

MULTIPLIKASI *Aquilaria malaccensis* DENGAN NAA DAN RAGI PADA KULTUR IN VITRO

Multiplication of Aquilaria malaccensis with NAA and yeast on in vitro culture

Samanhudi¹, Amalia Tetrani Sakya², Edi Purwanto², Indah Tri Retnosari²

¹Kontributor Utama, ^{1,2}Universitas Sebelas Maret,

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta, Indonesia

email penulis korespondensi: samanhudi@staff.uns.ac.id

Tanggal diterima: 02 Juni 2021, Tanggal direvisi: 07 Juni 2021, Disetujui terbit: 28 Juni 2021

ABSTRACT

Aquilaria malaccensis is almost extinct in several countries because of its great demand and high economic value. Tissue culture is one way to overcome the extinction. This study aims to obtain the best concentration of NAA (Naphthalene Acetic Acid) and yeast extract for multiplication of *A. malaccensis* on in vitro culture. This research was conducted from January to October 2020 at the Laboratory of Plant Physiology and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. The experimental design used was a factorial completely randomized design (CRD) with two factors, namely NAA (0 ppm; 0.1 ppm; 0.2 ppm; and 0.3 ppm) and yeast extract (0 mgL⁻¹, 700 mgL⁻¹, 800 mgL⁻¹, and 900 mgL⁻¹). The variables observed included the time of emergence of shoots, number of shoots, number of leaves, and number of roots. The results showed that the highest number of shoots (3.67 shoots), leaves (24.5 leaves), and roots (3 roots) were found in the combination of 0 ppm NAA and 900 mgL⁻¹ yeast, 0 ppm NAA, and combination of 0.1 ppm NAA and 0 mgL⁻¹ yeast, respectively.

Keywords: agarwood, plant growth regulator, tissue culture, subculture

ABSTRAK

Aquilaria malaccensis hampir mengalami kepunahan di berbagai negara karena permintaannya yang besar dan nilai ekonominya yang tinggi. Kultur jaringan merupakan salah satu cara untuk mengatasi kepunahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi NAA (Naphthalene Acetic Acid) dan ekstrak ragi terbaik untuk pertumbuhan *A. malaccensis* secara in vitro. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Oktober 2020 di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Bioteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 faktor yaitu NAA (0 ppm; 0,1 ppm; 0,2 ppm; dan 0,3 ppm) dan ekstrak ragi (0 mgL⁻¹, 700 mgL⁻¹, 800 mgL⁻¹, dan 900 mgL⁻¹). Variabel yang diamati meliputi waktu kemunculan tunas, jumlah tunas, jumlah daun, dan jumlah akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah tertinggi tunas (3,67 tunas), daun (24,5 daun), dan akar (3 akar) berturut-turut terdapat pada kombinasi NAA 0 ppm dan ragi 900 mgL⁻¹, NAA 0 ppm, dan kombinasi NAA 0,1 ppm dan ragi 0 mgL⁻¹.

Kata kunci: gaharu, zat pengatur tumbuh, kultur jaringan, subkultur

I. PENDAHULUAN

Aquilaria malaccensis termasuk dalam famili Thymelaeaceae yang dikenal sebagai Agarwood, didistribusikan dari India (Bengal dan Assam) ke Papua Nugini melalui Burma (Tenasserim), Indo-Cina (Kamboja, Annam dan Cochinchina), Cina (Hongkong dan Hainan), Malaysia, Singapura, Filipina, Indonesia, dan Thailand (Thapa et al., 2020). *A. malaccensis* atau disebut juga dengan kayu gaharu, merupakan jenis kayu dengan berbagai warna, bentuk, dan aroma yang khas, sebagai

mekanisme pertahanan diri dari tekanan biotik maupun abiotik (De Alwis et al., 2019). Menurut Dharmasena dan Arunakumara (2020), gaharu banyak dimanfaatkan sebagai parfum terapeutik, obat tradisional, bahan makanan aromatik, serta untuk tujuan keagamaan.

Permintaan *A. malaccensis* yang semakin tinggi di pasar lokal dan internasional mengakibatkan perburuan liar menjadi tidak terkendali sehingga populasi pohon penghasil gaharu semakin menurun. Wang et al. (2018) menjelaskan bahwa jenis tanaman

A. malaccensis mengalami kerusakan yang parah di berbagai negara karena permintaannya yang besar dan nilai ekonominya yang tinggi. Tanaman *A. malaccensis* ini telah dimasukkan ke dalam Apendiks II CITES dalam COP (*Conference of Parties*) ke-9 CITES (*Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna*) di Fort Lauderdale, Florida, USA pada 7-18 Nopember 1994 sebagai pohon yang terancam punah (*endangerous species*).

Populasi pohon penghasil *A. malaccensis* yang semakin langka menyebabkan perlunya dilakukan upaya konservasi, terutama dalam hal penyediaan bibit tanaman. Budidaya tanaman *A. malaccensis* secara generatif dan vegetatif makro dinilai kurang memuaskan karena tingkat keberhasilannya cukup rendah dan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan bibit dalam jumlah banyak relatif lama. Medina dan Rodríguez (2018) menjelaskan bahwa metode konvensional perbanyakan tanaman secara vegetatif dalam beberapa kasus cukup lambat dan mahal. Hal ini mendorong adanya penggunaan teknik yang lebih maju seperti kultur in vitro karena dapat dilakukan sepanjang tahun dan memungkinkan tingkat proliferasi yang tinggi. Salam et al. (2019) menjelaskan bahwa perbanyakan tanaman secara in vitro merupakan cara terbaik untuk melestarikan dan memperbanyak spesies tumbuhan langka.

Teknik kultur jaringan mendukung produksi planlet dalam jumlah besar dalam periode yang relatif singkat, namun planlet ini sangat rentan terhadap lingkungan eksternal, sehingga membutuhkan proses aklimatisasi sebelum transplantasi ke lapangan (Wong et al., 2017). Penambahan ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) dalam media sangat diperlukan pada tahap induksi maupun penggandaan tunas. Penelitian Safitri, Wulandari, dan Herlina (2013), menunjukkan bahwa ekstrak ragi 800 mgL⁻¹ mampu menghasilkan jumlah tunas yang banyak pada tanaman manggis. Penelitian Maysarah et al. (2012), menunjukkan bahwa penambahan ekstrak tauge, air kelapa, dan ragi

pada subkultur manggis diperoleh jumlah tunas paling banyak pada perlakuan ragi 800 mgL⁻¹. Kultur in vitro *A. malaccensis* pada penelitian ini dirangsang menggunakan zat pengatur tumbuh berupa NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan ragi agar perkembangan akar menjadi lebih baik dan didapatkan tunas yang banyak. Ragi dalam penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai ZPT organik yang dapat menggantikan ZPT sintetik. Berdasarkan uraian tersebut, maka penting dilakukan penelitian terkait pengaruh pemberian ZPT NAA dan ekstrak ragi pada multiplikasi tanaman *A. malaccensis*.

II. BAHAN DAN METODE

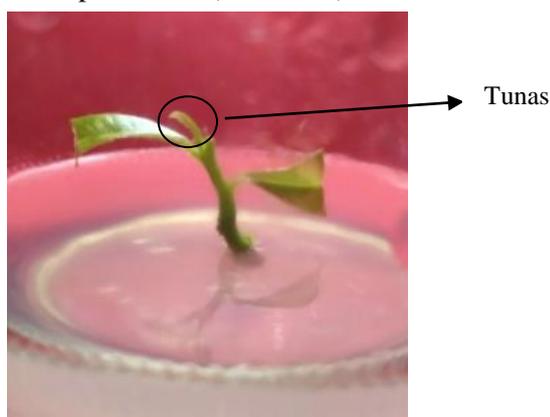
Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2020 sampai dengan Oktober 2020 di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Alat yang digunakan meliputi *Laminar Air Flow*, botol kultur, gelas beker, pipet, timbangan digital, spatula, labu ukur, pH meter, panci, *hot-plate*, pinset, autoklaf, gelas ukur, cawan petri, bunsen, korek api, rak kultur, *magnetic stirrer*, plastik *wrap*, plastik mika, tisu, kertas buram, label, kertas millimeter blok, kamera, dan alat tulis. Bahan yang digunakan meliputi eksplan *A. malaccensis*, agar-agar, media *Murashige and Skoog* (MS), alkohol 70%, spirtus, *Indole Acetic Acid* (IAA), ekstrak ragi (*yeast extract agar*), aquadest, gula, unsur hara mikro, unsur hara makro, vitamin, Fe-EDTA, HCl 1 N dan NaOH 1 N. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor yaitu NAA (0 ppm; 0,1 ppm; 0,2 ppm; dan 0,3 ppm) dan ekstrak ragi (0 mgL⁻¹, 700 mgL⁻¹, 800 mgL⁻¹, dan 900 mgL⁻¹). Penelitian ini terdapat 16 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 48 satuan percobaan. Variabel pengamatan meliputi waktu kemunculan tunas, jumlah tunas, jumlah daun, dan jumlah akar. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (anova), kemudian apabila berpengaruh nyata maka dilanjutkan uji DMRT pada taraf

5%, kecuali pada jumlah akar data hasil penelitian dideskripsikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Waktu kemunculan tunas

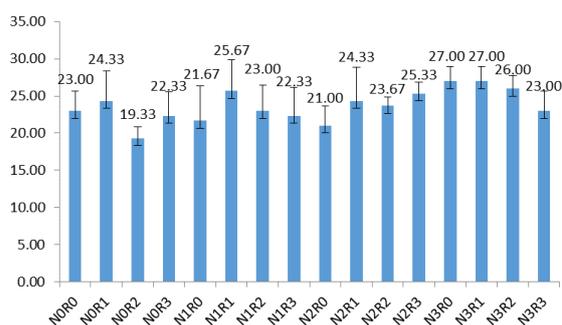
Kemunculan tunas merupakan salah satu indikator untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Akbar et al. (2017), kemunculan tunas pada eksplan merupakan fase respon perkembangan eksplan akibat perlakuan saat melakukan kultur dan pengaruh dari perlakuan yang diberikan untuk bergenerasi menjadi tanaman lengkap. Kemunculan tunas ditandai dengan adanya bagian yang menonjol pada eksplan yang ditanam. Kriteria tunas yang dihitung pada penelitian ini yaitu tunas yang panjangnya telah mencapai 0,5 cm (Gambar 1).



Gambar 1. Kenampakan pertumbuhan tunas baru pada eksplan *A. malaccensis*

Kemunculan tunas baru pada eksplan salah satunya dipengaruhi oleh media kultur, terutama penambahan ZPT eksogen. Menurut Bairwa dan Mishra (2017), NAA merupakan auksin eksogen yang berperan merangsang pembesaran sel, pembelahan sel, dan perpanjangan sel di daerah apikal. Pemanjangan sel oleh auksin ini terjadi karena adanya peningkatan aktivitas amilase, permeabilitas dinding sel, dan pembentukan ATP (*Adenosine Triphosphate*), energi kaya fosfat yang akan digunakan untuk mengekspansi sel dan pertumbuhan jaringan tanaman, sehingga pertumbuhan vegetatif menjadi lebih banyak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa antar perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap waktu kemunculan tunas eksplan *A. malaccensis* (Gambar 2). Hal ini diduga karena kandungan auksin endogen dalam tanaman sudah cukup dan mampu merangsang pembentukan tunas eksplan *A. malaccensis*. Menurut Ratnasari et al. (2016), pembengkakan pada eksplan terjadi akibat adanya aktivitas auksin endogen yang cukup untuk memobilisasi sel-sel guna membentuk calon individu baru (tunas). Pemberian NAA tidak mampu mempercepat waktu kemunculan tunas dapat juga dikarenakan kandungan hormon tersebut pada eksplan sudah terpenuhi secara endogen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Akbar et al. (2017), bahwa eksplan yang tidak mengalami pertumbuhan tunas baru dapat dikarenakan kandungan hara pada eksplan sudah terpenuhi dari kultur sebelumnya.



Keterangan: NOR0: NAA 0 ppm & ragi 0 mgL⁻¹
 NOR1: NAA 0 ppm & ragi 700 mgL⁻¹
 NOR2: NAA 0 ppm & ragi 800 mgL⁻¹
 NOR3: NAA 0 ppm & ragi 900 mgL⁻¹
 N1R0: NAA 0,1 ppm & ragi 0 mgL⁻¹
 N1R1: NAA 0,1 ppm & ragi 700 mgL⁻¹
 N1R2: NAA 0,1 ppm & ragi 800 mgL⁻¹
 N1R3: NAA 0,1 ppm & ragi 900 mgL⁻¹
 N2R0: NAA 0,2 ppm & ragi 0 mgL⁻¹
 N2R1: NAA 0,2 ppm & ragi 700 mgL⁻¹
 N2R2: NAA 0,2 ppm & ragi 800 mgL⁻¹
 N2R3: NAA 0,2 ppm & ragi 900 mgL⁻¹
 N3R0: NAA 0,3 ppm & ragi 0 mgL⁻¹
 N3R1: NAA 0,3 ppm & ragi 700 mgL⁻¹
 N3R2: NAA 0,3 ppm & ragi 800 mgL⁻¹
 N3R3: NAA 0,3 ppm & ragi 900 mgL⁻¹

Gambar 2. Histogram pengaruh pemberian NAA dan ragi terhadap rata-rata waktu kemunculan tunas eksplan *A. malaccensis*

Respon tercepat kemunculan tunas yaitu pada eksplan dengan perlakuan NAA 0 ppm dan ragi 800 mgL⁻¹ sebesar 19,33 hari (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ragi 800 mgL⁻¹ secara tunggal tanpa penambahan NAA mampu menunjukkan respon waktu kemunculan tunas yang baik dan tercepat dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Iksan, Junaidi, dan Mukhlis (2016) menjelaskan bahwa ragi memiliki kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi. Ragi juga berfungsi sebagai substrat organik yang dapat meningkatkan pertumbuhan. Pemberian ragi dengan konsentrasi yang tepat pada media kultur mampu memberikan sumber nutrisi bagi tanaman. Ragi juga mengandung thiamin yang berfungsi sebagai katalisator sekaligus koenzim yang mampu mempercepat pertumbuhan tanaman.

Waktu kemunculan tunas paling lama yaitu pada perlakuan NAA 0,3 ppm dan ragi 0 mgL⁻¹ serta NAA 0,3 ppm dan ragi 700 mgL⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian NAA 0,3 ppm tidak mampu memberikan respon yang baik terhadap waktu kemunculan tunas. Hal ini diduga karena kandungan hara pada eksplan sudah terpenuhi dari kultur sebelumnya (Akbar et al., 2017).

B. Jumlah tunas

Jumlah tunas yang terbentuk merupakan salah satu indikator untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara in vitro, terutama pada tahap multiplikasi tanaman (perbanyakan). Tunas yang terbentuk akan menjadi calon batang dan daun, hingga selanjutnya tumbuh menjadi planlet. Ratnasari et al. (2016) menjelaskan bahwa pembentukan tunas mikro diawali dengan adanya pembengkakan pada bagian tunas yang dipotong karena adanya aktivitas auksin endogen yang memobilisasi sel membentuk individu baru. Penambahan auksin eksogen dengan konsentrasi yang tepat mampu membantu peran auksin endogen dalam menginduksi pembesaran sel guna pembentukan tunas baru. Jumlah tunas yang semakin banyak

menandakan bahwa eksplan tersebut memiliki tingkat multiplikasi yang tinggi.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian NAA dan ragi secara bersama-sama mampu memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas yang dihasilkan (Tabel 1). Hal ini diduga karena NAA berperan membantu proses inisiasi tunas pada eksplan *A. malaccensis*. Menurut Ratnasari et al. (2016), NAA merupakan ZPT yang mengandung auksin yang dapat menumbuhkan tunas. Hal ini berkaitan dengan peranan auksin yang dapat menginduksi pembesaran sel secara cepat karena hasil aktivasi dari ATP (*Adenosine Triphosphate*) yang memompa proton di membran sel. Pembentukan tunas baru diawali dengan adanya pembengkakan atau penebalan (menonjol) pada bagian bawah potongan eksplan yang ditanam. Menurut Prabhuling dan Sathyanarayana (2017), pemberian sitokinin yang dikombinasikan dengan auksin mampu memberikan hasil yang baik untuk multiplikasi tunas.

Tabel 1. Pengaruh pemberian NAA dan ragi terhadap jumlah tunas eksplan *A. malaccensis*

NAA (ppm)	Ragi (mgL ⁻¹)			
	0	700	800	900
0	2,67 bcd	2,33 abcd	3,33 d	3,67 d
0,1	3,33 d	1,67 abc	1,33 ab	1,00 a
0,2	1,67 abc	3,00 cd	1,33 ab	3,00 cd
0,3	1,00 a	2,33 abcd	3,33 d	2,33 abcd

Keterangan: ppm: *part per million*, angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Perlakuan yang dapat menghasilkan rata-rata jumlah tunas terbanyak yaitu NAA 0 ppm dan ragi 900 mgL⁻¹ dengan rata-rata 3,67 tunas (Tabel 1). Kumari dan Kumar (2018), menyatakan bahwa perbanyakan tunas terbaik yaitu pada media dengan konsentrasi auksin yang rendah dan konsentrasi sitokinin yang tinggi. Penelitian ini menghasilkan rata-rata jumlah tunas terbaik pada konsentrasi auksin terendah (NAA 0 ppm) dan konsentrasi ragi tertinggi (900 mgL⁻¹). Deepika et al. (2018) menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi

sitokinin mampu meningkatkan perkembangan jumlah tunas yang terbentuk.

Pertumbuhan rata-rata jumlah tunas paling sedikit yaitu terdapat pada perlakuan NAA 0,1 ppm dan ragi 900 mgL⁻¹, serta NAA 0,3 ppm dan ragi 0 mgL⁻¹ yaitu dengan rata-rata tunas yang dihasilkan sebanyak 1 tunas (Tabel 1). Hal ini diduga tidak terlepas dari pengaruh ZPT endogen pada eksplan *A. malaccensis* sudah terpenuhi untuk pembentukan tunas. Akbar et al. (2017) menjelaskan bahwa perbedaan kondisi tunas kemungkinan dikarenakan serapan hara untuk regenerasi seperti pertumbuhan dan perkembangan tunas berbeda-beda pada setiap eksplan. Hartati et al. (2017), menjelaskan bahwa pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh keseimbangan dan interaksi ZPT endogen dan eksogen. Iksan et al. (2016), menjelaskan bahwa rendahnya pertumbuhan eksplan dapat disebabkan karena kurang tepatnya pemberian konsentrasi zat pengatur tumbuh eksogen untuk kebutuhan protein tanaman.

C. Jumlah daun

Daun merupakan salah satu organ yang penting pada tanaman. Daun berfungsi sebagai tempat terjadinya fotosintesis. Fotosintesis ini menghasilkan karbohidrat yang akan digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Yuniastuti et al., 2018). Jumlah daun yang mampu tumbuh pada kultur in vitro merupakan salah satu indikator yang penting dalam mengamati totipotensi jaringan. Totipotensi merupakan kemampuan setiap sel tumbuhan untuk menjadi individu baru yang sempurna jika diletakkan dalam lingkungan yang sesuai. Jumlah daun yang semakin banyak menunjukkan laju pertumbuhan eksplan yang optimal.

Pada penelitian ini tidak terjadi interaksi antara perlakuan NAA dan ragi terhadap pembentukan jumlah daun. Menurut Akhiriana et al. (2019), pertumbuhan dan perkembangan daun pada tanaman dipengaruhi oleh beberapa hormon seperti sitokinin, auksin, dan giberelin.

Salah satu fungsi hormon auksin yaitu untuk membantu perkembangan jaringan meristem calon daun.

Tabel 2. Pengaruh pemberian NAA terhadap jumlah daun *A. Malaccensis*

NAA (ppm)	Jumlah daun
0	24,5 b
0,1	15,25 a
0,2	17,42 a
0,3	12,08 a

Keterangan: ppm: *part per million*, angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Respon jumlah daun terbanyak yaitu terdapat pada masing-masing perlakuan NAA 0 ppm dan ragi 0 mgL⁻¹. Ratnasari et al. (2016) menjelaskan bahwa semakin sedikit jumlah tunas yang terbentuk maka dapat menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak. Pernyataan tersebut sama dengan hasil penelitian ini bahwa perlakuan NAA 0 ppm dan ragi 0 mgL⁻¹ memiliki rata-rata jumlah tunas hanya 2,67 buah (Tabel 1), namun mampu menghasilkan rata-rata jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Jumlah daun paling banyak yaitu pada perlakuan NAA 0 ppm sebanyak 24,5 daun (Tabel 2) dan pada perlakuan ragi 0 mgL⁻¹ sebanyak 22 daun (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh pemberian ragi terhadap jumlah daun *A. Malaccensis*

Ragi (mgL ⁻¹)	Jumlah daun
0	22 b
700	18,42 b
800	12,08 a
900	16,75 ab

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan media MS0 (kontrol) mampu meningkatkan jumlah daun yang terbentuk pada eksplan *A. malaccensis*, karena pada media MS0 sudah mengandung nitrogen, baik dalam bentuk ammonium maupun nitrat yang dapat digunakan

untuk pertumbuhan tanaman secara in vitro. Sejalan dengan hasil ini, Hartati et al. (2017) melaporkan bahwa perlakuan NAA tidak mampu meningkatkan jumlah daun pada tanaman anggrek. Disamping itu, Ratnasari et al. (2016) juga menjelaskan bahwa penggunaan media dasar *Murashige and Skoog* memiliki pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan eksplan pada kultur in vitro karena mengandung nitrat, ammonium, kalsium, serta unsur makro dan mikro lainnya yang mampu memberikan pengaruh pada pertumbuhan eksplan. Hassan dan Zayed (2018) menjelaskan bahwa gula yang terdapat pada media MS berperan sebagai sumber energi dan karbon untuk proses induksi dan perkembangan eksplan pada kultur in vitro. Hal ini memungkinkan bahwa hasil penelitian dengan perlakuan media MS0 mampu meningkatkan jumlah daun, karena kandungan nutrisi di dalamnya sudah cukup untuk menginisiasi pertumbuhan daun meskipun tanpa penambahan zat pengatur tumbuh eksogen. Kandungan fitohormon endogen diduga sudah mencukupi untuk pembentukan dan pertumbuhan daun pada eksplan *A. malaccensis*.



Gambar 3. Pertumbuhan planlet *A. Malaccensis* sebagai induk untuk multiplikasi

Hasil pengamatan selama 17 minggu (Gambar 3) secara umum menunjukkan bahwa selain adanya peningkatan jumlah daun, juga terjadi perubahan warna pada beberapa helai daun yang lama-kelamaan berubah warna

menjadi kecoklatan. Daun yang berubah warna menjadi kecoklatan tersebut berangsur-angsur menjadi layu dan akhirnya gugur. Daun yang sudah gugur dalam pengamatan ini tidak dihitung.

Menurut Lestari, Samanhudi, dan Yunus (2017), kandungan hormon auksin endogen yang tinggi dapat meningkatkan aktivitas etilen sehingga menyebabkan daun berubah warna menjadi kecoklatan serta layu, dan kemudian gugur. Untuk menghindari hal tersebut, planlet yang dihasilkan dapat dilakukan subkultur terlebih dahulu atau langsung diaklimatisasi.

D. Jumlah akar

Akar merupakan salah satu organ penting tanaman karena berfungsi menyerap nutrisi yang terkandung di dalam media. Akar pada kultur in vitro menjadi indikator penting yang menandakan pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Hartati et al. (2017) menjelaskan bahwa terbentuknya akar merupakan faktor penting bagi pertumbuhan tanaman karena proses penyerapan nutrisi pada media menjadi lebih mudah.

Induksi dan perkembangan akar dipengaruhi oleh fitohormon utamanya aktivitas auksin. Auksin terbagi menjadi 2 yaitu auksin endogen dan auksin eksogen (sintetik). Auksin endogen merupakan auksin yang terkandung di dalam tanaman. Auksin eksogen merupakan jenis auksin yang ditambahkan pada media kultur untuk meningkatkan pembentukan akar tanaman. Mahfudza et al. (2018) menjelaskan bahwa auksin berfungsi untuk menginduksi pembentangan sel dan inisiasi perakaran.

Jumlah planlet yang berakar yaitu sebanyak 6 planlet dari total 48 planlet yang disubkultur, dengan jumlah akar berkisar antara 1-3 akar. Perlakuan yang menghasilkan jumlah akar terbanyak yaitu NAA 0,1 ppm dan ragi 0 mgL⁻¹ dengan total jumlah akar sebanyak 5 akar (Tabel 4). Menurut Akbar et al. (2017), pertumbuhan akar pada eksplan dapat dikontrol oleh zat pengatur tumbuh golongan auksin.

Tabel 4. Pengaruh pemberian NAA dan ragi pada perakaran planlet hasil multiplikasi *A. malaccensis*

No.	Perlakuan	Jumlah akar
1	N1R0 (planlet 1)	2
2	N1R0 (planlet 2)	3
3	N1R1	1
4	N1R3	2
5	N2R0 (planlet 1)	1
6	N2R0 (planlet 2)	1

Keterangan: N1R0: NAA 0,1 ppm & ragi 0 mgL⁻¹
N1R1: NAA 0,1 ppm & ragi 700 mgL⁻¹
N1R3: NAA 0,1 ppm & ragi 900 mgL⁻¹
N2R0: NAA 0,2 ppm & ragi 0 mgL⁻¹

Sedikitnya jumlah planlet yang mampu menghasilkan akar diduga karena kemampuan masing-masing planlet yang tidak sama didalam memunculkan akar. Arhvitassari et al. (2019) menjelaskan bahwa penggunaan media tanam harus sesuai dengan kebutuhan agar eksplan dapat berkembang dengan baik. Menurut Pinhal et al. (2017), selain nutrisi pada media tanam, kondisi mikroklimat yang sesuai juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan eksplan.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah tertinggi tunas (3.67 tunas), daun (24.5 daun), dan akar (3 akar) berturut-turut terdapat pada kombinasi NAA 0 ppm dan ragi 900 mgL⁻¹, NAA 0 ppm, dan kombinasi NAA 0,1 ppm dan ragi 0 mgL⁻¹.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Fisiologi dan Bioteknologi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar M, A., Faridah, E., Indrioko, S., & Herawan, T. (2017). INDUKSI TUNAS, MULTIPLIKASI DAN PERAKARAN *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke SECARA IN VITRO. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 11(1), 1–13.

<https://doi.org/10.20886/jpth.2017.11.1.155-158>

- Akhiriana, E., Samanhudi, & Yunus, A. (2019). Coconut water and Iaa effect on the in vitro growth of *Tribulus terrestris* L. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(1), 9–18. <https://doi.org/10.11118/actaun201967010009>
- Arhvitassari, Muslimin, Waeniyanti, & Wardah. (2019). Organogenesis Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk) pada Berbagai Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Benzyl Amino Purin (BAP) - Indole Butiric Acid (IBA) secara In-Vitro. *Jurnal Warta Rimba*, 7(3), 88–93. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/WartaRimba/article/view/13865/10600>
- Bairwa, S., & Mishra, J. S. (2017). Effect of NAA, BA and Kinetin on Yield of African Marigold (*Tagetes erecta* Linn.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(6), 1236–1241. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.606.144>
- De Alwis, W. N. H., Subasinghe, S. M. C. U. P., & Hettiarachchi, D. S. (2019). Characterisation and variation of agarwood resins from *Gyrinops walla*. *Journal of Tropical Forest Science*, 31(2), 222–229. <https://doi.org/10.26525/jtfs2019.31.2.222229>
- Deepika, C., Basanti, B., Singh, D., Subhash, K., & Anil, P. (2018). An Insight into In Vitro Micropropagation Studies for Banana - Review (Review Article). *International Journal of Agriculture Sciences*, 10(5), 5346–5349.
- Dharmasena, K. P. S. S., & Arunakumara, K. K. I. U. (2020). Effect of Plant Growth Regulators on Seed Germination in walla patta (*Gyrinops walla*). *Sri Lanka J of Agriculture and Ecosystems*, 2(2), 56–69. <https://doi.org/10.4038/sljae.v2i2.38>
- Hartati, S., Arniputri, R. B., Soliah, L. A., & Cahyono, O. (2017). Effects of organic additives and naphthalene acetic acid (NAA) application on the in vitro growth of Black orchid hybrid (*Coelogyne pandurata* Lindley). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(6), 951–957.
- Hassan, S. A. M., & Zayed, N. S. (2018). Factor Controlling Micropropagation of Fruit Trees: A Review. *Science International*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.17311/sciintl.2018.1.10>
- Iksan, Junaidi, M., & Mukhlis, A. (2016). Pengaruh Pemberian Ragi Roti dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Populasi

- Brachionus plicatilis*. *Jurnal Biologi Tropis*, 16(1), 69–79. <https://doi.org/10.29303/jbt.v16i1.218>
- Kumari, A., & Kumar, H. (2018). High in vitro Shoot Multiplication for Efficient Micropropagation of Banana Cv. Robusta (AAA). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(07), 3319–3326. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.707.386>
- Lestari, R. P., Samanhudi, & Yunus, A. (2017). Pertumbuhan *Tribulus Terrestris* pada Beberapa Konsentrasi NAA dan BAP In Vitro. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS "PERANAN SUMBER DAYA PERTANIAN, PERKEBUNAN DAN PETERNAKAN DALAM MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN NASIONAL,"* 240–247. <https://jurnal.fp.uns.ac.id/index.php/semnas/article/view/973>
- Mahfudza, E., Mukarlina, & Linda, R. (2018). Perbanyak Tunas Pisang Cavendish (*Musa acuminata* L.) Secara In Vitro dengan Penambahan Naphthalene Acetic Acid (NAA) dan Air Kelapa. *Protobiont*, 7(1), 75–79.
- Maysarah, Wulandari, reine S., & Herlina Darwati. (2012). PERTUMBUHAN EKSPLAN MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.) SECARA IN VITRO DENGAN AIR KELAPA, EKSTRAK TAUGE DAN RAGI (In Vitro Mangosteen Explants Growth Addition of Coconut Water, Tauge Extract and Yeast). *Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura*, 9–15.
- Medina, F. M., & Rodríguez, H. L. (2018). Establishment of an in vitro micropropagation protocol for cantua volcánica (Polemoniaceae): A potential ornamental plant of Peru. *Idesia*, 36(2), 203–208. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292018005000501>
- Pinhal, H. F., Araruna, E. da C., Carneiro, P. A. P., Asmar, S. A., Melo, B. de, & Luz, J. M. Q. (2017). Concentration of ms medium and cutting of seeds on in vitro establishment of baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog.). *Bioscience Journal*, 306–313. <https://doi.org/10.14393/bj-v33n2-36327>
- PRABHULING, G., & SATHYANARAYANA, B. N. (2017). Liquid medium culture method for rapid multiplication of banana (*Musa acuminata*) cv. 'GRAND NAINÉ' through tissue culture. *International Journal of Plant Sciences*, 12(1), 85–89. <https://doi.org/10.15740/has/ijps/12.1/85-89>
- Ratnasari., B. D., Suminar, E., Nuraini, A., & Ismail, A. (2016). Pengujian efektivitas berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin terhadap multiplikasi tunas mikro pisang (*Musa paradisiaca* L.) secara In Vitro. *Kultivasi*, 15(2). <https://doi.org/10.24198/kltv.v15i2.11870>
- Safitri, E. R. R., Wulandari, R. S., & Herlina, D. (2013). Penambahan Ragi terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Manggis (*Garcinia mangostana* L.) secara In Vitro. *Jurnal Hutan Lestari*, 1(3), 336–342. <https://doi.org/10.26418/jhl.v1i3.3522>
- Salam, N., Awal, A., & Abdullah, S. (2019). Embryogenic callus induction of *Aquilaira malaccensis* lam. And *Aquilaria subintegra* ding hou. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 5746–5751. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A3057.109119>
- Thapa, P., Asheshwor, R., Bhakta Mat, A., & Poudel, D. (2020). Annual Growth and Benefit Cost Analysis of *Aquilaria malaccensis*. *Asian Journal of Biological Sciences*, 13(4), 346–352. <https://doi.org/10.3923/AJBS.2020.346.352>
- Wang, X., Dong, X., Feng, Y., Liu, X., Wang, J., Zhang, Z., Li, J., Zhao, Y., Shi, S., & Tu, P. (2018). H₂O₂ and NADPH oxidases involve in regulation of 2-(2-phenylethyl)chromones accumulation during salt stress in *Aquilaria sinensis* calli. *Plant Science*, 269(October 2017), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.01.002>
- Wong, K. F., Suhaimi, O., & Fatimah, K. (2017). On-farm grower-friendly nursery technique for acclimatization of tissue-cultured banana seedlings. *Asian Journal for Poverty Studies*, 3(2), 146–151.
- Yuniastuti, E., Widodo, C. E., Samanhudi, & Delfianti, M. N. I. (2018). Effect of benzyl amino purine and indole-3-acetic acid on propagation of *Sterculia foetida* in vitro. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 142(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/142/1/012011>