



**RESPON EKSPLAN SETENGAH BIJI KEDELAI VARIETAS TAHAN
TANAH KERING MASAM TERHADAP HIGROMISIN
SECARA *IN VITRO***

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
program Studi Biologi

Oleh

Durroh Rizania
4411410007

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2015

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 26 Januari 2015



Durroh Rizania
4411410007

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

RESPON EKSPLAN SETENGAH BIJI KEDELAI VARIETAS
TAHAN TANAH KERING MASAM TERHADAP HIGROMISIN
SECARA *IN VITRO*

disusun oleh

Durroh Rizania
4411410007

Telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES
pada tanggal 26 Januari 2015.

Panitia Ujian:



Ketua
Prof. Dr. Wiyanto, M.Si
196310121988031001

Sekretaris

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Andin Irsadi'.

Andin Irsadi, S.Pd., M.Si
197403102000031001

Ketua Penguji

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Krispinus'.

Drs. Krispinus Kedati Pukan, M.Si
195507311985031002

Anggota Penguji/
PembimbingI

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ulung Anggraito'.

Dr. Y. Ulung Anggraito, M.Si
196404271990031003

Anggota Penguji/
PembimbingII

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lina Herlina'.

Dra. Lina Herlina, M.Si
196702071992032001

PRAKATA

Mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Respon Eksplan Setengah Biji Kedelai Varietas Tahan Tanah Kering Masam terhadap Hgromisin secara *In Vitro*”.

Dalam menyusun skripsi penulis menyadari masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan penulis. Namun dengan segala upaya, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberi izin penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Ketua Jurusan Biologi yang memudahkan jalan penulis dalam menyusun skripsi.
3. Dr. Y. Ulung Anggraito, M.Si, selaku dosen pembimbing I atas bimbingan, pengarahan dan dorongannya selama ini.
4. Dra. Lina Herlina, M.Si, selaku dosen pembimbing II untuk dukungan dan perhatiannya.
5. Drs. Krispinus Kedati Pukan, M.Si, selaku dosen penguji untuk waktu dan kesabaran yang sangat berarti, sehingga penulisan skripsi ini menjadi lebih baik.
6. Bapak Ibu dosen dan seluruh staf pengajar Jurusan Biologi, untuk ilmu yang diberikan pada penulis.
7. Segenap pengurus Laboratoium Biologi FMIPA UNNES atas bantuannya.
8. Keluargaku tercinta Bapak Zaenal Mustaqim, Ibu Khaeriyah, Adik Rusyda Diana dan Faradilla Astuti, serta saudara di rumah untuk kasih sayang, doa, dan dukungannya.
9. Agus Purwanto, S.Si yang selama ini menemani, memberi semangat, dukungan serta doa untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman Botani dan Biologi 2010, untuk kebersamaan yang indah dan menyenangkan.

11. Mas Gayuh dan Mbak Nida, untuk dukungan dan bimbingan di ruang kultur serta kesabarannya mengajari penulis mengolah data.
12. Sahabat Kos Merah Atas dan Oda untuk semangat, kebersamaan dalam suka maupun duka.
13. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari akan ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini, maka segala kritik maupun saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, Januari 2015

Penulis

ABSTRAK

Rizania, D. 2014. Respon Eksplan Setengah Biji Kedelai Varietas Tahan Kering Masam terhadap Higromisin secara *In Vitro*. Skripsi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Y. Ulung Anggraito, M.Si. dan Pembimbing Pembantu Dra. Lina Herlina, M.Si.

Penggunaan kedelai sebagai bahan baku makanan terus meningkat. Untuk itu peningkatan produksi kedelai perlu mendapat perhatian dari berbagai pihak terutama pemerintah, petani, atau pihak swasta yang terkait. Salah satu peningkatan produksi kedelai dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan kering masam, sehingga diperlukan varietas yang toleran terhadap cekaman lahan masam. Perakitan tanaman kedelai toleran terhadap lahan masam bisa dilakukan melalui transformasi genetik. Proses seleksi *in vitro* pasca transformasi genetik dengan higromisin bertujuan untuk membedakan eksplan yang mengalami transformasi dan yang tidak. Setiap tanaman mempunyai batas toleransi yang berbeda-beda terhadap higromisin.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah varietas kedelai (var. Argomulyo, var. Burangrang, var. Anjasmoro, var. Ijen, var. Sinabung), faktor kedua adalah konsentrasi higromisin (0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l). Data penelitian berupa data kuantitatif dengan parameter jumlah eksplan yang hidup, hari muncul tunas, dan jumlah tunas. Data kualitatif perubahan warna eksplan dianalisis secara deskriptif. Pengambilan data dihitung dari awal pertumbuhan hingga akhir penelitian selama 30 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas kedelai dan konsentrasi higromisin berpengaruh terhadap parameter jumlah eksplan yang hidup, hari muncul tunas, dan jumlah tunas. Eksplan kedelai varietas tahan tanah kering masam masing-masing memiliki respon dan ketahanan yang berbeda-beda terhadap higromisin sesuai dengan konsentrasi yang digunakan. Terjadi perubahan eksplan dari awal berwarna putih berubah menjadi hijau kemudian berwarna hijau kekuningan dan selanjutnya menjadi hijau kecoklatan lalu hijau kehitaman.

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa konsentrasi optimal higromisin yang diperlukan untuk menseleksi eksplan setengah biji kedelai varietas tahan tanah kering masam yaitu pada parameter jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas adalah konsentrasi 15 mg/l pada semua varietas.

Kata kunci: higromisin, kedelai var. tahan tanah kering masam, secara *in vitro*.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Penegasan Istilah.....	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Botani Tanaman Kedelai.....	5
B. Tanaman Toleran Cekaman Lahan Masam	8
C. Higromisin	9
D. Kultur <i>In Vitro</i>	12
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	14
B. Variabel Penelitian.....	14
C. Rancangan Penelitian.....	15
D. Prosedur Penelitian	15
E. Metode Pengumpulan Data dan Analisis Data	18
F. Analisis Data.....	19

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	20
B. Pembahasan.....	28
BAB V. PENUTUP	
A. Simpulan	33
B. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik biji kedelai varietas tahan tanah kering masam.....	7
2. Konsentrasi optimal higromisin	11
3. Pengamatan pada tiap taraf perlakuan.....	19
4. Rerata pengamatan jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas pada tiap taraf perlakuan.	20
5. Perubahan warna eksplan pada tiap taraf perlakuan	21
6. Ringkasan uji Anava dua jalan untuk pengaruh varietas dan konsentrasi pada peubah jumlah eksplan yang hidup	22
7. Uji DMRT varietas kedelai untuk peubah jumlah eksplan yang hidup.....	22
8. Uji DMRT konsentrasi higromisin untuk peubah jumlah eksplan yang hidup.....	22
9. Uji DMRT kombinasi varietas kedelai dan konsentrasi higromisin untuk peubah jumlah eksplan yang hidup.....	23
10. Ringkasan uji Anava dua jalan untuk pengaruh varietas dan konsentrasi pada peubah jumlah tunas.....	24
11. Uji DMRT varietas kedelai untuk peubah jumlah tunas.....	24
12. Uji DMRT konsentrasi higromisin untuk peubah jumlah tunas.	24
13. Uji DMRT kombinasi varietas kedelai dan konsentrasi higromisin untuk peubah jumlah tunas.....	25
14. Ringkasan uji Anava dua jalan untuk pengaruh varietas dan konsentrasi pada peubah hari muncul tunas.....	26
15. Uji DMRT konsentrasi higromisin untuk peubah hari muncul tunas.	26
16. Uji DMRT kombinasi varietas kedelai dan konsentrasi higromisin untuk peubah hari muncul tunas.	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Biji dikotil	5
2. Eksplan kotiledon.....	6
3. Kedelai varietas tahan tanah kering masam	8
4. Struktur molekul higromisin	10
5. Struktur molekul BAP.....	13

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pengamatan rerata pada parameter jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, hari muncul tunas, dan perubahan warna eksplan dengan berbagai kombinasi perlakuan.....	39
2. Rekap pengambilan data eksplan kedelai terhadap konsentrasi higromisin dengan berbagai kombinasi perlakuan.....	43
3. Hasil anava dua jalan dan uji DMRT untuk pengaruh interaksi perlakuan varietas kedelai dengan konsentrasi higromisin pada peubah jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas dengan perhitungan SPSS 22.....	48
4. Hasil anava dua jalan dan uji DMRT untuk pengaruh interaksi perlakuan varietas kedelai dengan konsentrasi higromisin pada peubah jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas.....	56
5. Dokumentasi penelitian.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Untuk memenuhi kebutuhan pangan yang selalu meningkat sesuai dengan bertambahnya penduduk, usaha peningkatan produksi pangan menjadi prioritas utama dalam pembangunan pertanian. Kedelai (*Glycine max* L.) adalah salah satu komoditas pangan utama setelah padi dan jagung (Zakaria 2010). Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kesejahteraan masyarakat, beragamnya penggunaan kedelai terutama sebagai bahan baku makanan terus meningkat dari tahun ke tahun. Produksi kedelai sebesar 847,16 ribu ton sementara kebutuhannya sekitar 1,96 juta ton (BPS 2013).

Secara nasional lahan rawa dan lahan kering sangat luas, dari total lahan sebanyak 58 juta hektar hanya sekitar 18% lahan pertanian Indonesia yang tergolong subur (Barus 2013). Semakin menyempitnya lahan pertanian subur karena banyak digunakan sebagai pemukiman, perkantoran, maupun fasilitas umum lainnya perlunya ada usaha peningkatan produksi pangan dengan cara yang lain seperti memanfaatkan lahan kering masam.

Upaya pemanfaatan lahan kering masam umumnya kurang efektif untuk tanaman pangan karena tingkat kesuburannya rendah (Trustinah *et al.* 2009). Salah satu cara yang efektif adalah mengembangkan varietas toleran tanah kering masam. Pemerintah telah berupaya meningkatkan produksi kedelai melalui perluasan areal tanam dan peningkatan produktivitas dengan penerapan teknologi tepat guna, di antaranya varietas unggul berpotensi hasil tinggi (Balitkabi 2008).

Perakitan tanaman kedelai dengan varietas unggul dapat dilakukan menggunakan teknik kultur jaringan atau kultur *in vitro* (Slamet 2011). Perakitan tanaman kedelai tahan tanah kering masam dengan rekayasa genetika bisa dilakukan melalui transformasi genetik. Hal ini dapat ditempuh dengan penggunaan bantuan *Agrobacterium tumefaciens* dalam transformasi tanaman

karena lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode lain (Arencibia *et al.* 1998). Proses seleksi bertujuan untuk membedakan eksplan yang tertransformasi dan yang tidak tertransformasi.

Tanaman kedelai yang adaptif pada kondisi tersebut adalah kedelai toleran terhadap lahan kering masam yang dapat diperoleh melalui seleksi. Seleksi secara *in vitro* tanaman kedelai terhadap sel-sel transforman merupakan faktor dalam keberhasilan transformasi genetik. Seleksi bertujuan untuk memisahkan sel transforman dan sel non transforman. Seleksi sel-sel transforman dilakukan secara *in vitro* menggunakan antibiotik sebagai agen seleksi (Arencibia *et al.* 1998).

Seleksi yang umum dilakukan biasanya menggunakan antibiotik misalnya higromisin. Dalam proses transformasi telah disisipkan gen yang tahan terhadap antibiotik higromisin sebagai penanda seleksi. Eksplan kedelai yang tertransformasi akan mampu bertahan dalam media yang mengandung antibiotik higromisin, sedangkan yang tidak tertransformasi akan mengalami kematian. Gen yang umum digunakan dalam proses transformasi adalah gen *hpt* yang menyandi enzim *hygromycin fosfotransferase*. Beberapa vektor ekspresi menggunakan gen *hptII* dalam T-DNANYa supaya dapat menghasilkan enzim *hygromycin phosphotransferase* seperti pC1301H (Mulyaningsih *et al.* 2010), pCambia1301 (Liberty *et al.* 2009), pRQ6 (Pardal *et al.* 2004).

Setiap tanaman mempunyai batas toleransi yang berbeda-beda terhadap higromisin. Hal tersebut tergantung pada genotip eksplan, jenis eksplan, dan jenis antibiotik. Penggunaan eksplan setengah biji yang dihilangkan aksis embrionya lebih efisien dalam proses transformasi menggunakan *Agrobacterium* (Paz *et al.* 2006).

Adanya informasi mengenai konsentrasi optimum ketika tahap seleksi *in vitro* terutama pada kedelai varietas tahan tanah kering masam sangat diperlukan. Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana respon eksplan kedelai varietas tahan tanah kering masam terhadap higromisin, serta berapakah konsentrasi higromisin yang optimal untuk kedelai varietas tahan tanah kering masam.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas rumusan permasalahan penelitian yang diajukan:

1. Bagaimana respon eksplan setengah biji kedelai varietas tahan tanah kering masam terhadap higromisin?
2. Berapakah konsentrasi optimal higromisin yang diperlukan untuk proses seleksi *in vitro* kedelai varietas tahan tanah kering masam?

C. Penegasan Istilah

a. Eksplan

Eksplan adalah bagian dari sel, jaringan, atau organ tanaman yang digunakan dalam teknik kultur jaringan (Dodds & Roberts 1985). Eksplan yang digunakan adalah setengah biji dari kedelai varietas tahan tanah kering masam (Argomulyo, Burangrang, Anjasmoro, Ijen, dan Sinabung) yang berasal dari Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI), Unit Pengelolaan Benih Sumber (UPBS) Malang Jawa Timur. Eksplan setengah biji didapatkan dari biji kedelai setelah diimbibisi, kemudian dihilangkan kulit arinya dan dibelah menjadi dua serta dihilangkan embrionya.

b. Higromisin

Higromisin adalah antibiotik golongan aminoglikosida yang dihasilkan oleh *Streptomyces hygroscopicus*. Higromisin bekerja dengan cara menghambat sintesis protein yang menyebabkan kesalahan translokasi pada ribosom 80S (Bashir *et al.* 2004). Adanya antibiotik higromisin menyebabkan mRNA mengalami salah translokasi sehingga penerjemahannya menjadi lebih atau kurang dari tiga basa yang dibutuhkan.

c. Kultur *in vitro*

Kultur jaringan tanaman merupakan teknik menumbuhkan bagian tanaman, baik berupa sel, jaringan, atau organ dalam kondisi aseptik secara *in vitro* (Dodds & Roberts 1985). Perbedaan komposisi media dapat

mengakibatkan perbedaan pertumbuhan dan perkembangan eksplan yang ditumbuhkan secara *in vitro*. Media Murashige and Skoog (MS) sering digunakan karena cukup memenuhi unsur hara makro, mikro, dan vitamin untuk pertumbuhan tanaman.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis respon eksplan setengah biji kedelai varietas tahan tanah kering masam terhadap higromisin.
2. Menentukan konsentrasi optimal higromisin untuk proses seleksi kedelai varietas tahan tanah kering masam.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai konsentrasi optimal higromisin yang diperlukan pada proses seleksi *in vitro* proses transformasi terhadap kedelai varietas tahan tanah kering masam sehingga dapat dijadikan referensi untuk penelitian transformasi kedelai.

BAB II

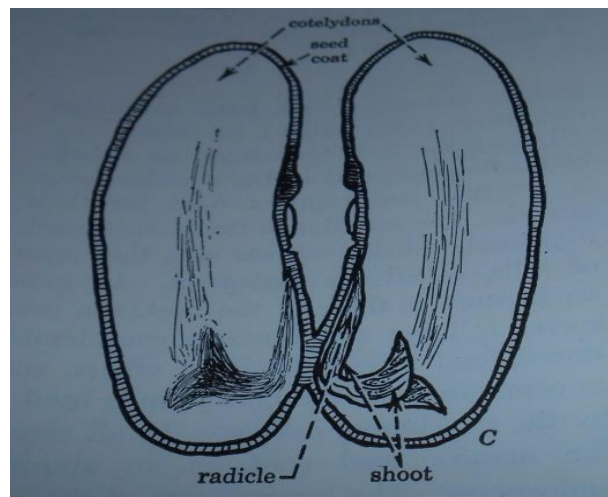
TINJAUAN PUSTAKA

A. Botani Tanaman Kedelai

Kedelai (*Glycine max* L.) adalah salah satu komoditas pangan bergizi tinggi sebagai sumber protein nabati dan rendah kolesterol dengan harga terjangkau (Atman 2006). Komoditas ini kaya protein nabati yang diperlukan untuk meningkatkan gizi masyarakat, aman dikonsumsi, dan harganya murah. Kebutuhan akan kedelai terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk.

Produksi kedelai pada tahun 2013 diperkirakan 847,16 ribu ton biji kering (BPS 2013). Tingginya tingkat kebutuhan kedelai tidak diimbangi dengan tingginya tingkat produksi kedelai secara nasional sehingga pemerintah harus melakukan impor kedelai untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Mayoritas kedelai impor dunia dipasok oleh Amerika Serikat (AS) dan sisanya dari negara Amerika Latin, seperti Brazil dan Argentina (Amaliyah 2013).

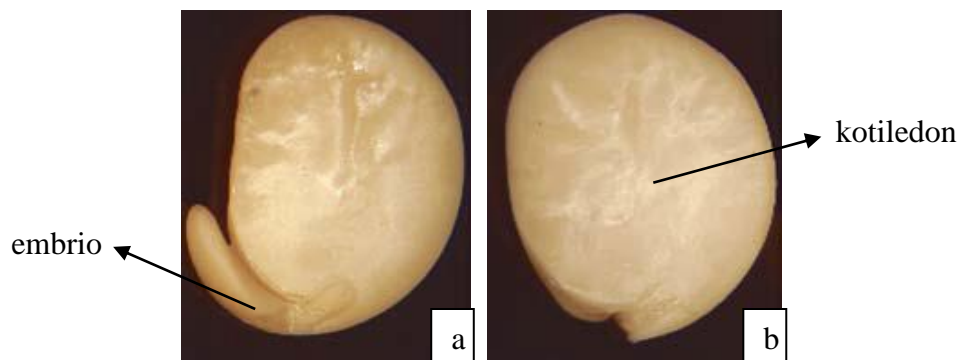
Produksi kedelai tahun 2013 yang relatif besar diperkirakan terjadi di Provinsi Nusa Tenggara Barat, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Jawa Barat, dan Sulawesi Tengah.



Gambar1. Biji dikotil (Robbins *et al.* 1957).

Biji kedelai berkeping dua terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu kulit biji dan embrio (Gambar 1). Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam, atau putih. Pada ujung hilum terdapat

mikrofil, berupa lubang kecil yang terbentuk pada saat proses pembentukan biji. Eksplan setengah biji didapatkan dari biji kedelai setelah diimbibisi, kemudian dihilangkan kulit arinya dan dibelah menjadi dua serta dihilangkan embrionya (Gambar 2). Penggunaan eksplan biji setengah lebih efisien karena tidak adanya embrio menyebabkan kotiledon mengalami fase istirahat sehingga memudahkan *Agrobacterium* dalam melakukan infeksi (Paz *et al.* 2006). Beberapa penelitian yang menggunakan eksplan biji setengah antara lain Paz *et al.* (2006), Ko *et al.* (2004), dan Mariashibu *et al.* (2013).



Gambar 2. (a) Eksplan kotiledon dengan embrio, (b) Eksplan biji setengah dengan embrio yang dihilangkan (Paz *et al.* 2006).

Biji kedelai tidak mengalami masa dormansi sehingga setelah proses pembentukan biji selesai, biji kedelai dapat langsung ditanam. Namun demikian, biji tersebut harus mempunyai kadar air berkisar 12-13%. Embrio terletak di antara keping biji. Warna kulit biji bermacam-macam ada yang kuning, hijau, coklat, dan hitam (Tabel 1). Bentuk biji kedelai umumnya bulat lonjong, ada yang bundar atau bulat agak pipih. Besar biji bervariasi, tergantung varietas (Gambar 3).

Varietas unggul yang memiliki produktivitas tinggi dan mempunyai sifat ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik serta karakteristik yang sesuai dengan permintaan pasar adalah modal utama dalam upaya meningkatkan produksi dan pendapatan petani (Atman 2006). Menurut Adisarwanto (2008), ukuran dan warna biji kedelai tidak sama, tetapi sebagian besar berwarna kuning dengan ukuran biji kedelai dapat digolongkan dalam tiga kelompok, yaitu berbiji kecil (<10 g/100 biji), berbiji sedang (10-12 g/100 biji), dan berbiji besar (13 g/100 biji). Untuk memenuhi kebutuhan kedelai, diperlukan

upaya peningkatan produksi dalam negeri melalui penggunaan varietas unggul yang berpotensi hasil tinggi dan mutu bijinya sesuai untuk produk olahan tertentu.

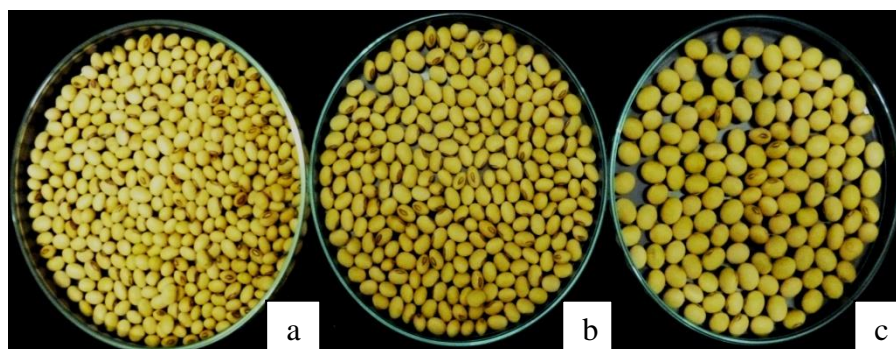
Tabel 1. Karakteristik biji kedelai varietas tahan tanah kering masam.

Karakteristik	Varietas				
	Ijen	Sinabung	Argomulyo	Anjasmoro	Burangrang
Hasil (t/ ha)	2,49 t/ha	2,16 t/ha	2,0 t/ha	2,25 t/ha	2,5 t/ha
Warna kulit biji	kuning	kuning	kuning	kuning	kuning
Warna polong masak	coklat tua	coklat	coklat muda	coklat muda	coklat muda
Umur panen	83 hari	88 hari	82 hari	92,5 hari	82 hari
Bentuk biji	lonjong	lonjong	lonjong	lonjong	lonjong
Bobot 100 biji	11,23 g	10,68 g	16,0 g	15,3 g	17 g
Kandungan protein	36,4 %	46,0 %	39,4 %	42,1 %	39 %

Sumber: Balitkabi (2005).

Kedelai dapat tumbuh ditanah yang agak masam akan tetapi pada pH yang terlalu rendah bisa menimbulkan keracunan Al. Konsentrasi Al yang cukup tinggi pada tanah masam (pH di bawah 4,7) dapat menghambat pertumbuhan beberapa spesies, tidak hanya karena efeknya yang mengurangi ketersediaan fosfat, tapi juga karena penghambatan penyerapan besi dan karena efek beracun secara langsung terhadap metabolisme tumbuhan (Salisbury & Ross 1995).

Berikut contoh penggolongan kedelai berdasarkan ukuran biji:



Gambar 3. Kedelai varietas tahan tanah kering masam. (a) berbiji kecil, (b) berbiji sedang, (c) berbiji besar (Dokumentasi Pribadi).

B. Tanaman Toleran Cekaman Lahan Masam

Tanaman selalu dihadapkan pada berbagai cekaman lingkungan baik biotik maupun abiotik. Cekaman biotik disebabkan oleh serangan hama, penyakit, dan gulma, sedangkan cekaman abiotik disebabkan oleh kekeringan, salinitas, suhu tinggi, suhu rendah, dan tanah masam. Cekaman abiotik tersebut juga mempengaruhi produktivitas tanaman. Penurunan areal tanam berpengaruh terhadap luas areal panen, sedangkan areal panen menentukan besarnya produksi kedelai yang dihasilkan. Upaya untuk meningkatkan produksi komoditas pertanian dapat ditempuh melalui perluasan lahan dan peningkatan produktivitas (Yunita 2009).

Peningkatan produksi pertanian di Indonesia termasuk kedelai, dilakukan melalui usaha intensifikasi, ekstensifikasi, diversifikasi, dan rehabilitasi. Dalam usaha ekstensifikasi, penggunaan lahan-lahan pertanian akan bergeser dari lahan yang subur ke lahan-lahan marginal (Yuniati 2004). Lahan kering masam umumnya memiliki pH rendah (<5,5), lahan tersebut memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah, serta kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni, peka erosi, dan miskin elemen biotik (Trustinah *et al.* 2009). Kelarutan Al yang tinggi dapat meracuni tanaman kedelai (Atman 2006).

Gejala umum keracunan Al adalah terhambatnya pertumbuhan akar sebagai akibat terhambatnya pemanjangan sel. Kendala utama dalam pemanfaatan tanah masam adalah kandungan aluminium yang tinggi dengan reaksi tanah masam sekitar 3,5-5 (Mariska *et al.* 2004). Adanya pH rendah juga

dapat mempengaruhi pembukaan stomata (Zhang *et al.* 2011).

Keracunan Al adalah hambatan dalam produksi pertanian di tanah masam. Strategi toleransi merupakan mekanisme tanaman agar ion Al trivalen dapat masuk dalam aliran simplas namun kemudian dikelat dalam suatu kompleks atau diisolasi dalam organel tertentu sehingga tidak berbahaya bagi metabolisme sel. Adapun pengaruh tanah masam terhadap tanaman kedelai yaitu pertumbuhannya menjadi kerdil, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor mendasar yang secara langsung menyebabkan pertumbuhan kerdil adalah akibat keracunan aluminium, kekurangan magnesium dan molibdenum.

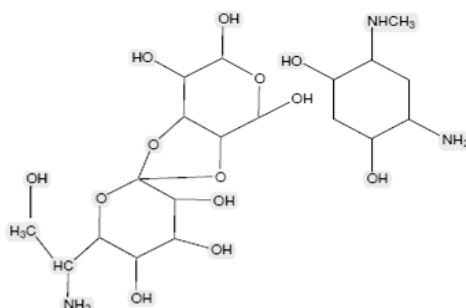
Ketersediaan hara esensial di lahan masam tersebut tergolong rendah. Oleh karena itu, agar kedelai dapat tumbuh baik perlu ditanam varietas yang toleran terhadap kemasaman tanah, sehingga akarnya mampu tumbuh baik dan dapat menyerap hara dan air sesuai kebutuhan (Harsono 2008).

C. Higromisin

Antibiotik adalah senyawa yang dihasilkan oleh suatu organisme dan dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan organisme lain (Glick & Pasternak 1998). Jenis agen atau bahan yang digunakan untuk seleksi tergantung pada gen seleksi yang digunakan (Amirhusin 2004). Salah satu antibiotik yang digunakan sebagai agen seleksi adalah higromisin. Higromisin adalah antibiotik aminoglikosida yang diproduksi dari *Sreptomycetes hygroscopicus*. Gen *hpt* menyandikan enzim hygromycin phosphotransferase yang digunakan sebagai agen seleksi untuk mengetahui terintegrasinya T-DNA *Agrobacterium* ke dalam genom tanaman, sehingga hanya tanaman transgenik yang dapat hidup di media tumbuh yang mengandung antibiotik higromisin (Christou *et al.* 1991).

Antibiotik higromisin bekerja dengan cara menghambat sintesis protein yang menyebabkan kesalahan translokasi pada ribosom 80S (Bashir *et al.* 2004). Dengan adanya antibiotik maka mRNA mengalami salah translokasi sehingga penerjemahannya menjadi lebih atau kurang dari tiga basa yang dibutuhkan. Eksplan kedelai yang ditumbuhkan pada media seleksi

mengandung 15 mg/l higromisin tidak mampu bertahan hidup, hal itu ditunjukkan dengan eksplan kalus berwarna coklat, proliferasi lambat, dan tidak adanya kalus embriogenik yang dibentuk (Pardal *et al.* 2004).



Gambar 4. Struktur molekul higromisin (Pardo *et al.* 1985).

Efektivitas sistem ketahanan antibiotik terutama tergantung pada bahan seleksinya (*selective agent*) yang harus sepenuhnya menghambat pertumbuhan sel-sel yang tidak tertransformasi dan juga terhadap jenis eksplan maupun tumbuhan yang digunakan, karena masing-masing memiliki ketahanan yang berbeda (Tabel 2). Seleksi tanaman transgenik dilakukan dengan menumbuhkan sel, jaringan atau organ, seperti biji, pada media yang mengandung antibiotik. Sel, jaringan, atau organ yang hidup atau lolos dari seleksi adalah tanaman yang berpotensi membawa gen yang tertransformasi.

Tabel 2. Konsentrasi optimal higromisin.

Tanaman	Jenis eksplan	Konsentrasi higromisin	Sumber
Kedelai cv. Jack	kotiledon muda	25 mg/l	Ko <i>et al.</i> 2004
Kedelai cv. Pusa	kotiledon muda	20 mg/l	Mariashibuet <i>al.</i> 2013
Kedelai var. Wilis	embrio muda	15 mg/l	Pardal <i>et al.</i> 2004
Kedelai var. Grobogan dan Tanggamus	buku kotiledon	15 mg/l	Anggraito 2013
Kedelai var. Lumut dan slamet		10 mg/l	
Kedelaicv. Jack	embrio kotiledon muda	10 mg/l	Ko & Korban 2004

Keberhasilan transformasi genetik melibatkan interaksi antara sistem seleksi sel atau jaringan transforman, dan kontrol terhadap vektor yang digunakan dalam transformasi yaitu *Agrobacterium*. *Agrobacterium*

tumefaciens adalah bakteri tanah yang secara genetik dapat memindahkan (mentransfer) gen ke tanaman. Penggunaan *Agrobacterium tumefaciens* dalam proses transformasi pada tanaman lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode lain (Arencibia *et al.* 1998). Menurut Opabode (2006), efisiensi transformasi menggunakan *Agrobacterium tumefaciens* dalam pembentukan tanaman transgenik sangat tergantung dari beberapa hal di antaranya adalah genotipe tanaman, strain *Agrobacterium*, vektor plasmid biner, senyawa penginduksi gen Vir, komposisi medium transformasi, dan suhu lingkungan.

Transformasi genetika dengan *Agrobacterium tumefaciens* adalah cara transformasi tidak langsung. Keuntungan transformasi dengan *Agrobacterium tumefaciens* antara lain ialah secara teknis pengulangan percobaan memberikan hasil serupa, relatif lebih murah, jumlah salinan gen sedikit, kemungkinan terjadi perubahan susunan DNA kecil karena gen asing terlindungi oleh pembatas T-DNA, dan tanaman transgenik bersifat fertil (Hiei *et al.* 1997).

D. Kultur *In Vitro*

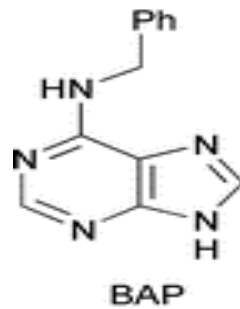
Perakitan varietas unggul kedelai dengan bioteknologi dapat dilakukan dengan menggunakan teknik kultur jaringan atau kultur *in vitro*. Kondisi fisiologis eksplan berperan penting dalam keberhasilan teknik kultur jaringan, sehingga salah satu cara memperoleh bibit bermutu tinggi dapat dilakukan dengan perbanyakan tanaman secara *in vitro* atau kultur jaringan. Penggunaan teknik kultur jaringan dapat menghasilkan bibit dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif singkat, selain itu tidak tergantung pada iklim dan musim (Yuwono 2006).

Media kultur adalah salah satu faktor penentu keberhasilan perbanyakan tanaman secara kultur jaringan. Berbagai komposisi media kultur telah diformulasikan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dikulturkan (Yusnita 2003). Medium yang sering digunakan untuk sebagian besar spesies tanaman yang termasuk dikotil maupun monokotil adalah medium Murashige and Skoog (MS). Tanaman membutuhkan unsur hara untuk melakukan proses metabolisme, terutama pada masa vegetatif. Diharapkan unsur yang terserap dapat digunakan untuk

mendorong pembelahan sel dan pembentukan sel-sel baru guna membentuk organ tanaman seperti akar, batang, dan daun yang lebih baik sehingga dapat memperlancar proses fotosintesis (Rizqiani *et al.* 2007).

Kebutuhan hara tumbuhan yang dikulturkan pada dasarnya sama dengan kebutuhan hara tumbuhan di tanah yaitu meliputi hara makro dan hara mikro. Hara makro adalah unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah banyak meliputi N, P, K, S, Ca, Mg, dan hara mikro adalah unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit meliputi Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo, dan Co. Unsur-unsur tersebut harus ada dalam bentuk garam agar dapat dilarutkan dalam air. Unsur-unsur makro biasanya diberikan dalam bentuk NH_4NO_3 , KNO_3 , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, dan KHPO_4 . Unsur mikro biasanya diberikan dalam bentuk $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , KI, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, dan $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Keberhasilan dalam kultur jaringan sangat tergantung pada media yang digunakan dan zat pengatur tumbuh karena tidak semua eksplan tanaman dapat tumbuh dalam media tanam. Masing-masing eksplan membutuhkan media tanam yang sesuai berdasarkan pertumbuhan dan perkembangan (Sofia *et al.* 2005). Dalam kultur jaringan zat pengatur tumbuh (ZPT) sangat diperlukan sebagai komponen medium bagi pertumbuhan dan diferensiasi sel. Zat pengatur tumbuh adalah senyawa lain yang memiliki karakteristik sama dengan hormon, tetapi diproduksi secara eksogen (Zulkarnain 2009) sedangkan menurut Davies (2002), ZPT adalah senyawa organik yang secara alami disintesis oleh tanaman dan mempengaruhi proses-proses fisiologis pada konsentrasi rendah. Salah satu ZPT yang biasa digunakan adalah golongan sitokinin.



Gambar 5. Struktur molekul BAP (Salisbury & Ross 1995).

Sitokinin adalah senyawa yang dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Jenis sitokinin yang digunakan adalah Benzyl Amino Purin karena selain harganya relatif murah, efektivitasnya juga tinggi (Yusnita 2003). Menurut Prawiranata *et al.* (1981), bahwa proses-proses utama yang dipacu oleh sitokinin yaitu pembelahan sel dan pembesaran sel serta hilangnya dormansi yang diikuti dengan tumbuhnya tunas.

Sitokinin sangat berpengaruh terhadap pembesaran kotiledon biji yang sedang berkecambah. Pembesaran kotiledon tersebut dimulai dengan munculnya radikula yang ada di dalam embrio yang selanjutnya diikuti perkembangan tunas yang pada akhirnya menjadi kecambah atau hasil pertumbuhan dan perkembangan biji. Adanya sitokinin dapat memicu munculnya tunas-tunas pada kotiledon.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Jurusan Biologi FMIPA UNNES.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Juni-Oktober tahun 2014.

B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada tiga variabel yaitu: variabel bebas, variabel tergantung, dan variabel kendali.

1. Variabel bebas

a. Eksplan kedelai (varietas Argomulyo, Burangrang, Anjasmoro, Ijen, dan Sinabung).

b. Konsentrasi higromisin 0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l.

2. Variabel tergantung berupa pertumbuhan eksplan dengan parameter:

a. Jumlah eksplan yang hidup.

b. Hari muncul tunas.

c. Jumlah tunas.

d. Perubahan warna eksplan.

3. Variabel kendali

a. Medium MS + BAP 4 mg/l + Vitamin B5 dengan pH 5,8.

b. Suhu ruang inkubasi 25-26 °C.

c. Pencahayaan dengan 1 lampu TL 40 Watt.

C. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua variabel bebas, variabel pertama adalah varietas kedelai yang terdiri atas lima taraf yaitu:

V1 = var. Argomulyo

V2 = var. Burangrang

V3 = var. Anjasmoro

V4 = var. Ijen

V5 = var. Sinabung

Variabel kedua adalah konsentrasi higromisin yang terdiri atas lima taraf yaitu:

K1 = 0 mg/l

K2 = 10 mg/l

K3 = 15 mg/l

K4 = 20 mg/l

K5 = 25 mg/l

Dari kedua faktor tersebut didapatkan 5 (eksplan kedelai) x 5 (konsentrasi higromisin) x 5 (ulangan) = 125 botol yang diamati. Satu unit penelitian adalah satu botol kultur dengan lima eksplan kedelai varietas tahan tanah kering masam yang menggunakan eksplan setengah biji. Pengulangan dalam perlakuan di dapatkan dari perhitungan ulangan sesuai aturan dalam statistika yaitu $(p-1) \times (r-1) \geq 16$, dengan p adalah jumlah perlakuan dan r adalah banyaknya ulangan. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dikarenakan satuan percobaan homogen, serta percobaan yang dilakukan di dalam laboratorium.

D. Prosedur penelitian

1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, botol kultur, tisu, *petridish*, pinset, skalpel dan pisau, batang pengaduk, gelas ukur, beker glass, *laminar air flow* (LAF) yang dilengkapi dengan lampu UV, *blower* dan lampu pijar, membran filter, pipet, pH meter, tube, tip, dan mikropipet.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksplan kedelai varietas tahan tanah kering masam yang berasal dari Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbu-umbian (BALITKABI) Unit Pengelolaan Benih Sumber (UPBS) Malang Jawa Timur. Bahan yang lain adalah akuades, alkohol, 5,25% NaClO, larutan NaOH 10%, sukrosa 30 gram/l, agar 7 gram/l, media MS caisson 4,33 gram/l, BAP 4 mg/l, stok vitamin B5 1000x 1ml/l, higromisin dengan konsentrasi 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l.

2. Sterilisasi alat, media, dan higromisin

Alat dan media yang akan disterilkan dimasukkan kedalam autoklaf kemudian disterilisasi pada suhu 121°C, untuk alat selama 1 jam sedangkan untuk media selama 20 menit. Higromisin disterilkan dengan menggunakan membran filter dengan ukuran 0,22 µm.

3. Sterilisasi eksplan

Biji kedelai varietas tahan tanah kering masam disterilisasi di dalam LAF dengan menggunakan alkohol 70% selama 15 menit, 5,25% NaClO selama 15 menit, dan kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak 3x masing-masing selama 5 menit. Kemudian biji diimbibisi selama ±16 jam. Biji kedelai setelah diimbibisi, dihilangkan kulit arinya dan dibelah menjadi dua serta dihilangkan embrionya. Setelah dicuci dengan akuades kemudian dikeringkan pada kertas tisu steril untuk ditanam dalam media.

4. Persiapan Media

a. Pembuatan Media MS + BAP

Mencampurkan media MS 4,33 gram/l, gula pasir 30 gram/l, BAP 4 mg/l, vitamin B5 1 ml/l, kemudian menambahkan akuades hingga volume mencapai 1 liter dan mengaduknya hingga larutan tersebut menjadi homogen. Sambil mengaduknya, dilakukan pengukuran pH dengan pH meter. Bila larutan terlalu asam maka ditambah dengan larutan NaOH 1 N dan bila terlalu basa maka ditambah dengan larutan HCl 1 N hingga pH nya mencapai 5,8. Memanaskan larutan media tersebut kemudian masukan agar sebanyak 7 gram/l mengaduknya hingga homogen. Setelah mendidih, menuangkan media tersebut kedalam

bottle yang sudah steril dan sudah diberi label dengan keterangan perlakuan dan tanggal pembuatan kemudian menutup dengan tutup botol serta melakukan sterilisasi media.

b. Pembuatan Media MS + BAP + Higromisin

Pada pembuatannya sama seperti media MS + BAP, kemudian sebelum menuangkan media ke dalam botol terlebih dahulu media disterilisasi. Pada suhu sekitar 50⁰C ditambah dengan higromisin di dalam LAF sesuai dengan konsentrasi sampai semua homogen, selanjutnya menuangkan media ke dalam botol yang sudah steril dan sudah diberi label dengan keterangan perlakuan dan tanggal pembuatan kemudian menutup dengan tutup botol.

c. Pembuatan Larutan Higromisin

Membuat larutan stok higromisin 50 mg/ml dengan cara menimbang 1 gram higromisin kemudian dilarutkan dalam akuades steril sampai 20 ml. Perlakuan konsentrasi higromisin 10 mg/l dibuat dengan mengambil 200 µl dari larutan stok higromisin untuk 1 liter media. Perlakuan konsentrasi higromisin 15 mg/l dibuat dengan mengambil 300 µl dari larutan stok higromisin untuk 1 liter media. Perlakuan konsentrasi higromisin 20 mg/l dibuat dengan mengambil 400 µl dari larutan stok higromisin untuk 1 liter media. Perlakuan konsentrasi higromisin 25 mg/l dibuat dengan mengambil 500 µl dari larutan stok higromisin untuk 1 liter media.

5. Penanaman Eksplan

Eksplan yang steril dipindahkan ke media perlakuan di dalam LAF, sebelumnya LAF disterilisasi dengan sinar UV selama 1 jam dan didiamkan selama 30 menit terlebih dahulu, setiap botol terdiri atas lima eksplan kedelai.

6. Inkubasi

Inkubasi eksplan dilakukan di ruang inkubasi dengan suhu dan cahaya terkontrol. Dalam tahap ini eksplan yang sudah ditanam di media disimpan di rak penyimpanan dengan suhu ruang inkubasi terjaga sehingga mendukung perkembangan eksplan. Suhu yang digunakan adalah 25-26⁰C

serta diberi cahaya lampu TL 40 watt dan mengamati setiap perlakuan seminggu satu kali selama 4 minggu.

E. Metode pengumpulan data

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati satu per satu eksplan yang telah ditanam. Waktu pengambilan data tergantung pada data yang akan diambil. Cara kerja pengambilan data tersebut adalah dengan parameter sebagai berikut.

(1) Data jumlah eksplan yang hidup

Jumlah eksplan yang hidup diamati dari awal ditanam sampai akhir penelitian selama 30 hari. Eksplan kedelai pada awalnya akan berwarna putih hingga hijau kemudian yang mengalami kematian akan berwarna kuning dan coklat. Kotiledon yang menunjukkan gejala nekrotik menunjukkan kepekaan terhadap higromisin, sebaliknya kotiledon yang segar toleran terhadap higromisin.

(2) Data jumlah tunas

Eksplan yang membentuk tunas diamati waktu tumbuh pertama sampai akhir penelitian selama 30 hari. Pada eksplan yang membentuk tunas akan muncul calon-calon tanaman baru pada kotiledonnya, sehingga jumlah kotiledon yang membentuk tunas dapat diketahui.

(3) Data hari muncul tunas

Hari munculnya tunas diamati ketika eksplan pertama kali tumbuh tunas. Beberapa calon-calon tanaman baru (tunas) akan muncul pada kotiledon tiap eksplan. Perhitungan hari muncul tunas dihitung ketika tunas mulai berukuran kira-kira 0,5 cm, sehingga waktu munculnya tunas paling banyak dapat diketahui pada hari ke berapa yang paling optimal.

(4) Perubahan warna eksplan

Perubahan warna eksplan diamati dari awal eksplan ditanam sampai akhir penelitian. Perubahan warna eksplan dari hijau segar, kekuningan, kecoklatan, hingga berwarna hitam.

Adapun model tabel data penelitian dapat digambarkan sebagai berikut.

Tabel 3. Pengamatan pada tiap taraf perlakuan.

Perlakuan	Ulangan	Jumlah eksplan yang hidup	Jumlah tunas	Hari muncul tunas	Perubahan warna eksplan
V1K1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
V1K2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Dst

Keterangan:

V (1-5): varietas kedelai (var. Argomulyo, var. Burangrang, var. Anjasmoro, var. Ijen, var. Sinabung).

K (1-5): konsentrasi higrumisin 0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l.

Perlakuan di ulang sebanyak lima kali.

F. Analisis Data

Data jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, hari muncul tunas kemudian dianalisis menggunakan Anava dua jalan untuk melihat pengaruh perlakuan. Apabila hasil uji Anava dari setiap perlakuan signifikan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99% untuk menganalisis perbedaan pengaruh antar kombinasi taraf perlakuan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22. Data perubahan warna eksplan dianalisis secara deskriptif.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan uraian pembahasan tersebut, dapat ditarik simpulan sebagai berikut.

1. Eksplan kedelai varietas tahan tanah kering masam masing-masing memiliki respon dan ketahanan yang berbeda-beda terhadap higromisin sesuai dengan konsentrasi yang digunakan. Terjadi perubahan eksplan dari awal berwarna putih berubah menjadi hijau kemudian berwarna hijau kekuningan dan selanjutnya menjadi hijau kecoklatan lalu hijau kehitaman.
2. Konsentrasi optimal higromisin yang diperlukan untuk menyeleksi eksplan setengah biji kedelai varietas tahan tanah kering masam yaitu pada parameter jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas adalah konsentrasi 15 mg/l pada semua varietas.

B. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, konsentrasi untuk proses seleksi yang paling optimal adalah sesuai dengan kesimpulan di atas dan juga perlu di tentukan konsentrasi BAP yang di gunakan agar dapat tumbuh tunas secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto. 2008. *Budidaya Kedelai Tropika*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Amirhusin B. 2004. Perakitan tanaman transgenik tahan hama. *J Litbang Pertanian*. 23(1): 1-7.
- Amaliyah R. 2013. Mengimpor kedelai: Perlukah terus dilanjutkan?(Pengaruh liberalisasi perdagangan terhadap perkedelaaian Indonesia). *Global & Policy*. 1(1): 19-30.
- Anggraito YU. 2013. Tanggap eksplan beberapa varietas kedelai terhadap berbagai konsentrasi higromisin dalam kultur *in vitro*. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA. FMIPA UNY. Yogyakarta, 18 Mei 2013. Hlm 48-55.
- Arencibia A, Gentinetta E, Cuzzoni E, Castiglione S, Kohli A, Vain P, Leech M, Christou P, and Sala F. 1998. Molecular analysis of the genome of transgenic rice (*Oryza sativa* L.) plants produced via particle bombardment or intact cell electroporation. *Mol Breeding*. 4: 99–109.
- Asrar A. 2013 Pengaruh ukuran benih terhadap produksi, viabilitas dan vigor dari dua varietas kedelai (*Glycine Max* (L) Merrill. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Atman. 2006. Budidaya kedelai di lahan sawah Sumatera Barat. *J Ilmiah Tambua*. 5(3): 288-296.
- 2006. Pengelolaan tanaman kedelai di lahan kering masam. *J Ilmiah Tambua*. 5(3): 281-287.
- [BALITKABI] Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2005. *Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- [BALITKABI] Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2008. *Mutu kedelai nasional lebih baik dari kedelai impor*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2013. *Berita Resmi Statistik*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Barus J. 2013. Soybeans deployment potentialand cultivation at suboptimal land in Lampung. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung. Palembang, 20-21 September 2013. Hlm 1-12.

- Bashir K, Rafiq M, Fatima T, Husnain T, and Riazuddin S. 2004. Hygromycin based selection of transformants in a local inbred line of *Zea Mays* (L.). *PJBS*. 7(3): 318-323.
- Braun R, and Bennett Dj. 2001. Antibiotic resistance in genetically modified (GM) crops. *EFB Task Group on Pub Prec of Biotec*. 10:1-4.
- Christou P, Ford TL, and Kofron M. 1991. Production of transgenic rice (*Oryza sativa* L.) plants from agronomically important indica and japonica into immature zygotic embryos. *Biotechnol*. 9: 957-966.
- Cooper J. 2004. Hygromycin: Antibiotic for gene transfer. 6 hlm. <http://www.hygromycin.com>.
- Davies PJ. 2002. *Plant Hormone: Physiology, Biochemistry, and Molecular Biology*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. 833 hal.
- Dodds JH, and Roberts LW. 1985. *Experiments in plant tissue culture*. Second edition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gaol ML, & Fox JED. 2009. Pengaruh variasi ukuran biji terhadap perkecambahan *Acacia fauntleroyi* (Maiden) Maiden and Blakely. *Berk. Penel. Hayati*. 14: 153–160.
- George EF, and Sherington PD. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Exegetics Limited. England.
- Glick BR and Pasternak JJ. 1998. *Molecular Biotechnology: Principles and Application of Recombinant DNA*. Second edition. Washington, DC: ASM Pr.
- Harsono A. 2008. Strategi pencapaian swasembada kedelai melalui perluasan areal tanam di lahan kering masam. *Iptek Tanaman Pangan*. 3(2): 244-257.
- Hiei Y, Komari T, and Kubo T. 1997. Transformation of rice mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. *Plant Mol Bio*. 35: 205–218.
- Ko TS, and Korban SS. 2004. Enhancing the frequency of somatic embryogenesis following *Agrobacterium*-mediated transformation of immature cotyledons of soybean [*Glycine max* (L.) merrill.]. *Biol Plant*. 40: 552–558.
- Ko TS, Lee S, and Korban SKFSS. 2004. A partially disarmed *vir* helper plasmid, pKYRT1, in conjunction with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid promotes emergence of regenerable transgenic somatic embryos from immature cotyledons of soybean. *Planta*. 218: 536–541.
- Lakitan B. 1995. *Dasar-dasar Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan. Tumbuhan*. Rajawali Press. Jakarta.

- Liberty, Herman M, and Watimena GA. 2009. Development of seed borer resistant soybean through genetic transformation of Cry1Ab gene using *Agrobacterium tumefaciens*. *Zuriat*. 20(1): 19-26.
- Manurung SO. 1985. *Penggunaan Hormon dan Zat Pengatur Tumbuh Pada Kedelai*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Mariashibu TS, Subramanyam K, Mayavan MAS, Rajesh M, Theboral J, Manickavasagam M, and Ganapathi A. 2013. Vacuum infiltration enhances the *Agrobacterium*-mediated genetic transformation in Indian soybean cultivars. *Acta Physiol Plant*. 35:41–54.
- Mariska I, Sjamsudin E, Sopandi D, Hutami S, Husni A, Kosmiatin M, dan Vivi NA. 2004. Peningkatan ketahanan tanaman kedelai terhadap aluminium. *J Litbang Pertanian*. 23(2): 46-52.
- Mugnisjah WQ, Shimano I, and Matsumoto S. 1987a. Studies on the Vigour of Soybean Seeds: 1. Varietal Differences in Seed Vigour. *J. Fac. Agric. Kyushu Univ*. 31: 213-226.
- Mulyaningsih ES, Aswidinnoor H, Sopandie D, Ouwerkerk PBF, and Loedin IHS. 2010. Segregation of *hpt* gene by PCR analysis and its expression in transgenic rice population overexpressing HD-Zip *oshox6* gene). *Berita Biologi*. 10(1): 59-66.
- Opabode JT. 2006. *Agrobacterium*-mediated transformation of plants: emerging factors that influence efficiency. *Acad J*. 1(1): 12-20.
- Pardal SJ, Wattimena GA, Aswidinnoor H, Herman M, Listanto E, dan Slamet. 2004. Transfer of the proteinase inhibitor II gene into soybean through *Agrobacterium tumefaciens* vector for pod borer resistance. *J Bioteknologi Pertanian*. 9(1): 20-28.
- Pardo JM, Malpartida F, Rico M, and Jimenes A. 1985. Biochemical basis of resistance to hygromycin B in *Streptomyces hygrosopicus* the producing organism. *General Microbiol*. 131: 1289-1298.
- Paz MM, Martinez JC, Kalvig AB, Fonger TM, and Wang K. 2006. Improved cotyledonary node method using an alternative explant derived from mature seed for efficient *Agrobacterium*-mediated soybean transformation. *Plant Cell Rep*. 25: 206–213.
- Prawiranata W. Haran S, dan Tjondronegoro P. 1981. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Botani IPB. Bogor.

- Rizqiani NF, Ambarwati E, dan Yuwono NW. 2007. The effect of dosage and frequency of liquid organic fertilizer on growth and yield of lowland beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7(1): 43-53.
- Robbins WW, Weier TE, and Stocking CR. 1957. *Botany: An Introduction to Plant Science*. Second Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Salisbury FB dan Ross CW. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Terjemahan Lukman DR & Sumaryono. Jilid 2. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Slamet. 2011. Perkembangan teknik aklimatisasi tanaman kedelai hasil regenerasi kultur *in vitro*. *J Litbang Pertanian*. 30(2): 48-54.
- Sofia D, Bangun MK, & Lince RP. 2005. Respon pertumbuhan eksplan jeruk Maga (*Citrus nobilis*) terhadap Pemberian IAA dan BAP secara *in vitro*. *Stigma And Agric Sci J*. Vol XIII No 4.
- Taiz L, and Zeiger E. 2000. *Plant physiology*. Jilid 5. USA: Sinauer Associates Inc.
- Trustinah, Kasno A, dan Wijanarko A. 2009. Toleransi genotipe kacang tanah terhadap lahan masam. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 28(3): 183-191.
- Wajtania A, Pulawka J, and Gabryszewska E. 2005. Identification and elimination of bacterial contaminants from *Pelargonium* tissue cultures. *J Fruit Ornamental Plant Resear*. 13:101-108.
- Yuniati R. 2004. Penapisan galur kedelai *Glycine max* (L.) Merrill toleran terhadap NaCl untuk penanaman di lahan salin. *Makara Sains*. 8(4): 21-24.
- Yunita R. 2009. Pemanfaatan variasi somaklonal dan seleksi *in vitro* dalam perakitan tanaman toleran cekaman abiotik. *J Litbang Pertanian*. 28(4): 142-148.
- Yusnita. 2003. *Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Yuwono T. 2006. *Bioteknologi Pertanian*. Yogyakarta: UGM Press.
- Zakaria AK. 2010. Program pengembangan agribisnis kedelai dalam peningkatan produksi dan pendapatan petani. *J Litbang Pertanian*. 29(4): 147-153.

Zhang XQ, Wei PC, Xiong YM, Yang Y, Chen J, and Wang XC. 2011. Overexpression of the *Arabidopsis*-expansin gene *AtEXPA1* accelerates stomatal opening by decreasing the volume tricelastical modulus. *Plant Cell Rep.* 30: 27–36.

Zulkarnain. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.

Lampiran 1. Pengamatan rerata pada parameter jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, hari muncul tunas, dan perubahan warna eksplan dengan berbagai kombinasi perlakuan.

Tabel 1. Pengamatan rerata parameter jumlah eksplan yang hidup.

Varietas	Ulangan	Konsentrasi (mg/l)					Rata-rata
		0	10	15	20	25	
Argomulyo	1	5	5	3	0	1	2,96
	2	5	4	3	1	2	
	3	5	5	4	1	2	
	4	5	4	5	0	0	
	5	5	4	5	0	0	
Burangrang	1	5	5	3	1	1	2,96
	2	5	5	3	0	0	
	3	5	5	3	2	2	
	4	5	5	4	0	0	
	5	5	5	4	1	0	
Anjasmoro	1	5	4	0	0	0	2,56
	2	5	5	4	1	0	
	3	5	4	0	0	0	
	4	5	5	2	2	2	
	5	5	5	3	1	1	
Ijen	1	5	5	4	1	1	3,60
	2	5	5	5	2	2	
	3	5	5	5	3	1	
	4	5	5	4	2	2	
	5	5	5	5	3	1	
Sinabung	1	5	5	5	3	1	3,56
	2	5	5	5	2	1	
	3	5	5	4	2	2	
	4	5	5	4	1	1	
	5	5	5	5	2	2	
Rata-rata		5,00	4,80	3,64	1,20	1,00	

Tabel 2. Pengamatan rerata parameter jumlah tunas.

Varietas	Ulangan	Konsentrasi (mg/l)					Rata-rata
		0	10	15	20	25	
Argomulyo	1	4	4	3	2	2	2,52
	2	5	5	2	1	1	
	3	4	4	2	1	1	
	4	3	3	2	1	1	
	5	4	4	2	1	1	
Burangrang	1	4	4	3	2	2	2,72
	2	5	5	2	1	1	
	3	5	5	2	2	1	
	4	4	4	2	1	1	
	5	3	3	3	2	1	
Anjasmoro	1	5	5	2	1	1	2,60
	2	3	3	2	2	1	
	3	4	4	2	1	1	
	4	4	4	3	2	1	
	5	4	4	2	2	2	
Ijen	1	5	5	4	2	1	2,96
	2	4	4	3	2	1	
	3	4	4	4	2	2	
	4	3	3	3	2	2	
	5	4	4	3	2	1	
Sinabung	1	5	5	4	1	1	2,92
	2	4	4	3	2	2	
	3	3	3	3	2	2	
	4	4	4	3	2	1	
	5	4	4	4	2	1	
Rata-rata		4,04	4,04	2,72	1,64	1,28	

Tabel 3. Pengamatan rerata parameterhari muncul tunas.

Varietas	Ulangan	Konsentrasi (mg/l)					Rata-rata
		0	10	15	20	25	
Argomulyo	1	5	6	6	7	7	6,68
	2	4	7	7	7	7	
	3	5	7	7	7	8	
	4	6	7	7	8	8	
	5	5	6	7	8	8	
Burangrang	1	6	7	7	8	8	6.56
	2	4	7	7	7	8	
	3	4	6	6	7	7	
	4	5	6	6	8	8	
	5	6	6	6	7	7	
Anjasmoro	1	4	6	6	6	6	6,32
	2	6	7	7	7	7	
	3	5	6	6	6	7	
	4	5	7	7	7	7	
	5	5	7	7	7	7	
Ijen	1	4	6	6	7	7	6,56
	2	6	7	7	7	7	
	3	5	6	6	6	6	
	4	7	7	7	7	7	
	5	7	7	7	7	8	
Sinabung	1	4	8	8	8	8	6,72
	2	5	7	7	7	7	
	3	6	6	7	7	8	
	4	5	6	7	7	7	
	5	5	6	7	7	7	
Rata-rata		5,16	6,56	6,72	7,08	7,32	

Tabel 4. Pengamatan rerata parameter perubahan warna eksplan.

Kombinasi taraf	0 mg/l	10 mg/l	15 mg/l	20 mg/l	25 mg/l
Argomulyo	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke coklatan	Hijau ke hitaman
Burangrang	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke coklatan	Hijau ke hitaman
Anjasmoro	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke coklatan	Hijau ke hitaman
Ijen	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke coklatan	Hijau ke hitaman
Sinabung	Hijau	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau ke coklatan	Hijau ke hitaman

Lampiran 2. Rekap pengambilan data eksplan kedelai terhadap konsentrasi higromisin dengan berbagai kombinasi perlakuan.

Tabel 1. Data jumlah eksplan yang hidup pada setiap taraf perlakuan.

Kombinasi Taraf	Ulangan				
	1	2	3	4	5
V1K1	5	5	5	5	5
V1K2	5	4	5	4	4
V1K3	3	3	4	5	5
V1K4	0	1	1	0	0
V1K5	2	2	2	0	0
V2K1	5	5	5	5	5
V2K2	5	5	5	5	5
V2K3	3	3	3	4	4
V2K4	1	0	2	0	1
V2K5	1	0	2	0	0
V3K1	5	5	5	5	5
V3K2	4	5	4	5	5
V3K3	0	4	0	2	3
V3K4	0	1	0	2	1
V3K5	0	0	0	2	1
V4K1	5	5	5	5	5
V4K2	5	5	5	5	5
V4K3	4	5	5	4	5
V4K4	1	2	3	2	2
V4K5	1	2	1	1	2
V5K1	5	5	5	5	5
V5K2	5	5	5	5	5
V5K3	5	5	4	4	5
V5K4	3	2	2	1	2
V5K5	1	1	2	1	2

Keterangan :
 V (1,2,3,4,5) :Varietas kedelai (Argomulyo, Burangrang, Anjasmoro, Ijen, Sinabung).
 K (1,2,3,4,5) : Konsentrasi higromisin 0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l.

Tabel 2. Data jumlah tunas pada setiap taraf perlakuan.

Kombinasi Taraf	Ulangan				
	1	2	3	4	5
V1K1	4	5	4	3	4
V1K2	4	5	4	3	4
V1K3	3	2	2	2	2
V1K4	2	1	1	1	1
V1K5	2	1	1	1	1
V2K1	4	5	5	4	3
V2K2	4	5	5	4	3
V2K3	3	2	2	2	3
V2K4	2	1	2	1	2
V2K5	2	1	1	1	1
V3K1	5	3	4	4	4
V3K2	5	3	4	4	4
V3K3	2	2	2	3	2
V3K4	1	2	1	2	2
V3K5	1	1	1	1	2
V4K1	5	4	4	3	4
V4K2	5	4	4	3	4
V4K3	4	3	4	3	3
V4K4	2	2	2	2	2
V4K5	1	1	2	2	1
V5K1	5	4	3	4	4
V5K2	5	4	3	4	4
V5K3	4	3	3	3	4
V5K4	1	2	2	2	2
V5K5	1	2	2	1	1

Keterangan :
V (1,2,3,4,5) : Varietas kedelai (Argomulyo, Burangrang, Anjasmoro, Ijen, Sinabung).
K (1,2,3,4,5) : Konsentrasi higromisin 0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l.

Tabel 3. Data hari muncultunas pada setiap taraf perlakuan.

Kombinasi Taraf	Ulangan				
	1	2	3	4	5
V1K1	5	4	5	6	5
V1K2	6	7	7	7	6
V1K3	6	7	7	7	7
V1K4	7	7	7	8	8
V1K5	7	7	8	8	8
V2K1	6	4	4	5	6
V2K2	7	7	6	6	6
V2K3	7	7	6	6	6
V2K4	8	7	7	8	7
V2K5	8	8	7	8	7
V3K1	4	6	5	5	5
V3K2	6	7	6	7	7
V3K3	6	7	6	7	7
V3K4	6	7	6	7	7
V3K5	6	7	7	7	7
V4K1	4	6	5	7	7
V4K2	6	7	6	7	7
V4K3	6	7	6	7	7
V4K4	7	7	6	7	7
V4K5	7	7	6	7	8
V5K1	4	5	6	5	5
V5K2	8	7	6	6	6
V5K3	8	7	7	7	7
V5K4	8	7	7	7	7
V5K5	8	7	8	8	7

Keterangan :
V (1,2,3,4,5) :Varietas kedelai (Argomulyo, Burangrang, Anjasmoro, Ijen, Sinabung).
K (1,2,3,4,5) : Konsentrasi higromisin 0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l.

Tabel 4. Data perubahan warna eksplan pada setiap taraf perlakuan.

Kombinasi taraf	Ulangan				
	1	2	3	4	5
V1K1	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
V1K2	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan
V1K3	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan
V1K4	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan
V1K5	Hijau ke hitaman	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau kehitaman	Hijau ke hitaman
V2K1	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
V2K2	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau	Hijau ke kuningan
V2K3	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke coklatan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan
V2K4	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan
V2K5	Hijau ke coklatan	Hijau kehitaman	Hijau ke coklatan	Hijau kehitaman	Hijau ke hitaman
V3K1	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
V3K2	Hijau	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan
V3K3	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan
V3K4	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan
V3K5	Hijau ke hitaman	Hijau kehitaman	Hijau kehitaman	Hijau kehitaman	Hijau ke hitaman
V4K1	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau

V4K2	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan
V4K3	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan
V4K4	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan
V4K5	Hijau ke hitaman	Hijau ke coklatan	Hijau ke hitaman	Hijau ke hitaman	Hijau ke hitaman
V5K1	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
V5K2	Hijau ke kuningan	Hijau	Hijau ke kuningan	Hijau	Hijau
V5K3	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan	Hijau ke kuningan
V5K4	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan	Hijau ke coklatan
V5K5	Hijau ke hitaman	Hijau ke hitaman	Hijau ke hitaman	Hijau ke hitaman	Hijau ke coklatan

Keterangan :
V (1,2,3,4,5) : Varietas kedelai (Argomulyo, Burangrang, Anjasmoro, Ijen, Sinabung).
K (1,2,3,4,5) : Konsentrasi higromisin 0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l.

Lampiran 3. Hasil anava dua jalan dan uji DMRT untuk pengaruh interaksi perlakuan varietas kedelai dengan konsentrasi higromisin pada peubah jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas dengan perhitungan SPSS 22.

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Jumlah eksplan yang hidup	389.904 ^a	8	48.738	83.083	.000
	Jumlah tunas	171.776 ^b	8	21.472	59.258	.000
	Hari muncul tunas	73.264 ^c	8	9.158	21.501	.000
Intercept	Jumlah eksplan yang hidup	1223.048	1	1223.048	2.085E3	.000
	Jumlah tunas	941.192	1	941.192	2.598E3	.000
	Hari muncul tunas	5392.328	1	5392.328	1.266E4	.000
Varietas	Jumlah eksplan yang hidup	19.712	4	4.928	8.401	.000
	Jumlah tunas	3.728	4	.932	2.572	.041
	Hari muncul tunas	2.432	4	.608	1.427	.229
Konsentrasi	Jumlah eksplan yang hidup	370.192	4	92.548	157.765	.000
	Jumlah tunas	168.048	4	42.012	115.945	.000
	Hari muncul tunas	70.832	4	17.708	41.575	.000
Error	Jumlah eksplan yang hidup	68.048	116	.587		
	Jumlah tunas	42.032	116	.362		
	Hari muncul tunas	49.408	116	.426		
Total	Jumlah eksplan yang hidup	1681.000	125			
	Jumlah tunas	1155.000	125			
	Hari muncul tunas	5515.000	125			
Corrected Total	Jumlah eksplan yang hidup	457.952	124			
	Jumlah tunas	213.808	124			
	Hari muncul tunas	122.672	124			

a. R Squared = ,851 (Adjusted R Squared = ,841)

b. R Squared = ,803 (Adjusted R Squared = ,790)

c. R Squared = ,597 (Adjusted R Squared = ,569)

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Jumlah eksplan yang hidup	411.552 ^a	24	17.148	36.957	.000
	Jumlah tunas	178.208 ^b	24	7.425	20.858	.000
	Hari muncul tunas	81.072 ^c	24	3.378	8.120	.000
Intercept	Jumlah eksplan yang hidup	1223.048	1	1223.048	2.636E3	.000
	Jumlah tunas	941.192	1	941.192	2.644E3	.000
	Hari muncul tunas	5392.328	1	5392.328	1.296E4	.000
Interaksi	Jumlah eksplan yang hidup	411.552	24	17.148	36.957	.000
	Jumlah tunas	178.208	24	7.425	20.858	.000
	Hari muncul tunas	81.072	24	3.378	8.120	.000
Error	Jumlah eksplan yang hidup	46.400	100	.464		
	Jumlah tunas	35.600	100	.356		
	Hari muncul tunas	41.600	100	.416		
Total	Jumlah eksplan yang hidup	1681.000	125			
	Jumlah tunas	1155.000	125			
	Hari muncul tunas	5515.000	125			
Corrected Total	Jumlah eksplan yang hidup	457.952	124			
	Jumlah tunas	213.808	124			
	Hari muncul tunas	122.672	124			

a. R Squared = ,899 (Adjusted R Squared = ,874)

b. R Squared = ,833 (Adjusted R Squared = ,794)

c. R Squared = ,661 (Adjusted R Squared = ,579)

Jumlah eksplan yang hidup

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
Anjasmoro	25	2.56	
Burangrang	25	2.96	
Argomulyo	25	2.96	
Sinabung	25		3.56
Ijen	25		3.60
Sig.		.083	.854

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,587.

Jumlah eksplan yang hidup

Duncan

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
25 mg/L	25	1.00		
20 mg/L	25	1.20		
15 mg/L	25		3.64	
10 mg/L	25			4.80
0 mg/L	25			5.00
Sig.		.358	1.000	.358

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,587.

Jumlah eksplan yang hidup

Duncan

Interaksi	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
P4	5	.40					
P10	5	.60	.60				
P15	5	.60	.60				
P14	5	.80	.80				
P9	5	.80	.80				
P5	5	1.00	1.00	1.00			
P20	5		1.40	1.40	1.40		
P25	5		1.40	1.40	1.40		
P13	5			1.80	1.80		
P19	5				2.00		
P24	5				2.00		
P8	5					3.40	
P3	5					4.00	4.00
P2	5						4.40
P23	5						4.40
P12	5						4.60
P18	5						4.60
P1	5						5.00
P11	5						5.00
P16	5						5.00
P17	5						5.00
P21	5						5.00
P22	5						5.00
P6	5						5.00
P7	5						5.00
Sig.		.231	.113	.093	.222	.167	.057
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = ,464.							

Jumlah tunas

Duncan

Varietas	N	Subset	
		1	2
Argomulyo	25	2.52	
Anjasmoro	25	2.60	2.60
Burangrang	25	2.72	2.72
Sinabung	25		2.92
Ijen	25		2.96
Sig.		.272	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,362.

Jumlah tunas

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
25 mg/L	25	1.28			
20 mg/L	25		1.64		
15 mg/L	25			2.72	
0 mg/L	25				4.04
10 mg/L	25				4.04
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,362.

Jumlah tunas

Duncan

Interaksi	N	Subset			
		1	2	3	4
P10	5	1.20			
P15	5	1.20			
P4	5	1.20			
P5	5	1.20			
P20	5	1.40	1.40		
P25	5	1.40	1.40		
P14	5	1.60	1.60	1.60	
P9	5	1.60	1.60	1.60	
P24	5	1.80	1.80	1.80	
P19	5	2.00	2.00	2.00	
P13	5		2.20	2.20	
P3	5		2.20	2.20	
P8	5			2.40	
P18	5				3.40
P23	5				3.40
P1	5				4.00
P11	5				4.00
P12	5				4.00
P16	5				4.00
P17	5				4.00
P2	5				4.00
P21	5				4.00
P22	5				4.00
P6	5				4.20
P7	5				4.20
Sig.		.078	.073	.069	.082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,356.

Hari muncul tunas

Duncan

Varietas	N	Subset
		1
Anjasmoro	25	6.32
Ijen	25	6.56
Burangrang	25	6.56
Argomulyo	25	6.68
Sinabung	25	6.72
Sig.		.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,426.

Hari muncul tunas

Duncan

Konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
0 mg/L	25	5.16			
10 mg/L	25		6.56		
15 mg/L	25		6.72	6.72	
20 mg/L	25			7.08	7.08
25 mg/L	25				7.32
Sig.		1.000	.388	.054	.196

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,426.

Hari muncul tunas

Duncan

Interaksi	N	Subset				
		1	2	3	4	5
P1	5	5.00				
P11	5	5.00				
P21	5	5.00				
P6	5	5.00				
P16	5	5.80	5.80			
P7	5		6.40	6.40		
P8	5		6.40	6.40		
P12	5		6.60	6.60	6.60	
P13	5		6.60	6.60	6.60	
P14	5		6.60	6.60	6.60	
P17	5		6.60	6.60	6.60	
P18	5		6.60	6.60	6.60	
P2	5		6.60	6.60	6.60	
P22	5		6.60	6.60	6.60	
P15	5			6.80	6.80	6.80
P19	5			6.80	6.80	6.80
P3	5			6.80	6.80	6.80
P20	5			7.00	7.00	7.00
P23	5			7.20	7.20	7.20
P24	5			7.20	7.20	7.20
P4	5				7.40	7.40
P9	5				7.40	7.40
P10	5					7.60
P25	5					7.60
P5	5					7.60
Sig.		.083	.104	.114	.114	.106

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = ,416.

Lampiran 4. Hasil anava dua jalan dan uji DMRT untuk pengaruh interaksi perlakuan varietas kedelai dengan konsentrasi higromisin pada peubah jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas.

1. Perhitungan analisis varian dua jalan untuk parameter jumlah eksplan yang hidup

$$Fk = \frac{G^2}{rxVxK} = \frac{(391)^2}{5x5x5} = \frac{152881}{125} = 1223,048$$

$$\begin{aligned} \text{JK umum} &= \sum X^2 - \text{FK} \\ &= (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (4)^2 + \\ &\quad (3)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (0)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (0)^2 + (0)^2 + \\ &\quad (1)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + \\ &\quad (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (4)^2 + \\ &\quad (1)^2 + (0)^2 + (2)^2 + (0)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (0)^2 + (2)^2 + (0)^2 + (0)^2 + \\ &\quad (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (5)^2 + \\ &\quad (0)^2 + (4)^2 + (0)^2 + (2)^2 + (3)^2 + (0)^2 + (1)^2 + (0)^2 + (2)^2 + (1)^2 + \\ &\quad (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + \\ &\quad (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (5)^2 + \\ &\quad (1)^2 + (2)^2 + (3)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (2)^2 + \\ &\quad (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + \\ &\quad (5)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (2)^2 + \\ &\quad (1)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (2)^2 - 1223,048 \\ &= 1681 - 1223,048 \\ &= 457,952 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK ulangan} &= \frac{\sum R^2}{VxK} - \text{FK} \\ &= \frac{(73)^2 + (80)^2 + (80)^2 + (77)^2 + (81)^2}{5x5} - 1223,048 \\ &= \frac{5329 + 6400 + 6400 + 5929 + 6561}{25} - 1223,048 \\ &= \frac{30619}{25} - 1223,048 \\ &= 1224,76 - 1223,048 \\ &= 1,712 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK perlakuan} &= \frac{\sum T^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{1538 + 1564 + 1260 + 1928 + 1883}{5} - 1223,048 \\ &= \frac{8173}{5} - 1223,048 \\ &= 1634,6 - 1223,048 \\ &= 411,552 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK umum} - \text{JK ulangan} - \text{JK perlakuan} \\ &= 457,952 - 1,712 - 411,552 \\ &= 44,688 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK V (Varietas)} &= \frac{\sum V^2}{rxK} - \text{FK} \\
 &= \frac{(74)^2 + (74)^2 + (64)^2 + (90)^2 + (89)^2}{5 \times 5} - 1223,048 \\
 &= \frac{5476 + 5476 + 4096 + 8100 + 7921}{25} - 1223,048 \\
 &= \frac{31069}{25} - 1223,048 \\
 &= 1242,76 - 1223,048 \\
 &= 19,712
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK K (Konsentrasi)} &= \frac{\sum K^2}{rxV} - \text{FK} \\
 &= \frac{(125)^2 + (120)^2 + (91)^2 + (30)^2 + (25)^2}{5 \times 5} - 1223,048 \\
 &= \frac{15625 + 14400 + 8281 + 900 + 625}{25} - 1223,048 \\
 &= \frac{39831}{25} - 1223,048 \\
 &= 1593,24 - 1223,048 \\
 &= 370,192
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK V x K} &= \text{JK perlakuan} - \text{JK V (varietas)} - \text{JK K (konsentrasi)} \\
 &= 411,552 - 19,712 - 370,192 \\
 &= 21,648
 \end{aligned}$$

$$\text{KT V} = \frac{JK V}{v-1} = \frac{19,712}{5-1} = 4,928$$

$$\text{KT K} = \frac{JK K}{v-1} = \frac{307,192}{5-1} = 92,548$$

$$\text{KT V x K} = \frac{JK VxK}{(v-1)(k-1)} = \frac{21,648}{(5-1)(5-1)} = 1,353$$

$$\text{KT galat} = \frac{JK galat}{(r-1)(vk-1)} = \frac{44,688}{(5-1)(5 \times 5 - 1)} = \frac{44,688}{96} = 0,4655$$

$$\text{F (V)} = \frac{KT V}{KT galat} = \frac{4,928}{0,4655} = 10,59$$

$$\text{F (K)} = \frac{KT K}{KT galat} = \frac{92,548}{0,4655} = 198,81$$

$$\text{F (V x K)} = \frac{KT VxK}{KT galat} = \frac{1,353}{0,4655} = 2,91$$

Tabel Sidik Ragam Data Jumlah eksplan yang mati.

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Varietas (V)	4	19,712	4,928	10,59**	2,46	3,51
Konsentrasi (K)	4	370,192	92,548	198,81**	2,46	3,51
V x K	16	21,648	1,353	2,91**	1,75	2,19
Ulangan	5	1,712				
Perlakuan	25	411,552				
Galat	100	44,688				
Umum	124	457,952				

Tabel hasil perhitungan uji jarak berganda duncan untuk jumlah eksplan yang hidup pada perlakuan varietas

Perlakuan konsentrasi	Rerata	rp	Rp	Notasi
Argomulyo	14,8	3,05	0,93	b
Burangrang	14,8	3,05	0,93	b
Anjasmoro	12,8	3,12	0,95	b
Ijen	18	2,80	0,85	a
Sinabung	17	2,95	0,89	a

Keterangan :

Rp = nilai wilayah beda nyata terpendek

rp = diperoleh pada tabel uji Duncan 5%

Tabel hasil perhitungan uji jarak berganda duncan untuk jumlah eksplan yang hidup pada perlakuan konsentrasi

Perlakuan varietas	Rerata	rp	Rp	Notasi
0 mg/l	25	2,80	0,85	a
10 mg/l	24	2,95	0,89	a
15 mg/l	18,2	3,05	0,93	b
20 mg/l	6	3,12	0,95	c
25 mg/l	5	3,18	0,97	c

Keterangan :

Rp = nilai wilayah beda nyata terpendek

rp = diperoleh pada tabel uji Duncan 5%

Tabel hasil perhitungan uji jarak berganda duncan untuk jumlah eksplan yang hidup pada interaksi perlakuan varietas dengan konsentrasi

Taraf Perlakuan	Rerata	Rp	Rp	Notasi
V1K1	25	2,80	2,45	a
V1K2	22	3,05	1,75	a
V1K3	20	3,12	1,79	ab
V1K4	2	3,42	1,96	f
V1K5	5	3,32	1,91	de
V2K1	25	2,80	2,45	a
V2K2	25	2,80	2,45	a
V2K3	17	3,18	1,83	b
V2K4	4	3,36	1,93	ef
V2K5	3	3,40	1,95	ef
V3K1	25	2,80	2,45	a
V3K2	23	2,95	1,69	a
V3K3	9	3,26	1,87	cd
V3K4	4	3,36	1,93	ef
V3K5	3	3,40	1,95	ef
V4K1	25	2,80	2,45	a
V4K2	25	2,80	2,45	a
V4K3	23	2,95	1,69	a
V4K4	10	3,22	1,85	c
V4K5	7	3,29	1,89	cd
V5K1	25	2,80	2,45	a
V5K2	25	2,80	2,45	a
V5K3	22	3,05	1,75	a
V5K4	10	3,22	1,85	c
V5K5	7	3,29	1,89	cd

Keterangan :

Rp = nilai wilayah beda nyata terpendek

rp = diperoleh pada tabel uji Duncan 5%

2. Perhitungan analisis varian dua jalan untuk parameter jumlah tunas

$$Fk = \frac{G^2}{rxVxK} = \frac{(343)^2}{5x5x5} = \frac{117649}{125} = 941,192$$

$$\begin{aligned} \text{JK umum} &= \sum X^2 - \text{FK} \\ &= (4)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (4)^2 + \\ &\quad (3)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + \\ &\quad (2)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (3)^2 + \\ &\quad (4)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (3)^2 + \\ &\quad (2)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + \\ &\quad (5)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (4)^2 + \\ &\quad (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (3)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (2)^2 + \\ &\quad (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (4)^2 + \\ &\quad (5)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (3)^2 + \\ &\quad (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (1)^2 + \\ &\quad (5)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (4)^2 + \\ &\quad (4)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + \\ &\quad (1)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (1)^2 - 941,192 \\ &= 1155 - 941,192 \\ &= 213,808 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK ulangan} &= \frac{\sum R^2}{VxK} - \text{FK} \\ &= \frac{(77)^2 + (68)^2 + (68)^2 + (63)^2 + (67)^2}{5x5} - 941,192 \\ &= \frac{5929 + 4624 + 4624 + 3969 + 4489}{25} - 941,192 \\ &= \frac{23635}{25} - 941,192 \\ &= 945,4 - 941,192 \\ &= 4,208 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK perlakuan} &= \frac{\sum T^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{993 + 1115 + 1021 + 1238 + 1219}{5} - 941,192 \\ &= \frac{5586}{5} - 941,192 \\ &= 1117,2 - 941,192 \\ &= 176,008 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK umum} - \text{JK ulangan} - \text{JK perlakuan} \\ &= 213,808 - 4,208 - 176,008 \\ &= 33,592 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{JK V (Varietas)} &= \frac{\sum V^2}{r \times k} - \text{FK} \\
&= \frac{(63)^2 + (67)^2 + (65)^2 + (74)^2 + (73)^2}{5 \times 5} - 941,192 \\
&= \frac{3969 + 4489 + 4225 + 5476 + 5329}{25} - 941,192 \\
&= \frac{23623}{25} - 941,192 \\
&= 944,92 - 941,192 \\
&= 3,728 \\
\\
\text{JK K (Konsentrasi)} &= \frac{\sum K^2}{r \times v} - \text{FK} \\
&= \frac{(101)^2 + (101)^2 + (68)^2 + (41)^2 + (31)^2}{5 \times 5} - 941,192 \\
&= \frac{10201 + 10201 + 4624 + 1681 + 961}{25} - 941,192 \\
&= \frac{27731}{25} - 941,192 \\
&= 1109,24 - 941,192 \\
&= 168,048 \\
\\
\text{JK V x K} &= \text{JK perlakuan} - \text{JK V (varietas)} - \text{JK K (konsentrasi)} \\
&= 176,008 - 3,728 - 168,048 \\
&= 4,232 \\
\\
\text{KT V} &= \frac{JK V}{v-1} = \frac{3,728}{5-1} = 0,932 \\
\\
\text{KT K} &= \frac{JK K}{v-1} = \frac{168,048}{5-1} = 42,012 \\
\\
\text{KT V x K} &= \frac{JK V \times K}{(v-1)(k-1)} = \frac{4,232}{(5-1)(5-1)} = 0,2645 \\
\\
\text{KT galat} &= \frac{JK galat}{(r-1)(vk-1)} = \frac{33592}{(5-1)(5 \times 5 - 1)} = \frac{33592}{96} = 0,35 \\
\\
\text{F (V)} &= \frac{KT V}{KT galat} = \frac{0,932}{0,35} = 2,66 \\
\\
\text{F (K)} &= \frac{KT K}{KT galat} = \frac{42,021}{0,35} = 120,03 \\
\\
\text{F (V x K)} &= \frac{KT V \times K}{KT galat} = \frac{0,2645}{0,35} = 0,75
\end{aligned}$$

Tabel Sidik Ragam Data Jumlah tunas.

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Varietas (V)	4	3,728	0,932	2,66	2,46	3,51
Konsentrasi (K)	4	168,048	42,021	120,03	2,46	3,51
V x K	16	4,232	0,2645	0,75	1,75	2,19
Ulangan	5	4,208				
Perlakuan	25	176,008				
Galat	100	33,592				
Umum	124	213,808				

Tabel hasil perhitungan uji jarak berganda duncan untuk jumlah tunas pada perlakuan varietas

Perlakuan varietas	Rerata	rp	Rp	Notasi
Argomulyo	12,6	3,18	0,83	b
Burangrang	13,4	3,05	0,80	ab
Anjasmoro	13	3,12	0,82	ab
Ijen	14,8	2,80	0,73	a
Sinabung	14,6	2,95	0,77	a

Keterangan :

Rp = nilai wilayah beda nyata terpendek

rp = diperoleh pada tabel uji Duncan 5%

Tabel hasil perhitungan uji jarak berganda duncan untuk jumlah tunas pada perlakuan konsentrasi

Perlakuan konsentrasi	Rerata	rp	Rp	Notasi
0 mg/l	20,2	2,80	0,73	a
10 mg/l	20,2	2,80	0,73	a
15 mg/l	13,6	2,95	0,77	b
20 mg/l	8,2	3,05	0,80	c
25 mg/l	6,2	3,12	0,82	d

Keterangan :

Rp = nilai wilayah beda nyata terpendek

rp = diperoleh pada tabel uji Duncan 5%

Tabel hasil perhitungan uji jarak berganda duncan untuk jumlah tunas pada interaksi perlakuan varietas dengan konsentrasi

Taraf Perlakuan	Rerata	Rp	Rp	Notasi
V1K1	20	2,95	0,77	a
V1K2	20	2,95	0,77	a
V1K3	11	3,18	3,18	bc
V1K4	6	3,36	0,88	d
V1K5	6	3,36	0,88	d
V2K1	21	2,80	0,73	a
V2K2	21	2,80	0,73	a
V2K3	12	3,12	0,82	b
V2K4	8	3,29	0,86	cd
V2K5	5	3,40	0,89	d
V3K1	20	2,95	0,77	a
V3K2	20	2,95	0,77	a
V3K3	11	3,18	0,83	bc
V3K4	8	3,29	0,86	cd
V3K5	6	3,36	0,88	d
V4K1	20	2,95	0,77	a
V4K2	20	2,95	0,77	a
V4K3	17	3,05	0,80	a
V4K4	10	3,22	0,84	bc
V4K5	7	3,32	0,87	cd
V5K1	20	2,95	0,77	a
V5K2	20	2,95	0,77	a
V5K3	17	3,05	0,80	a
V5K4	9	3,26	0,85	bc
V5K5	7	3,32	0,87	cd

Keterangan :

Rp = nilai wilayah beda nyata terpendek

rp = diperoleh pada tabel uji Duncan 5%

3. Perhitungan analisis varian dua jalan untuk parameter hari mucul tunas

$$Fk = \frac{G^2}{rxVxK} = \frac{(821)^2}{5x5x5} = \frac{674041}{125} = 5392,328$$

$$\begin{aligned} \text{JK umum} &= \sum X^2 - \text{FK} \\ &= (5)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (6)^2 + (5)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (6)^2 + \\ & (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (8)^2 + (8)^2 + \\ & (7)^2 + (7)^2 + (8)^2 + (8)^2 + (8)^2 + (6)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (6)^2 + \\ & (7)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (6)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (6)^2 + (6)^2 + \\ & (8)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (8)^2 + (7)^2 + (8)^2 + (8)^2 + (7)^2 + (8)^2 + (7)^2 + \\ & (4)^2 + (6)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + \\ & (6)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + \\ & (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (4)^2 + (6)^2 + (5)^2 + (7)^2 + (7)^2 + \\ & (6)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + \\ & (7)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (7)^2 + (8)^2 + \\ & (4)^2 + (5)^2 + (6)^2 + (5)^2 + (5)^2 + (8)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (6)^2 + (6)^2 + \\ & (8)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (8)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + \\ & (8)^2 + (7)^2 + (8)^2 + (8)^2 + (7)^2 - 5392,328 \\ &= 5515 - 5392,328 \\ &= 122,627 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK ulangan} &= \frac{\sum R^2}{VxK} - \text{FK} \\ &= \frac{(161)^2 + (166)^2 + (157)^2 + (170)^2 + (167)^2}{5x5} - 5392,328 \\ &= \frac{25921 + 27556 + 24649 + 28900 + 27889}{25} - 5392,328 \\ &= \frac{134915}{25} - 5392,328 \\ &= 5396,328 - 5392,328 \\ &= 4,272 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK perlakuan} &= \frac{\sum T^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{5683 + 5486 + 5048 + 5400 + 5750}{5} - 5392,328 \\ &= \frac{27367}{5} - 5392,328 \\ &= 5473,4 - 5392,328 \\ &= 81,027 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK umum} - \text{JK ulangan} - \text{JK perlakuan} \\ &= 122,672 - 4,272 - 81,072 \\ &= 37,328 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{JK V (Varietas)} &= \frac{\sum V^2}{r \times k} - \text{FK} \\
&= \frac{(167)^2 + (164)^2 + (158)^2 + (164)^2 + (168)^2}{5 \times 5} - 5392,328 \\
&= \frac{27889 + 26896 + 24964 + 26896 + 28224}{25} - 5392,328 \\
&= \frac{134869}{25} - 5392,328 \\
&= 5394,76 - 5392,328 \\
&= 2,432
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{JK K (Konsentrasi)} &= \frac{\sum K^2}{r \times v} - \text{FK} \\
&= \frac{(129)^2 + (164)^2 + (168)^2 + (177)^2 + (183)^2}{5 \times 5} - 5392,328 \\
&= \frac{16641 + 26896 + 31329 + 28224 + 33489}{25} - 5329,328 \\
&= \frac{136579}{25} - 5329,328 \\
&= 5464,16 - 5329,328 \\
&= 70,832
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{JK V x K} &= \text{JK perlakuan} - \text{JK V (varietas)} - \text{JK K (konsentrasi)} \\
&= 81,072 - 2,432 - 70,832 \\
&= 7,808
\end{aligned}$$

$$\text{KT V} = \frac{JK V}{v-1} = \frac{2,432}{5-1} = 0,608$$

$$\text{KT K} = \frac{JK K}{v-1} = \frac{70,832}{5-1} = 17,708$$

$$\text{KT V x K} = \frac{JK V \times K}{(v-1)(k-1)} = \frac{7,808}{(5-1)(5-1)} = 0,488$$

$$\text{KT galat} = \frac{JK galat}{(r-1)(vk-1)} = \frac{37,328}{(5-1)(5 \times 5 - 1)} = \frac{37,328}{96} = 0,389$$

$$F(V) = \frac{KT V}{KT galat} = \frac{0,608}{0,389} = 1,56$$

$$F(K) = \frac{KT K}{KT galat} = \frac{17,708}{0,389} = 45,52$$

$$F(V \times K) = \frac{KT V \times K}{KT galat} = \frac{0,488}{0,389} = 1,25$$

Tabel Sidik Ragam Data Hari muncul tunas.

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Varietas (V)	4	2,432	0,608	1,56	2,46	3,51
Konsentrasi (K)	4	70,832	17,708	45,52	2,46	3,51
V x K	16	7,808	0,389	1,35	1,75	2,19
Ulangan	5	4,272				
Perlakuan	25	81,072				
Galat	100	37,328				
Umum	124	122,672				

Tabel hasil perhitungan uji jarak berganda duncan untuk hari muncul tunas pada perlakuan varietas

Perlakuan varietas	Rerata	Rp	Rp	Notasi
Argomulyo	33,4	2,95	0,81	a
Burangrang	32,8	3,05	0,84	a
Anjasmoro	31,6	3,12	0,86	a
Ijen	32,8	3,05	0,84	a
Sinabung	33,6	2,80	0,77	a

Keterangan :

Rp = nilai wilayah beda nyata terpendek

rp = diperoleh pada tabel uji Duncan 5%

Tabel hasil perhitungan uji jarak berganda duncan untuk hari muncul tunas pada perlakuan konsentrasi

Perlakuan konsentrasi	Rerata	Rp	Rp	Notasi
0 mg/l	25,8	3,18	0,88	a
10 mg/l	32,8	3,12	0,86	b
15 mg/l	33,6	3,05	0,84	bc
20 mg/l	35,4	2,95	0,81	b
25 mg/l	36,6	2,80	0,77	a

Keterangan :

Rp = nilai wilayah beda nyata terpendek

rp = diperoleh pada tabel uji Duncan 5%

Tabel hasil perhitungan uji jarak berganda duncan untuk hari muncul tunas pada interaksi perlakuan varietas dengan konsentrasi

Taraf Perlakuan	Rerata	Rp	Rp	Notasi
V1K1	20	2,95	0,77	a
V1K2	20	2,95	0,77	a
V1K3	11	3,18	0,83	bc
V1K4	6	3,36	0,88	d
V1K5	6	3,36	0,88	d
V2K1	21	2,80	0,73	a
V2K2	21	2,80	0,73	a
V2K3	12	3,12	0,82	b
V2K4	8	3,29	0,86	cd
V2K5	5	3,40	0,89	d
V3K1	20	2,95	0,77	a
V3K2	20	2,95	0,77	a
V3K3	11	3,18	0,83	bc
V3K4	8	3,29	0,86	cd
V3K5	6	3,36	0,88	d
V4K1	20	2,95	0,77	a
V4K2	20	2,95	0,77	a
V4K3	17	3,05	0,80	a
V4K4	10	3,22	0,84	bc
V4K5	7	3,32	0,87	cd
V5K1	20	2,95	0,77	a
V5K2	20	2,95	0,77	a
V5K3	17	3,05	0,80	a
V5K4	9	3,26	0,85	bc
V5K5	7	3,32	0,87	cd

Keterangan :

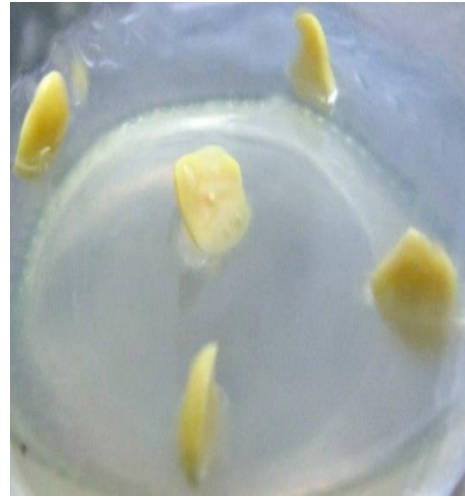
Rp = nilai wilayah beda nyata terpendek

rp = diperoleh pada tabel uji Duncan 5%

Lampiran 5. Dokumentasi penelitian



Gambar 1. Penanaman eksplan



Gambar 2. Biji kedelai yang sudah dihilangkan embrionya



Gambar 3. Eksplan var.
Argomulyo konsentrasi
10 mg/l higromisin
mulai muncul tunas pada
minggu 1.



Gambar 4. Eksplan var.
Burangrang konsentrasi
10 mg/l higromisin
mulai muncul tunas pada
minggu 1.



Gambar 5. Eksplan var. Anjasmoro konsentrasi 10 mg/l higromisin mulai muncul tunas pada minggu 1.



Gambar 6. Eksplan var. Ijen konsentrasi 10 mg/l higromisin mulai muncul tunas pada minggu 1.



Gambar 7. Eksplan var. Sinabung konsentrasi 10 mg/l higromisin mulai muncul tunas pada minggu 1.