

Pengaruh Pemberian NAA Dan Kinetin Terhadap Induksi Kalus Pada Eksplan Batang Tanaman Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews)

*Effect Of NAA And Kinetin Administration On Callus Induction In Vanilla Plant Stem Explants (*Vanilla planifolia* Andrews)*

M. Dhavin¹, Amin Nurokhman^{2*}, Ummi Hiras Habisukan³, Yustina Hapida⁴, Anggun Wicaksono⁵, Weni Lestari⁵, Arif Yachya⁷

^{1,2,3,4,5,6}Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

⁷Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Email: *aminnurokhman_uin@radenfatah.ac.id

Abstrak

Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) adalah tanaman perkebunan yang dimanfaatkan buahnya. Indonesia adalah salah satu negara yang mengekspor vanili dan memiliki faktor iklim yang mendukung peningkatan produksi vanili untuk memenuhi permintaan global, Salah satu Upaya yang dapat dilakukan dalam perbanyak vanili yaitu melalui kultur jaringan tumbuhan. Penelitian ini bertujuan untuk menginduksi kalus. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan menggunakan eksplan batang serta beberapa konsentrasi hormon yang berbeda yaitu: 0,0 ppm NAA dan 0,0 ppm Kinetin, 1,0 ppm NAA dan 0,5 ppm Kinetin, 1,0 ppm NAA dan 1,0 ppm Kinetin, 2,0 ppm NAA dan 0,5 ppm Kinetin, 2,0 ppm NAA dan 1,0 ppm Kinetin, 2,0 ppm NAA dan 2,0 ppm Kinetin. Terdapat pengaruh pada pemberian NAA dan Kinetin terhadap induksi kalus pada eksplan batang tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews). Hal ini didasarkan pada Uji Hipotesis *one-way* Anova dengan nilai signifikansi 0.000 (Asymp. Sig <0,05) maka Ho ditolak dan H1 diterima. Konsentrasi yang optimum untuk menginduksi kalus pada eksplan batang yaitu pada pemberian 1,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin dengan rata-rata kecepatan eksplan tumbuh kalus 7 HST dan persentase eksplan tumbuh kalus sebesar 100%.

Kata Kunci: Vanili, induksi, kalus, kultur jaringan, hormon

Abstract

Vanilla (Vanilla planifolia Andrews) is a plantation plant that is used for its fruit. Indonesia is one of the countries that exports vanilla and has climate factors that support increasing vanilla production to meet global demand, One of the efforts that can be made in vanilla propagation is through plant tissue culture. This research aims to induce calluses. This study used a Random Design using stem explants and several different hormone concentrations, namely: 0.0 ppm NAA and 0.0 ppm Kinetin, 1.0 ppm NAA and 0.5 ppm Kinetin, 1.0 ppm NAA and 1.0 ppm Kinetin, 2.0 ppm NAA and 0.5 ppm Kinetin, 2.0 ppm NAA and 1.0 ppm Kinetin, 2.0 ppm NAA and 2.0 ppm Kinetin. There was an effect on the administration of NAA and Kinetin on callus induction in the explants of the vanilla plant (Vanilla planifolia Andrews). It is based on the Anova one-way Hypothesis Test with a significance value of 0.000 (Asymp. Sig <0.05) then Ho was rejected and H1 was accepted. The optimal concentration to induce callus in stem explants is the administration of 1.0 ppm NAA + 0.5 ppm Kinetin with an average callus growth rate of 7 HST and a 100% callus growth percentage of explants.

Keywords: *Vanilla, induction, callus, tissue culture, hormones*

PENDAHULUAN

Kultur jaringan adalah metode mengisolasi bagian-bagian tertentu dari tanaman dalam kondisi steril untuk memperbanyak tanaman. Hal ini memungkinkan bagian-bagian tumbuhan yang diisolasi tersebut untuk memperbanyak diri dan tumbuh menjadi tanaman utuh. Disamping itu kultur jaringan sangat efektif karena dapat menghasilkan bibit yang banyak, tidak membutuhkan musim, dan dapat mempersingkat waktu (Rahmawati,

2023). Induksi kalus merupakan tahap penting dalam kultur jaringan karena menghasilkan massa sel yang bersifat totipoten, yaitu mampu berkembang menjadi berbagai jenis jaringan tanaman (Muna dkk., 2022).

Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) adalah tanaman perkebunan yang dimanfaatkan buahnya. Indonesia adalah salah satu negara yang mengekspor vanili dan memiliki faktor iklim yang mendukung peningkatan produksi vanili untuk memenuhi permintaan

global (Kusbianto dkk., 2022). Vanili termasuk jenis tanaman rempah-rempah yang memiliki banyak manfaat, sehingga memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Buah vanili yang dikeringkan bernilai Rp.1.000.000-Rp.2.000.000/kg, sementara buah vanili yang basah bernilai Rp. 500.000/kg (Srilestari dan Wijayani, 2022). Dalam konteks pengembangan tanaman vanili, teknologi kultur jaringan menjadi alternatif yang sesuai.

Salah satu cara untuk meningkatkan presentase tanaman yang diisolasi untuk tumbuh adalah dengan menggunakan zat pengatur tumbuh pada media tanamnya. Terdapat dua jenis zat pengatur tumbuh yang umum digunakan pada kultur jaringan, yaitu sitokinin dan auksin (Handayani dkk., 2019). Dalam penelitian ini, menggunakan media *Murashige Skoog* (MS) karena media ini mempunyai komposisi yang lengkap dan mengoptimalkan pertumbuhan eksplan (Yuniastuti dkk., 2010). Adapun hormon yang digunakan yaitu NAA dan Kinetin. Menurut Wahyuni (2009), media MS yang diberikan hormon dengan berbagai konsentrasi dapat menghasilkan persentase pertumbuhan eksplan yang baik. Hal ini disebabkan oleh kandungan media MS seperti unsur hara makro, unsur hara mikro dan vitamin yang mampu merangsang eksplan tumbuh dengan efektif.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada bulan November – bulan Januari 2024 dilakukan di ruang kultur jaringan, laboratorium terpadu, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia. Penelitian eksperimen menggunakan jenis penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL). sesuai saat kondisi lingkungan dapat dijaga agar tetap sama dan terkontrol (Hasdar dkk., 2021).

Penelitian eksperimen menggunakan beberapa alat, yaitu; *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC), *autoclave*, batang pengaduk, botol kultur 100 ml, timbangan analitik, aluminium foil, kertas saring, pH meter, *magnetic stirrer*, lemari pendingin,

rak kultur, lampu TL 20 watt, gelas ukur 100 ml, erlenmeyer (250 ml, 500 ml) cawan petri, gelas beker (500 ml, 1000 ml), bunsen, kertas label, pipet tetes, pinset ukuran 15 cm, spatula, sprayer dan tisu. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah eksplan batang dari tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews), *aquadest* steril, alkohol 70%, NAA, kinetin, HCl 1 N, KOH 1 N, deterjen, natrium hipoklorit (NaClO), agar-agar, sukrosa dan media *Murashige Skoog* (MS).

Eksplan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu batang vanili, sterilisasi eksplan yang dilakukan didalam L AFC diawali dengan menghidupkan bunsen dan pastikan bahwa selama proses kerja, aluminium gelas ukur dan *aquadest* steril selalu berada dalam jangkauan dekat dengan bunsen. Lalu eksplan dipotong \pm 1 cm disterilkan dengan larutan clorox 10% digojok selama 5 menit, yang harus diulang sebanyak 3 kali (Nurokhman et al, 2018) dan diamati selama 21 Hari setelah tanam (HST).

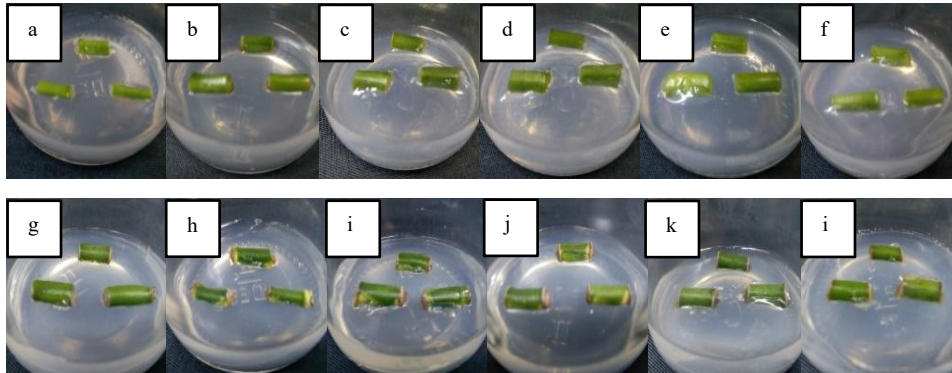
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian Naa dan Kinetin Terhadap Morfologi Kalus Pada Eksplan Batang Vanili

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 4.2) pada semua perlakuan: kontrol, 1,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin, 1,0 ppm NAA + 1,0 ppm Kinetin, 2,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin, 2,0 ppm NAA + 1,0 ppm Kinetin, dan 2,0 ppm NAA + 2,0 ppm Kinetin, terjadi pertumbuhan kalus yang bertekstur kompak (Gambar 1). Menurut Mahadi *et al* (2016), tekstur kompak merupakan respon terhadap pemberian konsentrasi hormon kinetin sebagai sitokinin dalam media kultur yang memiliki peran dalam transport zat hara . Tekstur kompak dapat terjadi akibat lignifikasi, yaitu proses di mana dinding sel menjadi lebih keras dan padat. Santoso dan Nursandi (2004) juga mengemukakan bahwa terbentuknya kalus dengan tekstur kompak diakibatkan oleh adanya hormon auksin endogen yang terdapat pada eksplan yang telah tumbuh. Sel-sel yang awalnya aktif membelah mengalami penurunan

proses proliferasi yang dipengaruhi oleh hormon auksin alami yang terdapat pada eksplan. Hal ini diperkuat oleh Ariati (2012) yang menjelaskan bahwa tekstur kalus yang kompak disebabkan oleh pengaruh

pemberian hormon auksin dan sitokinin yang berpengaruh terhadap potensial air dalam sel yang dapat meningkatkan penyerapan air dari media kultur ke dalam sel, sehingga terbentuk sel yang lebih kaku.



Gambar 1. Visualisasi eksplan batang tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews): (a)Kontrol,(b) 1 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin,(c) 1 ppm NAA + 1 ppm Kinetin,(d) 2 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin,(e) 2 ppm NAA + 1 ppm Kinetin, (f) 2 ppm NAA + 2 ppm Kinetin, (g)Kontrol,(h) 1 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin,(i) 1 ppm NAA + 1 ppm Kinetin,(j) 2 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin,(k) 2 ppm NAA + 1 ppm Kinetin, (l) 2 ppm NAA + 2 ppm Kinetin. a-f=7 HST, g-l=147 HST.

Pengamatan morfologi kalus pada eksplan batang juga dilakukan berdasarkan warna kalus. Pemberian hormon NAA dan Kinetin pada masing-masing perlakuan menghasilkan warna kalus yang berbeda. Pada perlakuan kontrol, 1,0 ppm NAA + 1,0 ppm Kinetin, 2,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin, 2,0 ppm NAA + 1,0 ppm Kinetin, dan 2,0 ppm NAA + 2,0 ppm Kinetin, kalus yang tumbuh berwarna coklat. Sedangkan, kalus berwarna kuning kecoklatan dihasilkan oleh perlakuan dengan konsentrasi 1,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin. Menurut (Nuha, 2022) perbedaan warna yang terdapat pada kalus mengindikasikan bahwasanya tingkat perkembangan kalus pada setiap eksplan itu berbeda-beda. Warna coklat pada kalus

disebabkan oleh metabolisme senyawa fenol. Hal ini juga dikemukakan Rismayanti & Nafi'ah (2021) yang mengatakan bahwa kalus berwarna coklat disebabkan peningkatan produksi senyawa fenolat yang diikuti oksidasi oleh aktivitas enzim oksidase dan polimerasinya. Tumbuhnya kalus berwarna coklat merupakan peristiwa alamiah dan proses perubahan adaptif pada bagian tanaman akibat pemotongan saat penanaman, Adapun warna kuning kecoklatan pada kalus, berdasarkan penelitian Wahyuni dkk., (2020) disebabkan oleh proses degradasi klorofil, selain itu pemberian konsentrasi hormon auksin (NAA) dalam media kultur juga dapat menumbuhkan warna kuning pada kalus.

Pemberian NAA dan Kinetin Terhadap Rata-Rata Kecepatan Eksplan Tumbuh Kalus dan Persentase Eksplan Tumbuh Kalus

Pada perlakuan 0,0 ppm NAA + 0,0 ppm Kinetin didapatkan hasil rata-rata kecepatan eksplan tumbuh kalus paling lama yakni 119,00 HST dengan persentase

tumbuh kalus sebesar 100% (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan penelitian Munthe dkk (2022) yang menyatakan bahwa beberapa eksplan vanili dapat tumbuh baik tanpa penambahan auksin dan sitokinin, tergantung pada kondisi awal dan jenis eksplan yang digunakan. Tan *et al* (2011) menyebutkan bahwa kondisi media MS

tanpa pemberian NAA dan Kinetin masih cukup untuk merangsang pertumbuhan kalus tanaman vanili. Penelitian Kurniawan (2022) menjelaskan hal yang menyebabkan kalus tumbuh dalam waktu lama pada perlakuan kontrol, disebabkan oleh media tanpa pemberian zat pengatur tumbuh, sehingga tidak ada stimulasi hormonal yang mendukung proses pembentukan kalus pada eksplan vanili tersebut. Selain itu, menurut (Ardyansah dkk., 2024) ketersediaan

hormon endogen dalam eksplan tergolong rendah, sehingga sulit merangsang pembelahan sel dan pembentukan kalus secara cepat. Pertumbuhan kalus pada eksplan batang vanili dengan perlakuan 0,0 ppm NAA + 0,0 ppm Kinetin pada penelitian ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan kalus pada eksplan batang vanili dengan perlakuan kontrol sangat bergantung pada keseimbangan hormon endogen yang terdapat pada batang vanili.

Tabel 1. Morfologi, Rata-Rata Kecepatan Tumbuh Kalus dan Persentase Eksplan Tumbuh Kalus Pada Eksplan Batang Tanaman Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews)

Eksplan	Konsentrasi (ppm)		Warna kalus	Tekstur	Rata-Rata kecepatan tumbuh kalus (HST)	Persentase eksplan tumbuh kalus
	NAA	Kinetin				
Batang	0,0	0,0	Coklat	Kompak	119,00±0,00 ^e	100%
	1,0	0,5	Kuning kecoklatan	Kompak	7,00±0,00 ^a	100%
	1,0	1,0	Coklat	Kompak	28,33±0,00 ^b	100%
	2,0	0,5	Coklat	Kompak	97,67±2,51 ^d	100%
	2,0	1,0	Coklat	Kompak	78,67±0,00 ^c	66,6%
	2,0	2,0	Coklat	Kompak	28,33±0,00 ^b	100%

Eksplan batang tanaman vanili (*Vanilia planifolia* Andrews) dengan pemberian konsentrasi 1,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin menunjukkan rata-rata kecepatan eksplan tumbuh kalus yang terbaik dan paling cepat yakni 7,00 HST dengan persentase tumbuh kalus sebesar 100% (Tabel 4.2). Hal ini sejalan dengan penelitian Jesmin & Mian (2016) bahwa pemberian konsentrasi tersebut menunjukkan persentase tumbuh kalus sebesar 100% dan kombinasi tersebut adalah yang terbaik untuk menginduksi kalus pada eksplan batang. Hal ini diperkuat dengan penelitian Santoso dkk (2025) bahwa dengan pemberian konsentrasi tersebut pada tanaman anggrek (*Dendrobium imelda marina masagung* (L.) Neo Cheng Soon) adalah yang paling optimal dan tercepat dengan rata-rata kecepatan eksplan tumbuh kalus 54,00 HST dan persentase tumbuh kalus sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian konsentrasi 1,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin pada eksplan

batang tanaman vanili dengan rata-rata kecepatan eksplan tumbuh kalus 7,00 HST pada penelitian ini adalah lebih optimal dan cepat.

Rata-rata kecepatan eksplan dan persentase eksplan tumbuh kalus yang sama ditunjukkan pada eksplan batang dengan perlakuan 1,0 ppm NAA + 1,0 ppm Kinetin dengan rata-rata 28,33 HST dan persentase tumbuh 100% dan perlakuan 2,0 ppm NAA + 2,0 ppm Kinetin dengan rata-rata 28,33 HST dan persentase tumbuh 100% (Tabel 4.2). Dengan rata-rata dan persentase yang dihasilkan pada kedua perlakuan tersebut, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi NAA dan Kinetin yang digunakan efektif dan cepat untuk menginduksi kalus pada eksplan batang tanaman vanili (*Vanilia planifolia* Andrews), akan tetapi tidak lebih cepat dibandingkan dengan pemberian konsentrasi 1,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin sebelumnya.

Berdasarkan hasil penelitian yang terbaik diatas, pemberian konsentrasi

hormon NAA dan Kinetin yang tepat sangat berpengaruh pada waktu kecepatan tumbuh kalus. Menurut Ulfa (2011) mekanisme kerja hormon NAA sebagai auksin dalam menumbuhkan kalus yaitu dengan cara difusi ke dalam jaringan tanaman pada eksplan yang telah dilukai. Setelah itu, hormon NAA akan merangsang hormon auksin (hormon endogen) yang terdapat di dalam jaringan pada eksplan, lalu menstimulasi pembelahan sel pada sel-sel yang terdapat di sekitar daerah luka.

Penelitian Prashariska dkk., (2021) menjelaskan, hormon NAA menginisiasi pemanjangan sel yaitu dengan cara mempengaruhi fleksibilitas pada dinding sel dan merangsang protein yang terdapat pada membran plasma guna memompa ion H^+ ke arah dinding sel. Ion H^+ pada dinding sel menstimulasi enzim tertentu sehingga memutus ikatan silang hidrogen rantai molekul selulosa yang menyusun dinding sel. Selanjutnya, terjadi pemanjangan sel akibat air yang masuk dengan cara osmosis, sel mengalami pertumbuhan terus menerus dengan mensintesis kembali mineral pada dinding sel dan sitoplasma.

Mekanisme kerja hormon Kinetin sebagai sitokinin dalam menginduksi kalus yaitu dengan merangsang pembelahan jaringan meristematik. Kinetin memiliki peran langsung dalam mengatur proses transkripsi dan translasi RNA dalam proses sintesis protein, proses ini terjadi pada tahap interfase. Pada tahap translasi RNA kemudian dilanjutkan dengan sintesis asam amino, yang merupakan penyusun utama protein. Selanjutnya, protein yang dihasilkan berupa enzim-enzim yang merangsang proses pembelahan sel. Enzim tersebut akan meningkatkan efektivitas pada proses pembelahan sel (Hayati dkk., 2010). Menurut (Munthe dkk., 2022) pemberian kombinasi NAA dan kinetin dapat memicu respons fisiologis pada tingkat seluler melalui jalur sinyal hormonal. NAA berfungsi untuk mempromosikan pembelahan sel, sedangkan kinetin menjaga status dediferensiasi sel. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi ini dapat

meningkatkan ekspresi gen yang mengatur siklus sel dan metabolisme, sehingga mendukung pertumbuhan kalus yang cepat dan optimal. Ardyansah dkk (2024) menyebutkan bahwa secara struktural, kombinasi hormon ini menginduksi dediferensiasi sel eksplan menjadi kalus dengan morfologi yang optimal untuk penyerapan nutrisi dan hormon, sehingga pertumbuhan kalus cepat dan efisien.

Pada konsentrasi 2,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin dengan rata-rata 97,67 HST dan persentase tumbuh 100%, 2,0 ppm NAA + 1,0 ppm Kinetin dengan rata-rata 78,67 HST dan persentase tumbuh 66,6%. Rata-rata waktu kecepatan tumbuh kalus yang lebih lama pada kedua perlakuan tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Sari dan Mayta (2021) yang menjelaskan semakin tinggi konsentrasi NAA sebagai auksin yang ditambahkan pada media kultur, akibatnya dapat meningkatkan produksi etilen yang dapat menghambat aktivitas auksin pada eksplan dalam pemanjangan sel. Hal ini didukung dengan penelitian Widyawati (2010) yang menyimpulkan bahwa semakin tinggi pemberian konsentrasi NAA dapat menghambat pembentukan kalus pada eksplan. Berdasarkan hasil penelitian pada eksplan batang vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) (Tabel 1) dapat dilihat pada masing-masing perlakuan mengalami pertumbuhan kalus, akan tetapi terdapat perbedaan waktu kecepatan tumbuh kalus pada masing-masing perlakuan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Ardyansah dkk (2024) bahwasanya perbedaan waktu tumbuh kalus disebabkan oleh adanya perbedaan respon dari jaringan eksplan terhadap pemberian hormon NAA dan Kinetin, serta ketersediaan hormon endogen dari eksplan batang yang dikultur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat pengaruh pada pemberian NAA dan Kinetin terhadap induksi kalus pada eksplan batang tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews). Hal ini didasarkan pada Uji Hipotesis *one-way* Anova dengan

nilai signifikansi 0.000 (Asymp. Sig <0,05) maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Pada eksplan daun, tidak terdapat pengaruh pemberian NAA dan Kinetin terhadap induksi kalus tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews). Konsentrasi yang optimum untuk menginduksi kalus pada eksplan batang yaitu pada pemberian 1,0 ppm NAA + 0,5 ppm Kinetin dengan rata-rata kecepatan eksplan tumbuh kalus 7 HST dan persentase eksplan tumbuh kalus sebesar 100%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada, Tegar Bintang Saputri, Ika afida, Faizah Qonita Zhafira, Nadila Margareta, Fina Aryani, Putri Khairunnisa telah mensupport penelitian ini.

REFERENSI

- Ardyansah, M, I., Kusbianto, D, E., Suud, M, H., Rosyady, M, G. (2024). Pengaruh Pemberian Thidiazuron Dan NAA Pada Media MS Terhadap Regenerasi Eksplan Nodal Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) Secara In Vitro. *Jurnal Agrotek Ummat*. 11(4): 284-285
- Ariati, S. N., Waeniati, W., Muslimin, M., & Suwastika, I. N. (2012). Induksi kalus tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) pada media MS dengan penambahan 2, 4-D, BAP dan air kelapa. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 1(1).
- Handayani, S. Rd., I. Yunus., M. Sayuti dan E. Irawan. (2019). In-Vitro Callus Induction of Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Leaves Using Kinetin and 2,4-d (*dichlorophenoxyacetic acid*). *J. Trop. Hort.* 2(2):59-64.
- Hasdar, M., Wadli., dan Delia, M. (2021). Rancangan acak lengkap dan rancangan acak kelompok pada pH gelatin kulit Domba dengan pretreatment larutan NaOH. *Journal of Technology and Food Processing (JTFP)*, 1 (1): 17 – 23
- Hayati, S.K., Nurchayati, Y. & Setiari, N. (2010). Induksi kalus dari hipokotil alfalfa (*Medicago sativa* L.) secara in vitro dengan penambahan Benzyl Amino Purine (BAP) dan α -Naphthalene Acetic Acid (NAA). *Bioma*, 12(1): 6-12.
- Jesmin, R., dan Mian, M, A, K. (2016). Callus Induction and Efficient Plan Regeneration in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 9(2): 800-801
- Kurniawan, N, C. (2022). Respon 2,4-D dan BAP Terhadap Induksi Tunas Pada Tanaman Vanili (*Vanilla planifolia*). *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Kusbianto, D. E., Kurniawan, N. C., Arum, A. P., Restanto, D. P. (2022). Respon Induksi Tunas Tanaman Vanili (*Vanilia planifolia Andrew*) Terhadap Perlakuan Konsentrasi BAP dan Konsentrasi 2,4-D dengan Perbanyakkan Secara In-Vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 24(2): 83.
- Mahadi, I., Syafi, W., & Sari, Y. (2016). Induksi Kalus Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa*) Menggunakan Hormon 2, 4-D dan BAP dengan Metode in vitro (Callus Induction of Calamansi (*Citrus microcarpa*) Using 2, 4-D and BAP Hormones by in vitro Methods). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 84–89.
- Muna, A., Suharyanto, S., & Sasongko, A. B. (2022). Induksi Kalus Piper retrofractum Vahl. dengan Variasi Eksplan dan Zat Pengatur Tumbuh. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 14(1), 16-23.
- Munthe, J, S, S., Hadipoentyanti, E., Suhesti, S., Lestari,A., Widyodaru, N., Setiadi, A. (2022). Respon Eksplan Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) Terhadap Pemberian Kinetin dan NAA (Naphthalene Acetic Acid) Secara In Vitro. *Agrohita Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*. 7(2): 221
- Nuha, A. A. (2022). Pengaruh berbagai konsentrasi Naa dan Bap terhadap induksi kalus daun porang

- (*amarphopallus muelleri blume*)
secara in vitro (Doctoral dissertation,
Universitas Islam Negeri Maulana
Malik Ibrahim).
- Nurokhman, A., Tahani, N. A., Faizah, H.,
Utami, E. S. W., dan Manuhara, Y. S.
W. (2018). Influence of combination
of sucrose concentration and
immersion frequency on biomass and
flavonoid production of *Gynura*
procumbens (Lour.) Merr Callus
culture in temporary immersion
bioreactor. *Scholars Academic*
Journal Of Biosciences (SAJB), 6(12),
748 – 754.
- Prashariska, K., Pitoyo, A., & Solichatun, S.
(2021). pengaruh indole-3-acetic acid
(iaa) dan benzyl amino purine (bap)
terhadap induksi dan deteksi alkaloid
kalus kamillen (*matricaria chamomilla*
L.): pengaruh indole-3-acetic acid (iaa)
dan benzyl amino purine (bap)
terhadap induksi dan deteksi alkaloid
kalus kamillen (*matricaria chamomilla*
L.). *innofarm: jurnal inovasi*
pertanian, 23(2).
- Rahmawati, A., Ngaisah, N. F., & Ismaidah,
I. (2023). Kajian upaya peningkatan
kualitas buah mangga dengan aplikasi
bioteknologi menggunakan kultur In
Vitro pada Tanaman. *Journal of*
Agribusiness Science and Rural
Development, 2(2), 62-69.
- Rismayanti, A. Y., & Nafi'ah, H. H. (2021).
Modifikasi media pada induksi kalus
kopi arabika (*Coffea arabica* L.)
berbuah kuning. *Jurnal Agro*
Wiralodra, 4(2), 42-49.
- Santoso, B, A., Lestari, A., dan Rahmi, H.
(2025). Respon Eksplan Daun
Tanaman Anggrek (*Dendrobium*
imelda marina masagung (L.) Neo
Cheng Soon) Terhadap Kombinasi
NAA dan BAP. *Jurnal Ilmiah Respati*,
16(1): 9-11
- Santoso, U., & Nursandi, F. (2004). Kultur
Jaringan Tanaman. Malang,
Indonesia: University
Muhammadiyah Malang.
- Sari, M., dan Mayta, N.I. (2021). Respon
daun *Tacca chantrieri* terhadap
pembentukan kalus dengan berbagai
konsentrasi 2,4-D dan BAP secara in
vitro. *Jurnal Biologi UNAND*, 9(1), 8-
17.
- Tan, C, B., Chin, C, F. (2011). Optimisation
Of Plantlet Regeneration From Leaf
And Nodal Derived Callus Of *Vanilla*
Planifolia Andrews. *Plant Tiss Organ*
Cult. 105: 459
- Ulfa, M.B. (2011). Penggunaan 2,4-D untuk
induksi kalus kacang tanah. *Media*
Litbang Sulteng, 4(2): 137- 147.
- Ulva, M., Nurchayati, Y., Prihastanti, E., dan
Setiari, N. (2019). Pertumbuhan Kalus
Tomat (*Lycopersicon esculentum*
Mill.) Varietas Permata F1 dari Jenis
Eksplan dan Konsentrasi Sukrosa
yang Berbeda secara In Vitro. *Life*
Science, 8(2): 162-163
- Wahyuni, A., Satria, B., & Zainal, A. (2020).
Induksi kalus gaharu dengan NAA dan
BAP secara in vitro. *Agrosains:*
Jurnal Penelitian Agronomi, 22(1),
39-44.
- Wahyuni, D., Firianingsih. A. (2009).
Tekhnik Pemberian Benzyl Amino
Purin
untuk Memacu Pertumbuhan Kalus
dan Tunas pada Kotiledon Melon
(*Cucumis melo* L.). *Buletin Tekhnik*
Pertanian, 14(2): 50 – 53.
- Widyawati, G. (2010). Pengaruh Variasi
Konsentrasi NAA dan BAP terhadap
Induksi Kalus Jarak Pagar (*Jatropha*
curcas L.). *Doctoral dissertation:*
UNS (Universitas Sebelas Maret).
- Yuniastuti, E., Praswanto, P., &
Harminingsih, I. (2010). Pengaruh
konsentrasi bap terhadap multiplikasi
tunas *Anthurium* (*Anthurium*
andraeanum Linden) pada beberapa
media dasar secara in vitro. *Caraka*
Tani: Journal of Sustainable
Agriculture, 25(1), 1-8.