

PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI GLUTAMIN TERHADAP PERTUMBUHAN TUNAS *Aquilaria malaccensis* Lamk. SECARA KULTUR JARINGAN

*Effect of various glutamine concentrations on shoot growth in Aquilaria Malaccensis Lamk.
through tissue culture*

Melati C.A¹, E. Handayani², T. Herawan³

¹Kontributor Utama, ^{1,2}Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Lingkar Selatan, Geblagan, Tamantirto, Kec. Bantul, Bantul, Yogyakarta, Indonesia

³Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta, Indonesia
email penulis korespondensi: chrisnanda.ayu.2016@fp.umy.ac.id

Tanggal diterima : 09 November 2021, Tanggal direvisi : 12 November 2021, Disetujui terbit : 16 Desember 2021

ABSTRACT

Aquilaria malaccensis Lamk. is a type of plant that is threatened with extinction due to the high level of illegal logging from the forest. Tissue culture techniques provide an alternative to vegetative propagation on a large scale for conservation efforts. The addition of glutamine to the culture media was intended to increase the growth of *A. malaccensis* Lamk shoots. The research was conducted with quantitative research methods using single factor laboratory experiments with four (4) treatments arranged in a completely randomized design (CRD). The treatments were differentiated based on the addition of glutamine, namely, G0: 0 mg/l; G1: 10 mg/l; G2: 20 mg/l; G3: 30 mg/l. Data analysis used Analysis of Variance (Anova) with a level of $\alpha = 5\%$. The results showed that glutamine couldn't affect the growth of *A. malaccensis* Lamk, but there was the best trend in the addition of glutamine 20 mg/l.

Keywords: amino acids, agarwood, MS media, micropropagation

ABSTRAK

Aquilaria malaccensis Lamk. adalah salah satu jenis tanaman yang terancam punah akibat tingginya penebangan liar dari hutan. Teknik kultur jaringan memberikan alternatif berbanyak vegetatif dalam skala besar untuk upaya konservasi. Penambahan glutamin pada media kultur dimaksudkan untuk meningkatkan pertumbuhan tunas *A. malaccensis* Lamk. Penelitian dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif menggunakan percobaan laboratorium faktor tunggal dengan empat (4) perlakuan yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan dibedakan berdasarkan penambahan glutamin yaitu, G0: 0 mg/l; G1: 10 mg/l; G2: 20 mg/l; G3: 30 mg/l. Analisis data menggunakan *Analysis of Variance* (Anova) dengan taraf $\alpha=5\%$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa glutamin tidak dapat mempengaruhi pertumbuhan *A. malaccensis* Lamk, namun terdapat kecenderungan paling baik pada perlakuan penambahan glutamin 20 mg/l.

Kata kunci: asam amino, gaharu, media MS, mikropropagasi

I. PENDAHULUAN

Aquilaria malaccensis Lamk. salah satu jenis *Aquilaria* yang termasuk kelompok tanaman hasil hutan bukan kayu (HHBK) ketika sudah menghasilkan resin merupakan salah satu tanaman hutan tropis penghasil produk damar yang bernilai ekonomis tinggi (Azwin, 2016).

Business Insider, (2020) dalam laman webnya mengatakan bahwa, pada *first grade* gaharu dapat mencapai 100,000 USD. *Out Oil Trading* dalam situsnya juga menyebutkan bahwa gaharu pada tahun 2021 dari Indonesia

dapat mencapai harga 467 USD / tola atau 467 USD / 10 gram.

Pada umumnya gaharu yang diproduksi dari kayu *Aquilaria* diambil dan diperdagangkan dari hutan. Menurut Jesen (2003) serta Mucharrohmah (2011) dalam Iskandar & Suhendra, (2013) hal tersebut dikarenakan kualitas produk gaharu yang dihasilkan dari hutan lebih baik dibandingkan gaharu dari inokulasi buatan yang sering mengalami kegagalan. Borpuzari et al., (2018) menambahkan bahwa permintaan pasar dan

harganya yang tinggi menimbulkan masalah berupa eksploitasi besar-besaran untuk mendapatkan kayunya.

Susilo et al., (2014) menjelaskan bahwa akibat kegiatan kehutanan yang tidak berkelanjutan dan tingginya deforestasi pada jenis *Aquilaria* menyebabkan tanaman ini masuk kedalam tanaman yang terancam punah. Menurut *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) tahun 2009, lima belas spesies *Aquilaria*, delapan diantaranya termasuk *Aquilaria malaccensis* Lamk. telah diklarifikasikan sebagai tanaman terancam punah dan masuk dalam daftar merah (Saikia, Shrivastav, & Singh, 2013).

PP No.7/1999 dan Permenhut No.447/Kpts-II/2003 juga menjadikan *Aquilaria* sebagai jenis yang dilindungi dan dilarang tebang. Salah satu jenis *Aquilaria* yang rentan dan dilindungi adalah *Aquilaria malaccensis* Lamk (Susilo et al, 2014).

Teknik kultur jaringan memberikan alternatif terhadap perbanyakan *A.malaccensis* Lamk. secara vegetatif dalam skala yang lebih besar dalam upaya konservasi dan pengembangan *A.malaccensis* Lamk. dimasa yang akan datang.

Keberhasilan teknik kultur jaringan salah satunya ditentukan oleh media kultur jaringan. Penambahan glutamin pada media diharapkan dapat memacu pertumbuhan tunas lebih baik. Glutamin merupakan asam amino yang sering digunakan pada teknik kultur jaringan.

Pada umumnya glutamin ditambahkan untuk meningkatkan induksi kalus regenerasi dan pertumbuhan tunas yang dihasilkan (Budi Winarto, 2011). Menurut Greenwell & Ruter, (2018) glutamin berfungsi sebagai tempat penyimpanan nitrogen, sebagai perantara untuk masuknya amonia ke dalam asam amino dan akhirnya sebagai bahan penyusun protein atau nukleotida, seperti purin dan pirimidin.

Oleh karenanya glutamin berfungsi sebagai sumber nitrogen yang efisien melalui sintesis langsung protein. Sintesis tersebut merupakan sumber energi alternatif untuk

pembelahan sel dengan cepat dan mengefisieni penggunaan glukosa oleh sel. Ketika kadar glukosa rendah dan kebutuhan energi tinggi, sel-sel dapat memetabolisme asam amino untuk kebutuhan energi sel.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif menggunakan percobaan laboratorium faktor tunggal dengan empat (4) perlakuan yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima ulangan. Sehingga jumlah keseluruhan sebanyak 20 unit percobaan. Pelakuan yang digunakan adalah penambahan 0 ml/l glutamin (G0), 10 ml/l glutamin (G1), 20 ml/l glutamin (G2), dan 30 ml/l glutamin (G3). Semua perlakuan ditambahkan 0,5 ml/l BAP dan 0,5 ml/l NAA pada media MS. Sehingga jumlah keseluruhan sebanyak 20 unit percobaan.

Materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksplan *A. malaccensis* Lamk. steril yang sudah berumur tiga tahun. Eksplan tersebut diambil dari indukan tanaman *A. malaccensis* Lamk. yang sudah menghasilkan resin dari hutan di Bangka.

Sebelum dilakukannya penelitian, eksplan tersebut dimultiplikasi dalam media MS + 0,5 ml/l BAP untuk memperbanyak jumlah individu eksplan dan dapat memenuhi kebutuhan penelitian. Perbanyakan tunas dengan penambahan BAP 0,5 mg/l didasari pada berbagai penelitian yang sudah ada. Penambahan 0,5 ml/l BAP efektif dalam pertumbuhan tunas pucuk *Cirtus nobilis* var. Brastepu (Nurwahyuni, Napitupulu, Rosmayati, & Harahap, 2012), jarak pagar (Anggreani, & Rullu, 2012) dan terhadap tunas keji belin (Rahmagusviana, 2016).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan eksplan

1. Jumlah tunas

Glutamin terhadap pertambahan jumlah tunas *A.malaccensis* Lamk. pada minggu ke-8

disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh penambahan glutamin pada media MS terhadap pertumbuhan jumlah dan tinggi tunas *A. malaccensis* Lamk Minggu ke-8 setelah tanam

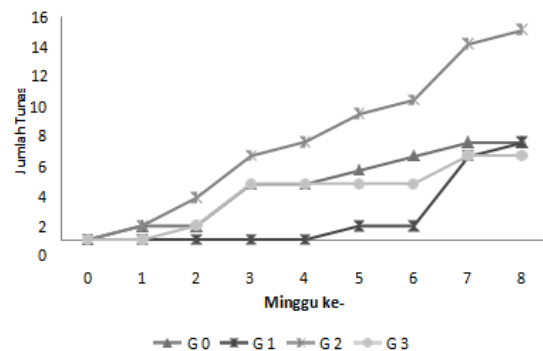
Perlakuan	Jumlah tunas	Waktu tumbuh tunas (minggu)	Tinggi tunas (cm)
BAP 0,5 ml/l + NAA 0,5 ml/l + 0 mg/l glutamin	1,32a	1,49a	1,53a
BAP 0,5 ml/l + NAA 0,5 ml/l + 10 mg/l glutamin	1,28a	1,50a	1,46a
BAP 0,5 ml/l + NAA 0,5 ml/l + 20 mg/l glutamin	1,83a	1,48a	1,87a
BAP 0,5 ml/l + NAA 0,5 ml/l + 30 mg/l glutamin	1,25a	1,50a	1,40a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Hasil sidik ragam parameter jumlah tunas *A. malaccensis* Lamk. pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata pemberian glutamin terhadap pertumbuhan tunas *A. malaccensis* Lamk. Namun ada kecenderungan pada perlakuan penambahan 20 ml/l dapat menstimulasi pertumbuhan tunas.

Gambar 1 pada minggu ketiga pada perlakuan penambahan 20 mg/l glutamin memiliki peningkatan jumlah tunas yang signifikan, diduga glutamin telah memainkan peran dalam sel eksplan. Gambord (1970) dan Coruzzi & Last (2000) dalam Hamazaki et al., (2005) menjelaskan bahwa pengaruh positif pemberian glutamin adalah pada laju pertumbuhan sebagai penyedia sumber nitrogen. Glutamin dan glutamat dikenal sebagai asam amino endogen utama yang terlibat dalam metabolisme tanaman, menyediakan nitrogen untuk biosintesis asam amino, asam nukleat, dan senyawa N lainnya (Hamazaki, et al., 2005).

Pengaruh tidak beda nyata pada pemberian glutamin disebabkan oleh masukan asam amino pada eksplan telah mencukupi kebutuhan, sehingga pemberian glutamin secara eksternal tidak berdampak signifikan bagi pertumbuhan tunas aksiler eksplan. Remita et al. (2013) dan Neil (2014) dalam Fitriani et al., (2015) berpendapat bahwa untuk memacu pertumbuhan tunas pada eksplan diperlukan asam amino. Asam amino merupakan penyusun protein yang memiliki fungsi pada pertumbuhan tanaman. Contohnya adalah sebagai pendukung, pengangkut substansi lain, dan mempercepat reaksi kimiawi secara selektif.



Keterangan :

- G0 : BAP 0,5 mg/l + NAA 0,5 mg/l + 0 mg/l glutamin
- G1 : BAP 0,5 mg/l + NAA 0,5 mg/l + 10 mg/l glutamin
- G2 : BAP 0,5 mg/l + NAA 0,5 mg/l + 20 mg/l glutamin
- G3 : BAP 0,5 mg/l + NAA 0,5 mg/l + 30 mg/l glutamin

Gambar 1. Grafik pertumbuhan tunas *A. malaccensis* Lamk. pada Minggu ke-0 hingga Minggu ke-8 setelah tanam.

Minggu ketujuh diduga glutamin beserta BAP dan NAA yang ditambahkan dalam media yang ditandai dengan meningkatnya jumlah tunas *A. malaccensis* Lamk. dari minggu sebelumnya. Hal tersebut diungkapkan Sighn (2003) dalam Asharo, et al., (2013) pada penelitiannya bahwa kolaborasi glutamin dan ZPT yang diberikan pada media akan memacu pertumbuhan dan perkembangan eksplan tunas aksiler lebih cepat dalam formasi pertumbuhan dominan apikal yaitu tunas apikal.

Rendahnya perkembangan tunas pada perlakuan G3 ataupun G1 diduga karena pemberian konsentrasi glutamin yang kurang tepat. Menurut Hattasch et al (2007) dalam Winarto, (2011) pemberian glutamin dalam

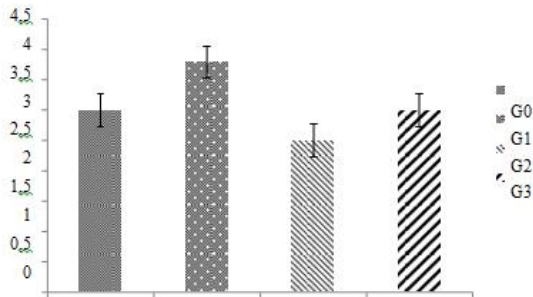
konsentrasi yang tidak sesuai, dapat menimbulkan keracunan sel dan menghambat regenerasinya.

Maysyaroh & Ermawati, (2018) menambahkan bahwa semakin tinggi konsentrasi glutamin akan memperlambat pertumbuhan yang disebabkan kandungan N yang tinggi.

2. Waktu muncul tunas

Waktu muncul tunas hasil sidik ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar perlakuan. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan nitrogen pada glutamin tidak berpengaruh terhadap kecepatan tumbuh tunas *A. malaccensis* Lamk.

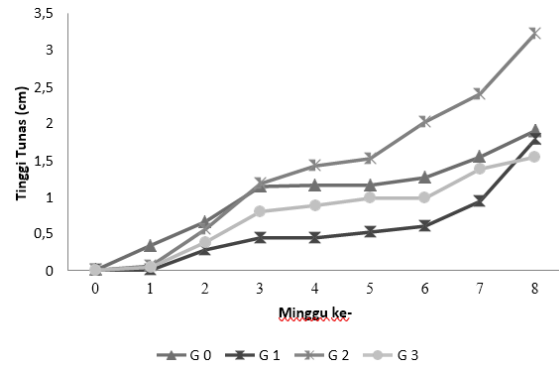
Gambar 2 menunjukkan waktu muncul tunas *A. malaccensis* Lamk. Waktu muncul ada kecenderungan paling cepat pada perlakuan penambahan 20 mg/l glutamin atau G2, yaitu 2,5 minggu setelah tanam. Sedangkan pada perlakuan penambahan 10 mg/l glutamin atau G1 dan 0 mg/l glutamin atau G0, rata-rata tunas pertama kali muncul pada minggu ketiga dan G3 tunas pertama kali muncul pada minggu keempat.



Gambar 2. Histogram waktu muncul tunas *A. malaccensis* Lamk

Meski demikian, terlihat bahwa pemberian glutamin 20 mg/l dapat memicu pertumbuhan tunas lebih cepat. Menurut Temple et al. (1998) dan Ireland & Lea (1999) dalam Asharo, et al, (2013) sel pada eksplan bisa langsung menggunakan persediaan nutrisi yang siap pakai untuk proses metabolismenya dan tidak perlu melakukan sintesis glutamin dari NH_4^+ yang tersedia pada media. Sehingga sel-sel lebih cepat melakukan pembelahan sel. Hal

tersebut ditandai dengan cepatnya respon pertumbuhan tunas baru pada eksplan.



Gambar 3. Grafik pertumbuhan tunas *A. malaccensis* Lamk. pada Minggu ke-0 hingga Minggu ke-8 setelah tanam

3. Tinggi tunas

Pengaruh penambahan asam amino berupa glutamin terhadap pertumbuhan tinggi tunas *A. malaccensis* Lamk. Pada umur 8 minggu setelah tanam disajikan pada Tabel 1. Hasil sidik ragam parameter tinggi tunas *A. malaccensis* Lamk. pada Tabel 1 menunjukkan tidak adanya beda nyata antar perlakuan. Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan tinggi tunas dari 0 – 8 minggu setelah tanam.

Pertumbuhan tinggi tunas ada kecenderungan paling baik pada perlakuan penambahan 20 mg/l glutamin atau G2.

Hal tersebut diduga bahwa glutamin memainkan peran sebagai pendonor nitrogen yang digunakan untuk proses metabolisme tanaman. Sebelumnya telah dijelaskan bahwa NO_3^- dan NH_4^+ merupakan nitrogen yang umum diserap oleh tanaman yang selanjutnya digunakan dalam proses metabolisme. Penambahan glutamin dalam media memberikan manfaat sel dapat langsung menggunakan persediaan nutrisi tanpa melalui proses sintesis glutamin dari NH_4^+ yang tersedia pada media (Asharo et al, 2013). Dzulfikar et al. (2011) pada masa vegetatif, tanaman membutuhkan nitrogen untuk proses metabolisme. Pada umumnya nitrogen yang diserap berbentuk NO_3^- dan NH_4^+ . Setiono

(2010) dalam Sucandra, et al., (2015) berpendapat bahwa nitrogen akan diserap secara difusi jika konsentrasi nitrogen di luar dinding sel lebih tinggi dari konsentrasi di dalam sel. Proses tersebut dapat berlangsung karena konsentrasi ion di dalam dinding sel tetap rendah, begitu ion-ion masuk kedalam dinding sel akan terjadi dikonversi bentuk lain, seperti nitrogen organik yang direduksi menjadi NO_3^- dan NH_4^+ yang selanjutnya digunakan dalam proses metabolisme (Maysyaroh & Ermawati,

2018).

4. Jumlah daun

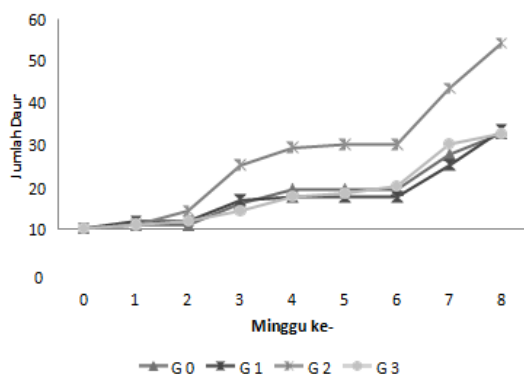
Pengaruh penambahan asam amino berupa glutamin terhadap pertumbuhan jumlah tunas *A.malaccensis* Lamk. pada umur 8 MST disajikan pada Tabel 2. Hasil sidik ragam parameter jumlah daun *A.malaccensis* Lamk. pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian glutamin berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun.

Tabel 2. Pengaruh penambahan glutamin pada media MS terhadap pertumbuhan jumlah daun *A.malaccensis* Lamk Minggu ke-8 setelah tanam

Perlakuan	Jumlah daun
BAP 0,5 ml/l + NAA 0,5 ml/l + 0 mg/l Glutamin	2,41a
BAP 0,5 ml/l + NAA 0,5 ml/l + 10 mg/l Glutamin	2,31a
BAP 0,5 ml/l + NAA 0,5 ml/l + 20 mg/l Glutamin	3,26a
BAP 0,5 ml/l + NAA 0,5 ml/l + 30 mg/l Glutamin	2,31a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa gabungan media MS + 0,5 mg/l BAP + 0,5 mg/l NAA + 20 mg/l glutamin (G2) memiliki kecenderungan paling baik pada pertumbuhan jumlah daun paling baik dari perlakuan lainnya, fotosintesis tanaman dan meningkatkan pertumbuhan daun. Hal tersebut diduga bahwa glutamin memiliki peran sebagai pendonor nitrogen yang digunakan pada proses metabolisme tanaman.



Gambar 4. Grafik pertumbuhan daun *A.malaccensis* Lamk. pada Minggu ke-0 hingga Minggu ke-8 setelah tanam.

Klorofil yang berperan dalam fotosintesis menghasilkan senyawa organik yang akan digunakan tanaman untuk tumbuh dan

berkembangnya tanaman. Maysyaroh dan Ermawati, (2018) juga menjelaskan bahwa ketersediaan klorofil yang cukup maka, proses fotosintesis akan meningkat yang menyebabkan karbohidrat bertambah dan mempercepat pertumbuhan tinggi tanaman. Glutamin juga dapat meningkatkan proses fotosintesis pada tanaman karena dapat mencegah kekuningan pada daun.

Kolaborasi antara glutamin dan ZPT berupa BAP dan NAA yang diberikan pada media berefek pada pertumbuhan dan perkembangan daun. Seperti yang dijelaskan oleh Menendez et al. (2002) dalam Asharo et al., (2013) mengungkapkan bahwa glutamin bertugas sebagai asam amino awal yang selanjutnya mensintesis asam amino lainnya seperti glisin dan glutamat beserta komponen organik bernitrogen yang dibutuhkan sel, kemudian berkolaborasi dengan hormon sitokinin yang telah tersedia, maka akan membentuk organ daun. Sign (2003) dalam Asharo et al., (2013) pada penelitiannya juga mengungkapkan bahwa kolaborasi antara glutamin dan ZPT terutama sitokinin dapat

memacu pertumbuhan dan perkembangan tunas dan daun lebih cepat.

IV. KESIMPULAN

Konsentrasi glutamin yang digunakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter yang diamati. Meskipun demikian kombinasi media MS + 0,5 mg/l BAP + 0,5 mg/l NAA + 20 mg/l glutamin memiliki kecenderungan paling baik dalam mempengaruhi pertumbuhan tunas *A. malaccensis* Lamk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih pada BBPPBPTH terutama Laboratorium Kultur Jaringan beserta jajaran staf yang telah mengizinkan dan mengakomodasi penelitian dan penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreani, T. D. A., Rullu, D. P. (2012). Pengaruh Komposisi Media dan Sumber Eksplan Terhadap Induksi Kalur, Perkecambahan dan Pertumbuhan Tunas Embrio Somatik Jarak Pagar. *Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 4(2).
- Asharo, R. K., Ermavitalini, D. & N. (2013). Pengaruh Media MS dengan Penambahan Glutamin 100 ppm Terhadap Respon Pertumbuhan dan Perkembangan Kultur Tunas Aksilar Tebu (*Saccharum officinarum*) Varietas NXI 1-3, HW-1 dan THA secara In Vitro. *Sains & Seni Pomits*, 2(1), 94 – 98.
- Azwin. (2016). Penggunaan BAP dan TDZ untuk Perbanyak Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.). *Ilmiah Pertanian*, 13(1), 59–69.
- Borpuzari, P. P., Kachari, J., Papor, C., & Borpuzari, P. (2018). Effect of glutamine for high frequency In-vitro regeneration of *Aquilaria malaccensis* Lamk. through nodal culture. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 9(2), 9–16.
- Fitriani, D., Miswar, & Sholikhah, U. (2015). Pengaruh Pemberian Asam Amino (Glisin, Sistein dan Arginin) Terhadap Pembentukan Tunas Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Secara In Vitro. *Jurnal Berkala Ilmiah Pertanian*, 10(10), 1–5.
- Greenwell, Z. L., & Ruter, J. M. (2018). Effect of Glutamine and Arginine of Growth of *Hibiscus moscheutos* “In Vitro.” *Scientific Article*, 24(4), 393 – 399.
- Hamazaki, R. M., Purgatto, E., & Mercier, H. (2005). Iutamine Enhance Competence for Organogenesis in Pineapple Leave Cultivated In Vitro. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(4).
- Insider, B. (2020). Why Agarwood is So Expensive.
- Iskandar, D., & Suhendra, A. (2013). Uji Inokulasi *Fusarium* sp Untuk Produksi Gaharu pada Budidaya *A. Beccariana*. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 14(3), 182–188. <https://doi.org/10.29122/jsti.v14i3.924>
- Maysyaroh, Q. A. & Ermawati, N. (2018). Efektivitas Jenis Asam Amino dan Variasi Konsentrasi Sukrosa Terhadap Pertumbuhan Planlet Kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Agriprima*, 2(2), 135 – 143.
- Nurwahyuni, I., Napitupulu, J. A., Rosmayati, & Harahap, F. (2012). Pertumbuhan Okulasi Jeruk Keprok Brastepu (*Citrus nobilis* Var. Bratepu) Menggunakan Jeruk Asam Sebagai Batang Bawah. *Saintika*, 12(1), 24–35.
- Rahmagusviana, R. (2016). induksi tunas keji beling (*Strobilanthes crispus* L.) dengan penambahan kombinasi Naphtalen acetic acid (naa) dan 6-benzyl amino purin (bap) dalam medium cair. *Skripsi Biologi Universitas Islam Malang*.
- Saikia, M., Shrivastav, K., & Singh, S. S. (2013). Effect of Culture Media and Growth Hormones on Callus Induction in *Aquilaria malaccensis* Lamk., a Medicinally and Commercially Important Tree Species of North East India. *Asian Journal of Biological Sciences*. <https://doi.org/10.3923/ajbs.2013.96.105>
- Sucandra, A., Silvina, F., & Yulia, A. E. (2015). Uji Pemberian Beberapa Konsentrasi Glisin pada Media Vacin and Went (VW) terhadap Pertumbuhan Plantlet Anggrek (*Dendrobium* sp.) secara In Vitro. *Jom Faperta*, 2(1).
- Susilo, A. Kalima, T. & Santoso, E. (2014). *Panduan Lapangan Pengenalan Jenis Pohon Penghasil Gaharu Aquilaria spp. di Indonesia*. Bogor, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi Internasional Tropical Timber Organization (ITTP)- CITES Phase II Project.
- Winarto, B. (2011). Effect of Glutamine and Serine on Anther Culture of *Anthurium andraeanum* cv. Tropical. *Jurnal Hortikultura*, 21(4), 295–305.

Winarto, B. (2011). Pengaruh Glutamin dan Serin terhadap Kultur Anter Anthurium andraeanum cv. Tropical. *Jurnal*

Hortikultura, 21(4), 293.
<https://doi.org/10.21082/jhort.v21n4.2011.p293-305>

