TSAQOFAH
Jurnal Penelitian Guru Indonesia

p-ISSN: 2810-0395
e-ISSN: 2810-0042

Terindeks : Dimensions, Scilit, Lens, Semantic, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/tsaqofah.v6i4.10613

PERBANYAKAN TANAMAN MACADAMIA (*MACADAMIA INTEGRIFOLIA*) DENGAN TEKNIK KULTUR JARINGAN SECARA *IN VITRO* DI UPTD BALAI SERTIFIKASI DAN PERBENIHAN TANAMAN HUTAN (BSPTH) DINAS KEHUTANAN PROVINSI SUMATERA BARAT

Propagation of Macadamia Plants (*Macadamia integrifolia*) Using Tissue Culture Techniques *in Vitro* at UPTD Balai Sertifikasi dan Perbenihan Tanaman Hutan (BSPTH) Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Barat

Desi Dewantari[1], Violita[2], Mika Lestaria[3]
[1,2]Universitas Negeri Padang; [3]UPTD Balai Sertifikasi dan Perbenihan Tanaman Hutan Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Barat

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
May 1, 2026	May 29, 2026	Jun 10, 2026	Jun 15, 2026

Abstract

The macadamia plant (*Macadamia integrifolia*) is a high-quality nut-producing commodity with significant economic value; however, conventional propagation still faces limitations in producing superior seedlings in large quantities that are uniform and sustainable. This internship activity aimed to study the procedures for *in vitro* macadamia tissue culture, from the preparation of Murashige and Skoog (MS) medium, sterilization of explants, tools, and materials, incubation, to subculture. The activity was carried out at the UPTD Balai Sertifikasi dan Perbenihan Tanaman Hutan (BSPTH) Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Barat from January 5 to February 15, 2026. The explants

Tsaqofah journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

used were young shoots of macadamia plants grown on MS medium supplemented with the plant growth regulator BAP. A total of 81 explants were observed during the culture process. The observations showed that 34 explants (41.98%) grew successfully without contamination, whereas 47 explants (58.02%) experienced fungal and bacterial contamination as well as browning. The high level of contamination was presumed to be related to the presence of endophytic contaminants, the suboptimal sterilization protocol, and the condition of explants originating from open field conditions. Browning can be managed through the addition of antioxidants, such as PVP, activated charcoal, and ascorbic acid, to the medium. This activity confirms that tissue culture has the potential to become an alternative method for macadamia propagation, but its success is highly dependent on the optimization of explant sterilization and the control of tissue browning. The implications of this activity point to the need for implementing staged sterilization and conditioning mother plants in a greenhouse to improve the success of macadamia micropropagation in subsequent studies.

Keywords: *Macadamia integrifolia*; Tissue Culture; *In Vitro*; Explant Contamination; Browning

Abstrak: Tanaman macadamia (*Macadamia integrifolia*) merupakan komoditas penghasil kacang berkualitas tinggi dengan nilai ekonomi yang signifikan, namun perbanyakan secara konvensional masih menghadapi keterbatasan dalam menghasilkan bibit unggul dalam jumlah besar, seragam, dan berkelanjutan. Kegiatan magang ini bertujuan untuk mempelajari prosedur kultur jaringan macadamia secara *in vitro*, mulai dari pembuatan media Murashige and Skoog (MS), sterilisasi eksplan, alat, dan bahan, inkubasi, hingga subkultur. Kegiatan dilaksanakan di UPTD Balai Sertifikasi dan Perbenihan Tanaman Hutan (BSPTH) Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Barat pada 5 Januari–15 Februari 2026. Eksplan yang digunakan berupa tunas muda tanaman macadamia yang ditanam pada media MS dengan penambahan zat pengatur tumbuh BAP. Sebanyak 81 eksplan diamati selama proses kultur. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa 34 eksplan (41,98%) berhasil tumbuh tanpa kontaminasi, sedangkan 47 eksplan (58,02%) mengalami kontaminasi jamur dan bakteri serta *browning*. Tingginya kontaminasi diduga berkaitan dengan keberadaan kontaminan endofitik, belum optimalnya protokol sterilisasi, serta kondisi eksplan yang berasal dari lapangan terbuka. Penanganan *browning* dapat dilakukan melalui penambahan antioksidan, seperti PVP, arang aktif, dan asam askorbat ke dalam media. Kegiatan ini menegaskan bahwa kultur jaringan berpotensi menjadi alternatif perbanyakan macadamia, tetapi keberhasilannya sangat bergantung pada optimasi sterilisasi eksplan dan pengendalian pencokelatan jaringan. Implikasi kegiatan ini mengarah pada perlunya penerapan sterilisasi bertingkat dan pengondisian tanaman induk di rumah kaca untuk meningkatkan keberhasilan mikropropagasi macadamia pada kajian berikutnya.

Kata Kunci: *Macadamia Integrifolia*; Kultur Jaringan; *In Vitro*; Kontaminasi Eksplan; *Browning*

PENDAHULUAN

Tanaman macadamia (*Macadamia integrifolia*) merupakan tanaman penghasil kacang yang berasal dari Australia dan mulai dikembangkan di Indonesia sebagai tanaman komoditas yang bernilai ekonomi yang tinggi. Kacang macadamia dikenal memiliki kandungan lemak

tak jenuh, protein, dan mineral yang tinggi sehingga banyak digunakan dalam industri pangan, kosmetik, dan farmasi (Islam *et al.,* 2020). Permintaan terhadap bibit macadamia terus meningkat seiring berkembangnya industri agribisnis kacang ini di Indonesia.

Perbanyakan macadamia secara konvensional melalui biji maupun stek menghadapi berbagai kendala, antara lain rendahnya persentase perkecambahan biji, lambatnya pertumbuhan bibit, serta ketidakseragaman genetik antar individu (Ndikumana *et al.,* 2024). Sebagai solusi alternatif, teknik kultur jaringan *in vitro* memiliki kelebihan dalam menghasilkan bibit dengan jumlah yang besar dan seragam, serta tahan terhadap berbagai penyakit. (Hasnain *et al.,* 2022). Teknik ini memanfaatkan prinsip totipotensi sel tanaman, yaitu kemampuan setiap sel hidup untuk berkembang menjadi individu baru yang lengkap.

Keberhasilan kultur jaringan sangat ditentukan oleh beberapa faktor, di antaranya komposisi media tumbuh, jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT), teknik sterilisasi eksplan, serta kondisi lingkungan inkubasi. Media Murashige dan Skoog (MS) merupakan media dasar yang paling umum digunakan karena kandungan unsur hara makro, mikro, vitamin, dan sumber karbon yang lengkap untuk mendukung pertumbuhan planlet secara optimal (Rachma *et al.,* 2026). Penggunaan sitokinin seperti BAP (6-Benzylaminopurine) terbukti efektif merangsang pembentukan dan pembelahan tunas pada berbagai tanaman, termasuk tanaman berkayu.

Salah satu tantangan utama dalam kultur jaringan adalah kontaminasi oleh mikroorganisme patogen (jamur dan bakteri) dan fenomena pencoklatan (browning) yang umumya terjadi pada tanaman berkayu yang memiliki kandungan fenol yang tinggi. Kontaminasi dapat berasal dari permukaan eksplan, udara laboratorium, peralatan yang kurang steril, maupun dari jaringan internal tanaman itu. (Sulichantini *et al.,* 2024). Browning dapat terjadi akibat oksidasi senyawa fenolik yang dikatalisis enzim Polifenol Oksidase (PPO) saat eksplan mengalami pelukaan, menghasilkan senyawa quinon toksik yang menghambat pertumbuhan jaringan (Helena *et al.,* 2022).

Kegiatan magang di UPTD Balai Sertifikasi dan Perbenihan Tanaman Hutan (BSPTH) Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Barat memberikan kesempatan untuk mempelajari secara langsung prosedur kultur jaringan tanaman macadamia. Artikel ini bertujuan untuk melaporkan hasil pengamatan selama kegiatan magang terkait pelaksanaan mikropropagasi *in vitro* macadamia, tingkat kontaminasi yang terjadi, fenomena browning,

serta upaya pencegahan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keberhasilan mikropropagasi.

METODE

Waktu dan Tempat

Kegiatan magang profesi dilaksanakan pada 5 Januari – 15 Februari 2026 di UPTD Balai Sertifikasi dan Perbenihan Tanaman Hutan (BSPTH) Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Barat, yang beralamat di Jalan Jaksa Agung R. Soeprapto No.8A, Ulak Karang, Padang, Sumatera Barat. Kegiatan kultur jaringan dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan UPTD BSPTH.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi autoklaf, Laminar Air Flow (LAF), oven, UV lamp, skalpel dan blade, pinset, gunting bedah, petri dish, botol kultur, Erlenmeyer, gelas ukur, beaker glass, batang pengaduk, spatula, pH meter, timbangan analitik, magnetic stirrer, hot plate, pipet dan mikropipet, Bunsen, dan inkubator. Bahan yang digunakan adalah eksplan tunas muda tanaman macadamia (*Macadamia integrifolia*), media Murashige dan Skoog (MS), zat pengatur tumbuh BAP (6-Benzylaminopurine) 1 ppm sebanyak 0,025 ml, sukrosa 30 g/L, agar 7 g/L, antioksidan (PVP, arang aktif), bahan sterilisasi (NaOCl, alkohol 70%, fungisida, bakterisida, Tween-20), akuades steril, aluminium foil, plastik tahan panas, karet gelang, dan kertas label.

Cara Kerja

Tahapan prosedur kultur jaringan macadamia yang dilaksanakan selama magang adalah sebagai berikut:

a. Persiapan Media Kultur

Media MS dibuat dengan menimbang semua komponen (unsur makro, mikro, vitamin, Fe-EDTA), melarutkan ke dalam akuades, kemudian menambahkan sukrosa 30 g/L, ZPT BAP sesuai perlakuan, dan antioksidan (PVP 1–2 g/L dan/atau arang aktif 1–3 g/L). pH diatur pada 5,6–5,8 menggunakan NaOH 1 N atau HCl 1 N. Agar 7 g/L ditambahkan, dipanaskan hingga larut, kemudian media dituang ke botol kultur (20–25 ml/botol) dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 1 atm, selama 20 menit (Yulia *et al.,* 2022).

b. Persiapan Eksplan

Tunas muda macadamia dipilih dari tanaman induk yang sehat, dan bebas gejala penyakit. Eksplan dipotong sepanjang 1–2 cm sehingga yang diambil minimal satu buku (node) yang mengandung meristem aksilar. Menurut Islam *et al.*, (2020), tunas muda merupakan sumber eksplan paling potensial dalam kultur jaringan karena kandungan sel meristematik yang masih aktif membelah.

c. Sterilisasi Eksplan

Eksplan dicuci di bawah air mengalir selama 10–15 menit menggunakan detergen, kemudian direndam dalam larutan fungisida 1,5% dan bakterisida 1,5% masing-masing selama 10 menit. Selanjutnya direndam dalam alkohol 70% selama 1–2 menit, diikuti perendaman dalam larutan NaOCl 10–15% selama 10 menit, dan dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali. Seluruh proses sterilisasi dilakukan di dalam LAF secara aseptik (Kurnia *et al.,* 2022).

d. Inokulasi dan Inkubasi

Eksplan ditanam secara aseptik ke dalam botol media di dalam LAF yang telah disinari UV selama 30 menit. Botol kultur diinkubasi pada ruang pertumbuhan dengan suhu 24–26°C, intensitas cahaya 1.000–3.000 lux, dan kelembaban relatif 60–70%. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 1–2 minggu pertama untuk mendeteksi kontaminasi, kemudian setiap 3–7 hari selama 4–6 minggu.

e. Subkultur

Subkultur dilakukan apabila media mulai mengering atau unsur haranya yang tersisa sedikit (sekitar 4–6 minggu). Eksplan dapat dipindahkan ke media segar secara aseptik di dalam LAF. Kegiatan magang dilaksanakan hingga tahap subkultur dikarenakan keterbatasan waktu.

HASIL

Pengamatan dilakukan terhadap 81 eksplan tunas muda tanaman macadamia (*Macadamia integrifolia*) yang ditanam pada media MS yang diperkaya BAP. Hasil pengamatan menunjukkan sebanyak 34 eksplan (41,98%) berhasil tumbuh tanpa kontaminasi, sedangkan 47 eksplan (58,02%) mengalami kontaminasi. Rekapitulasi hasil pengamatan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengamatan Kultur Jaringan Macadamia

No.	Parameter Pengamatan	Jumlah (buah)	Persentase (%)	Keterangan
1	Total eksplan ditanam	81	100,00	Tunas muda
2	Eksplan tidak terkontaminasi	34	41,98	Tumbuh normal
3	Eksplan terkontaminasi dan browning	47	58,02	Jamur & bakteri



Gambar 1. Kultur Macadamia yang tidak terkontaminasi



Gambar 2. Kultur Macadamia yang terkontaminasi.



Gambar 3. Tanaman Macadamia di rumah kaca BSPTH Dinas Kehutanan Sumatera Barat.

Dari 81 eksplan yang ditanam, sebanyak 47 eksplan (58,02%) terkontaminasi dalam 3–14 hari setelah tanam (HST). Kontaminasi jamur ditandai dengan munculnya serat halus berwarna putih hingga abu-abu pada permukaan media, sedangkan kontaminasi bakteri ditandai dengan kondisi media yang berlendir di sekitar pangkal eksplan. Sebanyak 34 eksplan (41,98%) yang bebas kontaminasi menunjukkan pertumbuhan tunas hijau segar pada 7–14 HST.

PEMBAHASAN

Tata Cara Pelaksanaan Kultur Jaringan Macadamia

Kultur jaringan tanaman macadamia (*Macadamia integrifolia*) dilakukan melalui serangkaian tahapan yang terstruktur dan dilaksanakan secara aseptik. Penggunaan media MS sebagai media dasar telah terbukti efektif untuk berbagai jenis tanaman karena kandungan nutrisi yang komprehensif. Rachma *et al.*, (2026) menegaskan bahwa media MS mengandung nitrat, kalium, dan ammonium yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Penambahan ZPT BAP ke dalam media bertujuan untuk merangsang proliferasi tunas melalui mekanisme sitokinin, yaitu meningkatkan pembelahan sel dan diferensiasi jaringan meristematik.

Sterilisasi eksplan merupakan tahap yang paling kritis dalam keberhasilan kultur jaringan. Prosedur sterilisasi bertingkat yang melibatkan fungisida, bakterisida, alkohol 70%, dan NaOCl diterapkan untuk menekan beban mikroba dari permukaan eksplan. Hadiyana *et al.,* (2022) menyatakan bahwa metode sterilisasi bertingkat menggunakan kombinasi alkohol dan NaOCl terbukti lebih efektif dibandingkan perlakuan tunggal. Seluruh proses inokulasi dilakukan di dalam LAF yang telah disinari UV selama 30 menit untuk memastikan kondisi aseptik terjaga.

Dalam penelitian Yulia *et al.*, (2022) mengenai kultur jaringan tembakau menggunakan kombinasi IAA dan BAP, disebutkan bahwa prosedur pembuatan media dengan pengaturan pH 5,6–5,8 dan sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 25 menit merupakan standar yang lazim digunakan dalam kultur jaringan untuk mencegah denaturasi komponen media. Hal ini sesuai dengan prosedur yang diterapkan dalam kegiatan magang di UPTD BSPTH.

Keberhasilan kultur jaringan juga sangat dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan. Amalia *et al.,* (2024) dalam penelitian perbanyakan stek daun *Hoya multiflora* Blume menunjukkan bahwa konsentrasi BAP yang terlalu tinggi justru menghambat pertumbuhan tunas karena ketidakseimbangan metabolisme dalam jaringan yang memperlambat proliferasi sel. Hal ini menegaskan pentingnya penentuan konsentrasi BAP yang tepat dalam kultur jaringan macadamia agar tidak terjadi hambatan pertumbuhan akibat kelebihan sitokinin. Selain itu, Fatiha *et al.*, (2024) dalam induksi tunas tanaman andalas (*Morus macroura* Miq.) menggunakan media MS dengan penambahan ZPT TDZ 0,25 mg/l melaporkan bahwa setiap eksplan merespons zat pengatur tumbuh eksogen

secara berbeda, yang ditunjukkan oleh variasi tinggi tunas dan jumlah daun antar botol sampel. Temuan ini konsisten dengan hasil pada kultur jaringan macadamia, di mana respons eksplan terhadap BAP juga bervariasi bergantung pada kondisi eksplan dan lingkungan inkubasi.

Kontaminasi pada Kultur Jaringan Macadamia

Tingkat kontaminasi sebesar 58,02% yang ditemukan pada pengamatan ini tergolong cukup tinggi dan mengindikasikan adanya kelemahan pada tahapan aseptik. Kontaminasi jamur yang ditemukan ditandai dengan munculnya serat kapas berwarna putih hingga abu-abu (*Rhizopus sp., Mucor sp.)* dan bintik hijau kehitaman berdebu (*Aspergillus sp.),* sedangkan kontaminasi bakteri ditandai dengan kondisi media yang berlendir dan keruh.

Hasil ini sejalan dengan temuan Yulia *et al*., (2022) pada penelitian kultur jaringan tembakau (*Nicotiana tabacum*) yang melaporkan bahwa 65% eksplan mengalami kontaminasi akibat jamur dan bakteri yang berasal dari permukaan eksplan maupun kondisi lingkungan kerja yang kurang steril. Demikian pula Kurnia *et al*., (2022) pada kultur jaringan nilam (*Pogostemon cablin*) melaporkan bahwa pada penanaman pertama, semua unit perlakuan (70 unit) mengalami kontaminasi yang didominasi jamur berwarna putih berbentuk benang halus yang menyebar hingga menutupi permukaan eksplan dan media. Pola kontaminasi yang serupa ditemukan pada macadamia, yang menunjukkan bahwa tanaman dengan kandungan fenol tinggi dan berasal dari lapangan terbuka memiliki beban mikroba yang lebih tinggi.

Beberapa kemungkinan penyebab utama tingginya kontaminasi dapat diidentifikasi. Pertama, macadamia sebagai tanaman berkayu diketahui memiliki populasi bakteri endofitik yang tinggi di dalam jaringannya, sehingga sterilisasi permukaan saja tidak cukup untuk mengeliminasi mikroba yang berada di dalam sel atau ruang antar sel (Permadi *et al.,* 2025). Kedua, kurangnya kehati-hatian selama proses inokulasi di LAF, seperti membuka tutup botol terlalu lama atau tidak membakar kembali alat tanam setiap kali digunakan. Ketiga, konsentrasi atau durasi perendaman NaOCl yang belum optimal, sebagaimana ditunjukkan oleh Nusyirwan *et al.,* (2023) bahwa variasi teknik sterilisasi secara signifikan memengaruhi tingkat kontaminasi eksplan.

Yulia *et al*., (2022) menjelaskan bahwa kontaminasi pada kultur jaringan disebabkan oleh proses pengerjaan yang kurang steril saat penanaman pada media kultur, serta akumulasi senyawa fenolik dari jaringan yang dilukai. Kontaminan yang menginfeksi permukaan eksplan biasanya merespons dalam 48 jam, namun kontaminan internal (endofitik) dapat muncul

lebih lambat, yaitu sebulan atau lebih setelah inisiasi. Karakteristik ini menyebabkan sulit dibedakan antara kontaminasi yang berasal dari proses penanaman dan yang bersumber dari dalam jaringan eksplan itu sendiri.

Hal serupa juga ditemukan oleh Fatiha *et al.,* (2024) dalam penelitian induksi tunas andalas secara *in vitro*, yang menekankan bahwa kondisi aseptik merupakan syarat mutlak dalam kultur jaringan. Sterilisasi alat menggunakan autoklaf pada tekanan 15 Psi suhu 121°C selama 30 menit, sterilisasi ruang dengan UV selama 1 jam, serta penyemprotan alkohol 70% pada setiap permukaan kerja sebelum dan sesudah penggunaan LAF menjadi prosedur standar yang harus diterapkan secara konsisten. Inkonsistensi dalam menerapkan protokol aseptik tersebut merupakan salah satu penyebab utama tingginya tingkat kontaminasi pada inisiasi kultur jaringan macadamia yang dilaporkan dalam penelitian ini.

Fenomena Browning pada Kultur Jaringan Macadamia

Selain kontaminasi, fenomena pencoklatan (browning) merupakan kendala lain yang umum terjadi pada tanaman berkayu seperti macadamia. Browning terjadi akibat oksidasi senyawa fenolik yang dikatalisis oleh enzim Polifenol Oksidase (PPO). Yulia *et al.*, (2022) menyatakan bahwa browning umumnya disebabkan oleh senyawa fenolik yang muncul dan terakumulasi ketika eksplan dilukai, yang dipicu oleh aktivasi enzim *Polyphenol oxidase* (PPO), serta adanya ketidakseimbangan metabolisme dari *Reactive Oxygen Species (ROS)*, peroksidasi pada membran lipid, dan kehilangan integritas membran sel yang memicu akumulasi berlebihan senyawa fenolik.

Tanaman berkayu dan tanaman dengan kandungan fenol tinggi, seperti macadamia, sangat rentan terhadap browning pada tahap inisiasi kultur karena konsentrasi senyawa fenolik dalam jaringannya yang lebih tinggi dibandingkan tanaman herba. Apabila tidak segera ditangani, akumulasi senyawa quinon berwarna coklat hingga kehitaman dapat menyebar ke media kultur, menghambat penyerapan nutrisi oleh eksplan, dan pada akhirnya menyebabkan kematian jaringan.

Pengendalian browning dapat dilakukan melalui penambahan senyawa antioksidan ke dalam media kultur. Arang aktif berfungsi sebagai adsorben yang mampu menyerap senyawa fenolik dan metabolit toksik dari jaringan eksplan ke dalam media, sehingga mencegah akumulasi senyawa quinon. Polyvinylpyrrolidone (PVP) bekerja dengan cara membentuk kompleks yang stabil dengan senyawa fenolik teroksidasi sehingga mencegah polimerisasi lebih lanjut menjadi quinon berwarna gelap. Asam askorbat (vitamin C) berperan

sebagai penangkap radikal bebas yang secara langsung menghambat aktivitas enzim PPO (Putri *et al.,* 2023). Subkultur berulang ke media segar dalam interval waktu yang lebih singkat pada awal inisiasi juga dapat mengurangi penumpukan senyawa fenolik beracun di sekitar eksplan.

Permasalahan browning dan kontaminasi pada kultur jaringan macadamia juga dapat dipahami dalam konteks perbandingan dengan teknik perbanyakan vegetatif lainnya. Chahyunisa *et al.,* (2023) dalam penelitian perbanyakan tanaman durian (*Durio zibenthinus* Murr.) dengan teknik okulasi menjelaskan bahwa perbanyakan vegetatif secara konvensional seperti okulasi memberikan keuntungan tersendiri, antara lain lebih sederhana dan tidak memerlukan kondisi laboratorium khusus. Namun demikian, teknik konvensional tersebut tidak mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar dan seragam secara genetik dalam waktu singkat. Sebaliknya, kultur jaringan secara *in vitro* memiliki potensi lebih besar dalam perbanyakan massal tanaman berkayu bernilai tinggi seperti macadamia, meskipun memerlukan penanganan khusus terhadap masalah browning dan kontaminasi untuk mencapai tingkat keberhasilan yang optimal.

Upaya Pencegahan Kontaminasi

Upaya pencegahan kontaminasi yang dapat diterapkan mencakup beberapa strategi. Pertama, optimasi protokol sterilisasi eksplan dengan menerapkan sterilisasi bertingkat yang lebih ketat: pencucian dengan detergen, perendaman fungisida 1,5% + bakterisida 1,5% selama 10 menit, alkohol 70% selama 2 menit, NaOCl 20% selama 15 menit, NaOCl 10% selama 5 menit, dan bilas akuades steril 5 kali. Aman *et al.,* (2024) menunjukkan bahwa perendaman NaOCl 20% selama 15 menit menghasilkan tingkat kelangsungan hidup eksplan tertinggi (96,61%) dengan kontaminasi terendah (0,24%).

Kedua, penggunaan antibiotik (streptomisin sulfat 250 mg/L, tetrasiklin 50 mg/L) dan antijamur ke dalam media inisiasi terbukti efektif menekan bakteri endofitik tanpa merusak viabilitas eksplan. Ketiga, penerapan pengkondisian tanaman induk (*mother plant*) di rumah kaca selama 4–6 minggu sebelum pengambilan eksplan untuk mengurangi beban mikroba permukaan dan endofitik. Islam *et al.*, (2020) menegaskan bahwa penggunaan eksplan dari tanaman yang dipelihara di lingkungan terkontrol secara signifikan meningkatkan keberhasilan inisiasi kultur *in vitro* macadamia.

Keempat, perbaikan kondisi laboratorium meliputi sterilisasi ruang tanam dengan sinar UV minimal 30 menit sebelum penggunaan, penggunaan alkohol 70% untuk

menyemprot LAF sebelum dan sesudah digunakan. Kurnia *et al*., (2022) menyatakan bahwa kontaminasi yang terjadi dalam proses kultur jaringan dapat dikurangi secara signifikan dengan melakukan sterilisasi alat yang lebih baik dan menjaga lingkungan kerja tetap steril. Dengan kombinasi seluruh strategi tersebut, persentase eksplan bebas kontaminasi diharapkan dapat meningkat di atas 70%, sehingga keberhasilan mikropropagasi macadamia sebagai komoditas kacang bernilai ekonomi tinggi dapat dicapai secara optimal.

KESIMPULAN

Kegiatan magang profesi di UPTD BSPTH Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Barat memberikan pengalaman langsung dalam pelaksanaan teknik kultur jaringan tanaman macadamia (Macadamia integrifolia) secara in vitro. Prosedur yang dilaksanakan meliputi pembuatan media MS, sterilisasi eksplan bertingkat, inokulasi secara aseptik, inkubasi, dan subkultur.

Dari 81 eksplan tunas muda yang ditanam, 34 eksplan (41,98%) berhasil tumbuh tanpa kontaminasi, sementara 47 eksplan (58,02%) mengalami kontaminasi jamur, bakteri, dan browning. Tingkat kontaminasi yang tinggi disebabkan oleh kontaminan endofitik pada tanaman berkayu, kurang optimalnya protokol sterilisasi, dan kondisi eksplan dari lapangan terbuka. Browning yang terjadi dipicu oleh oksidasi senyawa fenolik oleh enzim PPO saat pelukaan eksplan.

Optimasi protokol sterilisasi bertingkat, penambahan antioksidan (PVP, arang aktif, asam askorbat) ke dalam media, penggunaan antibiotik dalam media inisiasi, serta pengkondisian tanaman induk di rumah kaca sebelum pengambilan eksplan direkomendasikan untuk meningkatkan persentase keberhasilan mikropropagasi macadamia pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, I., Rahayu, S., & Chatri, M. (2024). Pengaruh Larutan 6-Benzyl Amino Purine (BAP) terhadap Pertumbuhan Stek Daun *Hoya multiflora* Blume. *Jurnal Pendidikan Tambusai, 8*(1), 15954–15961.

Aman, A., Elgamal, A., & Radwan, A. (2024). Control of microbial contamination during the micropropagation process of some fruit trees. *Egyptian Journal of Agronomy, 46*(1), 181–196.

Chahyunisa, A., Violita, & Suprayitno, Y. (2023). Teknik Perbanyakan Tanaman Durian (*Durio zibenthinus* Murr.) dengan Teknik Okulasi. *Prosiding SEMNAS BIO 2023 UIN Raden Fatah Palembang*, 1126–1131.

Fatiha, F. D., Vauzia, & Sulastri, E. (2024). Induksi Tanaman Andalas (*Morus macroura* Miq.) secara In Vitro. *Prosiding SEMNASBIO 2024 Universitas Negeri Padang*, 60–67.

Hadiyana, A., Lestari, E. G., & Ermayanti, T. M. (2022). Pengembangan Metode Teknik Sterilisasi Eksplan guna Meningkatkan Keberhasilan Kultur Jaringan Tanaman. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia, 9*(2), 110–121.

Hasnain, A., Naqvi, S. A. H., Ayesha, S. I., Khalid, N., & Abdelhamid, A. (2022). Plants in vitro propagation with its applications in food, pharmaceuticals and cosmetic industries: Current scenario and future approaches. *Frontiers in Plant Science, 13*, 1–22.

Helena et al. (2022). Penghambatan Browning pada Inisiasi Kultur In Vitro Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*) Menggunakan Antioksidan. *Jurnal Bioteknologi Tanaman, 10*(1), 45–58.

Islam, M. A., Khatun, M., Alam, M. F., & Prodhan, S. H. (2020). A general introduction of propagation and micropropagation techniques of macadamia nut (*Macadamia* spp.). *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics, 3*(2), 178–188.

Kurnia, A., Rahma, D., Fadhilah, H., Sari, M., Putri, P. A., & Advinda, L. (2022). Effect of IAA and BAP differences on patchouli plant growth (*Pogostemon cablin* Benth.) in-vitro. *Prosiding SEMNAS BIO 2022 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 758–765.

Ndikumana, I., Hiti-Bandaralage, J. C. A., & Mitter, N. (2024). Advancements in in vitro technology: A comprehensive exploration of micropropagated plants. *Horticulturae, 10*(1), Article 88. https://doi.org/10.3390/horticulturae10010088

Nusyirwan, N., Harahap, F., Bangun, E. F. B., Suryani, C., Edi, S., & Putri, A. N. (2023). Variasi Waktu dan Sterilisasi untuk Anggrek *Cattleya* sp. Sebelum Kultur In Vitro. *BEST Journal: Biology Education, Sains and Technology, 6*(2), 492–498.

Permadi, N., Julaeha, E., & Hidayat, A. (2025). Modern and traditional strategies for controlling microbial contamination in plant micropropagation: Current insights and future perspectives. *Plant Science, 351*, Article 112338.

Putri et al. (2023). Penghambatan Browning pada Fase Inisiasi Kultur In Vitro Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Menggunakan Antioksidan. *Jurnal Agroteknologi Tropika, 12*(2), 88–97.

Rachma, M., Joni, Y. Z., & Violita. (2026). Pengaruh Medium MS Cair Statis dan Shaker terhadap Multiplikasi Pisang Kepok Tanjung (*Musa paradisiaca*) secara In Vitro. *Jurnal Agro Indragiri, 11*(1), 16–23.

Sulichantini et al. (2024). Kontaminasi pada Kultur Jaringan Tanaman Berkayu: Penyebab dan Pengendalian. *Jurnal Biologi Indonesia, 20*(1), 33–41.

Wulandari, S., Suyadi, A., & Purwati, R. D. (2021). Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan. *Agrinova: Journal of Agrotechnology Innovation, 4*(2), 16–19.

Yulia, R., Putrizalda, H., Afiah, A., Armiliandi, R., Pinta, S. R., & Advinda, L. (2022). Perbanyakan Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*) dengan Teknik Kultur Jaringan Kombinasi IAA dan BAP. *Prosiding SEMNAS BIO 2022 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 776–789.