

INDUKSI KALUS, REGENERASI, DAN MULTIPLIKASI TUNAS *Vanilla planifolia* PADA BEBERAPA KOMPOSISI ZPT SECARA *IN VITRO*

NABILA ANNISA NURBAITI



PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



- 



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Induksi Kalus, Regenerasi, dan Multiplikasi Tunas *Vanilla planifolia* pada Beberapa Komposisi ZPT secara *In Vitro*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Nabila Annisa Nurbaiti
NIM. A2503231038



RINGKASAN

NABILA ANNISA NURBAITI. Induksi Kalus, Regenerasi, dan Multiplikasi Tunas *Vanilla planifolia* pada Beberapa Komposisi ZPT secara *In Vitro*. Dibimbing oleh DINY DINARTI dan DEWI SUKMA.

Vanilla planifolia merupakan tanaman rempah paling berharga kedua secara global setelah saffron dan bernilai ekonomi karena kandungan senyawa vanilin pada polongnya. Perbanyakan vanili menggunakan stek batang dinilai kurang efisien karena membutuhkan lahan luas, waktu lama, dan bahan tanam lebih banyak. Permasalahan lain yaitu viabilitas dan daya kecambah biji vanili yang rendah karena tidak memiliki endosperma. Kultur jaringan menjadi salah satu alternatif untuk memproduksi bibit vanili secara cepat, seragam, dan bebas patogen. Organogenesis vanili, khusus melalui induksi kalus, juga dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan keragaman genetik melalui variasi somaklonal. Kalus hasil induksi dapat diarahkan kepada beberapa tujuan lain seperti induksi mutasi, kultur suspensi sel, kultur protoplas, dan transformasi gen. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh jenis eksplan dan komposisi ZPT terhadap induksi dan regenerasi kalus serta multiplikasi tunas vanili varietas Vania I secara *in vitro*.

Percobaan 1 merupakan percobaan organogenesis vanili tidak langsung melalui induksi kalus. Percobaan ini terdiri atas 3 sub-percobaan. Percobaan 1a dan 1b merupakan percobaan induksi kalus vanili yang disusun dalam Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) dua faktor. Sub-percobaan 1a menggunakan eksplan ruas, sedangkan sub-percobaan 1b menggunakan eksplan daun yang diperoleh dari planlet vanili *in vitro* varietas Vania I untuk induksi kalus. Faktor pertama pada masing-masing sub percobaan adalah posisi eksplan (atas, tengah, dan bawah). Posisi eksplan atas diambil dari ruas atau daun pada buku ke 1-2 di bawah pucuk; eksplan tengah diambil dari bagian antara buku ke 3-4; dan eksplan bawah diambil dari bagian antara buku ke-5 sampai basal planlet. Faktor kedua adalah komposisi zat pengaruh tumbuh: kontrol tanpa ZPT (Z0); 4,52 μM 2,4-D + 2,27 μM TDZ (Z1); 9,04 μM 2,4-D + 2,27 μM TDZ (Z2); 4,52 μM picloram + 2,27 μM TDZ (Z3); 9,04 μM picloram + 2,27 μM TDZ (Z4); 9,04 μM NAA + 9,04 μM BAP (Z5); dan 9,04 μM TDZ (Z6). Percobaan induksi dilakukan dengan tiga tahapan kerja, yaitu persiapan alat dan media tanam, penanaman bahan tanam ke dalam media induksi kalus, sampai proliferasi kalus.

Proliferasi kalus vanili dilakukan untuk memperbanyak jumlah bahan tanam dan menyeleksi kalus terbaik untuk diregenerasikan. Eksplan yang digunakan untuk proliferasi berupa kalus kompak yang berasal dari ruas. Kalus tersebut dipindahkan ke media proliferasi $\frac{1}{2}$ MS + 4,64 μM kinetin + 0,54 μM NAA dan disubkultur sebanyak 3 kali dengan interval waktu 1 bulan pada media proliferasi yang sama. Luas kalus dan perubahan warna kalus dievaluasi pada setiap kali subkultur.

Percobaan 1c merupakan percobaan regenerasi kalus vanili yang diinduksi dari eksplan ruas. Percobaan ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu jenis dan konsentrasi sitokinin yang terdiri atas 5 media: kontrol tanpa sitokinin (MS0), 9,30 μM Kinetin, 13,82 μM Kinetin, 8,88 μM BAP, dan 13,32 μM BAP. Kemampuan regenerasi kalus, jumlah tunas, dan akar vanili pada setiap media regenerasi diamati selama 12 MSK.



Percobaan 2 merupakan multiplikasi tunas aksilar vanili secara *in vitro*. Percobaan ini dirancang menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi NAA (0; 2,68; dan 8,05 μM), sedangkan faktor kedua adalah konsentrasi BAP (4,44; 8,88; dan 13,32 μM). Kemampuan multiplikasi eksplan dievaluasi berdasarkan variabel jumlah tunas, akar, dan daun vanili yang terbentuk selama 12 MSK.

Respons induksi kalus pada percobaan 1a dan 1b menunjukkan bahwa penggunaan eksplan ruas maupun daun *in vitro* vanili memberikan pengaruh yang sama terhadap induksi kalus vanili. Penggunaan eksplan ruas bawah menghasilkan persentase pembentukan kalus tertinggi (22,9%) dibandingkan ruas atas dan tengah. Respons induksi kalus vanili tertinggi dalam penelitian ini diperoleh pada komposisi media MS + 9,04 μM picloram + 2,27 μM TDZ dengan persentase keberhasilan pembentukan kalus sebesar 22,2% pada eksplan ruas dan 15,0% pada eksplan daun. Tipe kalus yang diperoleh dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu (i) kalus kompak berwarna putih yang dominan terbentuk dari eksplan ruas vanili; dan (ii) kalus remah berwarna hijau transparan dari eksplan ruas muda dan tengah, serta eksplan daun vanili.

Kalus vanili yang berasal dari eksplan ruas dipindahkan ke media proliferasi $\frac{1}{2}$ MS + kinetin + NAA. Ukuran kalus bertambah secara cepat sejak minggu ketiga pada subkultur I hingga subkultur II. Perubahan warna kalus vanili menuju senesens mulai terjadi pada subkultur III. Kalus kompak vanili berwarna putih sampai putih krem dipilih untuk diregenerasikan menjadi tunas. Kalus tersebut dipindahkan ke media regenerasi yang mengandung sitokinin BAP atau kinetin. Hasil percobaan 1c menunjukkan bahwa media MS dengan penambahan BAP 8,88 μM menghasilkan respons regenerasi tunas tertinggi sebesar 50% dan rata-rata jumlah tunas 1,33 tunas per kalus dengan tinggi 3,18 mm. Penggunaan BAP dinilai lebih efektif dibandingkan kinetin dilihat dari persentase respons kalus vanili membentuk tunas maupun akar. Media kontrol MS0 tidak menunjukkan regenerasi tunas, namun hanya menghasilkan respons pembentukan akar sebesar 8,33% dengan panjang akar 1,48 mm.

Hasil percobaan 2 menunjukkan bahwa daya multiplikasi tunas vanili dengan mikrostek dipengaruhi oleh konsentrasi BAP yang digunakan. Faktor tunggal NAA maupun interaksinya dengan BAP tidak mempengaruhi jumlah tunas vanili yang terbentuk. Penambahan BAP 4,44 μM ke dalam media MS menghasilkan rerata jumlah tunas vanili tertinggi yaitu 2,2 tunas per eksplan selama 12 minggu kultur. Jalur multiplikasi tunas vanili menggunakan mikrostek cenderung lebih efisien karena kemampuan regenerasi tunas lebih cepat dibandingkan organogenesis tidak langsung melalui induksi kalus. Organogenesis tidak langsung melalui induksi kalus memiliki keunggulan lain dalam fleksibilitas penggunaan jenis eksplan serta berpotensi dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi bioteknologi lanjutan pada berbagai spesies tanaman.

Penelitian ini menghasilkan informasi protokol perbanyakan vanili secara *in vitro* melalui organogenesis tidak langsung dengan induksi kalus dan multiplikasi tunas aksilar vanili. Protokol dalam penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penerapan bioteknologi lanjutan seperti mutagenesis, transformasi genetik, atau produksi senyawa metabolit sekunder untuk menghasilkan kalus atau planlet sebagai bahan tanam. Informasi protokol multiplikasi tunas dapat digunakan untuk penyediaan bibit vanili, namun masih membutuhkan informasi tambahan terkait

metode elongasi, perakaran, dan aklimatisasi yang optimal. Penggunaan protokol induksi dan regenerasi kalus, yang melibatkan ZPT sintetis seperti picloram dan TDZ pada konsentrasi tinggi, memerlukan pengujian kestabilan genetik sebelum diterapkan sebagai protokol penyediaan bibit yang seragam.

Kata kunci: induksi, kalus, multiplikasi, regenerasi, vana 1.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





SUMMARY

NABILA ANNISA NURBAITI. In Vitro Callus Induction, Regeneration, and Shoot Multiplication of *Vanilla planifolia* in Response to PGR Compositions. Supervised by DINY DINARTI dan DEWI SUKMA.

Vanilla planifolia is the second most valuable spice crop worldwide after saffron, with economic value derived from the vanillin content in its pods. Conventional propagation through stem cuttings is considered inefficient because it requires extensive planting area, prolonged production time, and a large amount of planting material. Another problem is the low viability and germination rate of vanilla seeds, which lack an endosperm. Plant tissue culture represents an alternative approach for the rapid production of genetically uniform and pathogen-free vanilla planting materials. In vitro vanilla organogenesis, particularly through callus induction, can also be utilized to generate genetic diversity through somaclonal variation. Induced callus can be directed toward other applications such as mutation induction, cell suspension culture, protoplast culture, and genetic transformation. This study aims to investigate the effects of explant type and plant growth regulator (PGR) composition on callus induction and regeneration, as well as the in vitro multiplication of shoots from the vanilla cultivar vania 1.

Experiment 1 investigated Indirect organogenesis of vanilla through callus induction and consisted of three sub-experiments. Sub-experiments 1a and 1b evaluated vanilla callus induction using a two-factor completely randomized block design (CRBD). Sub-experiment 1a used node explants, while sub-experiment 1b used leaf explants obtained from in vitro plantlets of vanilla cv. Vania 1. The first factor in each sub-experiment was the explant position (upper, middle, basal). The upper explants were collected from internode or leaf at the first and second node below the shoot apex; middle explants from the third and fourth nodes; and basal explants from the fifth nodes to the basal region of the mother plantlet. The second factor was the composition of the growth-promoting agents: control (Z0); 4,52 μ M 2,4-D + 2,27 μ M TDZ (Z1); 9,04 μ M 2,4-D + 2,27 μ M TDZ (Z2); 4,52 μ M picloram + 2,27 μ M TDZ (Z3); 9,04 μ M picloram + 2,27 μ M TDZ (Z4); 9,04 μ M NAA + 9,04 μ M BAP (Z5); and 9,04 μ M TDZ (Z6). The experiment was conducted in three stages: preparation of the growth medium, planting of the plant material on the callus induction medium, and callus proliferation.

Vanilla callus proliferation was conducted to increase the amount of propagative material and to select the most suitable calli for regeneration. Compact calli derived from internode explant were transferred to a proliferation medium of $\frac{1}{2}$ MS + 4,64 μ M kinetin + 0,54 μ M NAA and subcultured three times at one-month intervals. Callus area and color changes were evaluated at each subculture. Sub-experiment 1c evaluated the regeneration of vanilla callus induced from internode explants. The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



with a single factor, cytokinin type, consisting of a control medium (MS0), 9,30 μM kinetin, 13,82 μM kinetin, 8,88 μM BAP, and 13,32 μM BAP. Regeneration responses of callus regeneration, number of shoots, and roots produced were evaluated over a 12- week culture period.

Experiment 2 investigate the in vitro multiplication of vanilla axillary shoots. The experiment was arranged in a two factor randomized complete block design (RCBD). The first factor was NAA concentration (0; 2.68; and 8.05 μM), while the second factor was BAP concentration (4.44; 8.88; and 13.32 μM). Explant multiplication was evaluated based on the number of shoots, roots, and leaves produced during 12 weeks after culture.

The results of experiments 1a and 1b showed that the use of both node and leaf explants from in vitro vanilla plantlets resulted in similar callus induction responses. Basal internode explants produced the highest callus formation percentage (22.9%) compared to the upper and middle internodes. The highest callus induction response was obtained on MS medium formulation containing 9.04 μM picloram and 2.27 μM TDZ, with a callus formation percentages of 22.2% for node explants and 15.0% for leaf explants. Two types of callus were obtained in this study: (i) compact, white callus, which predominantly formed from vanilla node explants; and (ii) crumbly, translucent green callus from young and middle node explants, as well as vanilla leaf explants.

Vanilla calli derived from nodal explant were transferred to proliferation medium half-strength MS supplement with kinetin and NAA. Callus size increased rapidly from the third week during subculture I through subculture II. Changes in callus color associated with senescence began to occur during the subculture III. Compact white to cream-white calli were selected for shoot regeneration. The selected calli were transferred to regeneration media containing either BAP or kinetin. The results of sub-experiment 1c showed that MS medium supplemented with 8,88 μM produced the highest shoot regeneration response (50%), with average of 1,33 shoots per callus and a mean shoot height of 3,18 mm. BAP was considered more effective than kinetin in promoting both shoot and root regeneration. The control medium (MS0) did not induce shoot regeneration but produced a root formation response of only 8,33%, with an average root length of 1,48 mm.

The results of Experiment 2 showed that the multiplication rate of vanilla shoots using microcuttings was influenced by the concentration of BAP used. NAA concentration alone and its interaction with BAP did not significantly affected the number of vanilla shoots formed. The MS medium supplemented with 4.44 μM BAP was the best medium for in vitro multiplication of vanilla shoots, yielding 2.2 shoots per explant over 12 weeks of culture. The microcutting-based shoot multiplication pathway tended to be more efficient because shoot regeneration occurred more rapidly than through indirect organogenesis via callus induction. Nevertheless, indirect organogenesis through callus induction offers advantages in



term of flexibility in explant selection and its potential application in various downstream biotechnological approaches across plant species.

This study provides an information on in vitro vanilla propagation protocols through indirect organogenesis via callus induction and axillary shoot multiplication. The protocols developed in this study may serve as a basis for further biotechnological applications, including mutagenesis, genetic transformation, and secondary metabolite production, using callus or plantlets as starting materials. The shoot multiplication protocol may be utilized for vanilla seedling production. However, further optimization of shoot elongation, rooting, and acclimatization is required. The use of callus induction and regeneration protocols involving synthetic PGRs such as picloram and TDZ at relatively high concentrations also requires genetic stability assessment before the protocols can be applied for the production of genetically uniform planting materials.

Keywords: callus, induction, multiplication, regeneration, vanilla 1





Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



INDUKSI KALUS, REGENERASI, DAN MULTIPLIKASI TUNAS *Vanilla planifolia* PADA BEBERAPA KOMPOSISI ZPT SECARA *IN VITRO*

NABILA ANNISA NURBAITI

Tesis
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman

**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr. Ir. Darda Efendi, M.Si.
2. Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si.

: Induksi Kalus, Regenerasi, dan Multiplikasi Tunas *Vanilla planifolia* pada Beberapa Komposisi ZPT secara *In Vitro*
: Nabila Annisa Nurbaiti
: A2503231038

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Diny Dinarti, M.Si.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Magister Pemuliaan dan
Bioteknologi Tanaman:

Prof. Dr. Desta Wurnas, S.P., M.Si.
NIP 197012282000032001

Dekan Fakultas Pertanian:

Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.
NIP 196902121992031003



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan dengan baik. Penelitian dilaksanakan dari bulan Agustus 2024 sampai bulan Januari 2026 dengan judul “Induksi Kalus, Regenerasi, dan Multiplikasi Tunas *Vanilla planifolia* pada Beberapa Komposisi ZPT secara *In Vitro*”.

Penulis menyampaikan ungkapan terima kasih kepada Dr. Ir. Diny Dinarti, M.Si. dan Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si. selaku komisi pembimbing tesis atas segala arahan, bimbingan, motivasi, waktu, serta pemikiran yang telah diberikan selama proses perkuliahan, penelitian, publikasi, hingga penyelesaian tesis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si. sebagai ketua program studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman dan Prof. Dr. Ir. Darda Efendi, M.Si. sebagai dosen penguji pada ujian tesis. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada:

1. Orang tua penulis, Ayahanda Agus Janal Sultoni dan Ibunda Yuni Hastuti, serta keluarga besar atas doa, restu, motivasi, arahan, dan semangat selama proses kuliah, penelitian, hingga penyusunan tesis.
2. Ibu Juriah dan rekan-rekan peneliti di Laboratorium Kultur Jaringan 1 yang telah memberikan masukan serta membantu terselesaikannya penelitian saya.
3. Dosen dan staf Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan magister di Departemen Agronomi dan Hortikultura.
4. Sahabat terbaik yang selalu kebersamai: Dea Puspamiya Rahayu, Angel Yohana, Agung Triputra, Zendi Alhamammi, Dea Hayu Nastiti, dan Satriyo Wibowo.
5. Rekan-rekan seperjuangan, PBT 2023, yang selalu menemani dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan.
6. M. Adrian atas bantuannya terkait akses beberapa artikel internasional yang bersifat terbatas (*restricted*).
7. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pemuliaan tanaman dan kultur jaringan.

Bogor, Agustus 2026

Nabila Annisa Nurbaiti



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	ii
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Hipotesis Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Potensi <i>Vanilla planifolia</i>	4
2.2 Permasalahan dalam Perbanyakan Vanili.....	5
2.3 Kultur Jaringan.....	5
2.4 Perkembangan Kultur Jaringan Vanili.....	6
III ORGANOGENESIS VANILI (<i>Vanilla planifolia</i>) VAR. VANIA 1 MELALUI INDUKSI DAN REGENERASI KALUS MENGUNAKAN EKSPLAN RUAS DAN DAUN <i>IN VITRO</i>	9
3.1 Abstrak.....	9
3.2 Pendahuluan.....	10
3.3 Metode Penelitian.....	11
3.4 Hasil dan Pembahasan.....	16
3.5 Simpulan.....	27
3.6 Saran.....	27
IV MULTIPLIKASI TUNAS AKSILAR <i>Vanilla planifolia</i> VARIETAS VANIA 1.....	28
4.1 Abstrak.....	28
4.2 Pendahuluan.....	29
4.3 Metode Penelitian.....	30
4.4 Hasil dan Pembahasan.....	33
4.5 Simpulan.....	39
4.6 Saran.....	39
V PEMBAHASAN UMUM.....	40
VI SIMPULAN UMUM.....	44
6.1 Simpulan.....	44
6.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
RIWAYAT HIDUP.....	54

DAFTAR TABEL

1	Penelitian terdahulu terkait penggunaan jenis eksplan dan ZPT untuk induksi kalus vanili secara <i>in vitro</i>	7
2	Rekapitulasi hasil sidik ragam posisi eksplan dan komposisi ZPT pada 12 MSK	16
3	Waktu inisiasi kalus dan persentase eksplan vanili berkalus pada posisi eksplan dan komposisi ZPT pada 12 MSK	20
4	Diameter, warna dan tekstur kalus vanili varietas vania 1 pada berbagai posisi eksplan dan komposisi ZPT saat 12 MSK	21
5	Hasil uji <i>independent Sample T-Test</i> pada persentase pembentukan kalus eksplan vanili pada berbagai media kultur	22
6	Perubahan tekstur dan warna kalus vanili pada subkultur 1, 2, dan 3	24
7	Kemampuan regenerasi tunas dari kalus vanili, jumlah tunas, jumlah akar, tinggi tunas, dan panjang akar pada media regenerasi saat 12 MSK	26
8	Rekapitulasi hasil sidik ragam konsentrasi NAA dan BAP terhadap multiplikasi tunas <i>V. planifolia</i> saat 12 MSK	33
9	Jumlah tunas <i>V. planifolia</i> pada konsentrasi NAA dan BAP berbeda selama 10 MSK (Minggu Setelah Kultur).....	34
10	Rerata tinggi tunas dan jumlah daun vanili pada perlakuan konsentrasi NAA dan BAP saat 12 MSK	36
11	Rerata jumlah akar dan panjang akar vanili pada media regenerasi saat 12 MSK	37
12	Persentase eksplan berkalus, panjang, serta lebar kalus vanili pada media regenerasi saat 12 MSK	39

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	3
2	Prosedur penanaman pada percobaan induksi kalus	14
3	Persentase <i>browning</i> dan kontaminasi bakteri berdasarkan posisi eksplan ruas dan daun vanili saat 12 MSK	17
4	Kontaminasi bakteri pada eksplan ruas dan daun vanili	18
5	Tipe kalus vanili yang dihasilkan dari eksplan ruas dan daun	19
6	Pembentukan kalus dari eksplan daun.....	20
7	Pertambahan diameter kalus vanili berdasarkan asal kalus pada subkultur 1, 2, dan 3	24
8	Kalus vanili yang beregenerasi menjadi tunas pada media proliferasi ½ MS + 4,64 µM kinetin + 0,54 µM NAA saat 7 dan 9 MSK	25
9	Respons regenerasi tunas vanili dari kalus saat 12 MSK	25
10	Prosedur penanaman eksplan tunas aksilar vanili	32
11	Perkembangan eksplan vanili selama 12 MSK	33
12	Pertumbuhan rata-rata jumlah tunas vanili berdasarkan perlakuan konsentrasi BAP selama 10 minggu.....	35
13	Rata-rata jumlah tunas vanili pada berbagai kombinasi NAA dan BAP saat 12 MSK	36
14	Perkembangan kalus vanili.....	38