

**TEKNIK MULTIPLIKASI TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin*
Benth) SECARA KULTUR JARINGAN MENGGUNAKAN ZPT AIR
KELAPA MUDA (*Cocos nucifera*)**

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Diajukan oleh:

SERI MURAH
NIM: 200703021

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH TAHUN AJARAN
2026 M / 1448 H**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**TEKNIK MULTIPLIKASI TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth)
SECARA KULTUR JARINGAN MENGGUNAKAN ZPT AIR KELAPA MUDA
(*Cocos nucifera*)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Prodi Biologi

Oleh:

SERI MURAH

NIM: 200703021

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**

Disetujui Untuk Dimunaqasyah Oleh:

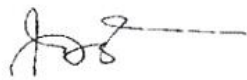
Pembimbing I

Pembimbing II


Kamaliah, M.Si
NIDN. 2015028401


Jamaluddinsyah, M.Si
NUPTK. 0651771672130352

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi


Dr. Muslich Hidayat, M.Si
NIDN. 2002037902

LEMBAR PENGESAHAN

TEKNIK MULTIPLIKASI TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth) SECARA KULTUR JARINGAN MENGGUNAKAN ZPT AIR KELAPA MUDA (*Cocos nucifera*)

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Prodi Studi Biologi

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 12 Agustus 2026
28 Shafar 1448 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi:

Ketua,


Kamaliah, M.Si
NIP. 198402152015032002

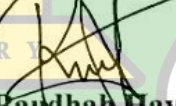
Sekretaris,


Jamaluddinsyah, M.Si
NIP. 199303192025051005

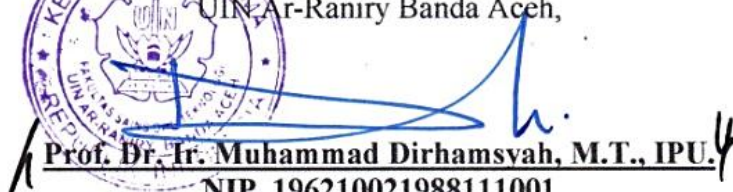
Penguji I,


Arif Sardi, M.Si
NIP. 198606192014031002

Penguji II,


Raudhah Hayatillah, M.Sc
NIP. 199312252020122032

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,



Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Seri Murah
Nim : 200703021
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Teknik Multiplikasi Tanaman Nilam (*Poggestemon cablin* Benth) Secara Kultur Jaringan Menggunakan ZPT Air Kelapa Muda

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
 2. Tidak melakukan plagiarisi terhadap naskah karya orang lain;
 3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa isi pemilik karya;
 4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
 5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggungjawabkan atas karya ini.
- Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 12 Agustus 2026

Yang menyatakan,



(Seri Murah)

ABSTRAK

Nama : Seri Murah
Nim : 200703021
Program Studi : Biologi
Judul Skripsi : Teknik Multiplikasi Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) Secara kultur Jaringan Menggunakan ZPT Air Kelapa Muda (*Cocos nucifera*)
Tanggal Sidang : 12 Agustus 2026
Jumlah Halaman : 112 Halaman
Pembimbing I : Kamaliah, M.Si
Pembimbing II : Jamaluddinsyah, M.Si
Kata Kunci : Nilam, Kultur Jaringan, Air kelapa Muda, ZPT Alami, Multiplikasi Tunas.

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan salah satu jenis tanaman penghasil minyak atsiri yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan dimanfaatkan dalam bidang industri farmasi, kosmetik, parfum, serta aromaterapi. Peningkatan permintaan minyak nilam mendorong perlunya pengembangan teknik perbanyakan tanaman yang efektif, cepat, dan berkualitas melalui kultur jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi air kelapa muda sebagai zat pengatur tumbuh (ZPT) alami terhadap keberhasilan multiplikasi tanaman nilam secara kultur jaringan serta menentukan konsentrasi optimal yang mampu meningkatkan pertumbuhan eksplan. Penelitian ini menggunakan Rancang Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan berupa konsentrasi air kelapa muda yaitu P_0 (tanpa air kelapa), P_1 (150 mL/L), P_2 (200 mL/L), P_3 (250 mL/L), masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati meliputi jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, waktu muncul akar, dan presentase eksplan hidup. Data dianalisis menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji BNJ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan air

kelapa muda memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas tanaman nilam pada umur 4 dan 6 MST. Perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi 150 mL/L (P_1) dengan jumlah tunas tertinggi 4,33 tunas pada umur 8 Minggu Setelah Tanaman (MST), di parameter panjang tunas konsentrasi 150-200 mL/L menunjukan hasil yang lebih baik, pada pertumbuhan jumlah daun konsentrasi 150–200 mL/L merupakan konsentrasi terbaik dalam mendukung pertumbuhan daun dan pada konsentrasi 250 mL/L terbukti lebih efektif merangsang pertumbuhan akar, presentase eksplan yang hidup yang terbaik pada konsentrasi 150 mL/L yaitu 77,78 %, Sementara itu, konsentrasi yang terlalu tinggi cenderung menurunkan pertumbuhan tunas akibat ketidakseimbangan hormon dalam media kultur. Penelitian ini menunjukan bahwa air kelapa muda berpotensi digunakan sebagai alternatif ZPT alami yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan dalam teknik multiplikasi tanaman secara kultur jaringan.

Kata kunci: Nilam, Kultur Jaringan, Air Kelapa Muda, ZPT Alami, Multiplikasi Tunas



ABSTRACT

Name : Seri Murah
Nim : 200703021
Study Program : Biology
Judul Skripsi : Patchouli (*Pogostemon cablin*) Plant Multiplication Techniques Through Tissue Culture Using Water Plant Growth Regulators Young Coconut (*Cocos nucifera*).
Trial Date : August 12, 2026
Number Of Pages : 112 Pages
Supervisor I : Kamaliah, M.Si
Supervisor II : Jamaluddisyah, M.Si
Keywords : Patchouli, Tissue Culture, young coconut water, natural PGR, Shoot multiplication

Patchouli (Pogostemon cablin Benth) is a high-value essential oil-producing plant utilized in the pharmaceutical, cosmetic, perfume, and aromatherapy industries. Rising demand for patchouli oil necessitates the development of effective, rapid, and high-quality propagation techniques via tissue culture. This study aimed to determine the effect of various concentrations of young coconut water acting as a natural plant growth regulator (PGR) on the success of patchouli tissue culture multiplication and to identify the optimal concentration for enhancing explant growth. A Completely Randomized Design (CRD) was employed with a single treatment factor: young coconut water concentration (P₀: no coconut water; P₁: 150 mL/L; P₂: 200 mL/L; P₃: 250 mL/L), with three replicates per treatment. Observed parameters included shoot number, shoot length, leaf number, time to root emergence, and explant survival percentage. Data were analyzed using ANOVA followed by the Honestly Significant Difference (HSD) test. Results indicated that the addition of young coconut water significantly influenced the number of patchouli shoots at 4 and 6 weeks after planting (WAP). The best treatment

was observed at a concentration of 150 mL/L (P_1), yielding the highest number of shoots (4.33) at 8 WAP. Regarding shoot length, concentrations of 150-200 mL/L yielded superior results; similarly, the 150-200 mL/L range was optimal for leaf growth, while the 250 mL/L concentration proved most effective for stimulating root growth. The highest explant survival rate (77.78%) was achieved at 150 mL/L. Conversely, excessively high concentrations tended to inhibit shoot growth, likely due to hormonal imbalances within the culture medium. This study demonstrates that young coconut water has the potential to serve as an effective, economical, and eco-friendly natural plant growth regulator alternative in plant tissue culture multiplication techniques.

Keywords : Patchouli, Tissue Culture, Young Coconut Water, Natural Plant Growth Regulator, Shoot Multiplication



KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi yang berjudul “**Teknik dan Multiplikasi Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) Secara Kultur Jaringan Menggunakan ZPT Air Kelapa Muda (*Cocos nucifera*)**”, shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang mencintai umatnya tanpa memilih dan persyaratan. Adapun tujuan dari penulisan Skripsi Penelitian ini adalah untuk memperoleh gelar sarjana di Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.

Rasa terima kasih penulis kepada semua pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Skripsi penelitian ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
2. Dr. Muslich Hidayat, M.Si Selaku ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
3. Raudhah Hayatilah, M.Sc Selaku Pembimbing Akademik (PA), yang telah memberi bimbingan selama kuliah.
4. Kamaliah, M.Si selaku pembimbing I yang selalu memberikan masukan, nasehat, koreksi, ilmu dan waktu selama masa penyusunan Skripsi penelitian ini
5. Jamaluddinsyah, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, arahan serta saran yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini. Dukungan dan masukan yang beliau berikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
6. Seluruh Dosen dan Staf Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

7. Firman Rija Arhas, M.Si. Selaku laboran program studi biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
8. Ir. Chairil Anwar, M.P. Selaku Kepala Bidang Hortikultura, Dinas pertanian dan perkebunan Aceh
9. Raudhah, S.P. selaku sub Koordinator Benih dan Perlindungan Tanaman Hortikultura
10. Kurnia Sari, M.Si. Selaku Koordinator Laboratorium Kultur jaringan
11. Panutanku dan cinta pertamaku, Ayahanda tercinta Sabarudin terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis, beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai dibangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, memberikan dukungan dan semangat serta selalu mengajarkan kebaikan dalam hidup penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana. Sehat selalu dan panjang umur karena ayah harus selalu ada dan menyaksikan disetiap perjuangan dan pencapaian penulis.
12. Pintu surgaku, ibu tercinta Saddiah yang selalu menjadi penyemangat penulis dan menjadi sandaran terkuat dari kerasnya dunia yang tidak hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi yang luar biasa. Terimakasih untuk doa-doa yang selalu diberikan untuk penulis, terimakasih selalu berjuang untuk penulis, berkat doa ibu serta dukungan sehingga penulis bisa berada dititik ini. Sehat selalu dan panjang umur karena ibu harus ada dan menyaksikan disetiap perjuangan dan pencapaian penulis.
13. Ucapan terima kasih kepada kakak penulis, Siska Dahlia, S.Pd dan adik Azerah, Arimah dan seluruh anggota keluarga tercinta atas ketulusan dan kasih sayang yang telah mendoakan dan memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi penelitian ini dengan baik.
14. Kepada sahabat dan teman-teman leting 2020 seperjuangan satu angkatan, Rizki Fazillah, Dea Annisa, Febri Elvisa, Reis Nabila, A'arifa Nacia dan Maqvirah yang banyak memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan proposal ini.
15. Terakhir, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang mendalam kepada diri sendiri, Seri Murah. Terimakasih telah bertahan sejauh ini. Untuk setiap malam

yang dihabiskan dalam kelelahan, setiap pagi yang disambut dengan rasa keraguan, namun tetap dijalani dengan keberanian. Terimakasih kepada hati yang tetap ikhlas, meski semua hal tidak sesuai dengan harapan. Terimakasih kepada jiwa yang tetap kuat meski lelah, namun tak terlihat. Penulis bangga kepada diri sendiri yang telah mampu melewati banyak fase dalam ini. Semoga kedepannya raga ini tetap kuat, hati tetap tegar dan jiwa tetap lapang dalam menghadapi setiap proses. Mari bekerja sama untuk tumbuh dan berkembang menjadi pribadi yang lebih baik lagi.

16. Skripsi ini saya persembahkan untuk orang-orang yang selalu bertanya kapan skripsimu selesai? Dan kapan kamu wisuda? Terlambat lulus atau lulus tidak tepat waktu bukanlah sebuah kejahatan, bukan pula sebuah aib alangkah kerdilnya jika mengukur kecerdasan seseorang hanya dari siapa yang paling cepat lulus. Bukankah sebaik-baiknya skripsi adalah skripsi yang selesai? Karena mungkin ada suatu hal dibalik terlambatnya mereka lulus, dan percayalah, alasan saya disini merupakan alasan yang sepenuhnya baik.

Banda Aceh, 12 Agustus 2026

Penulis,



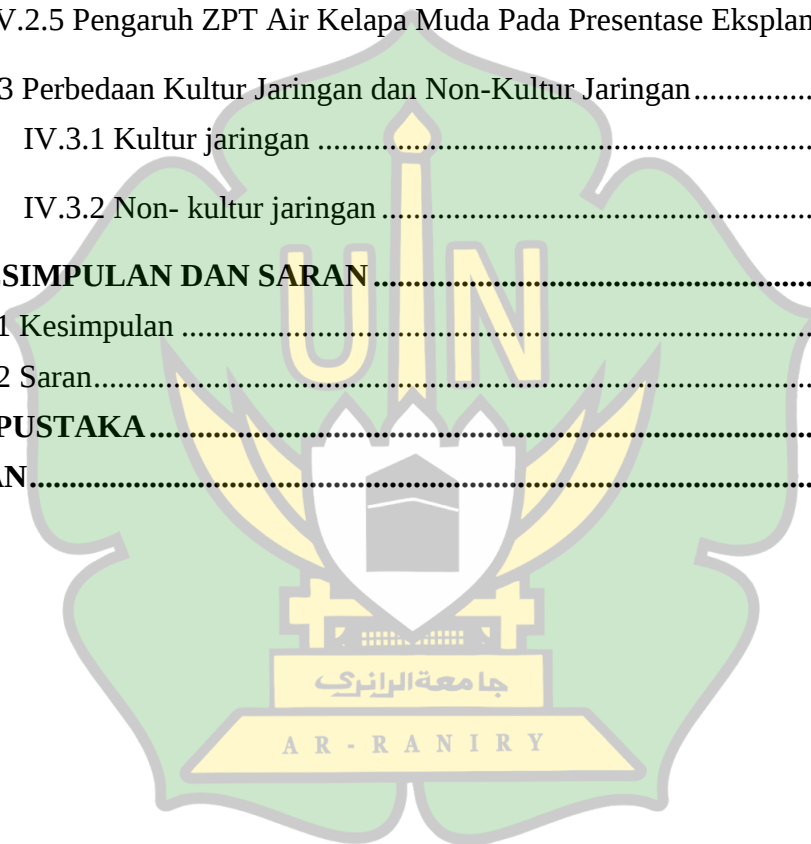
(Seri Murah)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
II.1 Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth)	6
II.2 Klasifikasi Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth).....	6
II.2 Morfologi Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth).....	7
II.2.1 Akar Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth)	7
II.2.2 Batang Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth).....	8
II.2.3 Daun Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth)	9
II.3 Jenis-Jenis Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth).....	9
II.3.1 Nilam Aceh (<i>Pogostemon cablin</i> Benth)	9
II.3.2 Nilam Jawa (<i>Pogostemon heyneanus</i>)	10
II.3.3 Nilam Sabun (<i>Pogostemon hortensis</i>)	11
II.4 Kandungan dan Manfaat Tanaman Nilam.....	12
II.5 Media Kultur jaringan	12
II.6 Multiplikasi Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth).....	13
II.7 Kultur Jaringan Tanaman	14

II.8 Tujuan Kultur Jaringan.....	15
II.9 Kelebihan dan Kelemahan kultur Jaringan	16
II.10 Zat Pengatur Tumbuh.....	16
II.11 Air Kelapa Muda Sebagai ZPT Alami	18
II.12 Kandungan Air kelapa Muda	20
II.13 Komposisi Kimia Pada Air Kelapa Muda.....	20
II. 14 Peran Sitokinin dan Auksin Dalam Kultur Jaringan Tanaman	21
II.14.1 Auksin	21
II.14.2 Sitokinin.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	22
III.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
III.4 Metode Penelitian	23
III.5 Prosedur Kerja.....	24
III.5.1 Sterilisasi Alat.....	24
III.5.2 Sterilisasi Bahan	24
III.5.3 Sterilisasi Meja Kerja (LAF)	24
III.6 Pembuatan Media Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth).....	25
III.7 Persiapan Eksplan Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth)	26
III.8 Multiplikasi Eksplan Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth) ...	27
III.9 Pemeliharaan.....	27
III.10 Parameter Pengamatan.....	28
III.11 Analisis Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
IV.1. Hasil Penelitian	30
IV.1.1. Jumlah Tunas (Unit).....	30
IV.1.2. Panjang Tunas (cm).....	31
IV.1.3. Jumlah Daun (helai).....	33
IV.1.4 Waktu Muncul Akar	35

IV.1.5 Persentase Eksplan yang Hidup	36
V.2 Pembahasan.....	37
IV.2.1 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Terhadap Jumlah Tunas	38
IV.2.2 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Terhadap Panjang tunas	40
IV.2.3 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Terhadap Jumlah Daun	42
IV.2.4 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Terhadap waktu muncul akar ...	44
IV.2.5 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Pada Presentase Eksplan Hidup	47
IV.3 Perbedaan Kultur Jaringan dan Non-Kultur Jaringan.....	48
IV.3.1 Kultur jaringan	48
IV.3.2 Non- kultur jaringan	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
V.1 Kesimpulan	51
V.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	62



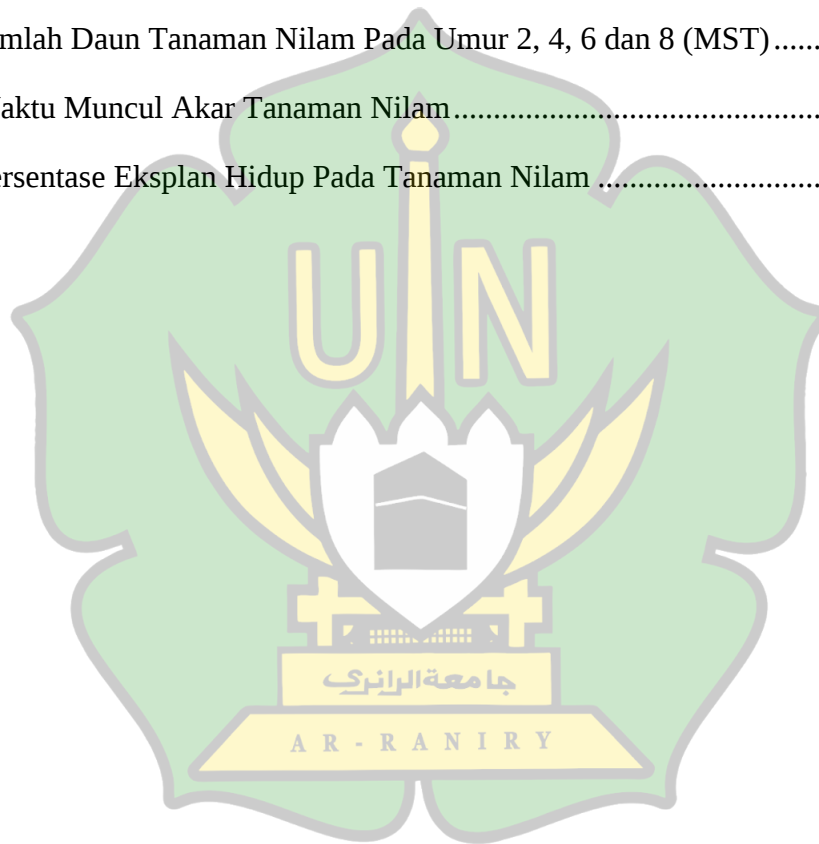
DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Tanaman Nilam Aceh (<i>Pogostemon cablin</i> Benth)	6
Gambar II.2 Akar Nilam.....	8
Gambar II.3 Batang Nilam	8
Gambar II.4 Bentuk Daun Pada Nilam.....	9
Gambar II. 5 Nilam Aceh (<i>Pogostemon cablin</i> Benth)	10
Gambar II.6 Nilam Jawa (<i>Pogostemon heyneanus</i>)	11
Gambar II.7 Nilam Sabun (<i>Pogostemon hortensis</i>).....	11
Gambar II.8 Kelapa Muda dan Air Kelapa Muda (<i>Cocos nucifera</i>)	18
Gambar IV.1 Grafik Jumlah Tunas Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MST ..	31
Gambar IV.2 Grafik Jumlah Tunas Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MST ...	33
Gambar IV.3 Grafik Jumlah Daun Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MST	34
Gambar IV.4 Grafik Umur Tumbuh Akar Tanaman Nilam	36
Gambar IV.5 Grafik Persentase Eksplan Hidup Pada Tanaman Nilam	37



DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Jadwal Penelitian	22
Tabel III.2 Metode Perlakuan Air Kelapa	24
Tabel IV.1 Jumlah Tunas Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 (MST).....	30
Tabel IV.2 Panjang Tunas Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 (MST).....	32
Tabel IV.3 Jumlah Daun Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 (MST).....	33
Tabel IV.4 Waktu Muncul Akar Tanaman Nilam	35
Tabel IV.5 Persentase Eksplan Hidup Pada Tanaman Nilam	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Surat Persetujuan Seminar.....	62
Lampiran II Surat Izin Penelitian (SK).....	63
Lampiran III Surat Izin Pengajuan Penelitian Lab Kultur.....	64
Lampiran IV Surat Bahwa Telah Selesai Melaksanakan Penelitian Di Lab Kultur.....	65
Lampiran V Riwayat Hidup Penulis.....	66
Lampiran VI Dokumentasi Penelitian	79



DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	KEPANJANGAN	KETERANGAN
LAF	Laminar Air Flow	Alat yang digunakan untuk menciptakan area kerja steril saat kultur jaringan.
ZPT	Zat Pengatur Tumbuh	Senyawa yang berfungsi mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman.
MS	Murashige and Skoog	Media kultur jaringan tanaman yang dikembangkan oleh Toshio Murashige dan Folke K. Skoog.
LAMBANG	KEPANJANGAN	KETERANGAN
MS ₀ (MS0)	Murashige and Skoog tanpa penambahan ZPT	Media dasar MS yang tidak diberi zat pengatur tumbuh.
M519	Nomor katalog produk media MS instan Phyto Technology Laboratories	Kode produk media kultur jaringan yang digunakan dalam penelitian.
ml/L	mililiter per liter	Satuan konsentrasi larutan
%	Persen	Satuan kadar atau konsentrasi, misalnya alkohol 70% dan 96%
°C	Derajat Celsius (suhu)	Suhu penyimpanan atau inkubasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan salah satu jenis tanaman yang menghasilkan minyak atsiri sering dikenal dengan nama minyak nilam. Minyak atsiri nilam umumnya dimanfaatkan dalam berbagai bidang, termasuk farmasi, industri kecantikan, aroma terapi, parfum, sebagai bahan insektisida, serta sebagai antiseptik. Wahyudi *et al.* (2012). Keunggulan dalam sektor parfum dan sabun, minyak nilam berfungsi mengikat minyak lain sehingga aroma dari parfum dan sabun bertahan lebih lama. Selain itu, minyak nilam juga bermanfaat untuk bahan obat aromaterapi. Dengan meningkatnya pemanfaatan nilam, maka diperlukan peningkatan produksi tanaman nilam dengan pendekatan bioteknologi.

Salah satu metode perbanyakan tanaman dengan pendekatan bioteknologi adalah kultur jaringan (*in vitro*). Keuntungan dari perbanyakan melalui kultur jaringan dengan organogenesis atau induksi langsung adalah proses berlangsung lebih cepat yang menghasilkan jumlah bibit tidak terbatas dan jumlah eksplan yang diperlukan sedikit tunas terminal atau aksilar, tanaman bebas dari patogen (seperti virus, hama, dan penyakit), tidak membutuhkan lahan yang luas, dan genotip anakan sama seperti induknya. Faktor-faktor lingkungan dalam kultur *in vitro* dapat dikendalikan dan dapat dilakukan setiap saat sepanjang tahun tanpa dipengaruhi oleh cuaca. Ningrum (2024).

Kultur *in-vitro* atau kultur jaringan tanaman adalah salah satu metode alternatif akan memperbanyak tanaman. Sel penyusun, dan organ tanaman dikembangkan di dalam media sesuai dalam kondisi bebas kontaminasi Mastuti (2017). Teknik kultur jaringan ini sangat sesuai digunakan untuk perbanyakan nilam yang memiliki karakteristik sama dengan tanaman induknya yang terbebas dari penyakit, dalam waktu yang relatif singkat. Anitasari *et al.* (2018). Salah satu faktor kunci yang menentukan keberhasilan dalam tahap kultur jaringan adalah multiplikasi. Mastuti (2017).

Kultur jaringan melibatkan beberapa tahap salah satunya adalah multiplikasi. Herawan *et al.* (2018). Multiplikasi merupakan tahap kedua setelah iniasi, yaitu proses memperbanyak tunas untuk mendapatkan jumlah tanaman yang cukup. Keberhasilan tahap ini sangat penting, terutama untuk memenuhi kebutuhan memproduksi tanaman baru dalam skala besar, baik sebagai penelitian maupun untuk produksi komersial. Salah satunya faktor kunci yang akan menentukan keberhasilan multiplikasi adalah penggunaan Zat Pengatur Tumbuh yang sesuai, konsentrasi yang tidak tepat dapat menjadi penyebab terhambatnya pertumbuhan tunas. Oleh karena itu, pengujian untuk menemukan ZPT yang optimal sangat diperlukan agar tunas dapat tumbuh dengan baik. Ashar *et al.* (2023).

Pemanfaatan (ZPT) Zat Pengatur Tumbuh dalam kultur in-vitro tanaman sangat mempengaruhi pada orientasi pertumbuhan jaringan. Keberhasilan reproduksi tanaman secara kultur jaringan bergantung pada kondisi media tumbuh yang harus mencakup semua bahan yang diperlukan oleh eksplan untuk membantu tanaman tumbuh dan berkembang. Auksin memainkan peran yang sangat krusial dalam berbagai tingkah laku dan pola pertumbuhan tanaman, khususnya dalam pembentukan sistem akar dan tunas. Selain itu, auksin dapat merangsang perpanjangan sel-sel pada konsentrasi tertentu, tetapi konsentrasi auksin yang terlalu tinggi perpanjangan akar serta batang dapat terhambat. Istiqamah (2023).

Keberadaan salah satu ZPT spesifik dapat mempengaruhi baik peningkatan maupun penurunan aktivitas ZPT lainnya. Ada hubungan ataupun dampak pada hasil kultur jaringan tanaman yang menggunakan perpaduan Zat Pengatur Tumbuh jenis auksin dan sitokinin. Pemakaian sitokinin dan auksin di dalam satu media tanam kultur jaringan dapat mendorong proliferasi tunas yang diakibatkan oleh efek sinergis antara kedua zat tersebut. Galensong *et al.* (2024)

Zat Pengatur Tumbuh yang umum digunakan adalah sintetis, karena kandungan hormonnya bisa menyesuaikan dengan kebutuhan serta cara penggunaannya yang praktis. Zat Pengatur Tumbuh sintetis mengandung auksin, sitokinin, serta fungisida tetapi biaya ZPT sintetis cenderung tinggi dan tidak ramah lingkungan, dan penggunaannya dapat menimbulkan efek samping sehingga dibutuhkan alternatif Zat Pengatur Tumbuh yang bersumber dari bahan alami serta kandungan yang sebanding dengan ZPT sintetis oleh

karena itu, keberadaan ZPT alami dapat dijadikan pilihan untuk menggantikan peran ZPT sintetik, karena ZPT alami dapat ditemukan di alam lebih menguntungkan bagi masyarakat, karena bahan baku yang mudah didapatkan biaya lebih rendah, ramah lingkungan, penggunaannya tidak menimbulkan efek samping dan kandungannya sebanding setara dengan ZPT sintetis. Salah satu ZPT alami yang berhasil dimanfaatkan dalam kultur jaringan adalah air kelapa. Sari *et al.* (2011)

Berbagai jenis Zat Pengatur Tumbuh yang berasal dari bahan alami yang ramah lingkungan digunakan sebagai pengganti alternatif untuk menggantikan ZPT sintetis (kimia), Taringan *et al.* (2017). Menurut Harsono *et al.* (2021), menyatakan bahwa ZPT dapat dihasilkan secara alami maupun melalui proses sintetis. Selain itu, penggunaan ZPT alami cenderung lebih ramah lingkungan dan lebih bermanfaat dibandingkan dengan ZPT yang dibuat secara kimia, karena biasanya lebih terjangkau, mudah didapatkan, fungsi ZPT alami tidak berbeda jauh dengan ZPT sintetis. Oleh karena itu, pemakai ZPT alami tidak hanya berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman, tetapi juga memberikan dampak baik bagi lingkungan.

Air kelapa salah satu bahan secara alami yang berfungsi untuk pengatur pertumbuhan. Mempunyai kandungan auksin dan sitokinin yang sebanding dengan ZPT sintetis. Kristina *et al.* (2020). Kelebihan penggunaan ZPT alami air kelapa berperan sebagai penyokong pertumbuhan tunas, dan biaya untuk mendapatkan bahan baku air kelapa lebih terjangkau dibandingkan dengan bahan ZPT sintetis lainnya. Menurut penelitian dari. Saptiani (2020). Menyatakan bahwa penggunaan air kelapa sebanyak 30% adalah perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan eksplan daun dari tanaman kawista dalam kondisi *in vitro*. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh. Sholihah (2021) menemukan bahwa penambahan 150 ml/L air kelapa adalah konsentrasi yang paling optimal untuk meningkatkan jumlah daun pada tanaman krisan. Penggunaan air kelapa ternyata memiliki dampak signifikan terhadap laju pertumbuhan pucuk dan jumlah tunas serta tinggi tunas pisang ketan pada konsentrasi 20% dalam media MS Eriansyah *et al.* (2018). Menurut Letham (2020), air kelapa diakui sebagai salah satu penyedia sitokinin dan memiliki IAA (Asam Indolil Asetat) yang tergolong dalam kelompok auksin. Berbagai zat yang terdapat di dalam air kelapa meliputi asam, vitamin

C nikotinat, asam folat, asam pantotenat, biotin, dan riboflavin Anonim (2021). George dan Sherrington (2021) yang menyatakan bahwa penambahan air kelapa ke dalam media kultur jaringan bisa mempercepat pertumbuhan kalus dan tunas.

Penelitian Penggunaan air kelapa sebagai Zat Pengatur Tumbuh alami pada metode multiplikasi pertumbuhan nilam belum pernah dilakukan. Hal ini berpotensi untuk meningkatkan perkembangan biakan vegetatif nilam (*Pogostemon cablin* Benth) secara kultur jaringan sehingga perlu diadakan penelitian ini yang berjudul Teknik Multiplikasi Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) Secara kultur Jaringan Menggunakan ZPT Air Kelapa Muda (*Cocos nucifera*).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perbedaan nyata antara berbagai konsentrasi air kelapa sebagai ZPT alami terhadap keberhasilan multiplikasi dan pertumbuhan nilam (*Pogostemon cablin* Benth) secara kultur jaringan?
2. Berapakah konsentrasi ZPT air kelapa yang optimal terhadap keberhasilan multiplikasi tanaman nilam?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui Bagaimana pengaruh perbedaan nyata antara berbagai konsentrasi air kelapa sebagai ZPT alami terhadap keberhasilan multiplikasi dan pertumbuhan nilam (*Pogostemon cablin* Benth) secara kultur jaringan
2. Untuk mengetahui Berapakah konsentrasi ZPT air kelapa yang optimal terhadap keberhasilan multiplikasi tanaman nilam

1.4 Manfaat Penelitian

Secara praktik penelitian ini diharapkan memberikan manfaat kepada berbagai macam pihak:

1. Bagi mahasiswa, penelitian ini diharapkan dapat membantu menambahkan referensi pada praktikum kultur jaringan terkhusus pada materi media tanam kultur jaringan.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memilih media tanam kultur jaringan yang baik dan tepat dan mendukung peningkatan produksi bibit nilam berkualitas untuk memenuhi kebutuhan industri dan petani.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) adalah jenis tanaman perdu aromatik dengan daun lembut dan batang berbentuk segi empat. Daun tanaman nilam yang sudah kering akan disuling untuk menghasilkan minyak (Patchouli oil) yang banyak dan dimanfaatkan dalam beragam kegiatan industri.



Gambar II.1 Tanaman Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth)

Sumber: Budiarti, C (2017).

II.2 Klasifikasi Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Tanaman nilam termasuk dalam keluarga labiates yang terdiri dari sekitar 200 genus. Menurut Rukmana (2020), berdasarkan klasifikasi taksonominya, posisi tanaman nilam diatur seperti berikut:

- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Magnoliophyta
- Ordo : Lamiales
- Family : Lamiaceae
- Genus : Pogostemon
- Spesies : *Pogostemon cablin* Benth

Tanaman nilam adalah sejenis tanaman rempah aromatik yang berasal dari wilayah Ceylon dan India. Daun tanaman ini memiliki tekstur yang kasar, dengan tepi

yang bergerigi, dan panjang daun berkisar antara 10 cm hingga 12 cm sedangkan panjang tangkai daun sekitar 0,8 cm. Batangnya kokoh dan melebar pada bagian simpul, dengan duri palsu yang panjangnya antara 2,5 cm hingga 14 cm. Kelopak bunga memiliki panjang 5 sampai 6,5 cm, sementara corolla memiliki ukuran antara 6 cm hingga 9 cm, dan masing-masing segmen memiliki bercak putih berwarna ungu. Vilamen dari tanaman ini berwarna ungu, Backer, *et al.* (2021).

Menurut Santoso (2018). Tanaman nilam merupakan jenis tanaman yang berasal dari wilayah tropis dan termasuk dalam keluarga labiateae. Tanaman Ini berbentuk semak dan dapat mencapai tinggi antara 0,3 hingga 1,3 meter. Akar nilam berbentuk serabut dan batangnya lunak dengan ruas-ruas. Ruas pada batang terlihat tampak mengembung dan berair, dengan warna batang yang hijau kecoklatan. Daun nilam berbentuk tunggal, mirip dengan bulat telur atau lonjong, melebar di bagian tengah, meruncing di ujungnya, serta memiliki tepi yang bergerigi, dan tulang daun juga bercabang ke berbagai arah.

II.2 Morfologi Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Morfologi tanaman nilam terdiri dari beberapa komponen, yaitu:

II.2.1 Akar Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) memiliki kara utama yaitu akar serabut yang tumbuh dari pangkal batang akar ini menyebar ke berbagai arah di dalam tanah dan berfungsi sebagai oragan utama untuk menyerap air serta unsur hara dari lingkungan. Sistem perakaran serabut yang banyak dan bercabang memungkinkan mendukung pertumbuhan bagian tanaman lainnya. Nuryani *et al.* (2020)

Perakaran dari tanaman nilam terdiri dari akar serabutnya yang harum dan tumbuh menyebar di dalam tanah. Akar sekunder dari tanaman nilam yang sudah dewasa umumnya tersebar sekitar 20 hingga 30 cm di bawah tanah. Tanaman nilam ini diperoleh melalui metode perbanyak vegetatif umumnya memiliki akar serabut yang kokoh, sehingga tanaman tersebut dapat tumbuh dengan tegak.



Gambar II.2 Akar Nilam
Sumber: Nuryani *et al.* (2020).

II.2.2 Batang Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Batang dari tanaman nilam terdiri dari kayu dan memiliki panjang sekitar 20 hingga 40 cm dengan diameter antara 10 hingga 20 mm. Tanaman ini memiliki sistem percabang yang menyebar di sekeliling batang dalam beberapa tingkatan, biasanya terdapat antara 3 hingga 5 cabang pada setiap tingkat dan cabang-cabangnya cukup banyak. Tanaman ini dapat tumbuh hingga tinggi mencapai 1 meter serta lebar radius cabang sekitar 60 cm jika tanaman sudah berusia 6 bulan.



Gambar II.3 Batang Nilam
Sumber: Hadianito *et al.*, (2020).

II.2.3 Daun Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Daun dari tanaman nilam memiliki bentuk oval, antara bulat hingga lonjong, mirip dengan bentuk jantung. Panjang daun tersebut berkisar antara 5 hingga 10 cm. Daun yang berwarna hijau ini cukup tipis dan fleksibel, dengan permukaan atasnya terdapat bulu-bulu kasar. Letak daun saling berhadapan, dengan ujung daun yang tumpul dan tulang daun yang tampak mencolok, sebagian besar daun yang ada di ranting biasanya tumbuh berpasangan.



Gambar II.4 Bentuk Daun Pada Nilam
Sumber: Kusumaningrum, H. P (2020)

II.3 Jenis-Jenis Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Pada umumnya, tanaman nilam terdapat beberapa jenis yang sebelumnya sudah tumbuh dan berkembang di Indonesia. Tetapi tanaman nilam aceh atau sering disebut *Pogostemon cablin* Benth lebih banyak dikenali dan sudah ditanam secara luas. Dan ada juga beberapa jenis tanaman nilam yaitu nilam jawa dan nilam sabun. Secara umum, jenis-jenis nilam menurut sumber yang ada adalah sebagai berikut.

II.3.1 Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth)

Pogostemon cablin Benth dikenal dengan sebutan Pogostemon patchouli atau Pogostemon menthe. Tanaman ini juga dikenal sebagai nilam Aceh dan termasuk dalam keluarga Labiate, yaitu kelompok tanaman yang memiliki aroma serupa. Varietas nilam

yang banyak dibudidayakan untuk kebutuhan komersial adalah *Pogostemon cablin* Benth, yang berasal dari Filipina dan kemudian menyebar ke Negara-negara seperti madagaskar, malaysia, Brazil, Paraguay, dan Indonesia. Sudaryani *et al.* (2021). *Pogostemon cablin* Benth ini dapat ditemukan di Aceh serta Sumatra Utara. Tanaman nilam jenis ini jarang sekali menghasilkan bunga, sehingga minyak yang dihasilkan sangat tinggi, berkisar antara 2,5-5%. Selain itu selain itu, minyak nilam memiliki karakteristik yang diminati di pasar Mangun (2019).



Gambar II. 5 Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth)

Sumber: Mangun (2019).

II.3.2 Nilam Jawa (*Pogostemon heyneanus*)

Nilam jawa atau *Pogostemon heyneanus* sering disebut juga sebagai nilam hutan. Tanaman ini berasal dari India serta banyak ditemukan di hutan-hutan yang ada di Pulau Jawa, biasanya menghasilkan bunga, sehingga kandungan minyaknya tergolong rendah, yaitu antara 0,5-1,5%. Ciri khusus yang dapat membedakan nilam jawa dari nilam Aceh secara visual dapat dilihat dari bentuk daunnya. Daun nilam Aceh memiliki permukaan yang lembut, sedangkan pada nilam jawa permukaannya cenderung kasar. Tepi daun nilam Aceh berbentuk bergerigi yang tumpul, sementara tepi daun nilam jawa bergerigi tajam dan ujung daun nilam Aceh meruncing. Nuryani *et al.* (2020).

Ciri utama nilam aceh dan nilam jawa terlihat pada daunnya, nilam aceh berdaun lebih halus dengan tepi bergerigi tumpul dan ujung meruncing, sedangkan nilam jawa memiliki daun bertekstur lebih kasar dengan tepi bergerigi tajam.

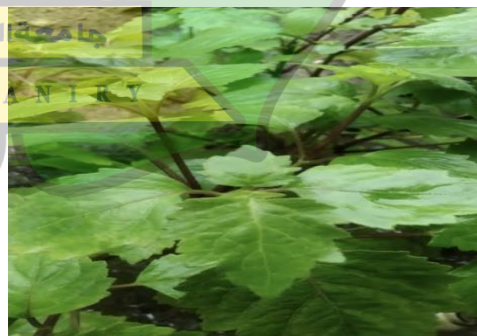


Gambar II.6 Nilam Jawa (*Pogostemon heyneanus*)

Sumber: Nuryani *et al.* (2022).

II.3.3 Nilam Sabun (*Pogostemon hortensis*)

Pogostemon hortensis dikenal dengan sebutan nilam sabun, karena tanaman ini bisa dimanfaatkan untuk mencuci pakaian. Tanaman nilam ini hanya dapat ditemukan di daerah Banten. Ciri fisik *Pogostemon hortensis* mirip dengan nilam jawa, namun tidak menghasilkan bunga. Persentase kandungan minyaknya berkisar antara 0,5 hingga 1,5% dan kualitas minyak yang dihasilkan tergolong rendah, sehingga minyak nilam ini kurang diminati di pasar perdagangan. Sudaryani *et al.* (2021).



Gambar II.7 Nilam Sabun (*Pogostemon hortensis*) Sumber: Sudaryani, *et al.*, (2021).

Sumber: Sudaryani *et al.* (2021).

II.4 Kandungan dan Manfaat Tanaman Nilam

Tanaman nilam termasuk dalam kelompok tanaman yang bisa memproduksi minyak atsiri, Fitriani *et al.* (2019). Minyak atsiri diperoleh sebagai hasil dari proses metabolisme tanaman yang terjadi lewat reaksi kimia yang melibatkan air. Selain itu, zat ini dari unsur-unsur yang mudah menguap dengan ciri-ciri khusus dan aroma yang bervariasi tergantung dari sumbernya. Minyak esensial sering dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti untuk bahan pengharum atau parfum serta untuk tujuan medis, Ermaya *et al.* (2019).

Kandungan utama dalam minyak nilam adalah alkohol patchouli dengan rumus kimia $C_{15}H_{26}$. Alkohol Patchouli berfungsi sebagai pengikat untuk minyak atsiri lainnya, sehingga aroma yang dihasilkan dapat bertahan lama dan tidak cepat memudar. Minyak nilam juga dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam parfum dan produk kosmetik, termasuk dalam membuat sabun mandi, odol gigi, sampo, lotion, dan deodoran. Di bidang industri makanan, minyak nilam juga dipakai untuk intisari atau penambah rasa, serta dalam industri farmasi untuk memproduksi obat anti radang, antifungi, dan insektisida. Selain itu, minyak ini juga digunakan untuk berbagai keperluan di sektor industri lainnya, Mangun *et al.* (2021).

II.5 Media Kultur jaringan

Keberhasilan teknik kultur jaringan sangat tergantung pada jenis media yang digunakan. Media tersebut tidak hanya memberikan nutrisi (baik makro dan maupun mikro) tetapi juga menyediakan karbohidrat (gula). Sebagai pengganti sumber karbon yang biasanya diperoleh dari atmosfer melalui fotosintesis. Menghasilkan kinerja yang lebih baik jika media tersebut dilengkapi dengan asam amino, vitamin dan ZPT, Gunawan (2019). Media adalah faktor penting dalam perbanyakan melalui kultur jaringan. Keberhasilan dalam memperbanyak dan mengembangkan tanaman menggunakan teknik kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh jenis media yang digunakan. pengaruh media tumbuh dalam kultur jaringan memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan serta bibit yang dihasilkan, Tuhuteru *et al.* (2012).

Media merupakan unsur penting dalam proses perbanyakan menggunakan kultur jaringan. Keberhasilan dalam reproduksi dan pengembangan tanaman nilam dengan metode kultur jaringan sangat tergantung pada jenis media yang digunakan. Media untuk multiplikasi tanaman nilam dalam kultur jaringan memberikan pengaruh besar terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan serta bibit yang dihasilkan. Media tanam untuk kultur jaringan dibuat dari kombinasi asam amino, garam-garam non-organik, vitamin, larutan penyangga, dan sumber energi yang umumnya berupa glukosa. unsur-unsur ini merupakan faktor kunci dalam menentukan keberhasilan perbanyakan tanaman secara *in vitro*, sehingga saat pembuatan media, sangat penting untuk memperhatikan proporsi yang akurat dan sesuai agar hasil yang diinginkan maksimal, Rudianto *et al.* (2021).

Media dibedakan menjadi dua jenis, yaitu media padat dan media cair. Media padat berfungsi untuk menumbuhkan eksplan hingga menjadi planlet, sedangkan media cair dimanfaatkan untuk pertumbuhan eksplan hingga pada tahap yang sama. Dalam kultur jaringan, umumnya ditambahkan bahan organik yang berperan sebagai sumber gula, zat pengatur tumbuh, vitamin, dan asam amino. Bahan organik alami, seperti air kelapa, sering kali digunakan. Penggunaan bahan organik alami ini sebagai bahan tambahan dalam media untuk kultur jaringan dapat meningkatkan pertumbuhan serta morfogenesis planlet secara lebih optimal.

II.6 Multiplikasi Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth*)

Dalam metode kultur jaringan setelah tahap inisiasi, salah satu tahap yang sangat penting adalah multiplikasi. Multiplikasi merupakan proses untuk meningkatkan jumlah calon tanaman dengan menanam eksplan ke dalam media yang baru. Langkah ini dilakukan karena kandungan nutrisi dalam media telah berkurang, yang dapat dilihat dari perubahan warna media atau adanya retakan, sehingga diperlukan media baru untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Proses ini dilakukan di Laminar Air Flow (LAF) untuk menghindari kontaminasi dari organisme lain, seperti bakteri dan jamur, yang dapat mengganggu pertumbuhan eksplan, Syamsia *et al.* (2020).

Multiplikasi tunas merupakan fase di mana tunas yang muncul pada fase inisiasi, dirangsang untuk berkembang biak atau menghasilkan tunas baru, baik dari tunas aksiler

maupun tunas adventif. Proses multiplikasi tunas umumnya dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama, tunas diberikan ransangan atau diinduksi untuk memicu tunas baru pada media khusus untuk induksi. Tahap kedua, tunas yang telah berhasil diinduksi dipindahkan ke media elongasi untuk mendukung pertumbuhannya yang lebih optimal. Setelah tunas mencapai ketinggian tertentu, tunas tersebut akan dipotong kembali dan dipindahkan kembali ke media induksi tunas, dan proses induksi ini dilakukan berulang kali untuk memperoleh jumlah kultur yang diinginkan, Sulistiani *et al.* (2021).

II.7 Kultur Jaringan Tanaman

Kultur jaringan merupakan metode yang diterapkan untuk menggandakan tanaman memanfaatkan potongan kecil yaitu dari organ atau jaringan tanaman yang dirawat di dalam media khusus kemudian dilakukan sepenuhnya dalam kondisi steril. Potongan-potongan kecil ini dikenal sebagai eksplan, Katuk (2021). Berbagai faktor yang memengaruhi keberhasilan kultur jaringan meliputi karakteristik media eksplan seperti ukuran, usia, asal, dan genotip eksplan, kondisi lingkungan kultur. Jika potongan tanaman terlalu kecil, peluang hidup menjadi rendah serta tingkat ketidakberhasilan cukup tinggi, eksplan berukuran yang terlalu besar dapat dengan mudah terkontaminasi dan bisa melipat, sehingga bagian yang bersentuhan dengan media menjadi lebih sedikit. Ukuran eksplan yang optimal berada dalam rentang 0,5-1 cm, meskipun ukuran ini bisa berbeda tergantung pada bagian tanaman yang akan digunakan dan jenis tanaman itu sendiri. George *et al.* (2020).

Faktor yang dapat menentukan keberhasilan dari kultur jaringan tanaman meliputi genotip tanaman, kondisi fisiologis, serta sumber eksplan, Perik (2021). Dalam tanaman herbal, eksplan dapat diambil dari pucuk apikal atau lateral, di mana jaringan meristematik diambil, tetapi sering kali menggunakan tunas yang diharapkan dapat berkembang menjadi daun dan batang yang sempurna. Bagian tanaman yang dipakai untuk eksplan adalah tunas lateral atau terminal dengan panjang sekitar 20 mm. untuk mengatasi Efek dominasi apikal, dapat ditambahkan ZPT, terutama sitokinin, auksin, ke dalam media yang akan menghasilkan pertumbuhan tunas dengan banyak cabang, Wittimena (2019).

Kultur jaringan yang juga dikenal sebagai budidaya in-vitro adalah satu teknik yang dilakukan untuk memisahkan potongan dari tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan, maupun organ yang steril. Bagian-bagian ini kemudian ditumbuhkan di media buatan yang steril juga, di dalam botol media kultur jaringan yang terjaga kebersihannya dan dalam keadaan aseptik, agar bisa berkembang biak dan beregenerasi menjadi tanaman yang utuh. Teknikteknik kultur jaringan yang sering diterapkan pada tanaman termasuk kalus, sel, dan proplas, sedangkan bagian-bagian tanaman yang digunakan meliputi pucuk, bunga, daun, dan akar, Anonim (2017).

Teknik dari kultur jaringan adalah salah satu metode untuk memperbanyak tanaman secara vegetatif. Kultur jaringan adalah proses untuk memperbanyak tanaman yang memisahkan bagian tanaman seperti daun, mata tunas, dan mengembangkan bagian tersebut dalam media sintesis yang penuh dengan nutrisi dan senyawa penting untuk pertumbuhan, serta pengatur pertumbuhan, di dalam wadah transparan yang steril, sehingga bagian dari tanaman yang dapat memproduksi tanaman baru yang utuh. Dasar dari teknik kultur jaringan adalah memperbanyak tanaman dengan menggunakan bagian vegetatif pada media buatan yang dilakukan di lingkungan bersih dan steril, Hendrayono (2018).

II.8 Tujuan Kultur Jaringan

Tujuan dari perbanyakan tanaman melalui metode kultur jaringan yaitu untuk menghasilkan tanaman dalam jumlah yang banyak dalam waktu yang lebih cepat. Ini terutama ditujukan untuk varietas-varietas baru yang memiliki kualitas tinggi. Terdapat berbagai teknik di dalam kultur jaringan dan bisa diterapkan selain dari tujuan utamanya, yaitu menghasilkan tanaman dalam jumlah yang banyak dan juga cepat. Teknik ini dapat dimanfaatkan untuk pemuliaan tanaman dan menghasilkan jenis tanaman baru sesuai keinginan kita. Dalam pemuliaan dan rekayasa genetik, kita dapat mengubah jumlah kromosom dengan menggunakan bahan kimia seperti kolkisin, meregenerasi bagian tertentu dari jaringan seperti endosperma yang memiliki kromosom $3n$, serta melakukan hibridisasi somatik melalui fusi protoplas atau transfer DNA. Melalui teknik kultur meristem, kita mampu menghasilkan tanaman yang bebas dari virus, Asmarahman (2012).

II.9 Kelebihan dan Kelemahan kultur Jaringan

Kelebihan dari metode kultur jaringan termasuk kemampuannya untuk meningkatkan jenis tanaman tertentu yang biasanya tidak mudah dan juga membutuhkan waktu lama untuk diperbanyak secara konvensional. Teknik ini dapat menghasilkan berbagai bibit dalam waktu yang singkat dan dalam jumlah yang lebih banyak, tidak memerlukan lagi area yang lebih luas, dan dapat dilaksanakan di sepanjang tahun tanpa terpengaruh oleh musim, serta menghasilkan bibit yang sehat. Selain itu, bibit yang diperoleh identik dengan tanaman induknya dan juga menghasilkan benih yang konsisten dalam waktu yang bersamaan.

Menurut Edhi Sandra (2013), beberapa kelemahannya adalah perlunya investasi awal yang cukup besar untuk mendirikan laboratorium, juga dibutuhkan keterampilan khusus dalam prosesnya. Selain itu, menghasilkan tanaman yang cenderung kecil dengan kondisi aseptik, terbiasa pada lingkungan dengan kelembapan tinggi, memerlukan perlakuan khusus setelah aklimatisasi, dan butuh penyesuaian kembali untuk berada di lingkungan luar.

Selain itu, akar yang dihasilkan dari kultur jaringan cenderung mudah rusak atau tidak stabil. Teknik kultur jaringan memerlukan biaya yang tinggi dan proses yang rumit, serta membutuhkan investasi awal yang besar untuk mendirikan laboratorium kultur jaringan. Selain itu, diperlukan tenaga kerja (SDM) yang ahli dalam teknik kultur jaringan untuk mencapai hasil yang memuaskan, Septarini (2018).

II.10 Zat Pengatur Tumbuh

ZPT merupakan senyawa kimia non nutrisi dengan konsentrasi yang rendah dan dapat mempengaruhi pertumbuhan serta perkembangan pada tanaman. ZPT yang dihasilkan oleh tanaman dikenal sebagai fitohormon atau hormon tanaman. Adanya ZPT di media kultur sangatlah penting karena disebabkan perannya dalam memperkuat serta menghambat interaksi yang dapat menentukan arah perkembangan eksplan ataupun bahan tanam akan dibudidayakan, Hapsoro *et al.* (2018).

Dalam metode kultur jaringan, terdapat dua jenis zat pengatur tumbuh tanaman yang sangat berpengaruh yaitu, auksin dan sitokinin. zat pengatur tumbuh ini berperan penting dalam perkembangan dan pertumbuhan serta pembentukan bentuk pada kultur sel, jaringan, dan organ. Interaksi serta keseimbangan antara zat pengatur tumbuh yang ditambahkan ke dalam media dengan yang dihasilkan secara alami oleh sel akan berdampak pada perkembangan dari suatu kultur, Gunawan (2020).

Auksin dimanfaatkan dalam kultur jaringan untuk pertumbuhan kalus, suspensi sel, dan organ berdasarkan auksin yang ada di dalam eksplan, bergantung pada bagian dari tanaman yang diambil dan juga jenis tanamannya. Auksin alami sering dikenal sebagai (IAA) Asam Indol Asetat, sementara itu auksin buatan terdiri NAA (Asam 1-Naftalena Asetat) (1-Naphthaleneacetic Acid), IBA (Asam Indole-3-Butirat), dan 2,4-D (Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat), Gunawan (2022). NAA juga memiliki kemampuan untuk merangsang terbentuknya akar, kalus, dan tunas serta lebih tahan lama karena tidak akan cepat terurai oleh enzim yang dihasilkan oleh tanaman ataupun oleh pemanasan yang terjadi selama proses sterilisasi media, Sriyanti dan Wijaya (2020).

Auksin berperan dalam mempercepat pertumbuhan akar karena mampu merangsang pelepasan ion H^+ dari dinding sel. Proses pengasaman dinding sel ini mengakibatkan terjadinya pengambilan K^+ dan mengurangi tingkat potensi air di dalam sel. Hal ini menyebabkan air masuk ke dalam sel, yang pada gilirannya merangsang enzim selulase untuk memecah ikatan selulosa dinding primer, sehingga menjadi lebih elastis dan sel mengalami pembesaran. Selain itu, auksin dimanfaatkan untuk mendorong kalus, suspensi sel dan organ, yang mendukung proses pembentukan kalus dalam pembentukan akar dan tunas, serta mendorong terjadinya perkembangan embrio serta memengaruhi stabilitas genetiktumbuhan.

Fungsi dasar sitokinin adalah mendorong pembagian sel, sementara auksin memiliki peran dalam merangsang pembelahan serta pertumbuhan pada sel pucuk, hingga dapat menyebabkan munculnya pucuk baru pada tanaman, serta mendukung pembentukan akar, Wetherell (2022). Sitokinin dan auksin bekerja sama untuk mempengaruhi interaksi dalam diferensiasi jaringan pada kultur jaringan tanaman, Hendaryono (2021).

II.11 Air Kelapa Muda Sebagai ZPT Alami

Pada umumnya, media tumbuh yang digunakan dalam kultur kalus dan tunas yaitu media MS (Murashige & Skoog). Komposisi media MS dinilai lengkap karena mengandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan seperti garam tinggi dan senyawa N dalam bentuk ammonium dan nitrat, Anitasari *et al.* (2018). Komposisi media MS dengan penambahan suplemen zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti NAA (*naphthaleneacetic acid*) dan BAP (6 *benzylaminopure*) karena kemampuannya dalam menstimulus pertumbuhan, Lee *et al.* (2022). Misalnya untuk meregulasi pembelahan sel, memacu organogenesis, perkembangan kloroplas, menginduksi embriyogenesis dan organogenesis, Markal *et al.* (2015).

ZPT juga dapat diperoleh dari berbagai organik yang tersedia di alam seperti buah-buahan. Menurut Nurkapita *et al.* (2021) Penambahan bahan organik yang memiliki kandungan ZPT dan vitamin dalam media kultur jaringan dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman lebih baik. ZPT alami dalam media kultur jaringan salah satunya air kelapa yang mampu meningkatkan multiplikasi tanaman secara kultur jaringan yang didukung dari sitokinin, auksin, vitamin dan mineral Pratama and Nilahayati (2018) sebagai upaya untuk meningkatkan kultur tanaman yang efisien dengan biaya yang terjangkau, maka air kelapa dapat dimanfaatkan sebagai ZPT alami sebagai pengganti sintetik.



Gambar II.8 Kelapa muda dan air kelapa muda (*Cocos nucifera*)

Air kelapa muda sudah dikenal sebagai asal nutrisi dan zat pengatur tumbuh alami. Kandungan utamanya terdiri dari gula, vitamin (terutama vitamin B kompleks), asam amino, mineral, dan fitohormon seperti sitokinin, contohnya adalah zeatin dan kinetin, auksin serta giberelin. Sitokinin yang ada di dalam air kelapa muda memiliki peran penting dalam proses pemisahan sel dan perkembangan tunas. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa air kelapa muda efektif digunakan pada berbagai jenis tanaman melalui kultur jaringan, seperti anggrek, pisang, dan jahe Misra dan Singh (2021). Air kelapa adalah fluida dari endosperm buah kelapa yang kaya akan senyawa organik. Di dalam air kelapa terdapat hormon seperti sitokinin, IAA, dan giberelin dengan konsentrasi masing-masing 0,0017%, 0,0039%, dan 0,0018%, yang memiliki peran penting dalam meningkatkan metabolisme sel serta mendukung pertumbuhan tanaman, Rosniawaty *et al.* (2018).

Air kelapa muda memiliki kemampuan yang tinggi untuk dimanfaatkan sebagai ZPT dalam metode kultur jaringan tanaman nilam karena kaya akan sitokinin, auksin, nutrisi dan hormon alami yang ada di dalamnya. Air kelapa muda yang dapat dijadikan tambahan dalam media kultur, biasanya dengan cara mencampurkan air kelapa muda yang telah disterilkan ke dalam media kultur. Konsentrasi air kelapa muda yang digunakan bisa bervariasi tergantung pada jenis serta usia tanaman nilam. Zat pengatur tumbuh dari air kelapa muda memiliki peranan yang signifikan dalam kultur jaringan tanaman nilam karena mengandung berbagai hormon dan nutrisi yang mampu merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman, Sari *et al.* (2019).

Air kelapa adalah salah satu (ZPT) zat pengatur tumbuh alami yang kaya akan sitokinin dan auksin. Penggunaan air kelapa dapat mempercepat proses munculnya tunas, karena air kelapa mengandung komponen kimia yang khas seperti gula, mineral, asam amino, vitamin serta fitohormon berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, Winarto *et al.* (2015). Menurut Karimah ddk (2020), air kelapa mengandung zat sitokinin sebanyak 5,8 mg/L, auksin sebesar 0,07 mg/L, serta sedikit hormon giberelin dan senyawa lainnya yang mampu merangsang perkecambahan dan perkembangan tanaman.

II.12 Kandungan Air kelapa Muda

Air kelapa muda mengandung air 95,5%, serta memiliki kandungan protein sebesar 0,1%, lemak kurang dari 0,1%, karbohidrat 4,0%, dan abu 0,4%, mengandung vitamin C 2,2-3,4 mg/100 ml dan vitamin B kompleks, yang meliputi asam nikotinat, asam pantotenat, biotin, asam folat, vitamin B1, dan sedikit piridoksin. Vitamin-vitamin tersebut berkontribusi secara signifikan terhadap metabolisme energi pada sel. Kandungan mineral pada air kelapa meliputi kalium, natrium, kalsium, magnesium, besi, tembaga, fosfor, sulfur, dan klorin. Mineral kalium berada dalam jumlah tertinggi di air kelapa, Azra *et al.* (2023).

II.13 Komposisi Kimia Pada Air Kelapa Muda

Air kelapa mengandung hormon alami kelompok auksin dan sitokinin. Dalam kultur jaringan, auksin berperan memacu pembentukan kalus, menghambat kerja sitokinin, membentuk klorofil dalam kalus, mendorong proses morfogenesis kalus, membentuk akar dan mendorong proses embriogenesis, sitokinin berperan memacu pembelahan sel, poliferasi meristem ujung, menghambat pembentukan akar dan mendorong pembentukan klorofil pada kalus, Surachman (2011).

Air kelapa muda menunjukkan komposisi ZPT kinetin (sitokinin) sebesar 273,62 mg/L dan zeatin 290,47 mg/L, sedangkan kandungan IAA (auksin) adalah 198,55 mg/L. selain kandungan ZPT, kandungan vitamin dalam air kelapa dapat dijadikan substitusi vitamin sintetik yang terkandung pada media MS. Kandungan hara makro seperti N, P, dan K, serta beberapa jenis unsure mikro dalam air kelapa muda juga berpeluang dikembangkan lebih lanjut sebagai upaya substitusi unsure hara makro dan mikro serta karbon yakni sukrosa.

II. 14 Peran Sitokinin dan Auksin Dalam Kultur Jaringan Tanaman

Dalam kultur jaringan terdapat 2 golongan ZPT yang sangat penting yaitu sitokinin dan auksin zat pengatur tumbuh ini mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur jaringan.

II.14.1 Auksin

Auksin adalah senyawa yang dicirikan oleh kemampuannya dalam mendukung terjadinya perpanjangan sel pada pucuk dan juga dapat berfungsi sebagai pemanjangan akar. Adnan *et al.* (2017), Auksin diperlukan untuk merangsang pembelahan dan pembesaran sel yang terdapat pada pucuk tanaman dan menyebabkan pertumbuhan pucuk-pucuk baru. Selain itu Auksin banyak digunakan dalam kultur jaringan untuk memicu perpanjangan sel, pembentukan tunas adventif, dan menghambat pembentukan tunas adventif dan tunas ketiak, sedang NAA (1-naphtalene acetic acid) adalah ZPT yang termasuk dalam golongan auksin.

II.14.2 Sitokinin

Sitokinin merupakan turunan adenine, berperan dalam mendorong pembelahan sel atau jaringan yang dipergunakan sebagai eksplan dan merangsang perbanyakan pucuk-pucuk tunas. Sitokinin yang digunakan secara komersial dalam propagasi in vitro adalah: *Benzyl adenine* (BA), *Benzyl Amino Purine* (BAP), *Kinetin*, *Isopentiladenin* (*dimetil aminopurin*) dan *Adenin Sulfat*, Nurcahyati (2022).

Sitokinin berperan dalam pembelahan sel, meningkatkan pembentukan pucuk aksilar, merangsang pembentukan akar cabang dan merangsang morfogenesis tunas dalam kultur jaringan. Sitokinin merupakan senyawa turunan adenine dan berperan dalam pengaturan pembelahan sel dan morfogenesis. Sitokinin digunakan untuk merangsang terbentuknya tunas, berpengaruh dalam metabolisme sel, dan merangsang sel dorman serta aktivitas utamanya adalah mendorong pembelahan sel. Pada kultur jaringan, sitokinin berperan dalam mendorong pembelahan sel atau jaringan yang digunakan sebagai eksplan dan merangsang perkembangan pucuk-pucuk tunas.

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 14 November 2025 - 20 Februari 2026. Pemeriksaan sampel dan uji Laboratorium dilakukan di Laboratorium kultur jaringan Dinas Pertanian dan Perkebunan Aceh, Jl, Panglima Nyak Makam No.24, Kota Baru, Kec, Kuta Alam, Banda Aceh.

III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan jadwal penelitian pada tabel dibawah ini:

Tabel III.1 Jadwal penelitian

jenis kegiatan	Bulan																			
	Oktober				November				Desember				Januari				Februari			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penyusunan Proposal																				
Persiapan media																				
Pengambilan tanaman nilam																				
Pengkulturan																				
Inkubasi																				
Analisis																				

III.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven, autoklaf, Laminar Air Flow (LAF), hot plate, pengaduk magnet, cawan petri, Erlenmeyer, plastik warb, pisau, gelas kimia, pengaduk, spatula, pinset, scalpel, aluminium foil, timbangan analitik, rak botol eksplan, gelas ukur, botol semprot, corong, korek api, Bunsen, kompor, lemari es, spidol, kertas lakmus, sapu, kain pel, ember, botol kultur, sendok, spons, kuas, kertas label, gayung, keranjang, kain laboratorium, troli, botol eksplan, dan tisu.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksplan tanaman Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*), Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) dari air kelapa muda (*Cocos nucifera*) sebagai media perlakuan dengan konsentrasi 150 ml/L, 200 ml/L, dan 250 ml/L aquades yang sudah di sterilkan, botol yang sudah disterilkan, serta alkohol 70% dan 96%. Media yang digunakan untuk kontrol adalah (MS₀) instan Murashige-Skoog (Phyto Technology Laboratories, nomor katalog: M519), gula pasir, agar-agar dan air yang telah disterilkan.

III.4 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor konsentrasi air kelapa muda dalam media Murashige dan skoog (MS). dengan 4 tingkat perlakuan dimana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga total terdapat 12 unit percobaan. Tingkat Perlakuan yang digunakan sebagai kontrol 0 ml/L, sedangkan pada perlakuan Konsentrasi air kelapa muda (150 ml/L, 200 ml/L, 250 ml/L) dalam media MS, Yunistia dian *et al.* (2018).

- P0: (Media Murassihig-Skoog (MS₀) instan tanpa air kelapa muda)
- P1: MS+150 ml/L air kelapa muda
- P2: MS+200 ml/L air kelapa muda
- P3:MS+250 ml/L air kelapa muda

Tabel III.2 Metode perlakuan air kelapa

No	Kode perlakuan	Komposisi media perlakuan	Keterangan
1.	P0	MS0 (Murassihige-Skoog)	Tanpa air kelapa
2.	P1	MS + 150 ml/L air kelapa	air kelapa konsentrasi rendah
3.	P2	MS + 200 ml/L air kelapa	air kelapa konsentrasi sedang
4.	P3	MS + 250 ml/L air kelapa	air kelapa konsentrasi tinggi

III.5 Prosedur Kerja

III.5.1 Sterilisasi Alat

Alat yang digunakan seperti pinset, scalpel, petri dish, dicuci dengan menggunakan deterjen dan bilas dengan air bersih, selanjutnya alat-alat yang telah dibersihkan di keringkan kemudian dibungkus dengan kertas HVS setelah itu, dimasukkan dalam autoclave dan disterilkan pada suhu 121°C selama 20 menit.

III.5.2 Sterilisasi Bahan

Air mineral isi ulang dimasukan kedalam botol eksplan sebanyak 3/4 dari kapasitas botol eksplan, kemudian ditutup dengan tutup botol dan sterilisasikan di dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 2 jam.

III.5.3 Sterilisasi Meja Kerja (LAF)

Sebelum menggunakan meja kerja *laminar air flow* (LAF) terlebih dahulu menghidupkan sinar ultraviolet (UV) selama 1 jam setiap hari yaitu pada pagi hari sebelum *laminar air flow* (LAF) digunakan, setelah 1 jam di matikan UV dan siap digunakan, *laminar air flow* (LAF) yang akan digunakan semprotkan alkohol 96% dibagian meja dan sudut-sudut yang bertujuan untuk menghilangkan bakteri dan jamur yang dapat menyebabkan kontaminasi pada saat proses penanaman, setelah di semprot dikeringkan kembali menggunakan *tissue Fan* dan *blower* pada *Laminar Air Flow* (LAF)

dinyalakan untuk mengalirkan udara agar ruangan tanam terbebas dari mikroba maupun sumber kontaminasi lainnya.

III.6 Pembuatan Media Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Media kultur yang digunakan dalam penelitian ini adalah media Murashige dan Skoog (MS) instan (*Phyto Technology Laboratories*, catalog number M519). media MS tanpa penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) digunakan sebagai kontrol (P0), sedangkan media perlakuan merupakan media MS yang ditambahkan air kelapa muda sebagai sumber ZPT alami. Penelitian ini terdiri atas empat perlakuan yaitu, P0 = 0 mL/L, P1 = 150 mL/L, P2 = 200 mL/L dan P3 = 250 mL/L penambahan air kelapa muda. Setiap perlakuan terdiri atas tiga botol kultur, dengan masing-masing botol berisi tiga eksplan nilam. Dengan demikian, setiap perlakuan menggunakan sembilan eksplan, sehingga secara keseluruhan penelitian menggunakan 12 botol kultur dan 36 eksplan nilam.

Media Murashige dan skoog (MS) yang dibuat menggunakan MS instan sebagai bahan dasar, volume akhir media pada setiap perlakuan adalah 1.600 ml. Media MS tanpa penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) di sebut MS0 dan digunakan sebagai kontrol (P0). Sejalan dengan penelitian, Swamy *et al.* (2009), media MS tanpa penambahan ZPT digunakan sebagai media kontrol untuk mengetahui pertumbuhan dasar eksplan tanaman nilam (*Pogestemon cablin* Benth) pada media tanpa penambahan ZPT. Oleh karena itu, dalam penelitian ini MS0 digunakan sebagai kontrol (P0) untuk membandingkan pertumbuhan eksplan dengan perlakuan yang siberi air kelapa muda pada konsentrasi yang berbeda

Pembuatan media kontrol (P0) dilakukan dengan menimbang 7,088 g MS instant M519, kemudian ditambahkan 64 g sukrosa (gula) menggunakan timbangan digital laboratorium (neraca analitik), dilarutkan menggunakan sebagian air steril hingga homogen menggunakan magnetic stirrer. Selanjutnya, ditambahkan 8,8 g agar dan tambahkan air steril hingga mencapai volume akhir yaitu 1.600 mL. Kemudian Media dipanaskan sambil diaduk hingga agar larut sempurna, media kontrol tidak diberikan

penambahan perlakuan ZPT air kelapa muda. Setelah media larut kemudian dimasukan ke dalam botol kultur, ditutup dan media selanjutnya disterilisasikan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan sekitar 15 psi selama 20 menit. Setelah sterilisasi, media disimpan selama tiga hari untuk mengamati ada atau tidaknya kontaminasi sebelum digunakan dalam penanaman eksplan nilam.

Pembuatan media perlakuan menggunakan komposisi dasar MS0 yang sama dengan media kontrol, yaitu 7,088 g MS instant M519, 64 sukrosa (gula) dan 8,8 g agar. Perbedaan antar perlakuan terletak pada penambahan air kelapa muda sebagai ZPT alami, perlakuan P1 menggunakan 240 mL air kelapa muda, P2 menggunakan 320 mL air kelapa muda dan P3 menggunakan 400 mL. Air steril ditambahkan secukupnya hingga volume total masing-masing media mencapai 1.600 mL. Selanjutnya, pH diukur menggunakan pH meter kemudian disesuaikan pada kisaran 5,6 – 5,8 kemudian Media dipanaskan sambil diaduk hingga agar larut sempurna Setelah media larut kemudian dimasukan ke dalam botol kultur, ditutup dan media selanjutnya disterilisasikan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan sekitar 15 psi selama 20 menit. Setelah sterilisasi, media disimpan selama tiga hari untuk mengamati ada atau tidaknya kontaminasi sebelum digunakan dalam penanaman eksplan nilam.

III.7 Persiapan Eksplan Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Eksplan yang digunakan dalam penelitian ini berupa pucuk dan nodus tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth). Yang berasal dari tanaman induk sehat dan memiliki pertumbuhan normal. Pemanfaatan kedua bagian dari tanaman ini dilakukan karena keterbatasan ketersediaan tanaman induk, sehingga bagian tanaman yang memenuhi kriteria sebagai sumber eksplan digunakan untuk mencukupi kebutuhan bahan penelitian pada setiap perlakuan. Eksplan pucuk dan nodus dipisahkan berdasarkan jenisnya, yaitu eksplan pucuk dikulturkan pada botol yang berisi pucuk sedangkan eksplan nodus juga dikulturkan pada botol kultur yang berisi nodus. Setiap botol kultur berisi tiga eksplan

dengan jenis eksplan yang sama agar kondisi bahan tanam dalam setiap percobaan tetap seragam.

Pada penelitian ini jenis eksplan tidak ditetapkan sebagai faktor perlakuan dan tidak digunakan sebagai variable yang dianalisis, melainkan hanya sebagai sumber bahan tanam untuk proses kultur *In vitro*. Variabel penelitian yang diamati adalah respon pertumbuhan dan multiplikasi eksplan nilam terhadap pemberian berbagai konsentrasi air kelapa muda pada media Murashige dan Skoog (MS). penggunaan bagian pucuk dan nodus sebagai sumber eksplan pada kemampuan jaringan meristematisnya untuk mengalami pertumbuhan dan regenerasi pada kondisi kultur yang sesuai, George *et al.* (2008 dan Suminar *et al.* (2015).

III.8 Multiplikasi Eksplan Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Tahap multiplikasi di mana tanaman nilam akan dipindahkan ke botol media baru yang sudah diberi perlakuan dengan masing-masing konsentrasi. Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) diambil menggunakan pinset yang telah disterilkan terlebih dahulu di atas api Bunsen. Selanjutnya, bagian tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) dipisahkan dari daun dan batang yang sudah layu dengan menggunakan *scalpel*. Setelah itu, setiap bagian tanaman yang sehat dan sudah dipilih kemudian dimasukkan ke dalam botol media baru yang sudah diberikan perlakuan dengan berbagai konsentrasi perlakuan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) masukkan secara hati-hati ke dalam botol media, lalu sterilkan ujung tutup botol di atas api Bunsen. Setelah itu, tutup botol di lapiisi dengan plastik wrap untuk mencegah kontaminasi pada tanaman nilam, diberi tanggal, bulan, serta tahun agar memudahkan saat waktu pengambilan data/pengamatan.

III.9 Pemeliharaan

Media ditempatkan di ruang inkubasi untuk menjaga ke sterillannya dengan suhu 24°C dan diberi pencahayaan dengan lampu neon 20 watt. Untuk memastikan ruangan kultur tetap bersih dan steril, dilakukan pembersihan dengan mengepel lantai dan melakukan pemisahan eksplan yang terinfeksi oleh jamur atau bakteri.

III.10 Parameter Pengamatan

1. Jumlah Tunas (unit)

Parameter jumlah tunas yang diamati yaitu menghitung semua jumlah tunas eksplan yang tumbuh pada setiap masing-masing perlakuan, pengamatan dilakukan setiap 2 minggu sekali untuk melihat perkembangannya, data terakhir diambil pada akhir periode inkubasi yaitu di minggu ke 8.

2. Panjang Tunas (cm)

Dengan mengukur tanaman eksplan dari pangkal tunas (titik tumbuhnya eksplan) hingga ujung tunas terpanjang pada setiap masing-masing metode perlakuan, diukur menggunakan penggaris diamati setiap 2 minggu sekali selama 8 minggu masa penelitian.

3. Jumlah daun (unit)

Dengan menghitung berapa jumlah daun yang tumbuh pada setiap media perlakuan. Perhitungan jumlah pada daun dilakukan secara manual untuk setiap tunas yang muncul pada eksplan diamati setiap 2 minggu sekali selama 8 minggu masa penelitian.

4. Waktu muncul akar (unit)

Parameter umur munculnya akar diamati pada eksplan minggu keberapa membentuknya akar, dengan cara mengamati tiap 2 minggu sekali setelah tanaman eksplan pada media tersebut sampai mengeluarkan akar.

5. Presentase Eksplan yang Hidup (%)

Pengamatan ini akan dilakukan pada akhir penelitian dengan cara menghitung semua eksplan yang hidup dengan ciri-ciri munculnya tunas atau akar dari eksplan. Data yang di peroleh dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel.

$$\% \text{ Eksplan yang hidup} = \frac{\text{Jumlah eksplan hidup}}{\text{Jumlah total eksplan}} \times 100 \%$$

III.11 Analisis Data

Analisis data akan dilakukan dengan menghitung semua eksplan yang tumbuh dengan karakteristik berwarna hijau dan munculnya tunas atau akar dari eksplan. Data kuantitatif yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan Analisis Varian (ANOVA). Jika nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel, maka akan ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan yang akan dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata jujur(BNJ).



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Penelitian

IV.1.1. Jumlah Tunas (Unit)

Jumlah tunas yang terbentuk adalah parameter penting untuk mengukur keberhasilan perlakuan dalam mendorong pertumbuhan dan perkembangan tunas baru dari eksplan nilam. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian air kelapa muda pada media kultur berpengaruh signifikan terhadap jumlah tunas, dengan variasi yang tergantung pada tingkat konsentrasinya. Nilai rata-rata jumlah tunas tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) pada umur 2, 4, 6 dan 8 (MST) disajikan pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1 Jumlah Tunas Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 (MST)

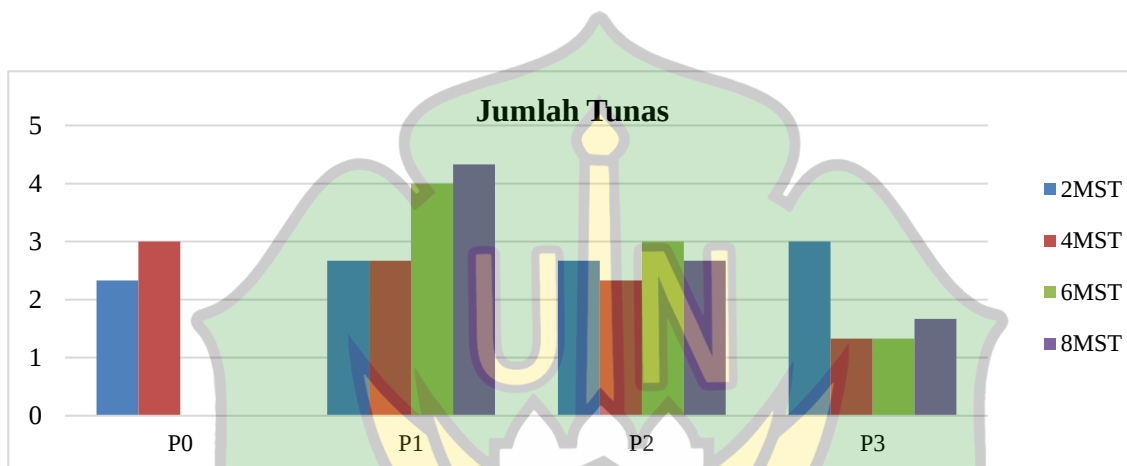
Perlakuan	Jumlah Tunas (Unit)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
P0= Media Murassihig-Skoog	2,33	3 ^b	0	0
P1= MS + 150 ml/L air kelapa	2,67	2,67 ^{ab}	4,00	4,33
P2 = MS + 200 ml/L air kelapa	2,67	2,33 ^{ab}	3,00	2,67
P3 = MS + 250 ml/L air kelapa	3,00	1,33 ^a	1,33	1,67

Nilai rata-rata jumlah tunas tanaman nilam menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan tunas pada setiap perlakuan. Pada umur 2 MST, seluruh perlakuan menunjukkan jumlah tunas yang relatif seragam, yaitu 2,33–3,00 tunas. Perlakuan media MS tanpa penambahan air kelapa (P0) menghasilkan rata-rata 3,00 tunas, sedangkan perlakuan media MS dengan penambahan air kelapa 150 mL/L (P1), 200 mL/L (P2) dan 250 mL/L (P3) masing-masing menghasilkan 2,67, 2,67 dan 2,33 tunas.

Pada umur 4 MST, perlakuan P0 menghasilkan jumlah tunas sebanyak 3,00 tunas dan berbeda nyata dengan perlakuan P3 yang hanya menghasilkan 1,33 tunas. Sementara itu, perlakuan P1 dan P2 menghasilkan jumlah tunas masing-masing sebesar 2,67 dan 2,33 tunas. menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan tunas

Pada umur 6 MST, jumlah tunas tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (150 mL/L air kelapa) yaitu 4,00. Perlakuan P2 menghasilkan 3,00 tunas, sedangkan P3 1,33. Pada perlakuan kontrol (P0) tidak terbentuk tunas pada periode pengamatan ini.

Pada umur 8 MST, perlakuan P1 (MS + 150 ml/L air kelapa) tetap menunjukkan jumlah tunas sebesar 4,33 tunas, P2 (MS + 200 ml/L air kelapa) sebesar 2,67 tunas dan P3 (MS + 250 ml/L air kelapa) sebesar 1,67 tunas. Sementara itu, perlakuan P0 tidak menunjukkan pertumbuhan tunas hingga akhir pengamatan.



Gambar IV.1 Grafik Jumlah Tunas Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MST

IV.1.2. Panjang Tunas (cm)

Panjang tunas merupakan kecepatan pertumbuhan dan perkembangan batang eksplan selama kultur in vitro. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penambahan air kelapa muda pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan panjang tunas dibandingkan media kontrol maupun konsentrasi yang tidak optimal. penambahan air kelapa ke dalam media Murashige dan Skoog (MS) memberikan pengaruh nyata terhadap panjang tunas nilam, dengan respons pertumbuhan yang bervariasi sesuai konsentrasi dan umur pengamatan. Nilai rata-rata Panjang tunas tanaman nilam (*Pogostemon cablin benth*) pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MST disajikan pada Tabel VI.2.

Tabel IV.2 Panjang Tunas Tanaman Nilam pada Umur 2, 4,6 dan 8 (MST)

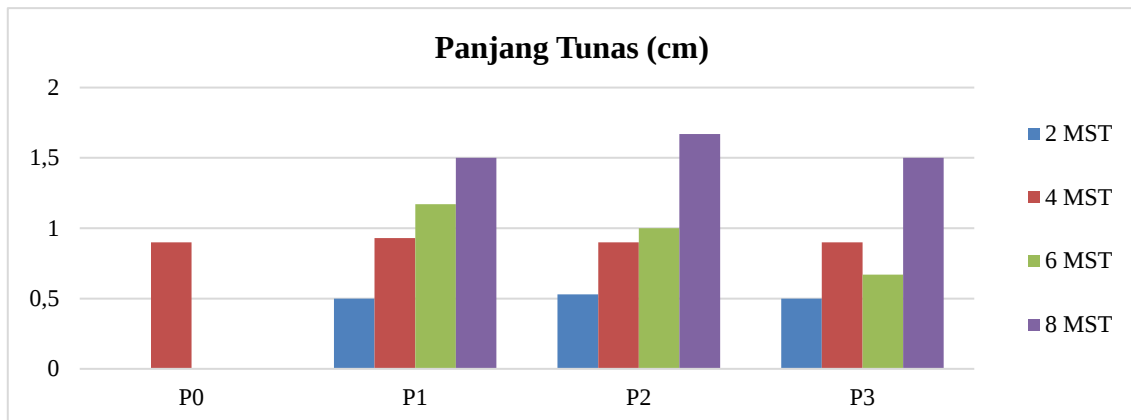
Perlakuan	Panjang Tunas (cm)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
P0= Media Murassihig-Skoog	0	0,90	0 ^a	0
P1= MS + 150 ml/L air kelapa	0,50	0,93	1,17 ^a	1,50
P2= MS + 200 ml/L air kelapa	0,53	0,90	1,00 ^a	1,67
P3 = MS + 250 ml/L air kelapa	0,50	0,90	0,67 ^a	1,50

Nilai rata-rata panjang tunas tanaman nilam menunjukkan perbedaan pada berbagai konsentrasi air kelapa yang ditambahkan ke dalam media Murashige dan Skoog (MS). Pada umur 2 MST, perlakuan kontrol (P0) belum menunjukkan pertumbuhan tunas, sedangkan pada perlakuan P1 dan P2 yang diberi air kelapa menghasilkan panjang tunas berkisar antara 0,50–0,53 cm.

Pada umur 4 MST, seluruh perlakuan mengalami peningkatan panjang tunas dengan nilai yang relatif seragam, yaitu berkisar antara 0,90 – 0,93 cm. Perlakuan P1 (150 mL/L air kelapa) menghasilkan panjang tunas tertinggi sebesar 0,93 cm, sedangkan perlakuan P0 Media Murashige dan Skoog (MS) 0,90 cm, P₂ (MS + 200 ml/L air kelapa) dan P3 (MS + 250 ml/L air kelapa) masing-masing menghasilkan panjang tunas sebesar 0,90 cm

Pada umur 6 MST, panjang tunas tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (MS + 150 ml/L air kelapa) sebesar 1,17 cm, P2 (MS + 200 ml/L air kelapa) sebesar 1,00 cm dan P3 (MS + 250 ml/L air kelapa) sebesar 0,67 cm. Sementara itu, perlakuan kontrol (P0) tidak menunjukkan pertumbuhan tunas.

Pada umur 8 MST, perlakuan P2 (MS + 200 ml/L air kelapa) menghasilkan panjang tunas tertinggi yaitu 1,67 cm. Perlakuan P1 (MS + 150 ml/L air kelapa) dan P3 (MS + 250 ml/L air kelapa) masing-masing menghasilkan panjang tunas sebesar 1,50 cm, sedangkan perlakuan kontrol (P0) tetap tidak menunjukkan pertumbuhan tunas.



Gambar IV.2 Grafik Jumlah Tunas Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MST

IV.1.3. Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun merupakan indikator penting dalam menilai kualitas pertumbuhan tunas karena kemampuan eksplan membentuk organ fotosintetik. Dalam kultur jaringan, penambahan air kelapa muda dilaporkan dapat meningkatkan pertumbuhan eksplan, termasuk pembentukan dan perkembangan daun, karena mengandung gula, mineral, vitamin, serta senyawa organik yang dapat berperan seperti zat pengatur tumbuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan air kelapa berpengaruh signifikan terhadap pertambahan jumlah daun nilam secara *in vitro* dibandingkan media kontrol tanpa air kelapa. Nilai rata-rata jumlah daun tanaman nilam (*Pogostemon cablin* benth) pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MST disajikan pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3 Jumlah Daun Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 (MST)

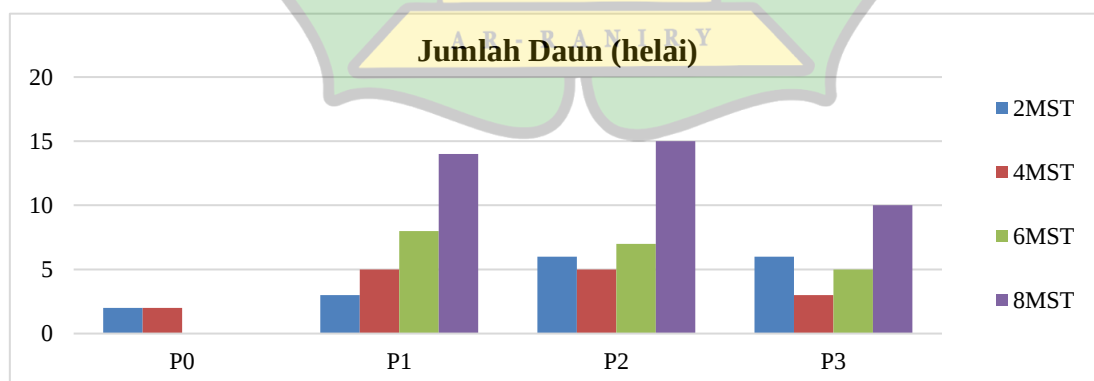
Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
P0= Media Murassihig-Skoog	2	2	0	0
P1= MS + 150 ml/L air kelapa	3	5	8	14
P2 = MS + 200 ml/L air kelapa	6	5	7	15
P3=MS + 250 ml/L air kelapa	6	3	5	10

Nilai rata-rata jumlah daun tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan pada setiap perlakuan dan waktu pengamatan. Pada umur 2 MST, seluruh perlakuan telah menunjukkan pembentukan daun. Perlakuan P2 (200 mL/L air kelapa) dan P3 (250 mL/L air kelapa) menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu 6 helai, diikuti oleh P1 (150 mL/L air kelapa) sebanyak 3 helai dan P0 (kontrol) sebanyak 2 helai.

Pada umur 4 MST, jumlah daun pada perlakuan P1 (MS + 150 mL/L air kelapa) dan P2 (MS + 200 mL/L air kelapa) masing-masing mencapai 5 helai. Sementara itu, perlakuan P3 (MS + 250 mL/L air kelapa) menunjukkan jumlah daun sebanyak 3 helai dan perlakuan P0 Media Murassihig dan Skoog (MS) tetap menghasilkan jumlah daun yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Pada umur 6 MST, jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (MS + 150 mL/L air kelapa) yaitu 8 helai, P2 (MS + 200 mL/L air kelapa) sebanyak 7 helai dan P₃ (MS + 250 mL/L air kelapa) sebanyak 5 helai. Pada perlakuan kontrol (P0) tidak menunjukkan penambahan jumlah daun.

Pada umur 8 MST, jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 yaitu 15 helai, P1 (MS + 150 mL/L air kelapa) sebanyak 14 helai dan P3 (MS + 250 mL/L air kelapa) sebanyak 10 helai. Sementara itu, perlakuan P0 Media Murassihig dan Skoog (MS) tidak menunjukkan pertumbuhan daun.



Gambar IV.3 Grafik Jumlah Daun Tanaman Nilam Pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MST

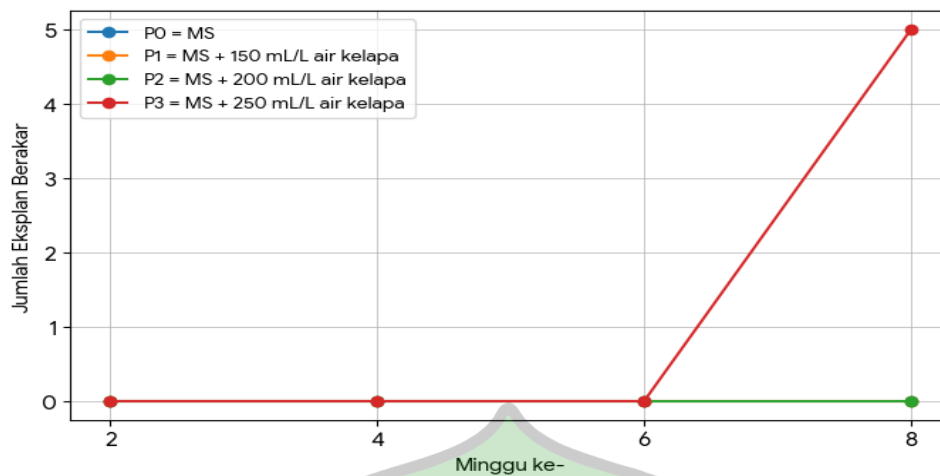
IV.1.4 Waktu Muncul Akar

Waktu muncul akar pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) secara *in vitro* hanya terjadi pada perlakuan MS + 250 mL/L air kelapa (P3) yaitu pada minggu ke-8, sedangkan perlakuan lainnya (P0, P1, dan P2) tidak menunjukkan munculnya akar. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi air kelapa yang tinggi diperlukan untuk menginduksi pembentukan akar pada eksplan nilam. Air kelapa mengandung berbagai zat pengatur tumbuh alami seperti auksin dan sitokinin yang berperan dalam proses organogenesis, khususnya dalam pembentukan akar. Waktu muncul akar tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) disajikan pada Tabel IV.4.

Tabel IV.4 Waktu Muncul Akar Tanaman Nilam.

Perlakuan	Minggu ke-			
	2	4	6	8
P0= Media Murassihig-Skoog	0	0	0	0
P1= MS + 150 ml/L air kelapa	0	0	0	0
P2= MS + 200 ml/L air kelapa	0	0	0	0
P3= MS + 250 ml/L air kelapa	0	0	0	5

Berdasarkan hasil pengamatan waktu muncul akar tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) secara *in vitro*, pembentukan akar hanya terjadi pada perlakuan P3 (MS + 250 mL/L air kelapa). Akar mulai muncul pada umur 8 MST. Sementara itu, perlakuan P0 (kontrol), P1 (MS + 150 mL/L air kelapa) dan P2 (MS + 200 mL/L air kelapa) tidak menunjukkan pembentukan akar selama periode pengamatan.



Gambar IV.4 Grafik Umur Tumbuh Akar Tanaman Nilam

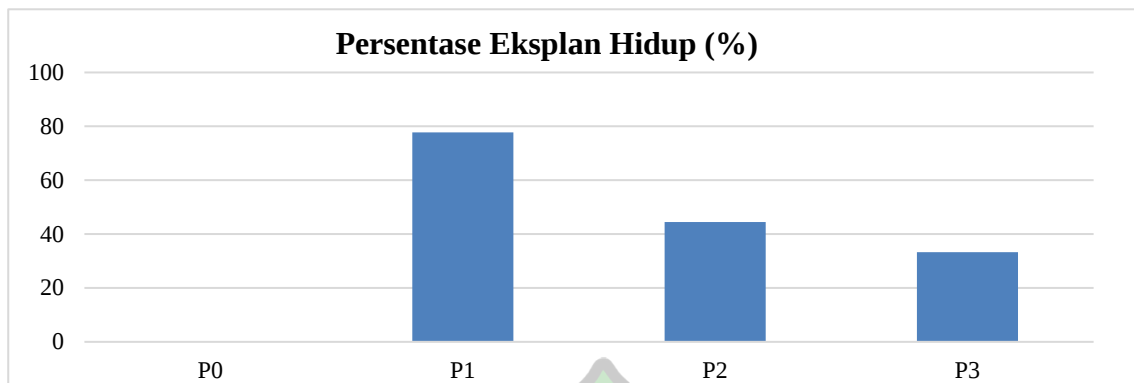
IV.1.5 Persentase Eksplan yang Hidup

Persentase eksplan hidup tanaman nilam (*Pogostemon cablin benth*) disajikan pada Tabel IV.5.

Tabel IV.5 Persentase Eksplan Hidup Pada Tanaman Nilam

Perlakuan	Total Eksplan	Eksplan Hidup	Persentase Hidup (%)
P0 = Media Murashige-Skoog	9	0	0
P1 = MS + 150 mL/L air kelapa	9	7	77,78
P2 = MS + 200 mL/L air kelapa	9	4	44,44
P3 = MS + 250 mL/L air kelapa	9	3	33,33

Persentase eksplan hidup tanaman nilam menunjukkan bahwa adanya perbedaan pada setiap perlakuan. Persentase eksplan hidup tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (MS + 150 mL/L air kelapa) yaitu sebesar 77,78%, diikuti oleh perlakuan P2 (MS + 200 mL/L air kelapa) sebesar 44,44% dan perlakuan P3 (MS + 250 mL/L air kelapa) sebesar 33,33%. Pada perlakuan kontrol (P0) tidak terdapat eksplan yang hidup hingga akhir pengamatan sehingga persentase hidup tanaman nilam tersebut sebesar 0%.



Gambar IV.5 Grafik Persentase Eksplan Hidup Pada Tanaman Nilam

V.2 Pembahasan

Penelitian multiplikasi nilam (*Pogostemon cablin* Benth). Secara *in vitro* menggunakan eksplan berupa pucuk dan nodus yang berasal dari tanaman induk sehat. Penggunaan kedua bagian tanaman tersebut dilakukan karena keterbatasan jumlah tanaman induk yang tersedia, sehingga pucuk dan nodus dimanfaatkan sebagai sumber eksplan untuk memenuhi kebutuhan penelitian. Jenis eksplan pada penelitian ini tidak dijadikan sebagai faktor perlakuan maupun bahan perbandingannya, tetapi hanya sebagai sumber bahan tanam. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh pemberian berbagai konsentrasi air kelapa muda pada media Murashige dan Skoog (MS) terhadap multiplikasi tanaman nilam secara *in vitro*.

Keberhasilan pertumbuhan eksplan dalam kultur jaringan dipengaruhi oleh komposisi media dan keseimbangan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). Media MS menyediakan unsur hara makro, mikro, vitamin dan sumber energi yang mendukung pertumbuhan serta perkembangan jaringan tanaman, Murashige & Skoog (1962). Penambahan air kelapa muda pada media kultur berfungsi sebagai sumber senyawa alami seperti sitokini, auksin, mineral, vitamin, dan asam amino yang dapat mendukung proses pembelahan dan regenerasi sel. Yong *et al.* (2009). Namun, respon pertumbuhan eksplan dipengaruhi oleh konsentrasi yang diberikan, karena keseimbangan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) dalam media menentukan keberhasilan pembentukan dan perkembangan tunas.

IV.2.1 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Terhadap Jumlah Tunas

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan air kelapa memberikan respons yang berbeda terhadap pembentukan tunas nilam pada setiap tahap pertumbuhannya. Pada umur 2 MST, jumlah tunas yang relatif seragam pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa eksplan masih berada pada fase adaptasi terhadap media kultur. Pada fase ini, pengaruh zat pengatur tumbuh (ZPT) alami yang terkandung dalam air kelapa belum menunjukkan respon pertumbuhan secara optimal terhadap pembentukan tunas. Menurut George *et al.* (2008), eksplan yang baru diinokulasikan memerlukan waktu untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan kultur sebelum menunjukkan respons pertumbuhan yang optimal.

Perbedaan respon mulai terlihat pada umur 4 MST. Jumlah tunas yang lebih rendah pada perlakuan P3 (250 mL/L air kelapa) mengindikasikan bahwa konsentrasi air kelapa yang terlalu tinggi dapat menghambat proses multiplikasi tunas. Kondisi ini diduga berkaitan dengan ketidakseimbangan hormon dalam media kultur. Skoog dan Miller (1957). Menyatakan bahwa rasio sitokinin dan auksin yang tepat sangat menentukan arah pertumbuhan dan diferensiasi jaringan tanaman, termasuk pembentukan tunas. Perbedaan yang nyata jumlah tunas pada umur 4 MST menunjukkan bahwa eksplan telah memasuki fase multiplikasi aktif (active organogenesis), yaitu fase ketika aktivitas pembelahan dan diferensiasi sel berlangsung paling intensif. Pada fase ini, kandungan sitokinin alami, (zeatin) yang terdapat dalam air kelapa mampu bersinergi dengan sitokinin endogen eksplan sehingga merangsang pembentukan tunas secara optimal. Sebaliknya, peningkatan konsentrasi air kelapa hingga 200-250 mL/L diduga menyebabkan ketidakseimbangan hormonal yang menurunkan efisiensi organogenesis (ukuran keberhasilan pembentukan organ tubuh baik pada embrio maupun pada kultur jaringan tanaman). Keberhasilan regenerasi tunas secara *in vitro* sangat dipengaruhi oleh keseimbangan zat pengatur tumbuh, komposisi media, jenis eksplan dan fase perkembangan kultur, sehingga respons terbaik umumnya diperoleh pada fase multiplikasi aktif sebelum media mengalami penurunan ketersediaan nutrisi dan hormon, Biadabi *et al.* (2020).

Pada umur 6 MST dan 8 MST, perlakuan P1 (150 mL/L air kelapa) menghasilkan jumlah tunas tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 150 mL/L merupakan konsentrasi yang optimal untuk merangsang multiplikasi tunas nilam. Air kelapa diketahui mengandung berbagai senyawa yang mendukung pertumbuhan tanaman, seperti sitokinin, auksin, giberelin, vitamin, asam amino, dan mineral. Kandungan sitokinin, terutama zeatin, berperan dalam merangsang pembelahan sel dan pembentukan tunas adventif sehingga meningkatkan jumlah tunas yang terbentuk, Yong *et al.* (2009).

Air kelapa muda (*Cocos nucifera*) merupakan bahan organik alami yang dapat digunakan sebagai sumber zat pengatur tumbuh (ZPT) dalam kultur jaringan karena mengandung berbagai senyawa yang mendukung pertumbuhan eksplan. Air kelapa mengandung beberapa kelompok fitohormon, terutama auksin dan sitokinin, serta dilaporkan mengandung giberelin dan senyawa organik lainnya. Selain itu, air kelapa mengandung gula, asam amino, vitamin dan mineral yang dapat mendukung metabolisme serta pertumbuhan jaringan tanaman secara *in vitro*. Kandungan sitokinin seperti zeatin, zeatin ribosida, kinetin, dan turunannya berperan dalam merangsang pembelahan sel dan pembentukan tunas, sedangkan auksin, khususnya indole-3-acetic acid (IAA), berperan dalam pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel serta pembentukan akar. Giberelin berperan dalam pemanjangan sel dan perkembangan organ tanaman. Kombinasi berbagai senyawa tersebut menyebabkan air kelapa tidak hanya berfungsi sebagai sumber satu jenis ZPT, tetapi memberikan pengaruh yang bersifat kompleks terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Kandungan dan komposisi air kelapa juga dapat berbeda berdasarkan tingkat kematangan buah dan asal bahan, sehingga respons eksplan terhadap penambahan air kelapa dapat berbeda pada konsentrasi yang berbeda, Kamaruzzaman *et al.* (2018); Nguyen *et al.* (2015) dan Shayanthavi *et al.* (2024).

Pada penelitian ini, perlakuan P0 (Media Murashige-Skoog) berupa media Murashige dan Skoog (MS) tanpa penambahan air kelapa digunakan sebagai kontrol, sedangkan P1, P2 dan P3 masing-masing mendapatkan penambahan air kelapa sebanyak 150, 200 dan 250 mL/L. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi air kelapa pada P1 sampai P3 menyebabkan peningkatan jumlah senyawa alami yang masuk ke dalam

media, termasuk auksin, sitokinin, giberelin, gula, vitamin, asam amino dan mineral. Respons pertumbuhan eksplan terhadap perlakuan tersebut tidak hanya ditentukan oleh konsentrasi air kelapa, tetapi juga oleh keseimbangan antara ZPT eksogen yang berasal dari air kelapa dengan ZPT endogen yang secara alami terdapat dalam jaringan eksplan. Interaksi antara ZPT eksogen dan hormon endogen serta tingkat sensitivitas jaringan terhadap ZPT merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan pembentukan tunas, akar, maupun organ tanaman lainnya pada kultur in vitro. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi air kelapa tidak selalu menghasilkan pertumbuhan yang semakin tinggi, karena konsentrasi dan keseimbangan ZPT yang tidak sesuai dapat menyebabkan respons pertumbuhan yang berbeda pada setiap perlakuan, Kamaruzzaman *et al.* (2018) dan Tahir *et al.* (2021).

Pada parameter jumlah tunas, kandungan sitokinin dalam air kelapa diduga menjadi salah satu komponen yang berperan dalam merangsang pembelahan dan pembentukan tunas. Sitokinin alami yang terdapat dalam air kelapa, terutama zeatin dan turunannya, diketahui mempunyai aktivitas dalam merangsang pembelahan sel dan proliferasi jaringan. Oleh karena itu, penambahan air kelapa pada media MS dapat memberikan tambahan sumber sitokinin yang mendukung multiplikasi tunas tanaman nilam. Namun, peningkatan konsentrasi air kelapa hingga 250 mL/L tidak selalu meningkatkan jumlah tunas. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa respons eksplan terhadap air kelapa bergantung pada konsentrasi dan keseimbangan berbagai ZPT yang terdapat di dalam media. Pada konsentrasi tertentu, kombinasi sitokinin, auksin, dan komponen lainnya dapat memberikan kondisi yang sesuai untuk pembentukan tunas, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dapat mengubah keseimbangan hormonal sehingga pertumbuhan tunas menjadi kurang optimal.

IV.2.2 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Terhadap Panjang tunas

Pengaruh pemberian air kelapa muda terhadap panjang tunas menunjukkan bahwa penambahan air kelapa pada media MS mampu mendukung pertumbuhan panjang tunas tanaman nilam secara in vitro. Pada umur 2 MST, tunas mulai muncul pada seluruh perlakuan yang mengandung air kelapa, sedangkan perlakuan kontrol (P0) belum

menunjukkan pertumbuhan. Hal ini mengindikasikan bahwa air kelapa berperan dalam mempercepat inisiasi pertumbuhan tunas karena mengandung zat pengatur tumbuh alami seperti sitokinin, auksin, dan giberelin. Menurut Kulus dan Tymoszuk (2021), bahan organik alami seperti air kelapa dapat meningkatkan aktivitas metabolisme sel sehingga mempercepat pertumbuhan eksplan pada kultur jaringan.

Pada umur 4 MST, seluruh perlakuan menunjukkan panjang tunas yang relatif seragam. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada fase awal pertumbuhan, kebutuhan nutrisi dan hormon eksplan masih dapat dipenuhi oleh media dasar MS. George *et al.* (2019) menyatakan bahwa media MS memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang lengkap sehingga mampu mendukung pertumbuhan awal eksplan sebelum pengaruh zat pengatur tumbuh tambahan terlihat secara optimal.

Panjang tunas tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) menunjukkan perbedaan yang paling nyata pada umur 6 minggu setelah tanam (MST) dibandingkan pada umur 2, 4 dan 8 MST. Hal ini disebabkan oleh pola pertumbuhan tanaman yang mengikuti fase perkembangan fisiologis dan responnya terhadap kandungan zat pengatur tumbuh alami dalam air kelapa. Pada umur 2 MST dan 4 MST, tanaman masih berada dalam fase adaptasi awal di media tanam Murashige-Skoog, di mana sistem perakaran belum terbentuk sempurna, sehingga kemampuan penyerapan unsur hara dan zat aktif masih sangat terbatas. Akibatnya, pertumbuhan tunas berjalan lambat dan perbedaan antar perlakuan belum tampak jelas. Memasuki umur 6 MST, tanaman telah melewati masa penyesuaian dan masuk ke fase pertumbuhan aktif, dimana jaringan akar sudah berkembang baik sehingga dapat menyerap sitokinin, auksin dan nutrisi lain yang terkandung dalam air kelapa secara optimal. Pada fase ini, perbedaan konsentrasi air kelapa yang diberikan mulai memberikan efek yang terukur. konsentrasi yang sesuai merangsang pembelahan dan pemanjangan sel, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi justru dapat menimbulkan efek penghambatan ringan. Air kelapa dikenal sebagai sumber zat pengatur tumbuh alami yang kaya akan sitokinin, auksin, asam amino, dan mineral yang berperan penting dalam kultur jaringan serta pertumbuhan tanaman. Menurut Al Banna *et al.* (2018), air kelapa mengandung senyawa aktif yang dapat merangsang pembelahan sel dan pembentukan tunas, namun efektivitasnya sangat bergantung pada

fase pertumbuhan tanaman dan tingkat konsentrasi yang diberikan. Pada fase awal pertumbuhan, tanaman belum memiliki jaringan penyerap yang matang sehingga respon terhadap perlakuan masih rendah, sedangkan pada fase pertumbuhan maksimal keberadaan zat pengatur tumbuh akan memberikan dampak yang paling nyata.

Pada umur 8 MST, pertumbuhan tunas mulai melambat dan cenderung stabil karena cadangan nutrisi dalam media mulai menipis serta tanaman memasuki fase kematangan, sehingga perbedaan antar perlakuan kembali menyempit dan tidak lagi terlihat sejelas pada umur 6 MST. Peningkatan konsentrasi air kelapa hingga 250 mL/L tidak menghasilkan panjang tunas yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 150 mL/L maupun 200 mL/L. Kondisi ini menunjukkan bahwa terdapat konsentrasi optimum penggunaan air kelapa dalam media kultur. Konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan hormon dan peningkatan tekanan osmotik media sehingga menghambat pertumbuhan eksplan. Menurut Kulus dan Tymoszuk (2021), penggunaan bahan organik alami dalam jumlah berlebihan dapat mengganggu keseimbangan fisiologis tanaman selama proses kultur *in vitro* dan berpotensi menurunkan pertumbuhan eksplan.

IV.2.3 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Terhadap Jumlah Daun

Penambahan air kelapa ke dalam media MS mampu meningkatkan pembentukan daun tanaman nilam dibandingkan media tanpa penambahan air kelapa. Pada umur 2 MST, perlakuan yang mengandung air kelapa menghasilkan jumlah daun lebih banyak dibandingkan kontrol (P0). Hal ini menunjukkan bahwa air kelapa mampu mempercepat pembentukan organ daun pada fase awal pertumbuhan. Air kelapa mengandung berbagai zat pengatur tumbuh alami seperti sitokinin, auksin, dan giberelin serta senyawa organik yang mendukung proses diferensiasi dan pembelahan sel, Yong *et al.* (2009).

Pada umur 4 MST hingga 6 MST, perlakuan P1 (MS + 150 mL/L air kelapa) dan P2 (MS + 200 mL/L air kelapa) menunjukkan peningkatan jumlah daun yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa konsentrasi air kelapa 150-200 mL/L merupakan kisaran yang cukup optimal untuk mendukung pertumbuhan vegetatif nilam secara *in vitro*. Sitokinin yang terkandung dalam air kelapa

berperan dalam merangsang pembelahan sel, pembentukan tunas dan perkembangan daun baru sehingga meningkatkan jumlah daun yang terbentuk Kumar *et al.* (2022).

Pada akhir pengamatan (8 MST), perlakuan P2 (MS + 200 ml/L air kelapa) menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu 15 helai, meskipun secara numerik tidak jauh berbeda dengan perlakuan P1 (MS + 150 ml/L air kelapa) yang menghasilkan 14 helai daun. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan air kelapa pada konsentrasi 150-200 mL/L mampu mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman nilam melalui penyediaan hormon alami, vitamin, asam amino dan sumber karbon tambahan yang dibutuhkan selama proses kultur in vitro. Hasil ini sejalan dengan, Akhiriana *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa air kelapa dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman melalui kandungan hormon dan nutrisi alaminya.

Sebaliknya, peningkatan konsentrasi air kelapa hingga 250 mL/L cenderung menurunkan jumlah daun dibandingkan perlakuan 150 mL/L dan 200 mL/L. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat batas optimum penggunaan air kelapa dalam media kultur. Konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan hormon dan meningkatkan tekanan osmotik media sehingga menghambat pertumbuhan eksplan. Cardoso *et al.* (2019) menyatakan bahwa penggunaan zat pengatur tumbuh alami dalam konsentrasi berlebih dapat mengganggu keseimbangan metabolisme tanaman dan menurunkan respons pertumbuhan.

Penurunan jumlah daun yang terjadi pada perlakuan P2 (MS + 200 ml/L air kelapa) dan P3 (250 mL/L air kelapa) selama periode pertumbuhan diduga berkaitan dengan proses adaptasi fisiologis eksplan terhadap media kultur. Pada fase tertentu, energi pertumbuhan dapat dialihkan untuk pembentukan organ lain, seperti tunas dan akar, sehingga pembentukan daun berlangsung lebih lambat. Selain itu, konsentrasi senyawa organik yang tinggi dapat meningkatkan tekanan osmotik media dan memengaruhi penyerapan unsur hara oleh eksplan. Pada perlakuan P3 (250 mL/L air kelapa), konsentrasi air kelapa yang lebih tinggi berpotensi menimbulkan stres fisiologis yang menyebabkan pertumbuhan daun kurang optimal. Kurniawan *et al.* (2023) melaporkan bahwa konsentrasi zat organik yang berlebihan dapat memicu gangguan fisiologis, termasuk terhambatnya pembentukan organ vegetatif pada kultur jaringan.

IV.2.4 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Terhadap waktu muncul akar

Pada hasil penelitian waktu munculnya akar, terbentuknya akar hanya pada perlakuan P3 menunjukkan bahwa penambahan air kelapa pada konsentrasi 250 mL/L mampu menginduksi pembentukan akar pada eksplan nilam. Air kelapa diketahui mengandung berbagai zat pengatur tumbuh alami, terutama auksin dan sitokinin, yang berperan dalam proses organogenesis tanaman. Keberadaan auksin dalam jumlah yang cukup dapat merangsang diferensiasi sel dan pembentukan jaringan akar pada kultur in vitro, Yong *et al.* (2009).

Munculnya akar pada perlakuan P3 (MS + 250 mL/L air kelapa) mengindikasikan bahwa diduga kandungan zat pengatur tumbuh alami, termasuk auksin dan sitokinin yang terdapat dalam air kelapa, berkontribusi terhadap pembentukan akar pada perlakuan P₃. Sebaliknya, pada perlakuan P1 (MS + 150 mL/L air kelapa) dan P2 (MS + 200 mL/L air kelapa), kandungan auksin yang tersedia diduga belum mencapai tingkat yang diperlukan untuk menginduksi organogenesis akar sehingga eksplan lebih banyak menunjukkan pertumbuhan vegetatif berupa tunas dan daun. Menurut Skoog dan Miller (1957), rasio auksin yang lebih tinggi dibandingkan sitokinin cenderung mengarahkan diferensiasi jaringan ke arah pembentukan akar, sedangkan rasio sitokinin yang lebih tinggi akan merangsang pembentukan tunas.

Akar yang baru muncul pada umur 8 MST menunjukkan bahwa proses rizogenesis pada tanaman nilam berlangsung relatif lambat. Lambatnya pembentukan akar diduga berkaitan dengan karakter fisiologis eksplan, keseimbangan hormon endogen, tingkat kematangan jaringan, serta kemampuan eksplan dalam merespons zat pengatur tumbuh yang tersedia dalam media kultur. Cardoso *et al.* (2019) menyatakan bahwa keberhasilan pembentukan akar secara in vitro tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi zat pengatur tumbuh, tetapi juga oleh kondisi fisiologis eksplan dan komposisi media kultur yang digunakan.

Pembentukan dan perkembangan akar pada kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh keberadaan serta keseimbangan zat pengatur tumbuh, terutama auksin dan sitokinin. Auksin berperan penting dalam proses inisiasi akar adventif karena mampu mengatur pembelahan, diferensiasi, dan perubahan arah perkembangan sel menuju pembentukan

primordia akar. Namun, proses munculnya akar dan proses pemanjangan akar merupakan tahapan yang berbeda sehingga keberadaan auksin yang mampu menginduksi terbentuknya akar belum tentu menghasilkan pertumbuhan akar yang optimal. Pada kultur in vitro, respons jaringan terhadap auksin sangat bergantung pada konsentrasi, jenis auksin, lama pemberian, jenis eksplan, serta keseimbangan auksin dengan sitokinin. Rasio auksin dan sitokinin yang lebih tinggi cenderung mengarahkan jaringan menuju pembentukan akar, sedangkan rasio yang lebih rendah lebih mendukung pembentukan tunas. Oleh karena itu, keberhasilan perakaran tidak hanya ditentukan oleh ada atau tidaknya auksin, tetapi juga oleh keseimbangan hormonal dalam media kultur, Perianez-Rodriguez *et al.* (2014) dan Zhang *et al.* (2022).

Pada penelitian ini, akar yang telah muncul tetapi tidak menunjukkan perkembangan lebih lanjut diduga terjadi karena kondisi media yang digunakan lebih mendukung tahap multiplikasi tunas daripada tahap perakaran. Air kelapa yang ditambahkan pada media MS mengandung berbagai senyawa aktif, termasuk auksin dan sitokinin. Auksin dapat merangsang inisiasi akar, tetapi keberadaan sitokinin secara bersamaan dapat memengaruhi perkembangan akar karena sitokinin pada konsentrasi tertentu dapat menekan pembentukan akar dan mengarahkan pertumbuhan jaringan ke arah pembentukan tunas. Dengan demikian, eksplan dapat mengalami inisiasi akar, tetapi akar yang terbentuk tidak mampu berkembang secara optimal apabila keseimbangan auksin dan sitokinin belum sesuai untuk fase perakaran. Interaksi kedua hormon tersebut merupakan salah satu faktor utama yang menentukan arah organogenesis pada kultur jaringan, Perianez-Rodriguez *et al.* (2014) dan Smeringai *et al.*, (2023).

Penambahan auksin juga tidak dapat diartikan bahwa semakin tinggi konsentrasi auksin maka pertumbuhan akar akan semakin baik. Respons akar terhadap auksin bersifat bergantung pada dosis. Konsentrasi auksin yang sesuai dapat merangsang pembentukan dan perkembangan akar, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi justru dapat menghambat pemanjangan akar. Akar memiliki sensitivitas yang relatif tinggi terhadap auksin sehingga konsentrasi auksin yang efektif untuk merangsang pertumbuhan organ lain belum tentu sesuai untuk akar. Penelitian mengenai respons sel terhadap auksin menunjukkan bahwa efek auksin mengikuti pola respons terhadap dosis dan konsentrasi

yang tinggi dapat menghambat pemanjangan sel, termasuk pada jaringan akar. Oleh karena itu, apabila auksin ditambahkan dalam konsentrasi yang tidak sesuai, akar dapat terbentuk tetapi mengalami pertumbuhan yang pendek, lambat, atau bahkan terhambat, Paque & Weijers (2020).

Kondisi tersebut dapat menjelaskan hasil penelitian tanaman nilam, yaitu akar telah muncul pada beberapa eksplan tetapi tidak diikuti dengan pemanjangan dan perkembangan akar yang optimal. Kemunculan akar menunjukkan bahwa jaringan eksplan telah merespons rangsangan hormonal dan memasuki tahap inisiasi akar, tetapi perkembangan selanjutnya memerlukan kondisi hormonal dan media yang berbeda. Pada tahap perakaran, media yang digunakan sebaiknya memiliki kondisi yang lebih mendukung aktivitas auksin dibandingkan sitokinin. Hal ini karena proses pembentukan akar adventif memerlukan perubahan pola perkembangan sel dan aktivitas auksin pada jaringan tertentu. Dalam sistem kultur jaringan, tahap multiplikasi tunas dan tahap perakaran umumnya dilakukan secara terpisah, sehingga setelah jumlah tunas yang diinginkan diperoleh, tunas dapat dipindahkan ke media perakaran yang dirancang khusus untuk merangsang pembentukan dan pemanjangan akar, Zhang *et al.* (2020) dan Smeringai *et al.* (2023).

Berdasarkan hasil tersebut, tidak berkembangnya akar pada penelitian ini tidak dapat langsung disimpulkan sebagai akibat kekurangan auksin karena kandungan auksin dalam air kelapa tidak diukur secara langsung. Kondisi tersebut lebih tepat diduga berkaitan dengan ketidaksesuaian keseimbangan ZPT pada media untuk tahap perkembangan akar, terutama karena air kelapa memberikan campuran berbagai senyawa hormonal dan nutrisi secara bersamaan. Selain itu, konsentrasi air kelapa yang digunakan dalam penelitian ini ditujukan untuk melihat respons multiplikasi tanaman nilam, bukan secara khusus untuk mengoptimalkan tahap perakaran. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu memisahkan tahap multiplikasi dan perakaran serta menguji jenis dan konsentrasi auksin yang berbeda, seperti IBA atau NAA, pada media perakaran. Pengujian tersebut penting untuk memperoleh konsentrasi auksin yang mampu merangsang bukan hanya munculnya akar, tetapi juga pemanjangan, jumlah, dan kualitas akar sehingga planlet nilam memiliki sistem perakaran yang lebih baik sebelum

memasuki tahap aklimatisasi. Literatur mengenai kultur akar menunjukkan bahwa respons terhadap IBA dan NAA dapat berbeda dan konsentrasi auksin yang terlalu tinggi dapat menurunkan efisiensi perakaran atau menghasilkan akar yang pendek dan kurang berkembang, Hussain *et al.* (2022).

Pada parameter pertumbuhan akar, keberadaan auksin alami dalam air kelapa dapat mendukung proses multiplikasi akar karena auksin berperan penting dalam pembelahan, diferensiasi, dan pembentukan akar. Akan tetapi, pembentukan akar tidak hanya ditentukan oleh keberadaan auksin, melainkan juga oleh keseimbangan auksin dengan sitokinin serta kondisi fisiologis eksplan. Oleh sebab itu, munculnya akar pada eksplan belum tentu diikuti dengan pemanjangan dan perkembangan akar yang optimal. Apabila keseimbangan ZPT dalam media lebih mendukung multiplikasi tunas, akar yang telah mengalami inisiasi dapat mengalami perkembangan yang lambat. Dalam kultur jaringan, perubahan konsentrasi atau kombinasi ZPT dapat menghasilkan respons organogenesis yang berbeda karena jaringan tanaman mempunyai sensitivitas yang berbeda terhadap masing-masing kelompok ZPT. Dengan demikian, munculnya akar tetapi tidak diikuti pertumbuhan akar yang optimal pada penelitian ini diduga berkaitan dengan kondisi hormonal media yang belum secara khusus diarahkan untuk tahap perakaran.

IV.2.5 Pengaruh ZPT Air Kelapa Muda Pada Presentase Eksplan Hidup

Penambahan air kelapa ke dalam media MS berpengaruh terhadap persentase eksplan hidup tanaman nilam secara *in vitro*. Perlakuan P1 (150 mL/L air kelapa) menghasilkan persentase eksplan hidup tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi air kelapa 150 mL/L mampu menyediakan kondisi media yang lebih sesuai untuk mendukung kelangsungan hidup eksplan. Air kelapa diketahui mengandung berbagai senyawa organik seperti gula, vitamin, asam amino, mineral dan zat pengatur tumbuh alami terutama sitokinin yang berperan dalam merangsang pembelahan sel dan pertumbuhan jaringan tanaman, Kulus dan Tymoszuk (2021).

Tingginya persentase eksplan hidup pada perlakuan P1 (MS + 150 mL/L air kelapa) disebabkan karena adanya keseimbangan antara hormon endogen yang terdapat dalam eksplan dengan hormon eksogen yang berasal dari air kelapa. Keseimbangan hormon sangat penting dalam proses kultur jaringan karena memengaruhi aktivitas pembelahan sel, diferensiasi jaringan, dan pembentukan organ baru. Nitasari *et al.* (2023) menyatakan bahwa penggunaan air kelapa pada konsentrasi yang sesuai mampu meningkatkan regenerasi tunas dan mempertahankan viabilitas eksplan melalui stimulasi aktivitas meristematik.

Peningkatan konsentrasi air kelapa hingga 200 mL/L dan 250 mL/L menyebabkan penurunan persentase eksplan hidup. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penggunaan air kelapa memiliki konsentrasi optimum dalam media kultur. Konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan hormon, meningkatkan tekanan osmotik media, serta mengganggu proses fisiologis eksplan sehingga pertumbuhannya menjadi kurang optimal. Rahayu dan Hartati (2023) menyatakan bahwa penggunaan bahan organik alami dalam konsentrasi berlebihan dapat menghambat pertumbuhan akibat terganggunya keseimbangan nutrisi dan hormon pada media kultur.

IV.3 Perbedaan Kultur Jaringan dan Non-Kultur Jaringan

IV.3.1 Kultur jaringan

Kultur jaringan adalah metode reproduksi tanaman secara *in vitro* dengan cara menumbuhkan bagian tanaman (eksplan) di dalam media nutrisi steril yang mengandung hormon pertumbuhan. Metode ini berlandaskan pada prinsip totipotensi, yang berarti setiap sel tanaman memiliki kemampuan untuk berkembang menjadi tanaman utuh jika diberikan syarat dan nutrisi yang tepat. Dalam kasus tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.), kultur jaringan diterapkan untuk menghasilkan bibit dalam jumlah yang banyak, seragam, dan bebas dari patogen dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan perbanyakan menggunakan stek. Oleh karena itu, metode ini menjadi salah satu cara yang sangat efektif untuk mendukung penyediaan bibit nilam berkualitas dalam jumlah besar. Lestari. (2011).

Kultur in-vitro merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan bagian-bagian tanaman seperti protoplas, sel, jaringan, dan organ, kemudian menumbuhkannya dalam media buatan dengan kondisi yang steril dan terkontrol. Gunawan (1988). Awalnya, teknik ini diterapkan untuk memperbanyak tanaman dengan cepat, namun saat ini telah berkembang menjadi alat yang mendukung program perbaikan karakter tanaman. Mashudi (1998). Metode ini mampu menghasilkan banyak bibit tanpa memerlukan induk yang banyak dan melakukan proses dalam waktu yang cukup singkat. Selain untuk memperbanyak tanaman, kultur in-vitro juga dimanfaatkan untuk menghilangkan virus.

IV.3.2 Non- kultur jaringan

Perbanyakan non-kultur jaringan dilakukan pada kondisi alami menggunakan media seperti tanah, pasir, atau kompos dengan memanfaatkan bagian tanaman yang lebih besar, seperti batang, akar, umbi, atau biji. Metode ini lebih sederhana dan murah, tetapi menghasilkan bibit dalam jumlah terbatas, lebih lambat, dan kualitasnya kurang seragam serta berpotensi membawa penyakit dari tanaman induk. Menurut Handayani *et al.* (2025), asal usul bahan stek berpengaruh signifikan terhadap perkembangan bibit nilam. Dalam hal ini, stek yang diambil dari bagian tengah batang menunjukkan pertumbuhan tunas yang lebih baik dibandingkan dengan stek yang diambil dari bagian ujung atau pangkal batang. Penelitian ini juga mengindikasikan bahwa penggunaan ekstrak bawang merah sebagai bahan pengatur pertumbuhan alami dapat meningkatkan tingkat keberhasilan tumbuh, jumlah tunas, jumlah daun, panjang tunas, serta panjang akar. Namun, metode stek tetap memiliki batasan karena jumlah bibit yang bisa dihasilkan tergantung pada ketersediaan tanaman induk dan kemungkinan membawa patogen dari tanaman induk. Oleh karena itu, teknik kultur jaringan muncul sebagai pilihan yang lebih efisien untuk menghasilkan bibit nilam dalam jumlah yang lebih banyak, seragam, dan sehat.

Perbanyakan tanaman dengan cara non-kultur jaringan adalah metode yang sering digunakan melalui stek batang, cangkok, okulasi, atau penyambungan. Untuk tanaman

nilam, cara stek batang paling banyak diterapkan karena kemudahan pelaksanaan dan tidak memerlukan alat khusus. Meskipun begitu, metode ini memiliki beberapa kekurangan, seperti tingkat perbanyakan bibit yang cenderung rendah, bergantung pada keberadaan tanaman induk, serta kemungkinan penyebaran penyakit dari tanaman induk ke bibit yang baru. Di samping itu, kesuksesan pertumbuhan stek sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti kelembapan, suhu, dan media tanam. Oleh karena itu, teknik kultur jaringan menjadi pilihan yang lebih efisien dalam menghasilkan bibit nilam yang homogen, sehat, dan dalam jumlah yang lebih banyak. Asmaini *et al.* (2022),



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini, yaitu:

1. Pemberian air kelapa muda sebagai ZPT alami pada media Murashige dan Skoog (MS) memberikan respons yang berbeda terhadap multiplikasi dan pertumbuhan tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) secara in vitro. Perbedaan konsentrasi air kelapa memengaruhi pembentukan tunas, panjang tunas, jumlah daun, waktu muncul akar dan persentase eksplan hidup. Perlakuan air kelapa 150 mL/L (P1) memberikan pertumbuhan tunas yang paling baik dengan jumlah tunas 4,33 tunas pada 8 MST, sedangkan perlakuan 250 mL/L (P3) mampu menginduksi munculnya akar pada 8 MST. Persentase eksplan hidup tertinggi juga diperoleh pada P1 sebesar 77,78%, sedangkan P2 sebesar 44,44% dan P3 sebesar 33,33%, pada P0 tidak terdapat eksplan yang hidup hingga akhir pengamatan.
2. Konsentrasi air kelapa muda yang paling optimal untuk keberhasilan multiplikasi tanaman nilam adalah 150 mL/L (P1). Perlakuan tersebut menghasilkan jumlah tunas tertinggi pada 8 MST yaitu 4,33 tunas dan persentase eksplan hidup tertinggi sebesar 77,78%. Meskipun konsentrasi 200 mL/L (P2) menghasilkan panjang tunas dan jumlah daun yang tinggi pada akhir pengamatan, secara keseluruhan konsentrasi 150 mL/L lebih sesuai untuk mendukung keberhasilan multiplikasi tanaman nilam karena menghasilkan kombinasi pertumbuhan tunas dan daya hidup eksplan yang paling baik.

V.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai teknik multiplikasi tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) secara kultur jaringan menggunakan air kelapa muda, disarankan untuk menggunakan konsentrasi air kelapa sebesar 150–200 mL/L pada tahap multiplikasi tunas dan daun karena terbukti memberikan pertumbuhan yang baik.

Sementara itu, untuk tahap induksi akar, penggunaan konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 250 mL/L dapat dipertimbangkan, meskipun waktu pembentukan akar relatif lebih lama.



DAFTAR PUSTAKA

- Ardian, Desery DD. (2018). Pertumbuhan dan Perbanyakkan Tunas Mikro Tanaman Nilam Aceh Secara in-vitro Pada 5 Konsentrasi Sukrosa. *Jurnal Agrotrop* (11):110-114.
- Asmarahman, Ceng. (2012). *Untung Besar Dari Bertanam Sargon*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Ashar, Jabal Rahmat. (2023). *Pengantar Jaringan Tanaman*. Penerbit Widina.
- Ashar, J. R., Farhanah, A., Hamzah, P., Ismayanti, R., Tuhuteru, S., Yusuf, R, & Mardaleni, M. (2023). *Pengantar Kultur Jaringan Tanaman*. Penerbit Widina.
- Azra, J. M., Setiawan, B., Nasution, Z., Sulaeman, A., & Estuningsih, S. (2023). Kandungan Gizi dan Manfaat Air Kelapa terhadap Metabolisme Diabetes: Kajian Naratif. *Amerta Nutrition*, 7(2), 317-325.
- Adnan, Juanda B.R, dan Zaini M. (2017). Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman Dalam Zpt Auksin Terhadap Viabilitas Benih Semangka (*Citrus lunatus*) Kadaluarsa. 1 (4) : 45-57.
- Aiman, M., Abdullah, A., & Numba, S. (2022). Daya Multiplikasi Tunas Kentang Secara *In Vitro* dalam Media Dasar Murashige dan Skoog (MS) dengan Penambahan Suplemen Ekstrak Tomat dan Air Kelapa. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia*, 3(1), 1–10.
- Akhiriana, A., Setyati, D., & Rahayu, E. S. (2020). Pengaruh air kelapa terhadap pertumbuhan tanaman secara *in vitro*. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 5(2), 45–52.
- Astutik, A. (2012). Penggunaan air kelapa dalam media kultur jaringan pisang. *Buana Sains*, 8(1). <https://doi.org/10.33366/bs.v8i1.263>.
- Asmaini, Hayati, M., & Zuyasna. (2022). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Bawang Merah dan Lama Perendaman terhadap Pertumbuhan Setek Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *Jurnal Agrium*.
- Budiarti, C. (2017). *Pengaruh Teknik Sterilisasi dan Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D (2,4-Diklorofenoksiasetat), BAP (Benzly Amino purin) Terhadap Induksi Kalus Nilam*

- (*Pogestemon cablin Benth*) Secara In Vitro. (Skripsi). Bandung. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati.
- Bidabadi, S. S., & Jain, S. M. (2020). *Cellular, Molecular, and Physiological Aspects of In Vitro Plant Regeneration*. Plants, 9(6), 702.
- Erfa, L., & Yuriansyah. (2013). Pengaruh formulasi media dan konsentrasi air kelapa terhadap pertumbuhan protokorm anggrek *Phalaenopsis* secara in vitro. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 12(3). <https://doi.org/10.25181/jppt.v12i3.213>
- Eriansyah. M, susiyanti dan Putri. Y (2014). *Pengaruh Pemotongan Eksplan dan Pemberian Beberapa Konsentrasi Air Kelapa Terhadap Pertumbuhan dan Perkembang Eksplan Pisang Ketan (Musa paradisiaca) Secara In Vitro*. Agrologia, Vol. 3, No. 1, April 2014, Hal. 54-61.
- Elmida.(2020). Potensi Bahan-Bahan Hayati Sebagai Sumber Zat Pengatur Tumbuh (Zpt) Alami. Jakarta. *Jurnal agroristek*. Volume 3 Nomor 2 Agustus 2020 p-ISSN 2615-417X, e-ISSN2721-0782.
- Edhi Sandra.(2013). *Kultur Jaringan Skala Rumah Tangga*, Bogor: Kampus IPB Taman Kencana Bogor, h.1-4.
- Galensong, J. P., Tilaar, W., Rogi, J. E., Lengkong, E. F., Walingkas, S. A., & Inkiriwang, A. E. (2021). *pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Auksin Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Anggrek Dendrobium mirbelianum Secara In Vitro*. AGRI-SOSIOEKONOMI- 20 (2), 669-676.
- Gunawan, L. W,. (1988). *Teknik Kultur Jaringan*. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. Pusat antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor.
- Gunawan, L. W. (2008). *Bioteknologi Pertanian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, hal. 45–47.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). *Plant Propagation by Tissue Culture* (3rd ed.). Springer.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). *Plant Propagation by Tissue Culture*. Springer.

- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2019). *Plant Propagation by Tissue Culture* (4th ed.). Springer.
- Hapsoro., D, dan Yusnita, (2018). *Kultur Jaringan*. Teori dan Praktik. Yogyakarta: ANDI.
- Harsono, N.A, Bayfurqon F.M, Azizah E. (2021). Pengaruh Periode simpan dan Konsenterasi Ekstrak Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Timun Apel (*Cucumis SP.*) *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. Vol. 7, No.8.
- Hudson T. Hartmann, D. E. Kester, F. T. Davies Jr., dan R. L. Geneve. (2018). *Plant Propagation: Principles and Practices*. 9th Edition. Pearson.
- Handayani, E., & Isnawan, B. H. (2014). Substitusi medium sintetik dengan pupuk daun, air kelapa dan ekstrak nabati pada subkultur anggrek *Cattleya pastoral innocence* secara *in vitro*. *Planta Tropika*, 2(2), 115–124. <https://doi.org/10.18196/pt.2014.031.115-124>
- Handayani, F., Bahri, S., & Ridha, R. (2025). Rekayasa Peningkatan Pertumbuhan Bibit Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) Melalui Pengelolaan Bahan Stek. *Jurnal Agrium*.
- Hussain, M. J., Abbas, Y., Nazli, N., Fatima, S., Drouet, S., Hano, C., & Abbas, B. H. (2002). Root Cultures, a boon for the production of valuable compounds: A comparative review. *Plants*, 11 (3), 439.
- Istiqamah, Siti Parenda. (2023). *Kajian Pertumbuhan Tanaman Anggrek (Dendrobium Sp) Secara In Vitro Dengan Penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Sebagai Penunjang Mata Kuliah Kultur Jaringan*. Diss. UIN Ar-Raniry.
- Isyraq, M., Amalia, L., & Aisyah, I. (2021). Pengaruh Air Kelapa sebagai Sitokinin Organik dan Sukrosa terhadap Pertumbuhan Protocorm Anggrek (*Phalaenopsis hybrid*) secara *In Vitro*. *Kultivasi*, 20(1), 33–40.

- Kamaruzzaman, N. D. A., Sidik, N. J., & Saleh, A. (2018). Pharmacological activities and benefits of coconut water in plant tissue culture: A review. *Science Letters*, 12(2), 1–10.
- Kristina, N.N dan S.F Syahid, (2019). Pengaruh air kelapa terhadap multifikasi tunas in vitro, produksi rimpang, dan kandungan xanthorrhizol temulawak di lapangan. *Jurnal Litri* 18(3) :125-134.
- Kulus, D., & Tymoszek, A. (2021). Application of Natural Substances in Plant Tissue Culture. *Agronomy*, 11(4), 729.
- Kumar, V., Parvatam, G., & Ravishankar, G. A. (2022). Role of cytokinins in plant tissue culture: Recent advances. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 23, 1–10.
- Kurniawan, A. (2023). Konsentrasi air kelapa optimum untuk multiplikasi tunas tanaman secara in vitro. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika*.
- Lee, Y.J., D. Sriskanda, S. Subramaniam, and B.L. Chew. (2022). The effects of banana, potato, and coconut water in the regeneration of *Ficus carica* cv. Japanese BTM 6. *Malaysian Applied Biology* 51(1).
- Lingdung dan Widayaiswara (2014). Teknologi Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Plant Growth Regulator. Jambi: BPP.
- Lestari, E. G. (2011). Peranan kultur jaringan dalam perbanyakan tanaman dan pelestarian plasma nutfah. *Jurnal AgroBiogen*, 7(1), 63–70.
- Long, Y., Yang, Y., Pan, G., & Shen, Y. (2022). New insights into tissue culture plant-regeneration mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 13, 926752.
- Mastuti, R. (2017). *Dasar-dasar Kultur Jaringan Tumbuhan*. Universitas Brawijaya Press.
- Misra, P., & Singh, S. (2011). Effect of coconut water on in vitro propagation of *Dendrobium wardianum*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(13), 2686-2690.
- Mashudi, M. F. dan A.D. Ambarwati, (1998). Seleksi In vitro Tanaman Padi Tahan kekeringan dengan Teknik Kultur Jaringan. *Buletin Pertanian*, Volume 13 (1) : 10-14

- Nguyen, Q. T., Bandupriya, H. D. D., López-Villalobos, A., Sisunandar, S., Foale, M., & Adkins, S. W. (2015). Tissue culture and associated biotechnological interventions for the improvement of coconut (*Cocos nucifera* L.): A review. *Planta*, 242, 1059–1076. <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2362-9>.
- Ningrum, S. (2024). *Pertumbuhan Subkultur Nilam Aceh (Pogostemon cablin Benth.) Akibat Pemberian Sari Umbi Bawang Merah dan Benzyl Amino Purine Secara In Vitro* (Doctoral dissertation, Universitas Malikulssaleh).
- Ningsih, M. S., Muhammad, J. S., & Mangunsong, A. (2022). Pemanfaatan air kelapa sebagai perangsang pertumbuhan stek pucuk nilam. *Journal of Food Crop and Applied Agricultur*
- Nuryani, Y., Emmyzar, Wiratno. (2018). *Budidaya Tanaman Nilam*. Bogor : Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Balitbang Pertanian.
- Nurchayani, E. (2022). *Varietas Unggul Vanili Tahan Busuk Batang Berbasis Teknik Molekular dan Induced Resistance*. Plantaxia. Yogyakarta. Hlm. 15-18.
- Nida Zahra Al Banna, Najimatul Ilmiyah, Khairunnisa. (2018). Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Zat Pengatur Tumbuh Alami dalam Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Agroteknologi*, 5(2), 45–52.
- Nitasari, I., Yuliana, F., & Ariyanto, S. E. (2022). Regenerasi eksplan *Artemisia annua* L. secara *in vitro* dengan perlakuan sitokinin dan air kelapa. *Muria Jurnal Agroteknologi*, 2(1). <https://doi.org/10.24176/mjagrotek.v2i1.9770>.
- Paque, S., & Weijers, D. (2020). Auxin signaling and transport in plant development and regeneration. *Current Opinion in Plant Biology*, 57, 106–113.
- Perianez-Rodriguez, J., Manzano, C., & Moreno-Risueno, M. A. (2014). Post-embryonic organogenesis and plant regeneration from tissues: *Frontiers in Plant Science*, 5, 219.

- Pratiwi, D., Yusnita, Y., & Hapsoro, D. (2021). Pengaruh air kelapa terhadap pertumbuhan eksplan tanaman secara in vitro. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(2), 120–128.
- Purnamasari, A., Ratnawati, R., Suyitno, A., Sugiyarto, L., & Mercuriani, I. S. (2020). Optimasi media kultur in vitro anggrek *Dendrobium nobile* dengan penambahan air kelapa dan vitamin B1. *Jurnal Penelitian Saintek*, 25(2). <https://doi.org/10.21831/jps.v25i2.34267>
- Rahmawati, A. A. N. (2021). Rebung Bambu Sebagai Alternatif Fitohormon Dalam Memacu Pertumbuhan Tunas, Pada Benih Dorman. *Jurnal Ilmial Pertanian*, 17(1), 37-38.
- Rosniawaty, S., Anjarsari, I. R. D., dan Sudirja, R. (2018). Aplikasi sitokinin untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman teh di dataran rendah. *Journal of Industrial and Beverage Crops*, 5(1), 31–38.
- Rahayu, E. S., & Hartati, S. (2023). Pemanfaatan Bahan Organik Alami dalam Kultur Jaringan Tanaman. *Jurnal Bioteknologi Pertanian Indonesia*, 11(1), 45–55.
- Santoso, U., Nursandi F. (2021). Kultur Jaringan Tanaman. Malang: UMM Press.
- Saptiani Eka, Rahmi Hayatul, Muharam, (2020). Induksi Kalus Dari Eksplan Daun Tanaman Kawista (*Limonia acidissima* L.) Secara In Vitro Pada Media MS Dengan Penambahan Beberapa Konsentrasi Air Kelapa (*Cocos nucifera*.). *Jurnal Agrotek Indonesia* 2(5): 51.
- Solihah, Sri Fitri (2021). Pengaruh Konsentrasi air kelapa (*Cocos nucifera*) terhadap pertumbuhan tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium*) kultival xanne agrihorti secara in vitro. Sarjana thesis UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Sulistiani, E dan Ahmad, Y.S. (2021). Produksi Bibit Tanaman dengan menggunakan Teknik Kultur Jaringan. Bogor: Seameo biotrop (Southeast asian centre for tropical biology).

- Sari, R., Suwandi, S., & Rosana, E. (2019). Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa Dan BAP (6-Benzylaminopure) terhadap pertumbuhan Tunas Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Rosc.) Secara in vitro. *Jurnal Agrotek Tropika*, 7(1), 8-5.
- Sari, Y.P., H. Manurung, Aspiah. (2011). *Pengaruh Peberian Air Kelapa Terhadap Pertumbuhan Anggrek Kantog Semar (Paphiopedilum supardii Braem & Loeb) Pada Media Knudson Secara In Vitro*. Mulawarman Scientifie 10 (2). ISSN 1412 - 498X
- Surachman, D. (2011). Teknik Pemanfaatan Air Kelapa untuk Perbanyakan Nilam secara In Vitro. *Buletin Teknik Pertanian*, (16) :31-33.
- Sahwalita & Herdiana (2016). *Bioteknologi Pertanian Yogyakarta* (ID): Gadjah Mada University press.
- Sri Winingsih, (2017). “*Uji Biokimia Dengan Media Yang Berbeda*,” In Universitas Padjajaran Fakultas Fa rmasi: Sumedang.
- Sriyanti Hendaryono dan Ari Wijayani, (2020). *Teknik Kultur Jaringan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Septarini Dian Anitasari, (2018). *Dasar Teknik Kultur Jaringan Tanaman*, Yogyakarta:Deepublish, h.9-11.
- Shayanthavi, S., Kapilan, R., & Wickramasinghe, I. (2024). Exploring the potential application of coconut water in healthcare and biotechnology
- Shayanthavi, S., Kapilan, R., & Wickramasinghe, I. (2025). A comprehensive review of coconut liquid endosperm (*Cocos nucifera* L.): Composition, physicochemical characteristics, antimicrobial and antioxidant properties, and applications in microbial and tissue culture media. *Journal of Science of the University of Kelaniya*, 18(1).
- Suminar, E., Anjarsari, I. R. D., Nuraini, A., & Hapizhah. (2015). Pertumbuhan dan perkembangan tunas nilam var. Lhoukseumawe dari jenis eksplan dengan sitokinin yang berbeda secara in vitro. *Jurnal Kultivasi*, 14(2), 53–60.
- Skoog, F., & Miller, C. O. (1957). Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro. *Symposia of the Society for Experimental Biology*, 11, 118–131.

- Šmeringai, J., Schrumpfová, P. P., & Pernisová, M. (2023). Cytokinins – regulators of de novo shoot organogenesis. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1239133.
- Tarigan., L. Puji., Nurbaiti dan Y. Sri. (2017). Pemberian Ekstrak Bawang Merah Sebagai Zat Pengatur Tumbuh Alami Pada Pertumbuhan Stek lada (*Piper nigrum* L). *Jpm Faperta*, 4 (1).
- Trigiano, R. N., & Gray, D. J. (2011). *Plant Tissue Culture, Development, and Biotechnology*. CRC Press.
- Pratama, J., and Nilahayati. (2018). Modifikasi media MS dengan penambahan air kelapa untuk subkultur I Anggrek *Cymbidium*. *Jurnal Agrium* 15(2): 96. doi: 10.29103/agrium.v15i2.1071.
- Wattimena, G. A. (2019). *Diktat Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman PAU Bioteknologi IPB. Dikrektorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Bogor : 145 hlm.
- Wahyudi, A. dan Ermianti. (2012). Prospek Pengembangan Industri Minyak Nilam di Indonesia. Bunga Rampai Inovasi Tanaman Astringen Indonesia.
- Wardani, D. K., B. Satria dan Mayerni, R. (2019). The effect of 2,4-D (Dichlorophenoxyacetic acid) and BAP (Benzyl Amino Purine) Concentration on the establishment of patchouli (*Pogostemon cablin*)
- Winarto, B., Mattjik, N. A., & Purwito, A. (2021). Pengaruh zat pengatur tumbuh alami terhadap pertumbuhan eksplan secara *in vitro*. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(1), 12–20.
- Wu, W., Du, K., Kang, X., & Wei, H. (2021). The Diverse Roles of Cytokinins in Regulating Leaf Development. *Horticulture Research*, 8, 118.
- Yong, J. W. H., Ge, L., Ng, Y. F., & Tan, S. N. (2009). *The chemical composition and biological properties of coconut (Cocos nucifera L.) water*. *Molecules*, 14(12), 5144–5164.
- Yustisia, D. (2016). Respon pemberian berbagai konsentrasi air kelapa pada pertumbuhan stek tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *Jurnal Agrominansia* 3(2): 47–53.

Yong, J. W. H., Ge, L., Ng, Y. F., & Tan, S. N. (2009). The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules*, 14(12), 5144–5164.



LAMPIRAN

Lampiran I : Surat Persetujuan Seminar

**TEKNIK MULTIPLIKASI TANAMAN NILAM (*Pogestemon cablin Benth*) SECARA KULTUR JARINGAN
MENGUNAKAN ZPT AIR KELAPA MUDA (*Cocos nucifera*)**

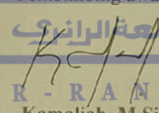
PROPOSAL

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN)
Ar-Raniry Banda Aceh Sebagai Persyaratan Penulisan Tugas Akhir
Dalam Prodi Biologi

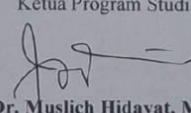
Oleh:

SERI MURAH
200703021
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi

Disetujui Untuk Diseminarkan Oleh:
Pembimbing awal,


Kamaliah, M.Si
NIDN. 2015028401

Ketua Program Studi,


Dr. Muslich Hidayat, M.Si
NIDN. 2002037902

2

Lampiran II : Surat Izin Peneliian (SK)



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
 Nomor: B- 067 /Un.08/FST/KP.07.5/02/2026

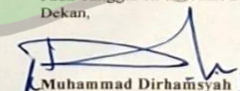
TENTANG

**PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang	: a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud; b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.								
Mengingat	: 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional; 2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi; 3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan; 4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi; 5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh; 6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh; 7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh; 8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh; 9. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 498 Tahun 2024 Tentang Satuan Biaya Lainnya Tahun Anggaran 2025 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;								
Memperhatikan	: Keputusan Seminar Proposal Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 06 November 2025.								
Menetapkan Kesatu	MEMUTUSKAN : Menunjuk Saudara: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">1. Kamaliah, M.Si</td> <td style="width: 40%;">Sebagai Pembimbing I</td> </tr> <tr> <td>2. Jamaluddinsyah, M.Si</td> <td>Sebagai Pembimbing II</td> </tr> </table>	1. Kamaliah, M.Si	Sebagai Pembimbing I	2. Jamaluddinsyah, M.Si	Sebagai Pembimbing II				
1. Kamaliah, M.Si	Sebagai Pembimbing I								
2. Jamaluddinsyah, M.Si	Sebagai Pembimbing II								
	Untuk membimbing Skripsi: <table border="0"> <tr> <td>Nama</td> <td>: Seri Murah</td> </tr> <tr> <td>NIM</td> <td>: 200703021</td> </tr> <tr> <td>Prodi</td> <td>: Biologi</td> </tr> <tr> <td>Judul Skripsi</td> <td>: Teknik Multiplikasi Tanaman Nilam (<i>Pogestemon cablin Benth</i>) Secara Kultur Jaringan Menggunakan ZPT Air Kelapa Muda (<i>Cocos nucifera</i>)</td> </tr> </table>	Nama	: Seri Murah	NIM	: 200703021	Prodi	: Biologi	Judul Skripsi	: Teknik Multiplikasi Tanaman Nilam (<i>Pogestemon cablin Benth</i>) Secara Kultur Jaringan Menggunakan ZPT Air Kelapa Muda (<i>Cocos nucifera</i>)
Nama	: Seri Murah								
NIM	: 200703021								
Prodi	: Biologi								
Judul Skripsi	: Teknik Multiplikasi Tanaman Nilam (<i>Pogestemon cablin Benth</i>) Secara Kultur Jaringan Menggunakan ZPT Air Kelapa Muda (<i>Cocos nucifera</i>)								
Kedua	: Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2025/2026 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.								

Ditetapkan di Banda Aceh
 Pada Tanggal 12 Februari 2026
 Dekan,



Muhammad Dirhamisyah

Tembusan:

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran III : Surat Izin Pengajuan Penelitian Lab Kultur

 **KEMENTERIAN AGAMA**
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
PRODI BIOLOGI FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI
Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651-7552921 – 7551857 Fax. 0651-7552922
Web : www.fst.ar-raniry.ac.id, Email: biologifst.ar-raniry@gmail.com

Nomor : B-198/Un.08/BIO-FST/PP.00.9/11/2025
Lamp : 1 (Satu)
Perihal : Surat Pengantar

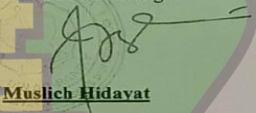
Kepada Yth :
Kepala Dinas Pertanian dan Perkebunan Aceh

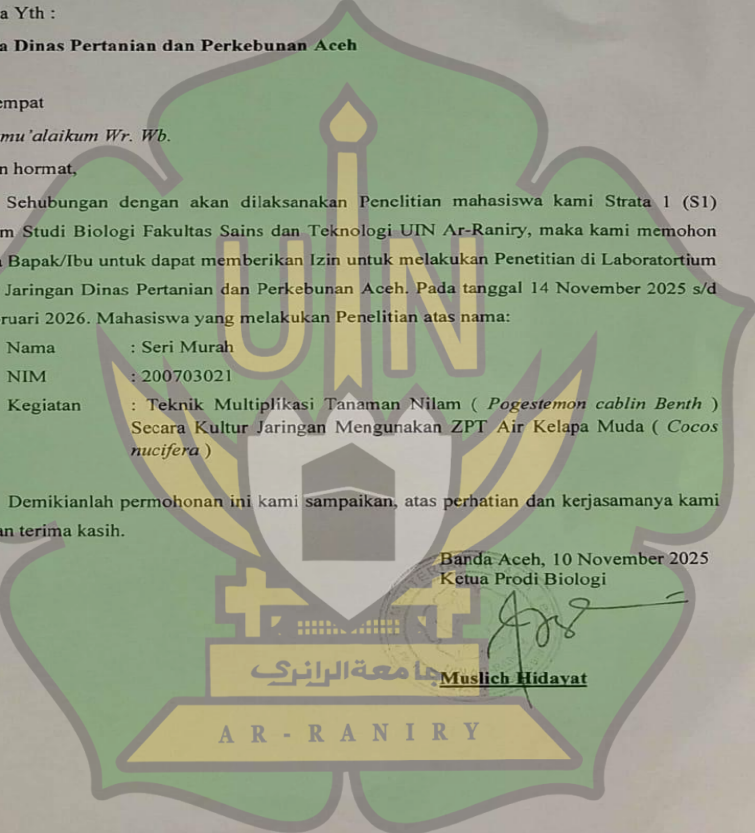
di-
Tempat
Assalamu'alaikum Wr. Wb.
Dengan hormat,

Sehubungan dengan akan dilaksanakan Penelitian mahasiswa kami Strata 1 (S1) Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka kami memohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat memberikan Izin untuk melakukan Penelitian di Laboratorium Kultur Jaringan Dinas Pertanian dan Perkebunan Aceh. Pada tanggal 14 November 2025 s/d 20 Februari 2026. Mahasiswa yang melakukan Penelitian atas nama:

Nama : Seri Murah
NIM : 200703021
Kegiatan : Teknik Multiplikasi Tanaman Nilam (*Pogestemon cablin Benth*)
Secara Kultur Jaringan Menggunakan ZPT Air Kelapa Muda (*Cocos nucifera*)

Demikianlah permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 10 November 2025
Ketua Prodi Biologi

Muslich Hidayat


A R - R A N I R Y

Lampiran IV: Surat Bahwa Telah Selesai Melaksanakan Penelitian Di Lab Kultur.

**PEMERINTAH ACEH**
DINAS PERTANIAN DAN PERKEBUNAN
Jalan Panglima Nyak Makam No. 24 Banda Aceh, Telp. 0651 - 53541 Fax. 0651 - 7552342

SURAT KETERANGAN
No. 500.10.30.1/1315/VI.2

Kepala Laboratorium Kultur Jaringan Dinas Pertanian dan Perkebunan Aceh,
Menerangkan bahwa :

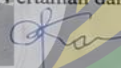
Nama : Seri Murah
Jenis Kelamin : Perempuan
NIM : 200703021
Universitas : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Biologi

Benar Mahasiswa tersebut telah melaksanakan Penelitian Tugas Akhir Kuliah di Laboratorium Kultur Jaringan Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Aceh, dengan judul :
“ Teknik Multiplikasi Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) Secara kultur Jaringan Menggunakan ZPT Air Kelapa Muda (*Cocus nucifera*) ”
dari Tanggal 14 November 2025 s/d 20 Februari 2026

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan seperlunya, Terima kasih

Banda Aceh, 15 Juni 2026

Kepala Laboratorium Kultur Jaringan
Dinas Pertanian dan Perkebunan


(Kurnia Sari, S.Pd. I, M.Si)
NIP. 19841210 200904 2 005


جامعة الرانيري
A R - R A N I R Y

Lampiran V : Riwayat Hidup Penulis

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Nama Lengkap : Seri Murah
Tempat/tanggal lahir : Pining, 15 November 2002
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Status : Belum menikah
Alamat : Desa Blah Imem, Kecamatan Pining, Kabupaten Gayo
Lues

Nama orang tua

Ayah : Sabarudin
Ibu : Saddiah
Pekerjaan ayah : Petani
Pekerjaan Ibu : Petani/IRT
Alamat : Desa Blah Imem, Kecamatan Pining, Kabupaten Gayo
Lues

Riwayat Pendidikan

SD : SD Negeri 1 Pining
SMP : SMP Negeri 1 Pining
SMA : SMA Negeri 1 Pining
Perguruan Tinggi : UIN Ar-Raniry Fakultas Sains dan Teknologi Prodi
Biologi

Banda Aceh, 12 Agustus 2026



(Seri Murah)

Lampiran 1 Rata-Rata Jumlah Tunas Tanaman Nilam Umur 2 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	2	3	2	7	2,33
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	3	3	2	8	2,67
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	3	2	3	8	2,67
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	3	3	3	9	3,00
Total	11	11	10	32	10,67

$$Y = 2,67$$

Lampiran 2. Analisis Sidik Ragam Jumlah Tunas Tanaman Nilam Umur 2 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	1,333	0,444	2,67 ^{tn}	4,07	7,59
Galat	8	1,333	0,167		-	-
Total	11	2,667			-	-

$$KK=0,2\%$$

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak Nyata

Lampiran 3. Rata-Rata Jumlah Tunas Tanaman Nilam Umur 4 MST Akibat Perlakuan
ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	3	3	3	9	3,00
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	3	3	2	8	2,67
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	3	3	1	7	2,33
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	2	1	1	4	1,33
Total	8	7	4	19	6,33

$$\bar{Y} = 1,58$$

Lampiran 4. Analisis Sidik Ragam Jumlah Tunas Tanaman Nilam Umur 4 MST Akibat
Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	8,667	2,889	28,69**	4,07	7,59
Galat	8	0,806	0,101	-	-	-
Total	11	9,472	-	-	-	-

$$KK = 0,27\%$$

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak

Lampiran 5. Rata-Rata Jumlah Tunas Tanaman Nilam Umur 6 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	0	0	0	0	0
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	4	5	3	12	4,00
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	4	3	2	9	3,00
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	2	1	1	4	1,33
Total	10	9	6	25	8,33
$\bar{Y} = 1,59$					

Lampiran 6. Analisis Sidik Ragam Jumlah Tunas Tanaman Nilam Umur 6 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	32,667	10,889	3,72 ^m	4,07	7,59
Galat	8	11,278	1,410	-	-	-
Total	11	21,389	-	-	-	-
KK = 0,23%						

Keterangan :

- ** = Sangat Nyata
- * = Nyata
- tn = Tidak Nyata

Lampiran 7. Rata-Rata Jumlah Tunas Tanaman Nilam Umur 8 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	0	0	0	0	0
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	4	4	5	13	4,33
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	3	3	2	8	2,67
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	3	1	1	5	1,67
Total	10	8	8	26	8,67
$\bar{Y} = 2,17$					

Lampiran 8. Analisis Sidik Ragam Jumlah Tunas Tanaman Nilam Umur 8 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	32,667	10,889	3,14 ^m	4,07	7,59
Galat	8	12,194	1,524	-	-	-
Total	11	20,472	-	-	-	-
KK = 0,29%						

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak Nyata

Lampiran 9. Rata-Rata Panjang Tunas Tanaman Nilam Umur 4 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	0	0	0	0	0
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	0,5	1,5	0,7	2,7	0,90
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	0,6	1,7	0,5	2,8	0,93
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	0,5	1,5	0,7	2,7	0,90
Total	1,6	4,7	1,9	8,2	2,73
$\bar{Y} = 0,68$					

Lampiran 10. Analisis Sidik Ragam Panjang Tunas Tanaman Nilam Umur 4 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	0,007	0,002	0,01 ^{tn}	4,07	7,59
Galat	8	2,756	0,344	-	-	-
Total	11	2,762	-	-	-	-
KK = 0,23%						

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak Nyata

Lampiran 11. Rata-Rata Panjang Tunas Tanaman Nilam Umur 4 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	0	0	0	0	0
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	0,5	1,5	0,7	2,7	0,90
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	0,6	1,7	0,5	2,8	0,93
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	0,5	1,5	0,7	2,7	0,90
Total	1,6	4,7	1,9	8,2	2,73
$\bar{Y} = 0,68$					

Lampiran 12. Analisis Sidik Ragam Panjang Tunas Tanaman Nilam Umur 4 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	0,007	0,002	0,01 ^{tn}	4,07	7,59
Galat	8	2,756	0,344	-	-	-
Total	11	2,762	-	-	-	-
KK = 0,23%						

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak Nyata

Lampiran 13. Rata-Rata Panjang Tunas Tanaman Nilam Umur 6 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	0	0	0	0	0
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	1,5	1,0	1	3,5	1,17
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	1	1,5	0,5	3	1,00
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	1	0,5	0,5	2	0,67
Total	3,5	3	2	8,5	2,83
$\bar{Y} = 0,71$					

Lampiran 14. Analisis Sidik Ragam Panjang Tunas Tanaman Nilam Umur 6 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	1,167	0,389	6,05*	4,07	7,59
Galat	8	0,514	0,064	-	-	-
Total	11	1,681	-	-	-	-
KK = 0,31%						

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak Nyata

Lampiran 15. Rata-Rata Panjang Tunas Tanaman Nilam Umur 8 MST Akibat Perlakuan
ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	0	0	0	0	0
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	2	1	1,5	4,5	1,50
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	1,5	2	1,5	5	1,67
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	2	1	1,5	4,5	1,50
Total	5,5	4	4,5	14	4,67
$\bar{Y} = 0,71$					

Lampiran 16. Analisis Sidik Ragam Panjang Tunas Tanaman Nilam Umur 8 MST
Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	0,167	0,083	0,47 ^{tn}	4,07	7,59
Galat	6	1,056	0,176	-	-	-
Total	8	1,222	-	-	-	-
KK = 0,24%						

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak Nyata

Lampiran 17. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Nilam Umur 2 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	2	2	2	6	2
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	3	3	3	9	3
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	5	7	7	19	6
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	6	7	6	19	6
Total	14	17	16	53	17
$\bar{Y} = 4,25$					

Lampiran 18. Analisis Sidik Ragam Jumlah Daun Tanaman Nilam Umur 2 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	66,667	22,222	2,64 ^{tn}	4,07	7,59
Galat	8	31,528	3,941	-	-	-
Total	11	35,139	-	-	-	-
KK = 0,31%						

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak Nyata

Lampiran 19. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Nilam Umur 4 MST Akibat Perlakuan

ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	2	1	2	5	2
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	5	4	6	15	5
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	4	5	7	16	5
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	4	4	2	10	3
Total	13	13	15	41	15

$$\bar{Y} = 3,75$$

Lampiran 20. Analisis Sidik Ragam Jumlah Daun Tanaman Nilam Umur 4 MST Akibat

Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	66,667	22,222	1,64 ^{tn}	4,07	7,59
Galat	8	31,528	3,941		-	-
Total	11	35,139			-	-

$$KK = 0,24\%$$

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak Nyata

Lampiran 21. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Nilam Umur 6 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	0	0	0	0	0
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	8	8	8	24	8
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	10	9	1	20	7
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	6	4	4	14	5
Total	24	21	13	58	20

$\bar{Y} = 4,00$

Lampiran 22. Analisis Sidik Ragam Jumlah Daun Tanaman Nilam Umur 6 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	50,667	16,889	3,13 ^{tn}	4,07	7,59
Galat	8	43,139	5,392		-	-
Total	11	93,806			-	-

KK = 0,32%

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

tn = Tidak Nyata

Lampiran 23. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Nilam Umur 8 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	I	II	III		
P ₀ = Media Murassihig-Skoog	0	0	0	0	0
P ₁ = MS + 150 ml/L air kelapa	15	11	15	41	14
P ₂ = MS + 200 ml/L air kelapa	13	14	17	44	15
P ₃ = MS + 250 ml/L air kelapa	8	8	15	31	10
Total	36	33	47	116	39

$\bar{Y} = 9,75$

Lampiran 24. Analisis Sidik Ragam Jumlah Daun Tanaman Nilam Umur 8 MST Akibat Perlakuan ZPT Air Kelapa Muda

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{Hitung}	F _{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	92,667	30,889	2,60 ^{tn}	4,07	7,59
Galat	8	21,306	2,663	-	-	-
Total	11	113,972	-	-	-	-

KK = 0,31%

Keterangan :

** = Sangat Nyata

* = Nyata

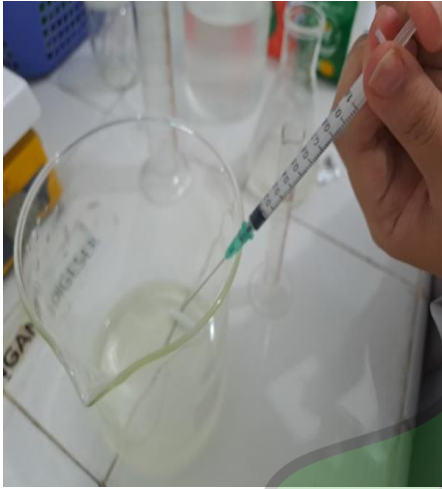
tn = Tidak Nyata

LAMPIRAN VI : DOKUMENTASI PENELITIAN

No	Dokumentasi	Keterangan
1.		Persiapan alat dan bahan pembuatan media tanam tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth) seperti media Murashige dan Skoog (MS) instan (<i>Phyto Technology Laboratories</i>, catalog number M519). air steril, gula, agar-agardan air kelapa muda (<i>Pogostemon cablin</i> Benth).
2.		Hotplate Magnetic Stirrer yang berfungsi untuk melarutkan cairan secara merata menggunakan batang magnetik di dalam wadah.
3.		Timbangan Analitik yang berfungsi untuk Digunakan menimbang bahan-bahan kimia, zat, atau sampel dalam jumlah kecil namun harus tepat jumlahnya, sangat penting dalam pembuatan larutan, media tanam agar hasilnya akurat dan konsisten.

4.		Persiapan botol media eksplan yang steril.
7.		Saring air kelapa muda (<i>cocos nucifera</i>) agar lebih steril dan menghilangkan kotoran dan partikel padat pada air kelapa serta mencegah kontaminasi.
8.		masukan air kelapa kedalam gelas ukur kemudian di tambahkan ke setiap perlakuan sesuai konsentrasi yang telah ditentukan.

9.		Masukan Larutan stok makro kedalam gelas ukur sebanyak 160 mL, kemudian ditambahkan ke setiap perlakuan sesuai konsentrasi yang telah di tentukan bertujuan untuk mendukung pertumbuhan, pembentukan akar, tunas, daun, serta perkembangan jaringan tanaman pada media kultur jaringan.
10		Masukan Larutan stok mikro kedalam gelas ukur sebanyak 16 mL, kemudian ditambahkan ke setiap perlakuan sesuai konsentrasi yang telah di tentukan. Bertujuan mendukung pertumbuhan, pembelahan sel, aktivitas enzim, dan perkembangan jaringan tanaman pada media kultur jaringan.
11.		masukan larutan stok vitamin sebanyak 1,6 mL menggunakan gelas ukur. Larutan dituangkan secara hati-hati agar volume yang digunakan tepat. Penambahan vitamin berfungsi untuk mendukung pertumbuhan dan pembelahan sel eksplan, sehingga pertumbuhan tunas dan jaringan tanaman nilam menjadi lebih optimal.

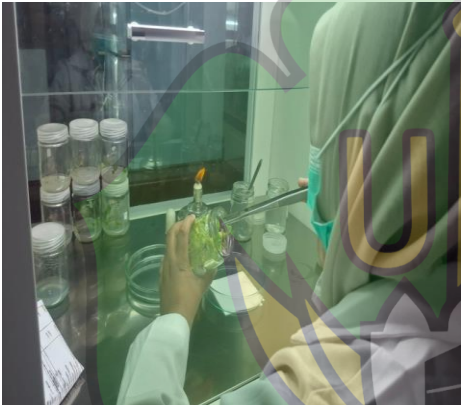
12.		Larutan stok mio-inositol diambil sebanyak 8 ml menggunakan jarum suntik/pipet steril sesuai volume yang dibutuhkan dan ditambahkan ke setiap konsentrasi yang telah di tentukan. Bertujuan untuk membantu pertumbuhan dan pembelahan sel, mendukung pembentukan dinding sel, serta meningkatkan perkembangan jaringan, tunas, dan akar pada kultur jaringan tanaman.
13.		Timbang media agar-agar sebanyak 8,8 gr/L, yang Berfungsi sebagai pematat media agar eksplan dapat berdiri dan tumbuh dengan baik, menopang jaringan tanaman, membantu penyerapan nutrisi secara bertahap, serta mencegah pembusukan akibat media terlalu cair. Agar juga membantu menjaga kelembapan media.

14.		Timbang gula sebanyak 64 gr/L yang berfungsi sebagai sumber energi dan karbon bagi pertumbuhan eksplan, karena jaringan tanaman belum mampu melakukan fotosintesis secara optimal di dalam botol kultur. Gula membantu pertumbuhan sel, pembentukan tunas, akar, dan perkembangan jaringan tanaman.
15.		Semua bahan media yang telah dicampurkan kemudian dilarutkan menggunakan magnetic stirrer hingga homogen, yang bertujuan agar seluruh komponen media tercampur merata dan larut sempurna.
16.		Masukkan air steril sebanyak 1 liter ke dalam panci stainless steel sebelum semua bahan ditambahkan dan dipanaskan. Penambahan air steril 1 liter bertujuan sebagai media pelarut bahan dan untuk menjaga kondisi steril selama proses pembuatan larutan.

17.		Masukan semua bahan yang sudah dilarutkan kedalam panci stainless yang sudah berisi air steril.
18.		Aduk bahan yang sudah dicampurkan kurang lebih 20 menit hingga larutan tidak menggumpal dan seluruh bahan benar-benar larut sempurna. Pastikan proses pengadukan dilakukan secara merata dan konsisten agar tidak ada endapan yang tersisa di dasar wadah. Jika masih terlihat gumpalan, lanjutkan pengadukan sampai larutan benar-benar homogen dan siap digunakan.
19		Setelah semua bahan dilarutkan, masukkan ke dalam panci stainless steel dan masak hingga mendidih. Proses ini bertujuan untuk memastikan seluruh bahan tercampur secara homogen, mempercepat proses pelarutan, serta membantu mensterilkan larutan dari kontaminan mikroorganisme yang mungkin ada.

20		Setelah media yang sudah siap di panaskan hingga mendidih, Masukkan media kedalam botol eksplan sebanyak 2 scopp/sendok takar atau setara dengan 20-30 ml media perbotol.
21.		Botol eksplan ditutup dengan rapat kemudian di-wrap (dibungkus) sebelum dimasukkan ke dalam autoklaf, yang bertujuan untuk mencegah tutup botol terbuka saat sterilisasi, mengurangi risiko kontaminasi, dan menjaga media tetap steril.
22.		Media kultur dimasukkan ke dalam autoklaf untuk disterilisasi pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 15-20 menit.

23.		Setelah proses sterilisasi menggunakan autoklaf selesai, media didiamkan selama $\pm 30-60$ menit hingga dingin dan memadat, kemudian disimpan di ruang inkubasi selama 1–3 hari untuk memastikan media tetap steril dan bebas kontaminasi.
24.		Bersihkan Rak ruang penyimpanan terlebih dahulu sebelum media disusun untuk menjaga kebersihan dan mencegah terjadinya kontaminasi pada media kultur dan susun botol media dengan rapi dan teratur.
25.		Simpan media di ruang inkubasi kurang lebih 3 hari yang bertujuan untuk memastikan media tetap steril dan tidak terkontaminasi oleh jamur atau bakteri sebelum digunakan.

26.		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth) tahap persiapan awal tanaman nilam hasil kultur jaringan sebelum diperbanyak pada tahap multiplikasi.
27		Tahap multiplikasi diawali dengan bekerja dalam kondisi steril. Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.) diambil secara hati-hati menggunakan pinset steril, kemudian diletakkan pada cawan petri yang telah disterilkan sebelumnya. Setelah itu, eksplan dipersiapkan untuk proses pemotongan dan penanaman pada media multiplikasi.
28.		Bagian daun yang telah layu, menguning, atau menunjukkan kondisi kurang baik dipisahkan dari eksplan nilam sebelum penanaman. Tindakan ini bertujuan untuk memperoleh eksplan yang sehat sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal selama proses kultur.

28.		Bagian Ruas batang (nodus) yang memiliki mata tunas (kuncup aksiler) tanaman nilam dipotong secara aseptik dan hati-hati menggunakan alat steril untuk meminimalkan kerusakan jaringan. Selanjutnya, eksplan yang telah dipotong ditanam pada media kultur yang telah disiapkan sebelumnya untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tunas pada tahap multiplikasi.
29.		Setelah eksplan selesai dipotong, penutup botol media kultur dibuka secara aseptik untuk selanjutnya dilakukan penanaman eksplan pada media yang telah disiapkan.
30.		Sebelum proses penanaman dilakukan, mulut botol media kultur disterilkan terlebih dahulu menggunakan api Bunsen yang bertujuan untuk mengurangi kontaminasi oleh mikroorganisme yang dapat masuk ke dalam botol selama proses Penanaman.

31.		Tahap penanaman dilakukan dengan memasukkan eksplan nilam satu per satu ke dalam botol media kultur. Proses ini dilakukan secara hati-hati untuk menjaga kondisi eksplan tetap baik dan mencegah terjadinya kerusakan jaringan. Penanaman kemudian diulang pada masing-masing perlakuan dengan konsentrasi media yang telah ditentukan.
32.		Setelah proses penanaman selesai, seluruh botol kultur tanaman ditutup kembali menggunakan plastik wrab sebelum ditempatkan di ruang inkubasi. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan kondisi steril serta meminimalkan risiko kontaminasi selama proses inkubasi.
33.		Setiap botol kultur diberi label yang mencantumkan tanggal, bulan, dan tahun penanaman. Hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pengamatan pertumbuhan eksplan selama periode inkubasi.

34.		Sebelum botol kultur disusun pada rak inkubasi, permukaan rak disterilkan terlebih dahulu dengan alkohol dan dibersihkan menggunakan tisu steril. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan kondisi aseptik serta meminimalkan potensi kontaminasi pada kultur selama masa inkubasi.
35.		Pada tahap akhir, botol kultur yang berisi eksplan disusun berdasarkan masing-masing perlakuan secara teratur Hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pengamatan serta mempermudah pencatatan data selama kegiatan penelitian berlangsung
36.		Eksplan tanaman nilam yang telah disusun rapi pada rak inkubasi kemudian dilanjutkan dengan proses pengamatan secara berkala. Pengamatan dilakukan untuk memastikan kondisi eksplan tetap baik, tidak mengalami kontaminasi, serta menunjukkan pertumbuhan yang optimal. Selain itu, perubahan yang terjadi pada eksplan dicatat sebagai data perkembangan selama masa inkubasi.

		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-2 pada perlakuan 0 %, 150%, 200%, 250%.
		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-4 pada perlakuan 0% tanpa penambahan ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) air kelapa muda (<i>Cocos nucifera</i>)
		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-4 pada perlakuan 150%

		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-4 pada perlakuan 200%
		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-4 pada perlakuan 250%
37.		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-6 pada perlakuan 0% tanpa penambahan ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) air kelapa muda (<i>Cocos nucifera</i>)

38.		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-6 pada perlakuan 150%
		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-6 pada perlakuan 200%
		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-6 pada perlakuan 250%

37.		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-8 pada perlakuan 0% tanpa penambahan ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) air kelapa muda (<i>Cocos nucifera</i>)
38.		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-8 pada perlakuan 150%
39.		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-8 pada perlakuan 200%
40.		Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth), Minggu ke-8 pada perlakuan 250%