

RESPON PEMBERIAN *BENZYL AMINO PURIN* (BAP) DAN *THIDIAZURON* (TDZ) TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS JAHE PUTIH BESAR (*Zingiber officinale*) SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Disusun Oleh:

Anindita Aulya Pertiwi

061119022



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2023**

RESPON PEMBERIAN *BENZYL AMINO PURIN* (BAP) DAN *THIDIAZURON* (TDZ) TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS JAHE PUTIH BESAR (*Zingiber officinale*) SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan

Disusun Oleh:

Anindita Aulya Pertiwi

061119022



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Respon Pemberian *Benzyl Amino Purin* (BAP) dan *Thidiazuron* (TDZ) Terhadap Multiplikasi Tunas Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale*) Secara *In Vitro*

Nama : Anindita Aulya Pertiwi

NPM : 061119022

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui pada

Bogor, Agustus 2023

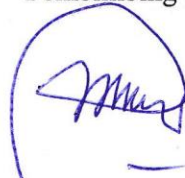
Menyetujui,

Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Endang Gati Lestari, M.Si.
NIP. 196005251986032001



Prof. Dr. Prasetyorini, M.S.
NIP. 195703011986012001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi
FMIPA Universitas Pakuan

Dekan FMIPA
Universitas Pakuan



Dra. Triastinurmiatiningsih, M.Si.
NIK. 10894029207



Asep Denti, S.Kom., M.Sc., Ph.D.
NIK. 10997004090

**PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI
SERTA PELIMPAHAN KEKAYAAN INTELEKTUAL
DI UNIVERSITAS PAKUAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anindita Aulya Pertiwi

NPM : 061119022

Judul Skripsi : Respon Pemberian *Benzyl Amino Purin* (BAP) Dan *Thidiazuron* (TDZ) Terhadap Multiplikasi Tunas Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale*) Secara *In Vitro*

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi di atas benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau kutipan dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan, Bogor

Bogor, 11 Agustus 2023


Anindita Aulya Pertiwi
NPM. 061119022

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji syukur tercurahkan kehadiran Allah SWT dengan kerendahan dan ketulusan hati atas segala nikmat, rezeki dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada hamba-Nya hingga detik ini. Maha besar Allah SWT atas karunia yang melimpah, maha pengasih lagi maha penyayang, serta kemudahan yang kau berikan sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik di waktu yang tepat.

Sebuah karya sederhana yang penuh lika-liku perjuangan, saya persembahkan kepada:

Diri sendiri, terima kasih sudah berjuang dan bertahan sampai saat ini dengan perjalanan yang tidak mudah dan penuh rintangan. Namun, saya bisa melewatinya dengan baik. Terima kasih sudah menyelesaikan skripsi ini dengan baik, semangat menjalani tahap selanjutnya yang penuh kejutan tidak terduga. *Remember like Agustd said "Future's Gonna Be Okay, Okay Okay Look At The Mirror And I See No Pain"* selamat berproses! luv me ♥

Kedua orang tua saya, terima kasih Ibu dan Papah yang selalu ada dan selalu memberikan yang terbaik hingga saya bisa menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) dengan baik. *"No words can describe how lucky i am to have ibu dan papah in my life"* yang selalu memberikan support terbaik dalam bentuk apapun kepada anaknya ini.

Kepada adik tersayang yaitu Mutiara Sitirefietry Sutiawan dan Airis Irdina Hazwani yang memberikan semangat dan afeksi tak terhingga serta selalu mendengarkan keluh kesah saya dalam perjuangan penulisan skripsi ini, *finally war is over, let's move on to the next chapter!*.

Dosen pembimbing saya yaitu Ibu Prof. Dr. Prasetyorini, M.S. dan Ibu Prof. Dr. Endang Gati Lestari, M.Si. yang telah membimbing saya dalam penelitian dan pembuatan skripsi, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik serta selalu memberikan motivasi dan semangat kepada saya.

Seluruh dosen Biologi, staf akademik, laboran (Bapak wahyudin, S.Si, Kak Mutia Anggraeni, S.Si dan Kak Rani, S.Si), dekanat, staf tata usaha FMIPA Universitas Pakuan. Terima kasih atas ilmu, pelajaran, motivasi yang sangat berharga selama masa perkuliahan.

Teman-teman Kost pink 40: Terima kasih Asti, Rosi, Wati yang selalu ada dan siap sedia dalam berbagai kondisi, teman healing yang selalu gas, dan selalu memberi semangat dan afeksi, Zahra dan Damay sobat ambis yang selalu meyakinkan “*that i can do this*”, Dinta, Nenden, Safrina dan Selvia team santuy yang selalu memberikan *support* dalam berbagai hal. Terima kasih sudah kebersamai selama 4 tahun masa perkuliahan yang penuh suka, duka dan berbagai kenangan yang sudah dilewati bersama. “*Friendship is not about whom you know the longest. It is about who came and never left*”-Paulo Coelho.

Keluarga Biologi 2019 yang telah menemani perjalanan saya selama 4 tahun menempuh perkuliahan sampai akhirnya lulus. Terima kasih kenangan, pembelajaran, kebersamaan, suka dan duka yang sudah diberikan dan dilalui bersama selama ini, *so lucky to meet you guys, see u on top, luv* ❤️.

Tim Biogen: Terima kasih Kak Mellyn yang sudah membimbing dan memberikan banyak ilmu baru selama saya melakukan penelitian dan Puspa sobat sesama penelitian jahe yang menjadi teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi.

Terima kasih Kak Amel sobat curhat di kosan yang selalu memberikan *insight* baru dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini, Sipa dan kosannya yang menjadi saksi

saya berpusing ria dalam mengolah data, dan Anysha *unbiological sister* yang menjadi tempat keluh kesah saya selama perkuliahan dan selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih Kim Namjoon, Kim Seok Jin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, Jeon Jung Kook atas lagu-lagu dan konten yang menghibur ketika saya suntuk dalam mengerjakan skripsi ini dan menjadi penyemangat untuk segera menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih 4 tahunnya; Universitas Pakuan, Biologi, HMB-*Helianthus* dan kamu.

Seluruh pihak yang tidak bisa dituliskan seluruhnya oleh saya. Terima kasih atas doa, motivasi serta dukungannya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

RIWAYAT HIDUP



Anindita Aulya Pertiwi lahir di kota Sukabumi pada tanggal 17 Agustus 2000. Anak pertama dari 3 bersaudara, buah hati pasangan dari Bapak Mamat Sutiawan dan Ibu Ati Yusmiarti. Penulis lahir dari keluarga sederhana. Riwayat pendidikan formal penulis yaitu pada tahun 2013 lulus dari SDN 5 Caringin. Kemudian melanjutkan di SMPN 1 Cisaat dan lulus pada tahun 2016. Di tahun 2019 lulus dari SMAN 1 Cibadak. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi, tepatnya di Universitas Pakuan Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Biologi. Penulis menyelesaikan kuliah strata satu (S1) pada tahun 2023. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi-*Helianthus*, pada tahun 2021 menjadi sekretaris 2 Himpunan, dan menjadi sekretaris 1 Himpunan pada tahun 2022.

Pada tahun 2020 penulis mendapatkan penghargaan juara 1 dalam mata lomba LKTIN BIOLEAF UNJ tingkat nasional, serta mendapatkan penghargaan juara 1 dalam mata lomba Essay BIOFEST tingkat nasional. Tahun selanjutnya, penulis menjadi finalis LKTI yang diadakan oleh Universitas Hasanuddin, Makassar. Selain itu, pada tahun 2022 penulis mendapatkan penghargaan sebagai juara 2 dalam Pemilihan Mahasiswa Berprestasi tingkat fakultas, menjadi finalis LKTI yang diadakan oleh Universitas Hasanuddin, Makassar, mendapatkan penghargaan juara 1 dalam Olimpiade Sains *Lampyrus*, mendapatkan pendanaan PPK ORMAWA (Program Penguatan Kapasitas Organisasi Kemahasiswaan) dan mendapatkan juara 3 dalam ajang ABDIDAYA ORMAWA pada kategori Poster serta harapan 2 pada kategori Tim Pelaksana.

Pada tahun yang sama penulis melaksanakan penelitian pada bidang Kultur Jaringan di Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen), Cimanggu yang langsung dibimbing oleh Ibu Prof. Dr. Endang Gati Lestari, M.Si. dan Ibu Prof. Dr. Prasetyorini, M.S.

KATA PENGANTAR

Dengan puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Respon Pemberian *Benzyl Amino Purin* (BAP) Dan *Thidiazuron* (TDZ) Terhadap Multiplikasi Tunas Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale*) Secara *In Vitro*”. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Ilmu Biologi di Universitas Pakuan, Bogor. Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam proses penyusunan skripsi, oleh karena itu penulis ingin berterima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Prasetyorini, M.S. dan Prof. Dr. Endang Gati Lestari, M.Si. selaku pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan saran yang bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan penulisan hasil penelitian ini.
2. Dra. Triastinurmiatiningsih, M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi FMIPA Universitas Pakuan yang telah memberikan saran dan bimbingan dalam penulisan hasil penelitian.
3. Asep Denih, S. Kom., M. Sc., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Pakuan.
4. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen) dan Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional selaku lembaga tempat saya melakukan penelitian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini. Atas bantuan dari semua pihak, penulis mengucapkan terimakasih.

Bogor, 11 Agustus 2023

Penulis

RINGKASAN

Anindita Aulya Pertiwi. NPM: 061119022, Judul: Respon Pemberian *Benzyl Amino Purin* (BAP) Dan *Thidiazuron* (TDZ) Terhadap Multiplikasi Tunas Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale*) Secara *In Vitro*.

Dibimbing oleh:

Prof. Dr. Prasetyorini, M.S. dan Prof. Dr. Endang Gati Lestari, M.Si.

Jahe putih besar (*Zingiber officinale*) merupakan tanaman rimpang yang dikenal sebagai rempah dan obat herbal berasal dari Asia Selatan yang efektif untuk mencegah atau mengobati berbagai penyakit karena mengandung gingerol. Luas panen jahe pada tahun 2020 mengalami penurunan dari tahun sebelumnya, sehingga menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan antara permintaan dan kesediaan jahe putih besar. Untuk mengatasi kelangkaan tersebut jahe putih besar sudah banyak dibudidayakan karena dapat tumbuh subur di tanah basah dengan metode budidaya yang tergolong mudah. Namun, dalam melakukan budidaya terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan. Selain itu, tanaman jahe rentan terkena penyakit busuk rimpang yang disebabkan oleh *Pythium* sp. Tanaman jahe putih besar sulit melakukan pembungaan dan pembentukan biji sehingga peluang untuk terjadinya penyerbukan sendiri sangat kecil. Maka untuk membantu meningkatkan produksi bibit tanaman jahe putih besar selain dilakukan dengan budidaya dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknik kultur *in vitro* untuk mendapatkan bibit dengan kualitas baik dan kuantitas yang banyak dalam pengadaan bibit tanaman jahe putih besar.

Tujuan penelitian untuk menghasilkan komposisi media terbaik untuk multiplikasi secara *in vitro* jahe putih besar var Cimanggu 1. Eksplan yang digunakan merupakan biakan steril koleksi dari Laboratorium Kultur Jaringan, Balai Besar Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Eksplan ditumbuhkan pada media MS dengan penambahan perlakuan kombinasi zat pengatur tumbuh BAP (0, 1, 3 dan 5 mg/L) dan TDZ (0,0, 0,1, dan 0,2 mg/L). Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL Faktorial) dengan pola 4x3x15.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian media perlakuan BAP dan TDZ terhadap multiplikasi tunas jahe putih besar (*Zingiber officinale*) pada setiap peubah yang diamati dengan hasil yaitu untuk tinggi tunas dan jumlah akar media terbaik BAP 0 + TDZ 0 dan BAP 1 mg/L + TDZ 0, untuk jumlah tunas kombinasi media yang dipilih yaitu BAP 0 + TDZ 0, untuk panjang akar dan jumlah daun media terbaik BAP 1 mg/L + TDZ 0.

SUMMARY

Anindita Aulya Pertiwi. NPM: 061119022, Judul: Response of *Benzyl Amino Purine* (BAP) and *Thidiazuron* (TDZ) For Multiplication of Giant Ginger Shoots (*Zingiber officinale*) In Vitro.

Guided by:

Prof. Dr. Prasetyorini, M.S. and Prof. Dr. Endang Gati Lestari, M.Si.

Giant ginger (*Zingiber officinale*) is a rhizome plant known as a spice and herbal medicine originating from South Asia, which is effective for preventing or treating various diseases because it contains *gingerol*. The harvested area of ginger in 2020 has decreased from the previous year, causing an imbalance between demand and supply of giant ginger. To overcome this scarcity, giant ginger has been widely cultivated because it can thrive in wet soil with relatively easy cultivation methods. However, in cultivating there are several factors that must be considered. In addition, ginger plants are susceptible to rhizome rot disease caused by *Pythium* sp. It is difficult for giant ginger plants to have flower and form seeds, so the chances of self-pollination are very small. To increase the production of giant ginger plant seeds besides cultivation it can be done by utilizing *in vitro* culture techniques to get a good quality and large quantities of the seeds in the procurement of giant ginger seeds.

The aim of this study is obtain the best media composition for *in vitro* multiplication of giant ginger var Cimanggu 1. The explants used were sterile cultures collected from the Tissue Culture Laboratory, Center for Biotechnology and Agricultural Genetic Resources. The explants were grown on MS media with the addition of a combination treatment of growth regulators BAP (0, 1, 3 and 5 mg/L) and TDZ (0.0, 0.1 and 0.2 mg/L). The experimental design used was a Completely Randomized Factorial Design (Factorial CRD) with 4x3x15 pattern.

The results of this study indicate that the BAP and TDZ treatment media to the multiplication of giant ginger shoots (*Zingiber officinale*) in each variable was observed with the results that for shoot height and root number the best media were BAP 0 + TDZ 0 and BAP 1 mg/L + TDZ 0, for number of shoots, the media combination chosen was BAP 0 + TDZ 0, length for the number of roots and number of leaves, the best media was BAP 1 mg/L + TDZ 0.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Hipotesis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jahe Putih Besar (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.).....	4
2.2 Kultur <i>In Vitro</i>	5
2.3 Media Kultur Jaringan.....	7
2.4 Zat Pengatur Tumbuh.....	8
2.4.1 <i>Benzyl Amino Purin</i> (BAP).....	8
2.4.2 <i>Thidiazuron</i> (TDZ)	9
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Metode Penelitian.....	10

3.3.1	Sterilisasi Alat dan Bahan.....	10
3.3.2	Pembuatan Media	11
3.3.2.1	Pembuatan Larutan Stok.....	11
3.3.2.2	Pembuatan Media MS.....	11
3.3.2.3	Pembuatan Media Perlakuan.....	11
3.3.3	Penanaman.....	12
3.4	Peubah Yang Diamati.....	12
3.5	Rancangan Percobaan.....	13
3.6	Analisis Data	13
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1	Jumlah Tunas.....	14
4.2	Tinggi Tunas.....	15
4.3	Jumlah Akar.....	16
4.4	Panjang Akar	17
4.5	Jumlah Daun	18
BAB V	KESIMPULAN.....	20
5.1	Kesimpulan.....	20
DAFTAR PUSTAKA		21
LAMPIRAN.....		25

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jahe Putih Besar	4
2. Tahapan Kultur Jaringan <i>In Vitro</i>	7
3. Pembentukan akar pada media BAP 0 + TDZ 0 pada 12 MST	17

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rataan Jumlah Tunas dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST	16
2. Rataan Tinggi Tunas dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST	15
3. Rataan Jumlah Akar dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST	16
4. Rataan Panjang Akar dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST	18
5. Rataan Jumlah Daun dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi Media Murashige dan Skoog (MS0).....	25
2. Hasil Analisis Ragam Kombinasi BAP dan TDZ terhadap Jumlah Akar, Jumlah Daun, Jumlah Tunas, Panjang Akar dan Tinggi Tunas.....	26
3. Dokumentasi Penelitian	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jahe putih besar (*Zingiber officinale*) merupakan tanaman rimpang yang dikenal sebagai rempah dan obat herbal berasal dari Asia Selatan, dan sekarang telah tersebar ke seluruh dunia (Aryanta dkk. 2019; Abdul dkk. 2020). Di kawasan Asia, jahe dimanfaatkan sebagai bahan bumbu dan obat tradisional sejak lama. Dengan banyaknya khasiat yang dimiliki oleh jahe, terdapat berbagai macam produk yang dapat diolah dengan bahan dasar jahe. Mulai dari jamu, makanan, minuman, atau obat-obatan. Dari berbagai hasil penelitian, menurut Leach (2017) menyimpulkan bahwa jahe sangat efektif dalam mencegah dan menyembuhkan berbagai penyakit seperti radang sendi dan flu karena mengandung *gingerol* yang bersifat anti-inflamasi dan antioksidan.

Berdasarkan Data Statistik Indonesia Tahun 2021, luas panen jahe pada tahun 2020 mengalami penurunan dari tahun sebelumnya. Luas panen jahe pada tahun 2020 adalah 74.035.924 m² (7.403,6 Ha) menurun dibandingkan luas panen jahe pada tahun 2019 yaitu 80.765.542 m² (8.076,6 Ha). Luas panen jahe tersebut mengindikasikan penawaran jahe rendah dibandingkan permintaannya. Dari segi perdagangan internasional ekspor jahe Indonesia pada tahun 2020 adalah sebesar 2.370,47 ton, dan impor sebesar 19.252,7 ton (Kementrian Pertanian, 2021). Dari data tersebut mengindikasikan bahwa komoditas jahe mengalami penurunan.

Di Indonesia terdapat tiga jenis jahe, yaitu jahe merah, jahe emprit dan jahe gajah (jahe putih besar) yang banyak dibudidayakan secara intensif di daerah Rejang Lebong (Bengkulu), Bogor, Yogyakarta dan Magelang (Aryanta, 2019) karena tanaman jahe putih besar dapat tumbuh subur di tanah basah dengan metode budidaya yang tergolong mudah. Namun, dalam melakukan budidaya jahe putih besar ini terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan baik faktor biotik maupun abiotik

yang terdiri dari, faktor abiotik yaitu tanah dan iklim yang meliputi curah hujan, suhu udara dan intensitas cahaya (Barba dan Michel, 2017).

Tanaman jahe putih besar rentan terkena penyakit busuk rimpang yang disebabkan oleh *Pythium* sp. Tanaman jahe putih besar sulit melakukan pembungaan dan pembentukan biji sehingga peluang untuk terjadinya penyerbukan sendiri sangat kecil (Aryanti dkk. 2015). Oleh karena itu, untuk membantu meningkatkan produksi bibit tanaman jahe selain dilakukan dengan budidaya dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknik kultur *in vitro* atau kultur jaringan. Perbanyak dengan kultur *in vitro* ini menggunakan metode mikropropagasi untuk perbanyak komersial tanaman hortikultura (Erfani dkk. 2017). Sehingga dengan menggunakan teknik *in vitro* dapat menghasilkan tanaman jahe varietas unggul bebas patogen dengan jumlah yang banyak dan identik dengan induknya.

Penelitian ini bertujuan menghasilkan kombinasi perlakuan media BAP dan TDZ terbaik untuk multiplikasi tunas secara *in vitro* jahe putih besar. Adapun beberapa penelitian mengenai pengaruh kombinasi BAP dan TDZ pernah dilakukan oleh Milchi Ayuwira dkk. (2021) dengan hasil pemberian kombinasi BAP dengan konsentrasi 0,3 mg/L dengan TDZ konsentrasi 0,1 mg/L menghasilkan jumlah tunas lebih banyak daripada pemberian BAP dengan konsentrasi 0,3 mg/L tanpa kombinasi TDZ. Selain itu, Jannah dkk. (2021) melakukan penelitian mengenai pengaruh kombinasi BAP dan TDZ pada tanaman pisang dengan hasil pemberian kombinasi BAP 0,3 mg/L dengan TDZ 0,1 mg/L berpengaruh nyata terhadap jumlah pembentukan tunas jika dibandingkan dengan pemberian BAP tanpa kombinasi TDZ.

1.2 Tujuan Penelitian

Menghasilkan kombinasi media terbaik BAP dan TDZ untuk multiplikasi tunas jahe putih besar var Cimanggu 1 secara *in vitro*.

1.3 Manfaat Penelitian

Produksi bibit jahe putih besar var Cimanggu 1 secara *in vitro* menjadi lebih optimal.

1.4 Hipotesis

Penggunaan zat pengatur tumbuh BAP dan TDZ dengan berbagai konsentrasi akan menghasilkan multiplikasi tunas jahe putih besar var Cimanggu 1 terbaik.

BAB II **TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale* Rosc.)

Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale* Rosc.) merupakan salah satu komoditas ekspor rempah-rempah Indonesia dan salah satu bahan baku obat tradisional maupun fitofarmaka yang memberikan peranan cukup berarti dalam penyerapan tenaga kerja dan penerimaan devisa negara. Volume permintaan jahe terus meningkat seiring dengan permintaan produk jahe dunia serta makin berkembangnya industri makanan dan minuman di dalam negeri yang menggunakan bahan baku jahe. Permintaan jahe mengalami peningkatan setiap tahunnya (Rostiana dkk. 2005).



Gambar 1. Jahe Putih Besar
(Sumber: Klikdokter.com)

Jahe putih besar adalah tanaman herba tahunan yang tergolong famili Zingiberaceae, dengan daun berpasang-pasangan dua-dua berbentuk pedang, rimpang seperti tanduk, beraroma, mempunyai rimpang besar berbuku, berwarna putih kekuningan dengan diameter 8-8,5 cm, aroma kurang tajam, tinggi dan panjang rimpang 6-11,3 cm dan 15-32 cm. Warna daun hijau muda, batang hijau muda dengan kadar minyak atsiri 0,8-2,8% (Muchlas dan Slameto, 2008). Berdasarkan ukuran, bentuk dan warna rimpangnya, terdapat 3 jenis jahe yang dikenal, yaitu jahe putih atau kuning besar (jahe badak atau jahe gajah), jahe putih kecil atau empirit,

dan jahe merah (Syukur, 2005). Salah satu varietas unggul jahe putih besar yang telah dilepas yaitu Cimanggu 1, yang rimpangnya berukuran besar (Sukarman, 2013).

Bagian yang terpenting dalam tanaman jahe adalah rhizome (rimpang) yang mengandung berbagai zat seperti gingerol dan oleoresin. Rimpang jahe banyak digunakan sebagai obat gosok untuk penyakit encok, sakit kepala, sakit gigi, malaria, rematik, mengobati kerusakan pada lambung, bahan obat dan bumbu masak. (Syukur, 2005).

2.2 Kultur *In Vitro*

Kultur *in vitro* merupakan teknik perbanyakan yang dilakukan di dalam laboratorium dengan menggunakan media buatan dan dilakukan secara aseptis atau steril. *In vitro* berasal dari bahasa Latin yang berarti ‘di dalam gelas’ (dalam bahasa Inggris ‘*in glass*’), untuk menggambarkan suatu proses biologi yang berlangsung di dalam tabung gelas atau botol kultur, di luar tubuh makhluk hidup (Prasetyorini, 2019; Dwiyani, 2015).

Kultur jaringan tanaman atau disebut juga kultur *in vitro* merupakan suatu metode untuk mengisolasi bagian tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan atau organ tanaman dan menumbuhkannya pada lingkungan aseptic di dalam ruang yang terkontrol. (Dwiyani, 2015; Lestari, 2016). Teknik kultur jaringan berkembang dari adanya teori totipotensi sel yang dikemukakan oleh Schwann dan Schleiden pada tahun 1938. Teori tersebut menyatakan bahwa di dalam masing-masing sel tumbuhan mengandung informasi genetic dan sarana fisiologis tertentu yang memiliki kapasitas untuk beregenerasi membentuk tanaman secara utuh, baik itu awalnya berbentuk sel, jaringan atau irisan organ. (Dwiyani, 2015; Sulistiani dan Yani, 2012).

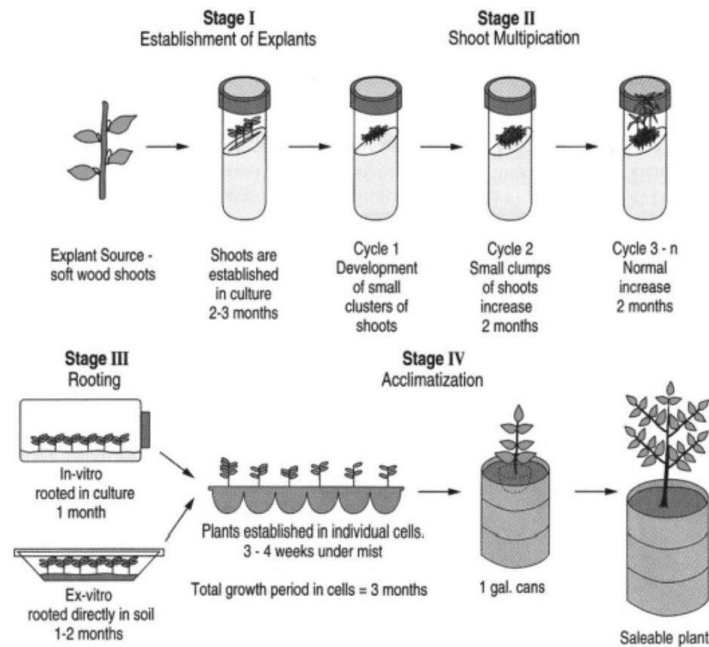
Pada saat ini kultur *in vitro* banyak dikembangkan untuk membantu memperbanyak bibit tanaman, khususnya untuk tanaman yang sulit dikembangbiakkan secara generatif. Dibandingkan dengan perbanyakan bibit secara konvensional seperti dari biji, stek atau cangkok, perbanyakan klonal kultur *in vitro* mempunyai beberapa keunggulan diantaranya, perbanyakan bibit dapat dilakukan

dengan cepat dan dalam skala banyak, kontinuitas ketersediaan bibit akan terjaga sepanjang waktu, tanpa harus menunggu musim berbuah, dan bibit yang dihasilkan akan sama dengan induknya, sehingga tingkat keseragaman pertumbuhan bibit di lapangan sangat tinggi (Sulistiani dan Yani, 2012).

Prinsip utama dari kultur jaringan ini adalah memperbanyak tanaman dengan memakai bagian vegetatif tanaman. Berbeda dari teknik untuk memperbanyak tanaman secara konvensional, teknik kultur jaringan merupakan teknik yang dilakukan dalam kondisi aseptik di dalam sebuah botol kultur dengan medium yang cocok serta pada konsentrasi tertentu. Oleh karena itu, kultur jaringan dikatakan teknik secara *in vitro* (Anitasari dkk. 2018). Dalam kultur jaringan, zat pengatur tumbuh tanaman mempunyai peran penting dalam mengontrol proses-proses biologi dalam jaringan tanaman.

Dengan melihat bahan tanam yang digunakan, maka istilah '*kultur in vitro*' lebih tepat digunakan untuk mikropropagasi dibandingkan 'kultur jaringan' karena yang dikulturkan sangat beragam, bukan hanya jaringan (Dwiyani, 2015).

Tahap-tahap kultur jaringan *in vitro* (Gambar 2.). Tahapan mikropropagasi meliputi 4 tahap yaitu (tahap 1) penanaman atau Induksi dalam keadaan aseptik, (tahap 2) multiplikasi atau memperbanyak tanaman, (tahap 3) perakaran, (tahap 4) aklimatisasi (Henuhili, 2013).



Gambar 2. Tahapan Kultur Jaringan *In Vitro* (Henuhili, 2013)

2.3 Media Kultur Jaringan

Tanaman tumbuh dan berkembang pada media yang memiliki daya dukung yang terkandung di dalamnya. Media buatan untuk kultur jaringan tanaman yang secara fisik dapat berbentuk semi padat atau cair umumnya mengandung semua unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman, sumber karbon (gula), vitamin dan komponen organik lain, serta zat pengatur tumbuh (ZPT) yang diperlukan bagi eksplan untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh (Yusnita, 2015).

Salah satu contoh media dasar yang sering digunakan yaitu Media Murashige dan Skoog (MS, 1962) merupakan media yang sering digunakan dalam teknik kultur kalus dan tunas. Media ini mempunyai konsentrasi garam-garam mineral yang tinggi, dan senyawa N dalam bentuk ammonium dan nitrat. (Anitasari dkk. 2018). Terlampir pada Lampiran 1.

2.4 Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh diperlukan untuk menginduksi pembelahan sel dan morfogenesis. Penggunaan senyawa tersebut tergantung pada tujuan dari penelitian. Dalam penelitian ini zat pengatur tumbuh yang digunakan yaitu BAP dan TDZ dari kelompok sitokinin untuk pembentukan tunas. (Lestari, 2008).

2.4.1 *Benzyl Amino Purin (BAP)*

Zat pengatur tumbuh BAP adalah golongan sitokinin sintetik yang banyak digunakan dalam perbanyakan tanaman secara *in vitro*. walaupun struktur dasarnya sama dengan kinetin akan tetapi lebih efektif bila dibandingkan dengan kinetin karena BAP mempunyai gugus benzyl. BAP mempunyai efektifitas yang cukup tinggi untuk perbanyakan tunas, mudah didapat dan relatif murah dibandingkan dengan golongan sitokinin lainnya dan yang paling efektif untuk merangsang pembentukan tunas. (Sudiyanti dkk. 2017; Lestari, 2008; Maninggolang dan Tilaar, 2018).

Zat pengatur tumbuh juga memegang peran yang penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Yuwono (2012), zat pengatur tumbuh dapat mendukung pertumbuhan suatu tanaman. Penggunaan sitokinin pada media kultur diharapkan dapat mengatasi masalah rendahnya laju pembelahan sel pada tunas tanaman. Penambahan sitokinin BAP berfungsi untuk memacu pembelahan sel, jaringan, organogenesis, menginduksi pembentukan tunas dan proliferasi tunas aksilar (Siti dkk. 2008).

2.4.2 Thidiazuron (TDZ)

TDZ merupakan salah satu sitokinin tipe *phenylurea* sintetik yang memiliki fungsi lebih baik dalam menginduksi tunas diantara sitokinin lain seperti zeatin, *benzylaminopurine*, dan kinetin (Wardiyati, 2018). TDZ menyebabkan pengrusakan dominan apikal, menambah perbanyakan area, dan perpanjangan sel melalui perubahan fisiologis. TDZ menghambat kinerja sitokinin oksidase dan inilah yang menyebabkan proliferasi dari zona meristematik di dalam eksplan (Alvarenga, 2015). Pemberian TDZ yang banyak atau pada konsentrasi tertentu akan menyebabkan perbanyakan tunas, namun tinggi tunas tersebut akan terhambat (Yunita, 2004).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2022 sampai Maret 2023. Penelitian dilakukan di Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen), Cimanggu dan Laboratorium Biologi, FMIPA Universitas Pakuan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu: autoklaf (HVE-50 Hirayama), oven (Memmert UNB 100), timbangan analitik (Shimadzu), pH meter, botol kultur, tutup botol kultur, *hot plate* (Cmag Hs-7 Ika) dan *magnetic stirrer*, gelas ukur, Erlenmeyer, pipet, corong, spatula, gelas ukur, alat tulis, sarung tangan dan lemari es, *laminar air flow cabinet* (LAFC) (Bio-60M), *hand sprayer* yang berisi alkohol 70%, botol kultur ukuran besar yang berisi alkohol 96%, pisau scalpel, pinset, gunting, bunsen, cawan petri, plastik wrap, tissue, dan alat tulis, rak kultur yang dilengkapi pencahayaan menggunakan lampu 1000-1500 lux, dengan suhu AC yang diatur 22-25°C.

Bahan yang digunakan yaitu: biakan jahe putih besar *in-vitro* koleksi Laboratorium Kultur Jaringan, Balai Besar Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, media yang digunakan yaitu media dasar Murashige dan Skoog (MS, 1962), zat pengatur tumbuh BAP dan TDZ, HCl 1 N, NaOH 1 N, air destilasi (aquades), *phytagel* dan gula.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Peralatan berupa botol kultur, pinset, scalpel, cawan petri, gelas ukur, erlenmeyer dan peralatan gelas lainnya disterilkan dengan cara dicuci dengan detergen kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada temperatur 121°C

dengan tekanan 17,5 psi (*pounds per square inch*) selama 15 menit. Setelah tahapan sterilisasi, alat-alat seperti cawan petri, pinset dan scalpel disimpan di dalam oven dengan suhu 150° C sampai alat tersebut digunakan. Sedangkan untuk sterilisasi aquades, aquades di sterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada temperatur 121°C dengan tekanan 17,5 psi selama 30 menit.

3.3.2 Pembuatan Media

3.3.2.1 Pembuatan Larutan Stok

Dalam pembuatan media diperlukan pembuatan larutan stok terlebih dahulu. Hal ini diperlukan untuk meningkatkan akurasi konsentrasi dan mempermudah pembuatan media. Pembuatan larutan stok berdasarkan pengelompokan yaitu larutan stok makro, stok mikro, stok Fe-EDTA, stok vitamin, stok myo-inositol dan stok zat pengatur tumbuh (BAP dan TDZ). Komposisi larutan stok yang digunakan terlampir pada lampiran 1. Larutan stok Fe-EDTA, vitamin, myo-inositol dan stok zat pengatur tumbuh yang telah dibuat kemudian disimpan di dalam lemari es.

3.3.2.2 Pembuatan Media MS

Pembuatan media MS sebanyak 1 liter dapat menggunakan erlenmeyer dengan ukuran 1 liter yang diisi aquadest sebanyak 300 ml terlebih dahulu. Lalu, pengambilan larutan stok untuk 1 liter media MS masing-masing memiliki volume yang berbeda, stok makro 50 mg/L, mikro 10 mg/L, Fe-EDTA 10 mg/L, myo-inositol 10 mg/L, vitamin 1 mg/L dan untuk zat pengatur tumbuh disesuaikan dengan perlakuan yang digunakan.

3.3.2.3 Pembuatan Media Perlakuan

Pembuatan media perlakuan dengan cara penambahan zat pengatur tumbuh pada larutan media dasar MS. Zat pengatur tumbuh yang digunakan adalah golongan sitokinin, yaitu BAP dengan konsentrasi (0, 1, 3, 5 mg/L) dan TDZ dengan konsentrasi (0, 0.1, 0.2 mg/L). Sebelum pemberian perlakuan, larutan MS ditambahkan gula sebanyak 30 gr/L dan diaduk menggunakan *hotplate* dan *magnetic*

stirrer hingga larut, lalu tambahkan aquadest sampai tanda tera, setelah itu tambahkan ZPT BAP dan TDZ sesuai perlakuan, lalu ukur pH menggunakan pH meter sampai pH mencapai 5,78-5,80. Apabila larutan belum menunjukkan nilai pH tersebut, dilakukan penambahan beberapa tetes NaOH 1 N dan HCl 1 N. Kemudian diberikan bubuk agar *pythapel* sebanyak 2,5 gr/L sebagai bahan pematat media. Selanjutnya media dalam botol kultur disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit pada tekanan 17,5 psi.

3.3.3 Penanaman

Kegiatan penanaman dilakukan di dalam LAFC (*Laminar Air Flow Cabinet*) yang sebelumnya sudah dinyalakan Lampu ultraviolet (UV) selama 1 jam dan telah dibersihkan dengan alkohol 70%. Alat-alat yang akan dimasukkan ke dalam LAF disemprot dengan alkohol 70%. Alat logam seperti pinset dan scalpel direndam ke dalam alkohol 96% sebelum digunakan untuk memotong eksplan, lalu dipanaskan diatas bunsen yang menyala.

Eksplan ditanam pada media sesuai perlakuan multiplikasi tunas. Masing-masing 2 eksplan per botol. Eksplan yang digunakan untuk multiplikasi tunas adalah tunas eksplan dengan tinggi 1 cm dengan membersihkan semua daun dan akar yang ada. Lalu, biakan yang ditanam disimpan di dalam ruang penyimpanan kultur dengan suhu 22°C-26°C, kelembaban diatas 80%, dan intensitas penyinaran sebesar ± 1.000 lux selama 16 jam/hari.

3.4 Peubah Yang Diamati

Peubah yang diamati adalah jumlah tunas, tinggi tunas (diukur dari pangkal sampai titik tumbuh), jumlah akar, panjang akar dan jumlah daun yang dilakukan pada setiap pengamatan. Pengamatan dan pengambilan data dilakukan setiap 2 minggu selama 3 bulan.

3.5 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian yaitu Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL Faktorial) dengan dua faktor yaitu faktor pertama pemberian ZPT BAP dan faktor kedua yaitu pemberian ZPT TDZ dengan pola $4 \times 3 \times 15$. Angka 4 merupakan jumlah konsentrasi ZPT BAP yaitu (0,1,3,5 mg/L), angka 3 merupakan jumlah konsentrasi ZPT TDZ yaitu (0, 0,1, 0,2 mg/L) dan angka 15 merupakan jumlah ulangan, sehingga total planlet yang diamati yaitu sebanyak 180 satuan percobaan.

3.6 Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan analisis data kuantitatif untuk mengetahui pengaruh yang diberikan pada percobaan. Secara kuantitatif data dianalisis dengan menggunakan aplikasi SPSS menggunakan analisis varian (ANOVA) dan jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Jumlah Tunas

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian BAP dan TDZ tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas pada 12 MST (Lampiran 2) dan tidak terdapat interaksi antara BAP dan TDZ. Namun, pemberian TDZ 0 memberikan pengaruh nyata jika dibandingkan dengan pemberian TDZ 0,1 mg/L dan TDZ 0,2 mg/L walaupun dengan rata-rata jumlah tunas yang sedikit yaitu 2,8 buah. Tetapi pemberian TDZ 0,1 mg/L menghasilkan rata-rata jumlah tunas terbanyak yaitu 6,42 buah meskipun tidak berbeda nyata. Selain itu, pemberian BAP dengan konsentrasi 0 memberikan hasil yang berbeda nyata dari BAP 3 mg/L dengan rata-rata jumlah tunas 5.73 buah. Rataan jumlah tunas dengan penggunaan hormon BAP dan TDZ disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Jumlah Tunas dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST

BAP (mg/L)	TDZ (mg/L)			Rata-Rata BAP
	0	0,1	0,2	
0	3.20	7.47	6.53	5.73 ^b
1	3.87	6.20	6.13	5.4 ^b
3	1.60	5.33	5.53	4.16 ^a
5	2.53	6.67	7.33	5.51 ^b
Rata-Rata TDZ	2.8 ^a	6.42 ^b	6.38 ^b	

Keterangan: Rataan yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan α 0.05

TDZ yang terdapat pada media berperan dalam merangsang produksi dan menyebabkan sel aktif membelah, sehingga jumlah tunas yang dihasilkan menjadi lebih banyak. (Jannah dkk. 2021). Sesuai dengan penelitian yang dilaksanakan bahwa pemberian TDZ dengan konsentrasi 0,2 mg/L dan BAP 0-5 mg/L meningkatkan jumlah tunas tanaman jahe putih besar. Zat pengatur tumbuh BAP dan TDZ

merupakan dua kelompok sitokinin yang keduanya tidak bekerja sendiri tetapi saling berinteraksi dalam mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan eksplan (Jannah dkk. 2021).

4.2 Tinggi Tunas

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian BAP dan TDZ memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tunas pada 12 MST (Lampiran 2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian media BAP 0 + TDZ 0 dengan rata-rata tinggi tunas 2,56 cm tidak berbeda nyata dengan pemberian media BAP 1 mg/L + TDZ 0 dengan rata-rata 2,86 cm. Namun, pada pemberian media BAP 3 mg/L dan BAP 5 mg/L dengan TDZ 0 tidak berbeda nyata dengan BAP 3 mg/L dan BAP 5 mg/L dengan TDZ 0,1 mg/L tapi terjadi peningkatan tinggi tunas dan pada pemberian media BAP 3 mg/L dan BAP 5 mg/L dengan TDZ 0,2 mg/L tidak berbeda nyata namun mengalami penurunan rata-rata tinggi tunas. Rataan tinggi tunas dengan penggunaan hormon BAP dan TDZ disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan Tinggi Tunas (cm) dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST

BAP (mg/L)	TDZ (mg/L)		
	0	0,1	0,2
0	2.56 ^e	1.73 ^d	1.11 ^{ab}
1	2.86 ^e	1.59 ^{cd}	1.14 ^{ab}
3	0.78 ^a	1.16 ^{ab}	1.08 ^{ab}
5	1.28 ^{bc}	1.32 ^{bc}	1.27 ^{bc}

Keterangan: Rataan yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan α 0.05

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan TDZ dengan konsentrasi 0-0,2 mg/L rata-rata panjang akar yang fluktuatif pada kombinasi media BAP 3 mg/L dan BAP 5 mg/L. Media yang mengandung TDZ dengan konsentrasi 0,2 mg/L dapat menghambat pemanjangan tunas pada eksplan. TDZ biasanya digunakan untuk

menstimulasi proliferasi tunas. Selain itu, pemanjangan tunas yang terhambat oleh TDZ karena tingginya aktivitas sitokinin (Rahimi dkk. 2013).

4.3 Jumlah Akar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian BAP dan TDZ memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah akar pada 12 MST (Lampiran 2). Pemberian BAP 0 + TDZ 0 dengan rata-rata 10.80 buah tidak berbeda nyata dengan pemberian BAP 1 mg/L + TDZ 0 dengan rata-rata 13.73 buah (Tabel 3). Namun, pada pemberian media BAP 3 mg/L + TDZ 0 dengan rata-rata 1.80 buah berbeda nyata dengan BAP 3 mg/L + TDZ 0,1 mg/L dengan rata-rata 6 buah, tapi tidak berbeda nyata dengan pemberian BAP 3 mg/L + TDZ 0,2 mg/L dengan rata-rata 4.80 buah. Selanjutnya pada pemberian media BAP 5 mg/L + TDZ 0 tidak berbeda nyata dengan BAP 5 mg/L + TDZ 0,1 mg/L dan BAP 5 mg/L + TDZ 0,2 mg/L namun hasilnya mengalami peningkatan. Rataan jumlah akar dengan penggunaan hormon BAP dan TDZ disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Jumlah Akar dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST

BAP (mg/L)	TDZ (mg/L)		
	0	0,1	0,2
0	10.80 ^{de}	7.73 ^{cd}	3.13 ^{ab}
1	13.73 ^e	5.20 ^{abc}	4.40 ^{abc}
3	1.80 ^a	6 ^{bc}	4.80 ^{abc}
5	3.73 ^{ab}	4.33 ^{bc}	5.67 ^{bc}

Keterangan: Rataan yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan α 0.05

Jumlah akar pada media yang diberikan TDZ tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hasil penelitian yang didapatkan dari pengaruh perlakuan terhadap jumlah akar menunjukkan bahwa pemberian sitokinin pada konsentrasi rendah dapat menghasilkan

jumlah akar yang banyak (Marlin, 2005). Pembentukan akar pada media BAP 0 + TDZ 0 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembentukan akar pada media BAP 0 + TDZ 0 pada 12 MST

4.4 Panjang Akar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian BAP dan TDZ memberikan pengaruh nyata terhadap panjang akar pada 12 MST (Lampiran 2) dan terdapat interaksi antara BAP dan TDZ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata panjang akar tertinggi pada media BAP 1 mg/L + TDZ 0 yaitu 4,11 cm. Namun, pada pemberian media BAP 3 ml/ L dan BAP 5 ml/ dengan TDZ 0 tidak berbeda nyata dengan BAP 3 ml/ L dan BAP 5 ml/ dengan TDZ 0,1 mg/L tapi terjadi peningkatan rataaan panjang akar dan pada pemberian media BAP 3 ml/ L dan BAP 5 ml/ dengan TDZ 0,2 mg/L tidak berbeda nyata namun mengalami penurunan rataaan panjang akar. Rataan panjang akar dengan penggunaan hormon BAP dan TDZ disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Panjang Akar (cm) dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST

BAP (mg/L)	TDZ (mg/L)		
	0	0,1	0,2
0	2.69 ^{bc}	2.94 ^c	1.31 ^a
1	4.11 ^d	1.76 ^{ab}	1.39 ^a
3	1.31 ^a	1.90 ^{ab}	1.28 ^a
5	1.25 ^a	2.10 ^{abc}	1.42 ^a

Keterangan: Rataan yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan α 0.05

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan TDZ dengan konsentrasi 0-0,2 mg/L menyebabkan terjadinya hasil rataan panjang akar yang fluktuatif pada beberapa perlakuan. Hormon sitokinin dengan konsentrasi yang sesuai berperan dalam meningkatkan pembelahan sel pada proses sitokinesis terutama sintesis RNA dan protein untuk meningkatkan pemanjangan akar (Wattimena, 1998 dalam Sari dkk. 2015).

4.5 Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian BAP dan TDZ memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 12 MST (Lampiran 2). Pada Tabel 5, pemberian media kombinasi BAP 1 mg/L + TDZ 0 dengan rataan 15.73 helai berbeda nyata dengan media kombinasi BAP 0 + TDZ 0 dengan rataan 10.20 helai. Namun, tidak berbeda nyata dengan media perlakuan BAP 5 mg/L + TDZ 0,1 mg/L dengan rataan 11.60 helai dan media perlakuan BAP 5 mg/L + TDZ 0,2 mg/L dengan rataan 11.13 helai. Dalam penelitian yang dilaksanakan terlihat bahwa semakin tinggi pemberian BAP maka jumlah daun semakin menurun. Namun, pemberian TDZ pada konsentrasi 0,2 mg/L mengalami peningkatan meskipun tidak berbeda nyata. Rataan jumlah daun dengan penggunaan hormon BAP dan TDZ disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Jumlah Daun dengan Media Penambahan Hormon BAP dan TDZ pada 12 MST

BAP (mg/L)	TDZ (mg/L)		
	0	0,1	0,2
0	10.20 ^{cde}	14.93 ^{ed}	6.33 ^{abc}
1	15.73 ^f	10 ^{cde}	9.07 ^{bcd}
3	1.80 ^a	10.80 ^{cde}	7.93 ^{bcd}
5	4.33 ^{ab}	11.60 ^{def}	11.13 ^{cdef}

Keterangan: Rataan yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan α 0.05

BAP merupakan sitokinin yang memiliki peran penting dalam mengatur pembelahan sel dan merangsang pertumbuhan daun, sehingga jumlah daun bertambah (Widiastoety, 2014). Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilaksanakan bahwa pemberian BAP dengan konsentrasi 1 mg/L menghasilkan jumlah daun terbanyak. Namun, semakin tinggi kadar BAP yang digunakan menyebabkan terjadinya penurunan jumlah daun. Hal tersebut sesuai dengan penelitian pada kultur *in vitro* *Anthurium* yang diduga, konsentrasi 2 ppm BAP ini cukup optimal untuk mendukung pembentukan daun pada eksplan, sedangkan kenaikan konsentrasi BAP menjadi 4 ppm justru menghambat kemunculan daun (Yuniastuti dkk. 2010). Kombinasi media TDZ dengan konsentrasi 0,2 mg/L dengan penambahan konsentrasi BAP yang berbeda meningkatkan jumlah daun meskipun tidak berbeda nyata. Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Murgayanti dkk. 2021) pada tanaman temu putih dengan pemberian TDZ 1.5 ppm menghasilkan rata-rata jumlah daun yang lebih banyak dibanding perlakuan dengan sitokinin jenis BAP dengan konsentrasi 2 ppm.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposisi media terbaik untuk multiplikasi tunas jahe putih besar (*Zingiber officinale*), untuk tinggi tunas dan jumlah akar BAP 1 mg/L + TDZ 0 dan BAP 0 + TDZ 0, untuk jumlah tunas kombinasi media yang dipilih yaitu BAP 0 + TDZ 0, dan untuk panjang akar dan jumlah daun media terbaik BAP 1 mg/L + TDZ 0.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, J. A., Posangi, J., Womor, P. M., dan Bara, R. R. 2020. Uji Efek Daya Hambat Jamur Endofit Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Rosc) Terhadap Bakteri *Stapylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biomedik*, 12 (2): 88-93.
- Alvarenga, I. C. A., S. T. Silva, S. K. V. Bertolucci, J. E. B. P. Pinto, dan F. V. Pacheo. 2015. *Aplication of Thidiazuron (TDZ) dor In vitro Multiplication of Yarrow (Achillea milefolium L.) and Profile of Volatile Compounds, Volume 9(10). Australian Journal of Crop Science.*
- Anitasari, S. D., Sari, D. N. K., Astarini, I. A., dan Defiani, M. R. 2018. *Dasar Teknik Kultur Jaringan* (edisi 1). Yogyakarta. Indonesia: Deepublish.
- Ariyanto, S. E. 2010. Kajian Fenotipe Tanaman Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale* var. officinarum) Akibat Perlakuan Kolkisin. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 3 (1):1-17.
- Arti, L. T. dan Mukarlina. 2017. Multiplikasi Anggrek Bulan (*Dendrobium* sp.) Dengan Penambahan Ekstrak Taoge Dan Benzyl Amino Purine (BAP) Secara In Vitro. *Protobiont*. 6 (3) : 278 – 282.
- Aryanta, I. W. R. 2019. Manfaat Jahe Untuk Kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 1 (2): 40. Universitas Hindu Indonesia.
- Aryanti, I., Bayu, E. V., dan Kardhinata, E.M. 2015. Identifikasi Karakteristik Morfologis dan Hubungan Kekeabatan pada Tanaman Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) di Desa Dolok Saribu Kabupaten Simalungun. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3 (3): 963-975.
- Ayuwira, M., Hidayat, M., dan Hendri, Y. 2021. Pengaruh Kombinasi BAP (*Benzylamino purin*) dan TDZ (*Thidiazuron*) terhadap Pertumbuhan Tunas Tanaman Pisang Kepok Tanjung (*Musa acuminata balbisiana*) melalui Kultur *In Vitro*. *Jurnal Ar-raniry*. 20-25.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Produksi Tanaman Biofarmaka (Obat) 2019-2021*. URL: <https://www.bps.go.id/indicator/55/63/1/produksi-tanaman-biofarmaka-obat-.html> (Diakses pada tanggal 18 Februari 2023).
- Dwiputra, K.O. 2020. Ini Bedanya Manfaat Jahe Merah, Jahe Putih, dan Jahe Emprit. URL: <https://www.klikdokter.com/gaya-hidup/diet-nutrisi/ini-bedanya-manfaat-jahe-merah-jahe-putih-dan-jahe-emprit> (Diakses pada tanggal 12 Mei 2023).
- Dwiyani, R. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman*. Pelawan Sari. Denpasar: Bali. Hal:1-74.

- Erfani, M., Miri, S. M., and Imani. A. 2017. *In Vitro Shoot Proliferation and Rooting of Garnem Rootstock as Influenced by Basal Media, Plant Growth Regulators and Carbon Sources. Plant Cell Biotechnol Mol Biol.*18 (3&4):101–9.
- Henuhili, Victoria. 2013. *Kultur Jaringan Tanaman*. Jurdik Biologi. Yogyakarta. Hal: 25.
- Jannah, N.R., Hidayat, M., dan Hendri, Y. 2021. Pengaruh Kombinasi BAP (*Benzylamino purin*) dan TDZ (*Thidiazuron*) terhadap Pertumbuhan Tanaman Pisang Cavendish (*Musa acuminata cavendish*) melalui Kultur *In Vitro*. *Jurnal Ar-raniry*. 30.
- Karti, P. D. M. H, Wijayanti, I., dan Pramadi, S. D. 2020. Teknik Aklimatisasi Pada Tanaman Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) Dengan Perbedaan Media Tanam Dan Sifat Tumbuh. *Journal of Tropical Forage Science*. 10 (1): 46-52.
- Leach, J. 2017. *11 Proven Health Benefits of Ginger*. URL: <https://www.healthline.com/nutrition/11-proven-benefits-of-ginger> (Diakses tanggal 28 September 2022).
- Lestari, E. G. 2016. *Pemuliaan Tanaman Melalui Induksi Mutasi Dan Kultur In Vitro*. Jakarta, Indonesia: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hal: 29.
- Lestari, E. G. 2008. *Kultur Jaringan*. Bogor. Indonesia: AkaDemia. Hal: 11-27.
- Lestari, R. D., Hanifah, U., Resky, D. A., dan Risma, R. 2022. Kajian Permintaan dan Penawaran Jahe di Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 6 (3): 1098-1108.
- Maninggolang, A., Tilaar, J. S. P.-M. W., & Abstract. 2018. Pengaruh Bap (*Benzyl Amino Purine*) Dan Air Kelapa Terhadap Pertumbuhan Tunas Pucuk Dan Kandungan Sulforafan Brokoli (*Brassica Oleracea L. Var. Italica Plenck*) Secara *In-Vitro* Alfrida. *Agri-Sosioekonomi Unsrat*, 14(1), 439–450. <https://doi.org/10.24127/aj.v14i1.4298>.
- Marlin. 2005. Regenerasi *In Vitro* Planlet Jahe Bebas Penyakit Layu Bakteri Pada Beberapa Taraf Konsentrasi 6-*Benzyl Amino Purine* (BAP) Dan 1-*Naphthalene Acetic Acid* (NAA). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 7 (1): 8-14.
- Muchlas., dan Slameto. 2008. *Teknologi Budidaya Jahe*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian: 1-23.
- Murgayanti., Putri, A.A., dan Nuraini, A. 2021. Multiplikasi Tunas Tanaman Temu Putih Pada Berbagai Jenis Karbohidrat dan Sitokinin Secara *In Vitro*. *Jurnal Kultivasi*, 20 (3): 189-194.

- Oktavia, F., Stevanus, C. T., dan Dessailly, F. 2020. Optimasi Kondisi Suhu dan Kelembaban serta Pengaruh Media Tanam Terhadap Keberhasilan Aklimatisasi Tanaman Karet Asal Embriogenesis Somatik. *Jurnal Penelitian Karet*. 38 (1): 1-16.
- Prasetyorini, MS. 2019. *Buku Ajar Kultur Jaringan*. Bogor: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pakuan. Hal:1-134.
- Pratap, S., R. 2017. Ginger: A Potential Nutraceutical, An Updated Review. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9 (9):1227-1238.
- Rahimi, S., Naderi, R., Ghaemaghani, S.A., Kalatejari, S., and Farham, B. 2013. Study on Effects of Different Plant Growth Regulators Types In Shoot Regeneration and Node Formation of Sutsuki Azalea (*Rhododendron indicum*): a Commercially Important Bonsai. *Procedia Engineering*, 59: 240-246.
- Rostiana, O.; N, Bermawiee dan M, Rahardjo. 2005. *Budidaya Tanaman Jahe*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika. Sirkuler No. 11.
- Sari, D. I., Suwirman., Nasir, N. 2015. Pengaruh Konsentrasi Thidiazuron (TDZ) dan Arang Aktif pada Sub Kultur Tunas Pisang Kepok Hijau (*Musa paradisiaca* L.). *Journal of Natural Science*, 4 (3): 280-288.
- Sepdian, L. A., V. K. Sari., R. Wardana. 2017. Induksi Tunas Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) pada Beberapa Jenis Sitokinin. *Seminar Nasional Hasil Penelitian*. 978-602-14917-5-1.
- Siti, D.H.Hoesen, Witjaksono dan L.A Sukamto. 2008. Induksi Kalus dan Organogenesis Kultur In Vitro Dendrobium lineale Rolfe. *J. Berita Biologi* 9 (3) : 333-342.
- Sopacua, B. N. H., dan Koibur, M. 2017. Pengaruh Pengairan dan Pengaturan Populasi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*) di Lahan Kampus STPP Manokwari Kabupaten Manokwari. *Jurnal Triton*, 8 (2): 95-100.
- Sudiyanti, S., Rusbana, T. B., dan Susiyanti. 2017. Inisiasi Tunas Kokoleceran (*Vatica bantamensis*) pada Berbagai Jenis Media Tanam Dan Konsentrasi BAP (*Benzyl Amino Purine*) secara *In Vitro*. *Jurnal Agro*, 4 (1): 1-14.
- Sulistiani, E., dan Yani, S. A. 2012. *Produksi Bibit Tanaman Dengan Menggunakan Teknik Kultur Jaringan*. Jakarta. Indonesia: SEAMEO BIOTROP: 1-56.
- Syukur, C. 2005. *Pembibitan Tanaman Obat*. (Cetakan 1). Jakarta. Indonesia: Penebar Swadaya: 1-123.

- Wardiyati, I. D. P. T. 2018. Pengaruh Pemberian Thidiazuron (Tdz) Terhadap Pertumbuhan Tunas Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr.) Cv. 'Smooth Cayyene' Asal Mahkota Buah The. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6 (1), 9–15. <https://doi.org/10.2527/8452>.
- Waryastuti, D. E., Setyobudi, L., dan Wardiyati, T. 2017. Pengaruh Tingkat Konsentrasi 2,4-D dan BAP Pada Media MS Terhadap Induksi Kalus Embriogenik Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5 (1): 140-149.
- Widiastoety, D. 2014. Pengaruh Auksin dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek Mokara. *Jurnal Hortikultura*, 24 (3): 230-238.
- Yuniastuti, E., Praswanto., dan Harminingsih, I. 2010. Pengaruh Konsentrasi BAP Terhadap Multiplikasi Tunas Anthurium (*Anthurium andraeanum* Linden) Pada Beberapa Media Dasar Secara *In Vitro*. *Ceraka Tani*, 25 (1): 2-7.
- Yunita, R. 2004. *Multiplikasi Tunas Melinjo (Gnetum gnemon) Secara In Vitro*. *Agricultural Science and Technology Journal*, 3 (1): 1-8.
- Yusnita. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman Sebagai Teknik Penting Bioteknologi Untuk Menunjang Pembangunan Pertanian*. Aura Publishing. Bandar Lampung. Indonesia. Hal: 30-40.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Media Murashige dan Skoog (MSO)

Nama	Bahan kimia	Komposisi (mg/l)	Penimbangan untuk 1 liter stok	Pemipetan untuk 1 liter media
Stok A	NH ₄ NO ₃	1650	165 g	10 ml
	KNO ₃	1900	190 g	
	CaCl ₂ .2H ₂ O	440	44 g	
	MgSO ₄ .7H ₂ O	370	37 g	
	KH ₂ PO ₄	170	17 g	
Stok B	H ₃ BO ₃	6,2	0,62 g	10 ml
	KI	0,83	0,083 g	
	MnSO ₄ .H ₂ O	16,9	1,69 g	
	ZnSO ₄ .7H ₂ O	8,6	0,86 g	
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025	0,0025 g	
	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,25	0,025 g	
	CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025	0,0025 g	
Stok C	FeSO ₄ .7H ₂ O	27.8	2.78 g	10 ml
	Na ₂ EDTA	37.3	3.73 g	
Stok D	Myo-Inositol			10 ml
	Vitamin			1 ml
	Gula		30 g	Langsung ditimbang
	<i>Phytigel</i>		2,5 g	

Lampiran 2. Hasil Analisis Ragam Kombinasi BAP dan TDZ terhadap Jumlah Akar, Jumlah Daun, Jumlah Tunas, Panjang Akar dan Tinggi Tunas
Jumlah Akar

	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
2 MST	Corrected Model	6.061 ^a	11	.551	1.417	.169
	Intercept	7.606	1	7.606	19.557	.000
	TDZ	4.044	2	2.022	5.200	.006
	BAP	.506	3	.169	.433	.729
	TDZ * BAP	1.511	6	.252	.648	.692
	Error	65.333	168	.389		
	Total	79.000	180			
	Corrected Total	71.394	179			
8 MST	Corrected Model	1605.044 ^a	11	145.913	21.200	.000
	Intercept	1986.689	1	1986.689	288.656	.000
	TDZ	429.511	2	214.756	31.203	.000
	BAP	358.689	3	119.563	17.372	.000
	TDZ * BAP	816.844	6	136.141	19.781	.000
	Error	1156.267	168	6.883		
	Total	4748.000	180			
	Corrected Total	2761.311	179			
12 MST	Corrected Model	1865.044 ^a	11	169.549	9.036	.000
	Intercept	6360.556	1	6360.556	338.971	.000
	TDZ	274.478	2	137.239	7.314	.001
	BAP	445.711	3	148.570	7.918	.000
	TDZ * BAP	1144.856	6	190.809	10.169	.000
	Error	3152.400	168	18.764		
	Total	11378.000	180			
	Corrected Total	5017.444	179			

Jumlah Daun

	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
2 MST	Corrected Model	.150 ^a	11	.014	.818	.622
	Intercept	.050	1	.050	3.000	.085
	TDZ	.033	2	.017	1.000	.370
	BAP	.061	3	.020	1.222	.303
	TDZ * BAP	.056	6	.009	.556	.765
	Error	2.800	168	.017		
	Total	3.000	180			
	Corrected Total	2.950	179			
8 MST	Corrected Model	357.928 ^a	11	32.539	4.424	.000
	Intercept	2427.339	1	2427.339	330.001	.000
	TDZ	11.744	2	5.872	.798	.452
	BAP	113.261	3	37.754	5.133	.002
	TDZ * BAP	232.922	6	38.820	5.278	.000
	Error	1235.733	168	7.356		
	Total	4021.000	180			
	Corrected Total	1593.661	179			
12 MST	Corrected Model	2648.044 ^a	11	240.731	6.376	.000
	Intercept	16207.022	1	16207.022	429.262	.000
	TDZ	505.478	2	252.739	6.694	.002
	BAP	570.044	3	190.015	5.033	.002
	TDZ * BAP	1572.522	6	262.087	6.942	.000
	Error	6342.933	168	37.756		
	Total	25198.000	180			
	Corrected Total	8990.978	179			

Jumlah Tunas

	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
2 MST	Corrected Model	54.133 ^a	11	4.921	8.213	.000
	Intercept	135.200	1	135.200	225.632	.000
	TDZ	1.233	2	.617	1.029	.360
	BAP	5.378	3	1.793	2.992	.033
	TDZ * BAP	47.522	6	7.920	13.218	.000
	Error	100.667	168	.599		
	Total	290.000	180			
	Corrected Total	154.800	179			
8 MST	Corrected Model	93.244 ^a	11	8.477	5.147	.000
	Intercept	1596.089	1	1596.089	969.191	.000
	TDZ	44.878	2	22.439	13.626	.000
	BAP	32.844	3	10.948	6.648	.000
	TDZ * BAP	15.522	6	2.587	1.571	.158
	Error	276.667	168	1.647		
	Total	1966.000	180			
	Corrected Total	369.911	179			
12 MST	Corrected Model	622.000 ^a	11	56.545	7.619	.000
	Intercept	4867.200	1	4867.200	655.831	.000
	TDZ	518.433	2	259.217	34.928	.000
	BAP	68.044	3	22.681	3.056	.030
	TDZ * BAP	35.522	6	5.920	.798	.573
	Error	1246.800	168	7.421		
	Total	6736.000	180			
	Corrected Total	1868.800	179			

Panjang Akar

	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
2 MST	Corrected Model	16.299 ^a	11	1.482	8.117	.000
	Intercept	5.778	1	5.778	31.655	.000
	TDZ	11.556	2	5.778	31.655	.000
	BAP	1.581	3	.527	2.887	.037
	TDZ * BAP	3.162	6	.527	2.887	.011
	Error	30.666	168	.183		
	Total	52.743	180			
	Corrected Total	46.964	179			
8 MST	Corrected Model	49.900 ^a	11	4.536	8.070	.000
	Intercept	192.200	1	192.200	341.906	.000
	TDZ	11.664	2	5.832	10.375	.000
	BAP	11.228	3	3.743	6.658	.000
	TDZ * BAP	27.008	6	4.501	8.007	.000
	Error	94.440	168	.562		
	Total	336.540	180			
	Corrected Total	144.340	179			
12 MST	Corrected Model	129.146 ^a	11	11.741	8.330	.000
	Intercept	690.704	1	690.704	490.049	.000
	TDZ	33.803	2	16.902	11.992	.000
	BAP	31.021	3	10.340	7.336	.000
	TDZ * BAP	64.323	6	10.720	7.606	.000
	Error	236.789	168	1.409		
	Total	1056.640	180			
	Corrected Total	365.936	179			

Tinggi Tunas

	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
2 MST	Corrected Model	.000 ^a	11	.000	.	.
	Intercept	.000	1	.000	.	.
	TDZ	.000	2	.000	.	.
	BAP	.000	3	.000	.	.
	TDZ * BAP	.000	6	.000	.	.
	Error	.000	168	.000		
	Total	.000	180			
	Corrected Total	.000	179			
8 MST	Corrected Model	22.332 ^a	11	2.030	16.057	.000
	Intercept	168.587	1	168.587	1333.372	.000
	TDZ	5.735	2	2.867	22.678	.000
	BAP	6.607	3	2.202	17.419	.000
	TDZ * BAP	9.990	6	1.665	13.168	.000
	Error	21.241	168	.126		
	Total	212.160	180			
	Corrected Total	43.573	179			
12 MST	Corrected Model	63.679 ^a	11	5.789	21.032	.000
	Intercept	401.109	1	401.109	1457.276	.000
	TDZ	15.620	2	7.810	28.375	.000
	BAP	22.926	3	7.642	27.765	.000
	TDZ * BAP	25.133	6	4.189	15.218	.000
	Error	46.241	168	.275		
	Total	511.030	180			
	Corrected Total	109.921	179			

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian

