jurnal MIPA* 36 (1): 8-13.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Fred T. Davis, Geneva, R.L. 2002. *Plant Propagation – Principle and Practices, 7th edition*. Prentice hall. New Jersey.

Heslop-Harrison, Scwarzacher, J.S. 2007. *Domestication, Genomics and the Future for Banan*a. Ann. Bot. 100, 1073-1084.

Ibrahim, M. 2005. Pengaruh Pemberian Paclobutrazol Terhadap Pertumbuhan Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) Dalam Penyimpanan *In Vitro*. *Balai Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*.

Indrayanti, R., Mattjik, N.A., Setiawan, A., Sudarsono. 2011. Radiosensitivitas Pisang Ampyang dan Potensi Penggunaan Iradiasi Gamma Untuk Induksi Varian. *J. Agron. Indones*. 39 (2): 104-112.

Indrayanti, R., Mattjik N.A., Setiawan, A., Sudarsono. 2012. Evaluasi keragaman fenotipik pisang cv. Ampyang hasil iradiasi gamma di rumah kaca. *J. Horti. Ind.* 3(1): 24-34.

Indrayanti, R., Adisyahputra, Kusumastuty, E., Dinarti, D., Sudarsono. 2013. Mutasi induksi dengan iradiasi gamma dan regenerasi plantlet pisang cv. Barangan secara *in vitro*. *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Hortikultura Indonesia*. Bogor 23 Nov. 2013.

Jafari, N., Othman, F.Y., Khalid, N. 2011. Effect Of Benzylaminopurin (BAP) Pulsing on *In Vitro* Shoot Multiplication of *Musa Acuminata* (Banana) cv. Barangan. *Afr. J. of. Biotechnol*. 10 (13): 2446-2450.

Jawak, G. 2008. Konservasi Plasma Nutfah Jeruk Besar (*Citrus grandis* L. Osbeck) Secara *In Vitro*. Skripsi S1. IPB, Bogor.

Karmakar, V. M., Kulkarni, V. M., Suprasanna, P., Bapat, V. A., Rao, P.S. 2001. Radiosensitivity of *In Vivo* and *In Vitro* Cultures of Banana cv. Basrai (AAA). *J. Of. Fruits.* 56: 67 – 74.

Kartha, K.K., Engelmann, F. 1994. *Cryopreservation and Germplasm Storage. In Plant Cell and Tissue Culture.* (I.K. Vasil Dan T.A. Thorpe, Eds). Kluwer, Dordrecht, Pp. 195 – 230.

Keller, E.R.J., A. Senula, S. Leunufna, M. Grube. 2006. Slow growth storage and cryopreservation-tools to facilitate germplasm maintenance of vegetatively propagated crops in living plant collections. *Int. J. Refrig.* 29: 411 – 417.

[KEMENTAN] Kementerian Pertanian. 2014. *Pusat Data dan Informasi Pertanian*. http://www.pertanian.go.id. 21 Maret 2016 pkl. 20.00 WIB.

Khayat, E., Duvdevani, A., Lahav, E., Ballesteros, B.A. 2004. Somaclonal variation in Banana (*Musa acuminata* cv. Grande Naine). Genetic mechanism, frequency, and application as a tool for clonal selection. Di dalam: Jain, S.M, Swensen, R. (Eds). *Banana Improvement: Cellular, Molecular Biology, and Induced Mutation*. Enfield. Sci. Publ. Inc. Hlm 321-330.

Kishore, K., Singh, H.S., Kurian, R. M. 2015. Paclobutrazol use in perennial fruit crops and its residual effects: A review. *Indian J. o. Agricult. Scie.*85 (7): 863-872.

Lestari, Purnamaningsih, E.G., Mariska, R, Hutami, I. 2009. Induksi keragaman somaklonnal dengan iradiasi sinar gamma dan seleksi *in vitro* kalus pisang Raja Bulu menggunakan asam fusarat, serta regenerasi dan aklimatisasi plantlet. *Berita Bio* (9) 4: 411-417.

Leunufna, S. 2007. Kriopreservasi Untuk Konservasi Plasma Nutfah Tanaman: Peluang Pemanfaatannya di Indonesia. *J. AgroBiogen*. 3 (2): 80– 88.

Li Lin-Feng, Hakkinen, M., Yuan Yong-Min, Gang Hao dan Ge Xue-Jun. 2010. Molecular Phylogeny and Systematics of the Banana Family (*Musaceae*) Inferred from Multiple Nuclear and Chloroplast DNA

Fragments, With A Special Reference to the Genus *Musa*. *Elsevier*. 57:1-10.

Mariska, I., Suwarno dan Damardjati D. S. 1996. Pengembangan Konservasi *In Vitro* sebagai Salah Satu Bentuk Pelestarian Plasma Nutfah di dalam Bank Gen. Seminar Penyusunan Konsep Pelestarian *Ex Situ* Plasma Nutfah Pertanian di Bogor (18 Desember 1996) Balitbio. Bogor.

Masykuroh, L. 2016. Induksi mutasi pada pisang (*Musa* sp. – ABB) cv. Kepok dengan iradiasi gamma secara *in vitro*. Skripsi S1. Biologi, FMIPA UNJ.

Matjik, N.A., Prasetyo, E. dan Wiroatmodjo, J. 1994. Penggunaan Retardan pada Media Kultur *In Vitro Zingiber Officinalla* Rosc untuk Memperoleh Ketegaran Plantlet. Makalah dalam Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi II. Puslitbang Bioteknologi LIPI. 6-7 September, Bogor.

Medina, F., Amano, E., Tano, S. 2004. *Mutation Breeding Manual,* Japan. Forum for Nuclear Coorporation in Asia (FNCA).

Menhennet, R. 1979. Use of Glass House Crops. Pp. 27-28. *Di dalam*: D.R. Clifford dan J.R. Lenton. 1979. *Recent Development In The Use Of Plant Growth Retardants*. Brit. Plant Growth Regulator Group. London.

Murashige, T., Skoog, F. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays With Tobacco Tissue Cultures. *J. of. Physiol. Plant*. 15: 473-497.

Novak, F. J., Brunner, H. 1992. Plant Breeding: Induced Mutation Technology for Crop Improvement. *IAEA Bulletin*. 4: 25 – 33.

Panis, Strosse, B.H., Remy, S., Sági, L., Swennen, R. 2004. Cryopreservation of banana tissues: support for germplasm conservation and banana improvement Di dalam: Jain, S.M., Swensen, R. ed. *Banana Improvement: Cellular, Molecular Biology, and Induced Mutation*. Enfield. Sci. Publ. Inc. http://www.fao.org/ docrep/007/ ae216e/ ae216e00. [11 Apr 2016]

Panis, Piette, B., Andre, B. E., Van den Houwe I., Swennen, R. 2009. *Droplet vitrification: the first generic cryopreservation protocol for organized plant tissues*. Paper presented at the 1st Int. Symposium on Cryopreservation in Hort. Sp. Leuven, Belgium, 5-9 Apr 2009.

Ploetz, R. C., Kepler, A.K., Daniells, J., Nelson, S.S. 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. *J. of Plant cell tiss .cult.* 64: 185 – 210.

Purnomo, S., Prahardini. 1991. Pengaruh Saat Aklimatisasi dan Konsentrasi Paclobutrazol Selama Dua Musim Panen Apel (*Malus syvestris* Mill.) *J. Hort*. 1 (2): 58 – 68.

Ribeiro, D.M., Muller, C., Bedin, J., Rocha, G.B., Barros, R.S. 2011. Effect of autoclaving on the physiological action of paclobutrazol. *J.o. Agr. Scie.* 2(3): 191-197.

Richardson, A.D., Duigan, S.P., dan Berlyn, G. P. 2002. An Evaluation of Non-invasive Methods to Estimate Foliar Chlorophyll Content. *New Phytologist J.*. 153: 185-194.

Roostika, I., Mariska, I. 2003. Pemanfaatan Teknik Kriopreservasi dalam Penyimpanan Plasma Nutfah Tanaman. *Buletin Plasma Nutfah*. 9 (2). Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor, Indonesia.

Roostika, I., Purnamaningsih R., Darwati I. 2009. Penyimpanan *In Vitro* Tanaman Purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molk.) Melalui Aplikasi Pengenceran Media dan Paclobutrazol. *J. Littri*. 15 (2). 84 – 90.

Roostika, I., Sunarlim. 2001. Penyimpanan *In Vitro* Tunas Ubi Jalar Dengan Penggunaan Paclobutrazol dan Ancymidol. *Penelitian Pertanian*. 20:48-56.

Roux, N.S., 2004. Mutation Induction in *Musa* – Review. *Di dalam:* Jain S.M., Swensen R. Editor. *Banana Improvement: Cellular, Molecular Biology, And Induced Mutation*. Enfield. Sci. Publ. Inc., Hlm 21 – 29.

Rukmana, R. 1999. *Usaha Tani Pisang*. Yogyakarta: Kanisius.

Saputra, B.H. 2016. Perkecambahan embrio pisang liar (*Musa acuminata* Colla var. *microcarpa* (Becc.) Nasution: dan pengaruh paclobutrazol untuk penyimpanan plantlet secara *in vitro*. Skripsi S1. Biologi, FMIPA UNJ.

Sarkar, D., Kaushiki, S.K., Naik, S. 1999. Minimal Growth Conservation of Potato Microplants: Silver Thiosulfate Reduce Ethylene-induced growth Abnormalities During Prolonged Storage *In Vitro*. *Plant cell reports*. 18 (11):897-903.

Satuhu, S., Supriyadi, A. 1990. *Pisang, Budidaya, Pengolahan dan Prospek Dasar*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Sharma, D., Shalini, L., M.E., Raja. 2008. Uptake and persitence of soil applied paclobutrazol in Alphonso mango and soil in the Konkan region of Maharashtra, india. *Toxicology and Environmental Chemistry*. 90: 557-583.

Seswita, D., Amalia, Hadipoentyanti, E. 2003. Pelestarian *In Vitro* Panili (*Vanilla planifolia* Andrews.) Melalui Pertumbuhan Minimal. *Buletin TRO*. XIV(1):1-7.

Smith, M.K., Hamill, S.D., Langdon, P.W., Giles, J.E., Doogan, V.J., Pegg, K.G. 2006. Towards the Development of a Cavendish Banana Resistant to Race 4 *Fusarium* Wilt: Gamma Irradiation of Micropropagated Dwarf Parlitt (*Musa* Spp. AAA Group, Cavendish Subgroup). *Aust. J. Exp. Agric*. 46:107-113.

Sudarmonowati, E. 2005. *Konservasi plasma nutfah*: *Buku pedoman pengelolaan plasma nutfah perkebunan*. Pusat penelitian dan Pengembangan Perkebunan: Badan Litbang Pertanian. Hlm. 27-37.

Sugito H., Nugroho, A. 2004. *Teknik Kultur Jaringan*. Penebar Swadaya: Yogyakarta.

Sunarlim, N., Zuraida, N., 2001. Penyimpanan Ubi Kayu Secara *In Vitro* dengan Pertumbuhan Minimal. *Buletin plasma Nutfah.* 7(2): 7-12. Komisi Nasional Plasma Nutfah. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.

Suprasanna P, Sidha, M., Ganapathi, T.R. 2008. Characterization of Radiation Induced and Tissue Culture Derived Dwarf Types in Banana by Using SCAR Marker. *Aust. J. Crop Sci*. 1(2): 47 – 52.

Sunyoto, M., Nofiarli. 2013. Conservation of banana cv. Ambon Kuning on Various Media *In Vitro* formula. *ARPN J. of. Agricul. And Bio. Sci.* 8(4).

Syahid, S. F. 2007. Pengaruh Retardan Paclobutrazol Terhadap Pertumbuhan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Selama Konservasi *In Vitro*. *J. Litri* 13 (3): 93-97.

Syahid, S. F., Mariska, I. 1997. Konservasi *In Vitro* Jahe. Monografi No.3. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. *Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.*

Tjitrosoepomo, G. 2000. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Tjokrokusumo D. S. 2004. Konservasi Plasma Nutfah Secara *In Vitro*. *J. Tek. Ling. P3TL-BPPT*. 5 (2): 140 – 143.

Tokoporo, G. L., Elhassan, A.A., Ali, M. A. 2013. Effect of Nutrient Medium Concentration and Temperature on Short-term *In Vitro* Conservation of Shoot-tip Explants of Banana. *JONARES*. 1: 37-40.

Tyagi, R.K., Agrawal, A., Yusuf, A. 2006. Conservation of Zingiber Germplasm Through *In Vitro* Rhizome Formation. *J. of Sci. Hort*. 108: 210 – 219.

US EPA (Environmental Protection Agency). 2007. *Paclobutrazol summary document: Registration review*. Docket number EPA-HQ-EPA-2006-0109, United States Environmental Protection Agency, Washington DC.

Valmayor, R. V., Jamaluddin, S.H., Silayoi, B., Kusumo, S., Danh, L.D., Pascua, O.C. R.R.C. Espiro. 2000. *Banana Cultivar Names and Synonyms In Southeast Asia*. France. INIBAP.

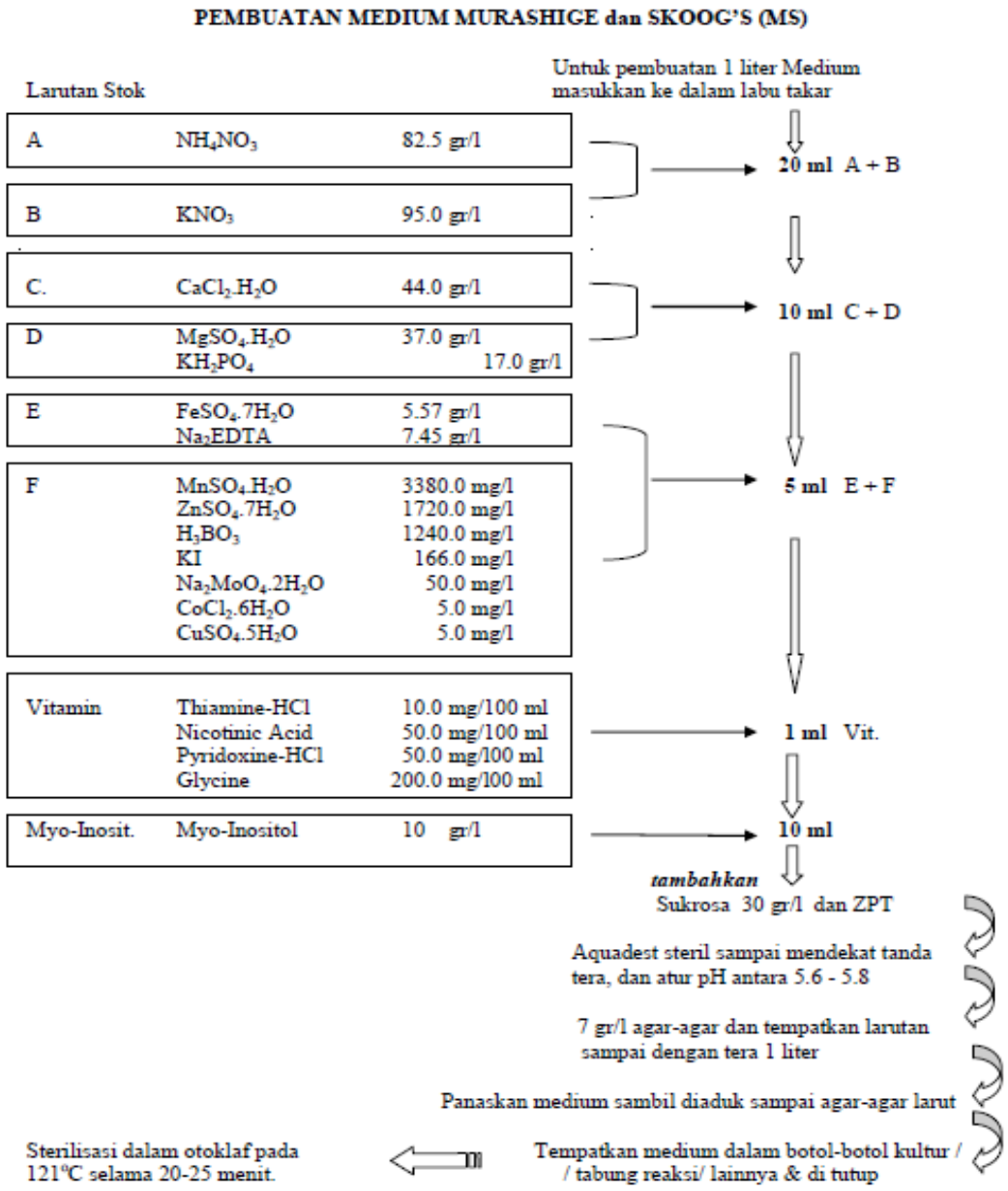
Wetherel, D. F. 1982. *Pengantar Propagasi Tanaman Secara In Vitro*. Penerjemah: Koesoemardiyah. Avery Publishing Group. New Jersey. 110 hal.

Withers, L. A. 1983. *Germplasm storage*. *In*: S.H. manthell dan H. Smith (*ed*). *Plant Biotechnology*. Cambridge University Press. London: 187 – 218.

Wu, C., Sun, J., Zhang,A., Liu, W. 2013. Dissipation and enantioselective degradation of plant growth retardants paclobutrazol and uniconazole in open field, greenhouse and laboratory soils. *J. o. Environmental Sci. And Tech.*47: 843-849.

Yelnititis, Bermawie, N. 2001. Konservasi Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Secara *In Vitro*. *J. Littri*. 7 (3).

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



Sumber : Dokumentasi Laboratorium Kultur Jaringan

Lampiran 2. Perhitungan ANAVA respon pertumbuhan tunas pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma terhadap multiplikasi dan regenerasi

Tabel 2.1 ANAVA respon pertumbuhan daun pada tunas pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma terhadap multiplikasi dan regenerasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.440	5	.888	1.489	.019
Within Groups	200.917	337	.596		
Total	205.357	342			

Tabel 2.2 ANAVA respon pertumbuhan akar pada tunas pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma terhadap multiplikasi dan regenerasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.682	5	6.136	3.534	.004
Within Groups	590.371	340	1.736		
Total	621.053	345			

Tabel 2.3 ANAVA respon pertumbuhan tinggi pada tunas pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma terhadap multiplikasi dan regenerasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	33.565	5	6.713	4.783	.000
Within Groups	449.110	320	1.403		
Total	482.675	325			

Lampiran 3. Perhitungan ANAVA pengaruh PBZ terhadap pertumbuhan tunas pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma

0 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.053	2	.027	.045	.956
Within Groups	15.206	26	.585		
Total	15.259	28			
20 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.518	2	3.259	.961	.392
Within Groups	125.457	37	3.391		
Total	131.975	39			
30 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.472	2	.236	2.483	.048
Within Groups	3.231	34	.095		
Total	3.703	36			
40 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.361	2	.181	.520	.605
Within Groups	5.208	15	.347		
Total	5.569	17			
50 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.444	2	.222	1.818	.019
Within Groups	1.833	15	.122		
Total	2.278	17			
60 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.167	2	.083	.538	.593
Within Groups	2.786	18	.155		
Total	2.952	20			

Lampiran 4. Perhitungan ANAVA pengaruh PBZ terhadap pertumbuhan daun pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma

0 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.398	2	.199	.028	.973
Within Groups	180.281	25	7.211		
Total	180.679	27			
20 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.518	2	3.259	.961	.039
Within Groups	125.457	37	3.391		
Total	131.975	39			
30 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.625	2	5.313	2.156	.013
Within Groups	83.794	34	2.465		
Total	94.419	36			
40 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.778	2	2.389	1.937	.017
Within Groups	18.500	15	1.233		
Total	23.278	17			
50 Gy					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.583	2	3.292	.989	.039
Within Groups	49.917	15	3.328		
Total	56.500	17			
60 Gy					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.357	2	.679	.109	.897
Within Groups	111.714	18	6.206		
Total	113.071	20			

Lampiran 5. Perhitungan ANAVA pengaruh PBZ terhadap pertumbuhan akar pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma

0 Gy					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	110.792	2	55.396	3.744	.038
Within Groups	369.878	25	14.795		
Total	480.670	27			
20 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	67.271	2	33.635	2.265	.011
Within Groups	549.423	37	14.849		
Total	616.694	39			
30 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	29.136	2	14.568	.743	.483
Within Groups	666.189	34	19.594		
Total	695.324	36			
40 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15.028	2	7.514	.499	.617
Within Groups	226.083	15	15.072		
Total	241.111	17			
50 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	141.583	2	70.792	2.669	.010
Within Groups	397.917	15	26.528		
Total	539.500	17			
60 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	67.834	2	33.917	1.797	.019
Within Groups	320.804	17	18.871		
Total	388.637	19			

Lampiran 6. Perhitungan ANAVA pengaruh PBZ terhadap tinggi plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma

0 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	102.278	2	51.139	14.504	.000
Within Groups	91.670	26	3.526		
Total	193.948	28			
20 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	309.094	2	154.547	56.810	.000
Within Groups	103.375	38	2.720		
Total	412.470	40			
30 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	159.046	2	79.523	25.622	.000
Within Groups	105.528	34	3.104		
Total	264.574	36			
40 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	197.021	2	98.510	105.468	.000
Within Groups	14.010	15	.934		
Total	211.031	17			
50 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	126.257	2	63.128	27.136	.000
Within Groups	34.896	15	2.326		
Total	161.153	17			
60 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	66.149	2	33.074	9.555	.001
Within Groups	62.304	18	3.461		
Total	128.452	20			

Lampiran 7. Uji T pengaruh PBZ terhadap perubahan tinggi plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	0Gy_P0_0BST - 0Gy_P0_6BST	-5.27778	2.10076	.70025	-6.89257	-3.66299	-7.537	8	.000
Pair 2	0Gy_P2_0BST - 0Gy_P2_6BST	-2.55000	2.06088	.65171	-4.02426	-1.07574	-3.913	9	.004
Pair 3	0Gy_P5_0BST - 0Gy_P5_6BST	-.17500	1.37462	.43469	-1.15834	.80834	-.403	9	.697
Pair 4	20Gy_P0_0BST - 20Gy_P0_6BST	-6.76786	1.83833	.49131	-7.82928	-5.70644	-13.775	13	.000
Pair 5	20Gy_P2_0BST - 20Gy_P2_6BST	-.78571	1.42727	.38145	-1.60979	.03836	-2.060	13	.060
Pair 6	20Gy_P5_0BST - 20Gy_P5_6BST	-.46154	1.26592	.35110	-1.22653	.30345	-1.315	12	.213
Pair 7	30Gy_P0_0BST - 30Gy_P0_6BST	-5.31818	2.34545	.70718	-6.89388	-3.74249	-7.520	10	.000
Pair 8	30Gy_P2_0BST - 30Gy_P2_6BST	-.67308	1.24325	.34482	-1.42437	.07821	-1.952	12	.075
Pair 9	30Gy_P5_0BST - 30Gy_P5_6BST	-.65385	1.43809	.39885	-1.52288	.21518	-1.639	12	.127
Pair 10	40Gy_P0_0BST - 40Gy_P0_6BST	-7.62500	.58630	.23936	-8.24029	-7.00971	-31.856	5	.000
Pair 11	40Gy_P2_0BST - 40Gy_P2_6BST	-.79167	1.32681	.54167	-2.18407	.60073	-1.462	5	.204

Pair 12	40Gy_P5_0BST - 40Gy_P5_6BST	-1.58333	1.10303	.45031	-2.74089	-.42578	-3.516	5	.017
Pair 13	50Gy_P0_0BST - 50Gy_P0_6BST	-6.70833	1.50347	.61379	-8.28613	-5.13054	-10.929	5	.000
Pair 14	50Gy_P2_0BST - 50Gy_P_6BST	-1.58333	2.06559	.84327	-3.75104	.58437	-1.878	5	.119
Pair 15	50Gy_P5_0BST - 50Gy_P5_6BST	-1.41667	1.08012	.44096	-2.55019	-.28315	-3.213	5	.024
Pair 16	60Gy_P0_0BST - 60Gy_P0_6BST	-4.57143	2.98508	1.12825	-7.33217	-1.81069	-4.052	6	.007
Pair 17	60Gy_P2_0BST - 60Gy_P2_6BST	-2.07143	1.66905	.63084	-3.61504	-.52782	-3.284	6	.017
Pair 18	60Gy_P5_0BST - 60Gy_P5_6BST	-.82143	1.01770	.38465	-1.76264	.11979	-2.135	6	.077

Lampiran 8. Uji T perubahan tinggi plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah regenerasi

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	tinggi_0p0_b - tinggi_0p0_a	-.65625	.61146	.21618	-1.16744	-.14506	-3.036	7	.019
Pair 2	tinggi_0p2_b - tinggi_0p2_a	-1.08333	1.12500	.37500	-1.94808	-.21858	-2.889	8	.020
Pair 3	tinggi_0p5_b - tinggi_0p5_a	-1.59375	1.06852	.37778	-2.48706	-.70044	-4.219	7	.004
Pair 4	tinggi_20p0_b - tinggi_20p0_a	-.31250	.93617	.27025	-.90732	.28232	-1.156	11	.272
Pair 5	tinggi_20p2_b - tinggi_20p2_a	-1.50000	1.65831	.52440	-2.68629	-.31371	-2.860	9	.019
Pair 6	tinggi_20p5_b - tinggi_20p5_a	-1.42500	.96501	.30516	-2.11533	-.73467	-4.670	9	.001
Pair 7	tinggi_30p0_b - tinggi_30p0_a	.58333	2.19469	.89598	-1.71985	2.88652	.651	5	.544
Pair 8	tinggi_30p2_b - tinggi_30p2_a	-1.63571	1.73799	.65690	-3.24308	-.02835	-2.490	6	.047
Pair 9	tinggi_30p5_b - tinggi_30p5_a	-1.87500	.91613	.32390	-2.64090	-1.10910	-5.789	7	.001
Pair 10	tinggi_40p0_b - tinggi_40p0_a	-.10000	.22361	.10000	-.37764	.17764	-1.000	4	.374
Pair 11	tinggi_40p2_b - tinggi_40p2_a	-1.65000	.94538	.42279	-2.82385	-.47615	-3.903	4	.018

Pair 12	tinggi_40p5_b - tinggi_40p5_a	-1.80000	1.02164	.45689	-3.06853	-.53147	-3.940	4	.017
Pair 13	tinggi_50p0_b - tinggi_50p0_a	-.08333	.68313	.27889	-.80023	.63357	-.299	5	.777
Pair 14	tinggi_50p2_b - tinggi_50p2_a	-.66667	.83166	.33953	-1.53945	.20611	-1.964	5	.107
Pair 15	tinggi_50p5_b - tinggi_50p5_a	-1.29167	.92759	.37869	-2.26511	-.31822	-3.411	5	.019
Pair 16	tinggi_60p0_b - tinggi_60p0_a	-.25000	.27386	.11180	-.53740	.03740	-2.236	5	.076
Pair 17	tinggi_60p2_b - tinggi_60p2_a	-.29167	.33229	.13566	-.64038	.05705	-2.150	5	.084
Pair 18	tinggi_60p5_b - tinggi_60p5_a	-.55000	.57009	.25495	-1.25786	.15786	-2.157	4	.097

Lampiran 9. Uji T perubahan jumlah akar plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah regenerasi

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	akar_0p0_b - akar_0p0_a	-2.75000	1.96396	.69437	-4.39191	-1.10809	-3.960	7	.005
Pair 2	akar_0p2_b - akar_0p2_a	-2.16667	.86603	.28868	-2.83235	-1.50098	-7.506	8	.000
Pair 3	akar_0p5_b - akar_0p5_a	-2.43750	1.29387	.45745	-3.51920	-1.35580	-5.328	7	.001
Pair 4	akar_20p0_b - akar_20p0_a	-2.70833	1.65774	.47855	-3.76161	-1.65505	-5.659	11	.000
Pair 5	akar_20p2_b - akar_20p2_a	-2.70000	.42164	.13333	-3.00162	-2.39838	-20.250	9	.000
Pair 6	akar_20p5_b - akar_20p5_a	-3.15000	1.35503	.42850	-4.11933	-2.18067	-7.351	9	.000
Pair 7	akar_30p0_b - akar_30p0_a	-3.20000	1.48324	.66332	-5.04169	-1.35831	-4.824	4	.008
Pair 8	akar_30p2_b - akar_30p2_a	-3.14286	1.34519	.50843	-4.38695	-1.89877	-6.181	6	.001
Pair 9	akar_30p5_b - akar_30p5_a	-2.81250	1.09992	.38888	-3.73206	-1.89294	-7.232	7	.000
Pair 10	akar_40p0_b - akar_40p0_a	-1.90000	.41833	.18708	-2.41943	-1.38057	-10.156	4	.001
Pair 11	akar_40p2_b - akar_40p2_a	-2.60000	1.63554	.73144	-4.63079	-.56921	-3.555	4	.024

Pair 12	akar_40p5_b - akar_40p5_a	-1.30000	.90830	.40620	-2.42780	-.17220	-3.200	4	.033
Pair 13	akar_50p0_b - akar_50p0_a	-1.83333	.81650	.33333	-2.69019	-.97647	-5.500	5	.003
Pair 14	akar_50p2_b - akar_50p2_a	-2.16667	2.18327	.89132	-4.45787	.12453	-2.431	5	.059
Pair 15	akar_50p5_b - akar_50p5_a	-1.33333	1.03280	.42164	-2.41719	-.24948	-3.162	5	.025
Pair 16	akar_60p0_b - akar_60p0_a	-2.75000	.98742	.40311	-3.78623	-1.71377	-6.822	5	.001
Pair 17	akar_60p2_b - akar_60p2_a	-1.58333	.49160	.20069	-2.09923	-1.06743	-7.889	5	.001
Pair 18	akar_60p5_b - akar_60p5_a	-1.90000	.41833	.18708	-2.41943	-1.38057	-10.156	4	.001

Lampiran 10. Uji T perubahan jumlah daun plantlet pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah regenerasi

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	daun_0p0_b - daun_0p0_a	-.43750	1.11604	.39458	-1.37053	.49553	-1.109	7	.304
Pair 2	daun_0p2_b - daun_0p2_a	-1.44444	.91667	.30556	-2.14906	-.73983	-4.727	8	.001
Pair 3	daun_0p5_b - daun_0p5_a	-.93750	2.30585	.81524	-2.86524	.99024	-1.150	7	.288
Pair 4	daun_20p0_b - daun_20p0_a	-.79167	1.07573	.31054	-1.47515	-.10818	-2.549	11	.027
Pair 5	daun_20p2_b - daun_20p2_a	-1.30000	.88819	.28087	-1.93538	-.66462	-4.628	9	.001
Pair 6	daun_20p5_b - daun_20p5_a	-1.10000	.80966	.25604	-1.67920	-.52080	-4.296	9	.002
Pair 7	daun_30p0_b - daun_30p0_a	-.50000	1.84391	.75277	-2.43506	1.43506	-.664	5	.536
Pair 8	daun_30p2_b - daun_30p2_a	-1.42857	.93223	.35235	-2.29074	-.56641	-4.054	6	.007
Pair 9	daun_30p5_b - daun_30p5_a	-1.62500	.87627	.30981	-2.35758	-.89242	-5.245	7	.001
Pair 10	daun_40p0_b - daun_40p0_a	-.70000	.90830	.40620	-1.82780	.42780	-1.723	4	.160
Pair 11	daun_40p2_b - daun_40p2_a	-1.00000	.50000	.22361	-1.62083	-.37917	-4.472	4	.011

Pair 12	daun_40p5_b - daun_40p5_a	-1.00000	.61237	.27386	-1.76036	-.23964	-3.651	4	.022
Pair 13	daun_50p0_b - daun_50p0_a	.00000	1.51658	.61914	-1.59155	1.59155	.000	5	1.000
Pair 14	daun_50p2_b - daun_50p2_a	-1.33333	.40825	.16667	-1.76176	-.90490	-8.000	5	.000
Pair 15	daun_50p5_b - daun_50p5_a	-1.16667	.60553	.24721	-1.80213	-.53120	-4.719	5	.005
Pair 16	daun_60p0_b - daun_60p0_a	-.08333	1.31972	.53877	-1.46830	1.30163	-.155	5	.883
Pair 17	daun_60p2_b - daun_60p2_a	-1.00000	.89443	.36515	-1.93864	-.06136	-2.739	5	.041
Pair 18	daun_60p5_b - daun_60p5_a	-1.60000	.89443	.40000	-2.71058	-.48942	-4.000	4	.016

Lampiran 11. Anava kandungan klorofil daun pada pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma setelah regenerasi

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:klorofil_daun

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	254.978[a]	17	14.999	168.514	.000
Intercept	1790.982	1	1790.982	2.012E4	.000
iradiasi_gamma	77.340	5	15.468	173.788	.000
Paclobutrazol	34.233	2	17.117	192.310	.000
iradiasi_gamma * paclobutrazol	143.404	10	14.340	161.118	.000
Error	1.602	18	.089		
Total	2047.562	36			
Corrected Total	256.580	35			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .988)

Lampiran 12. Anava pengaruh PBZ terhadap rasio panjang dan lebar daun pisang cv. Kepok hasil iradiasi gamma

0 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.582	2	.291	1.985	.018
Within Groups	1.758	12	.147		
Total	2.340	14			
20 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.763	2	1.881	11.706	.000
Within Groups	3.375	21	.161		
Total	7.138	23			
30 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.259	2	2.629	14.507	.000
Within Groups	3.625	20	.181		
Total	8.884	22			
40 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.289	2	2.644	12.924	.001
Within Groups	2.864	14	.205		
Total	8.153	16			
50 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.909	2	5.455	16.306	.000
Within Groups	5.018	15	.335		
Total	15.927	17			
60 Gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.841	2	2.920	25.635	.000
Within Groups	1.709	15	.114		
Total	7.549	17			

LABORATORIUM BIOLOGI
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
Gedung C Kampus B UNJ Pawamangun. Jl. Pemuda No. 10 Jakarta 13220
Telp. 021- 4894909

SURAT KETERANGAN

Nomor : 01/Lab_Bio.B/KP/II/2017

Yang bertandatangan di bawah ini, Kepala Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Riza Ekaputri

NIM : 3425122201

Program Studi : Biologi

Telah melakukan kegiatan penelitian di Laboratorium Kultur Jaringan, Laboratorium Biologi, FMIPA Universitas Negeri Jakarta dengan judul penelitian "Penyimpanan Secara *In vitro* Plantlet Pisang cv. Kepok Hasil Iradiasi Gamma dengan Paclobutrazol" pada bulan Januari-Oktober 2016, dibimbing oleh Dr. Reni Indrayanti. M.Si dan Agung Sedayu, MSc.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Jakarta, 8 Februari 2017
Kepala Laboratorium Biologi
FMIPA Universitas Negeri Jakarta

Agung Sedayu, M.Sc
NIP. 19750911 200112 1 004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Riza Ekaputri
No. Registrasi : 3425122201
Program Studi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul "PENYIMPANAN SECARA *IN VITRO* PLANTLET PISANG cv. KEPOK HASIL IRADIASI GAMMA DENGAN PACLOBUTRAZOL" adalah

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri, berdasarkan data yang diperoleh dari hasil percobaan pada bulan Januari – Oktober 2016.
2. Bukan merupakan duplikat skripsi yang pernah dibuat oleh orang lain atau jiplakan karya tulis orang lain dan bukan terjemahan karya tulis orang lain.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguh-sungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya tidak benar.

Jakarta, Januari 2017

Pembuat pernyataan

Riza Ekaputri

NRM. 3425122201

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

RIZA EKAPUTRI. Dilahirkan di Jakarta, 9 Desember 1994. Anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Mirza Herawan dan Puji Lestari. Beralamat di Jalan Pelopor Blok O8 No.16 RT007 RW011, Tegal Alur, Kalideres, Jakarta Barat. Pendidikan formal yang pernah ditempuh yaitu, SDN Tegal Alur 09 Pagi, SMPN 249 Jakarta dan SMAN 33 Jakarta. Pada tahun 2012, penulis diterima sebagai mahasiswa program studi Biologi Universitas Negeri Jakarta melalui jalur SNMPTN. Pada tahun 2015 penulis menerima beasiswa dari Yayasan Beasiswa Jakarta.

Selama masa perkuliahan penulis pernah mengikuti berbagai kegiatan diantaranya, CABI (Cakrawala Biologi) di Gunung Bunder, SIMBOL (Studi Ilmiah Biologi) di Cibulao Jawa Barat, Talkshow Lingkungan Hidup "Road to Jakarta Green Transportation", Seminar Ekologi dan Konservasi "Filobiogeografi Macaca Sulawesi" di tahun 2012 dan "Menguak Eksotika dan Konservasi Primata Nokturnal Indonesia" di tahun 2015, Tambora Workshop Series "*Using the programme EstimateS to calculate species richness*", KKL (Kuliah Kerja Lapangan) di Wanagama, Yogyakarta dengan judul "Identifikasi Senyawa Bioaktif pada Daun Jamblang (*Syzigium cumini*)". Pada tahun 2015 penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan di Balai Pengkajian Bioteknologi, Badan Penerapan dan Pengkajian Teknologi (Biotek-BPPT), Serpong dengan judul "Respon Pertumbuhan Akar Anggrek Coklat (*Coelogyne verrucosa*) terhadap Pemberian Auksin". Penulis menjadi Asisten dosen untuk mata kuliah Biologi Umum pada tahun 2015 dan mata kuliah Kultur Jaringan Tumbuhan pada tahun 2016. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Desa Mekarasih, Karawang, Jawa Barat pada tahun 2016.