



**PENGARUH JENIS MEDIA TANAM DAN PENAMBAHAN *NANOBUBBLES* O₂
TERHADAP PERTUMBUHAN PLANLET ANGGREK**

Dendrobium Burana Green × *Ong Ang Ai Boon* SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:

VISKA PURNAMASARI

21901061054



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2023

ABSTRAK

Viska Purnamasari (21901061054). Skripsi. Pengaruh Jenis Media Tanam dan Penambahan *Nanobubbles* O₂ terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon* secara *In Vitro*

Pembimbing (I) Ir. Tintrim Rahayu, M. Si.,; Pembimbing (II) Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si.

Anggrek *Dendrobium* memiliki beragam warna, bentuk dan keindahan yang banyak diminati. Proses pertumbuhan tanamannya anggrek memerlukan penanganan khusus pada lingkungan tumbuh yang sesuai, seperti media tanam yang sesuai dengan nutrisi yang tepat dapat merangsang pertumbuhan anggrek. Jenis media *thin liquid film* adalah penggunaan media cair dengan sistem perendaman sementara. Media vermikulit dan perlit memiliki sifat yang hampir sama, akan tetapi vermikulit memiliki daya serap air yang lebih tinggi dari perlit. *Nanobubbles* adalah gelembung dengan 1-100 nm yang dapat hidup lebih stabil di dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh jenis media dan penambahan NBs O₂ terhadap pertumbuhan anggrek *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon*. Penelitian ini dilaksanakan pada November hingga Desember 2022 di Laboratorium PT. Java Indo Arjuna Singosari, Malang. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 10 perlakuan yaitu padat MS, padat gaviota, *thin liquid film*, *thin liquid film* +NBs O₂, vermikulit, vermikulit + NBs O₂, perlit, perlit + NBs O₂, vermikulit + perlit dan vermikulit + perlit + NBs O₂ dengan 4 ulangan. Data yang dianalisis secara deskriptif dan uji Manova. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan vermikulit + NBs O₂ berpotensi meningkatkan panjang planlet sebesar 13,80 mm, berat basah planlet sebesar 0,370 g, persentase planlet hidup sebesar 100% dan persentase kontaminasi sebesar 0%, sedangkan pada perlakuan vermikulit + perlit berpotensi dalam pertumbuhan akar pertama muncul yaitu 5 HST. Pada perlakuan vermikulit berpotensi dalam pertumbuhan jumlah daun terbanyak sebanyak 5 helai daun, sedangkan pada perlakuan warna daun perlakuan padat MS memiliki warna hijau lebih pekat.

Kata kunci: *Dendrobium*, *thin liquid film*, vermikulit, perlit, *Nanobubbles* (NBs)



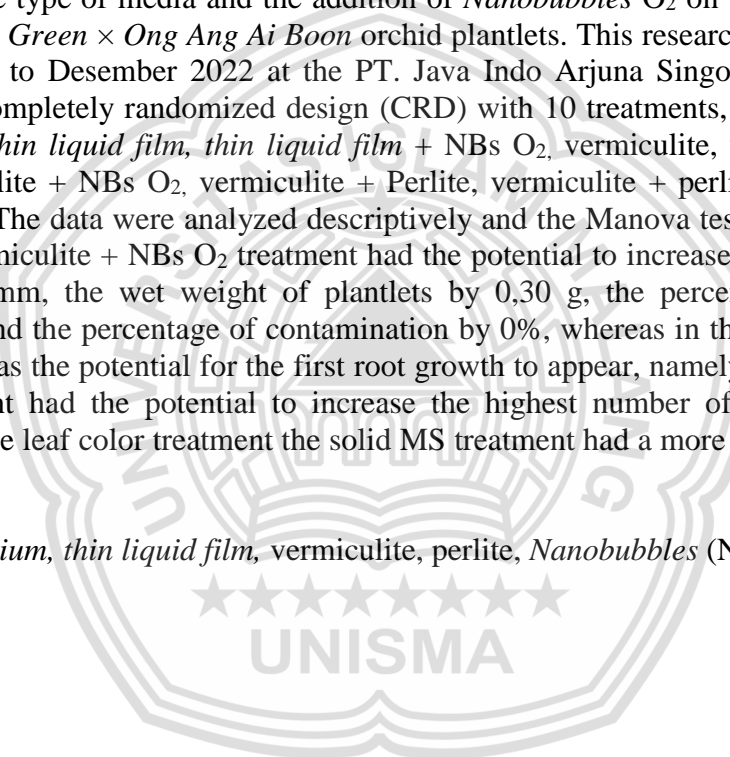
ABSTRACT

Viska Purnamasari, NPM. 21901061054. “The effect of the type Planting Medium and the Addition of *Nanobubbles* O₂ on the Growth of *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon* Orchid Plantlets *In Vitro*”

Supervisor (I) Ir. Tintrim Rahayu, M. Si.,; Supervisor (II) Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si.

Dendrobium orchids have a variety of colors, shapes and beauty that are in great demand. The process of growing orchid plants requires special handling in an appropriate growing environment, such as planting media that is suitable with proper nutrition can stimulate orchid growth. This type of *thin liquid film* media is the use of liquid media with a temporary immersion system while. Vermiculite and perlite media have almost the same properties, but vermiculite has a higher water absorption capacity than perlite. *Nanobubbles* are bubbles with 1-100 nm which can live more stably in water. This study aims to influence the type of media and the addition of *Nanobubbles* O₂ on the growth of *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon* orchid plantlets. This research was carried out from November to Desember 2022 at the PT. Java Indo Arjuna Singosari, Malang. This study used a completely randomized design (CRD) with 10 treatments, namely solid MS, gaviota solid, *thin liquid film*, *thin liquid film* + NBs O₂, vermiculite, vermiculite + NBs O₂, perlite, perlite + NBs O₂, vermiculite + Perlite, vermiculite + perlite + NBs O₂ with 4 replications. The data were analyzed descriptively and the Manova test. The results showed that the vermiculite + NBs O₂ treatment had the potential to increase the length of plantlets by 13,80 mm, the wet weight of plantlets by 0,30 g, the percentage of live plantlets by 100% and the percentage of contamination by 0%, whereas in the vermiculite + perlite treatment has the potential for the first root growth to appear, namely 5 HST. The vermiculite treatment had the potential to increase the highest number of leaves by 5 leaves, whereas in the leaf color treatment the solid MS treatment had a more intense green color.

Keyword: *Dendrobium*, *thin liquid film*, vermiculite, perlite, *Nanobubbles* (NBs)



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Anggrek merupakan tanaman hias yang terkenal dengan kecantikan dan keindahan bunganya. *Dendrobium* sp. adalah genus anggrek terbesar kedua dalam keluarga *Orchidaceae* (Setyawati dkk., 2023). Seiring dengan perkembangan zaman, pertanian dan budidaya maupun pebisnis tanaman hias telah menggunakan cara alternatif untuk memperbanyak dan pertumbuhan tanaman melalui teknik kultur jaringan.

Kultur jaringan merupakan teknik memperbanyak yang dapat memperbanyak tanaman dalam waktu singkat dan dalam jumlah banyak (Santoso dkk., 2020). Kultur jaringan tanaman adalah teknik menumbuhkan bagian tanaman pada lingkungan yang steril, misalnya pada media yang steril (Ikenganyia dkk., 2017). Media kultur *in vitro* mengandung banyak komponen yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman seperti makronutrien, mikronutrien, asam amino, vitamin dan myo inositol (Jaime dan Silva, 2015). Media dalam kultur digolongkan menjadi dua jenis, yaitu media padat dan media cair. Umumnya penanaman anggrek secara aseptik menggunakan media padat.

Jenis media padat *Murashige and Skoog* (MS) merupakan media yang sering digunakan dalam kultur *in vitro*. Keunggulan media MS adalah memiliki kandungan nitrogen yang tinggi dan memiliki beberapa manfaat bagi pertumbuhan tanaman (Leghari dkk., 2016). Media padat umumnya berupa padatan gel seperti agar, sedangkan media cair adalah nutrisi yang dilarutkan dalam air (Mahmoud, 2013). Jenis media *thin liquid film* adalah penggunaan media cair dengan sistem perendaman sementara. Film tipis dari media cair dapat digunakan untuk menghasilkan jumlah yang signifikan. Menurut Adelberg (2004), sistem film tipis pada tumbuhan *Alocasia* lebih besar dari pada media padat. Eksplan *Alocasia* berkembang biak paling cepat dan memiliki berat kering relatif besar pada media cair dibandingkan dengan media padat.

Media tanam mempengaruhi proses penyerapan unsur hara, air, nutrisi yang diberikan pada tanaman. Media tanam yang baik adalah media yang mampu dalam menyimpan nutrisi bagi tanaman. Media vermikulit dan perlit telah digunakan diberbagai bidang industri, pertanian dan lain-lain. Vermikulit adalah media terkelupas ringan, berpori, tidak larut dalam air atau pelarut organik, tidak beracun dan memiliki sifat penyerapan yang baik, sedangkan perlit merupakan batuan vulkanik silika yang terjadi secara alami dari proses hidrasi batuan oksidasi, sehingga memiliki kandungan air terikat yang cukup tinggi

(Yuwono dkk., 2019). Perlite terkenal dengan aerasi tanah dan penyerapan air. Penggunaan perlit memberikan peningkatan aerasi dan drainase serta kelembapan dan ketersediaan nutrisi yang optimal.

Pertumbuhan anggrek termasuk kategori lambat, untuk merangsang pertumbuhan dapat diterapkan penambahan *Nanobubbles* (NBs). Penerapan NBs pada tanaman sudah banyak dilakukan untuk mengatasi masalah atau digunakan sesuai kebutuhan. NBs adalah gelembung dengan ukuran 1-100 nm. NBs dapat hidup lebih lama dan lebih stabil di dalam air karena tekanan internal cairan lebih tinggi dari lingkungan yang mempercepat kelarutan (Eriksson dkk., 1999; Agarwal dkk., 2011; Matsuki dkk., 2012; Ebina dkk., 2013). NBs dapat diisi dengan gas yang dibutuhkan oleh tanaman (Rahayu dkk., 2023). NBs oksigen yang nukleasi oksigen menjadi antarmuka padat (misalnya, tanah liat, mineral dan biochar) dapat bertindak sebagai pembawa potensial untuk mengantarkan gelembung nano oksigen ke daerah sasaran (Wang dkk., 2018). Gelembung oksigen berukuran nano tidak mudah pecah dan dapat bertahan lebih lama di dalam air sehingga kelarutan oksigen lebih stabil dan kualitas air tetap dalam kondisi optimal untuk waktu lama. Oksigen berperan penting dalam penyerapan nutrisi oleh akar tanaman. Berdasarkan latar belakang, penerapan NBs O₂ pada media tanam dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan planlet anggrek *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jenis media tanam dan penambahan *Nanobubbles* O₂ terhadap pertumbuhan planlet anggrek *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon*?
2. Bagaimana pengaruh jenis media tanam dan penambahan *Nanobubbles* O₂ yang terbaik terhadap pertumbuhan planlet anggrek *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jenis media tanam dan penambahan *Nanobubbles* O₂ terhadap pertumbuhan planlet anggrek *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon*?

2. Bagaimana pengaruh jenis media tanam dan penambahan *Nanobubbles* O₂ yang terbaik terhadap pertumbuhan planlet anggrek *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon*?

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan tercapainya tujuan penelitian, maka manfaat yang akan didapatkan antara lain:

1. Bagi mahasiswa dapat mengetahui jenis media atau teknik penanaman planlet anggrek yang paling efektif dan efisien untuk pertumbuhan dalam kultur jaringan *in vitro*.
2. Bagi masyarakat dapat mengetahui mengenai teknik kultur jaringan anggrek dengan jenis media yang dapat menghasilkan tanaman yang unggul.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah, maka perlu dibuat hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Penambahan *Nanobubbles* pada berbagai media yang berbeda dapat mendorong pertumbuhan dan perkembangan pada planlet anggrek *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon*.

1.6 Batasan Masalah

Cara untuk menghindari kesalahpahaman dan agar penelitian lebih efektif, diperlukan batasan penelitian yang selaras dengan judul penelitian. Adapun batasan penelitian tersebut yaitu :

1. Planlet yang digunakan merupakan anggrek hasil silangan dari anggrek *Dendrobium Burana Green Ong Ang Ai Boon*.
2. Planlet yang digunakan belum memiliki organ yang lengkap.
3. Media yang dipakai adalah media anorganik.

Variabel yang diamati yaitu persentase planlet tumbuh, persentase kontaminasi, akar pertama, jumlah daun, warna daun, panjang planlet dan berat basah planlet.

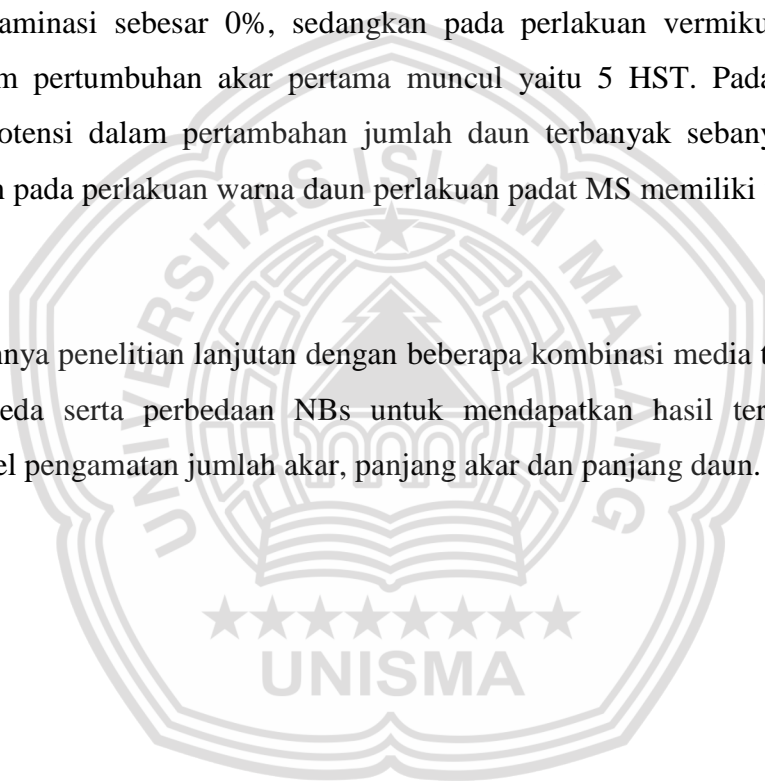
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah jenis media tanam sangat berpengaruh terhadap porotitas dan penyerapan atau penyimpanan air tinggi yang dimiliki media tanam. Penambahan NBs O₂ dan jenis media yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan planlet anggrek *Dendrobium Burana Green* × *Ong Ang Ai Boon*. Perlakuan vermikulit + NBs O₂ berpotensi meningkatkan panjang planlet sebesar 13,80 mm, berat basah planlet sebesar 0,370 g, persentase planlet hidup sebesar 100% dan persentase kontaminasi sebesar 0%, sedangkan pada perlakuan vermikulit + perlit berpotensi dalam pertumbuhan akar pertama muncul yaitu 5 HST. Pada perlakuan vermikulit berpotensi dalam pertumbuhan jumlah daun terbanyak sebanyak 5 helai daun, sedangkan pada perlakuan warna daun perlakuan padat MS memiliki warna hijau lebih pekat

5.2 Saran

Perlu dilakukannya penelitian lanjutan dengan beberapa kombinasi media tanam, jenis eksplan yang berbeda serta perbedaan NBs untuk mendapatkan hasil terbaik. Serta penambahan variabel pengamatan jumlah akar, panjang akar dan panjang daun.



DAFTAR PUSTAKA

- Abbas. S.M. 2013. Pengaruh biostimulan terhadap pertumbuhan dan Komposisi biokimia vicia faba CV. Giza 3 biji. *Bioteknologi Rumania*. 18(2): 8061-8068.
- Adelberg. J dan J. Toler. 2004. Perbandingan Sistem Cairan agar dan *Thin Film* untuk Mikropropagasi Ornamental *Alocasia* dan *Colocasia*. *HortScience*. 39 : 1088-1092.
- Adihaningrum. H., dan T. Rahayu., 2019. Potensi Biosida Serbuk Pelepeh Pisang Kepok pada Kultur *In Vitro* Benih Beras Hitam. In Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek (SNPBS) ke-IV (p. 133).
- Agarwal A, Ng Wj, dan Liu Y. 2011. Prinsip dan Aplikasi Teknologi Microbubble dan Nanobubble untuk Pengolahan Air. *Kemosfer* 84: 1175-1180.
- Agustini V., I. Rahayu., L. A. Numberi., Z. Ni'mah. 2020. Peran Chitosan sebagai Pemacu Pertumbuhan Kultur Anggrek *Dendrobium lasianthera* J.J.S.m. secara *In Vitro*. *Jurnal Biologi Papua*. 12(1): 43-49.
- Andiani, Y. 2016. *Usaha Pembibitan Anggrek dalam Botol Teknik In Vitro*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta.
- Andriyani, A. 2017. *Membuat Tanaman Anggrek Rajin Berbunga*. Agromedia. Jakarta.
- Ahmed. A. K. A., C. Sun., L. Hua., Z. Zhang., Y. Zhang., T. Marhaba and W. Zhang. 2017. Colloidal Properties of azevedoAir, Oxgyen, and Nitrogen Nanobubbles in Water: Effects of Ionic Strength, Natural Organic Matters, and Surfactions, *Environmental Engineering Science*.
- Ahmed, A.K.A., X. Sun., L. Hua., L. Manzueta., W. Qing., T. Marhaba., W. Zhang. 2018. Pengaruh gelembung nano udara, oksigen, nitrogen dan karbon dioksida pada perkecambahan biji dan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Agri Makanan Kimia*. 66, 5117-5124.
- Andalasari, T. D., Yafisham, Y., dan Nuraini. 2014. Respon pertumbuhan anggrek *Dendrobium* terhadap jenis media tanam dan pupuk daun. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 14 (1): 76-82.
- Assagaf, M. H. 2012. *1001 Spesies Anggrek yang dapat Berbunga di Indonesia*. Kataelha. Jakarta.
- Astutik., S. Asti dan Sutoyo. 2021. Stimulasi Pertumbuhan *Dendrobium* sp. menggunakan Hormon *Auksin Naphtalena Acid (NAA)* dan *Indole Butyric Acid (IBA)*. *Jurnal Buana Sains*. 21(1): 19-28.

- Ayu. P., Ratnawati., S. Aloysius, L. Sugiyarto dan I. S. Mercuriani. 2020. Optimasi media kultur in vitro anggrek *Dendrobium nobile* berbasis pupuk. *Jurnal Penelitian Saintek*. 25(2): 157-172.
- Azevedo, A., R. Etchepare., S. Calgaroto dan J. Rubio. 2016. Dispersi berair nanobubbles: generasi, sifat dan filter. *Rekayasa Mineral*. 94: 29-37.
- Basri . A. H. H. 2016. Kajian Pemanfaatan Kultur Jaringan Dalam Perbanyakan Tanaman Bebas Virus. *Jurnal Agrica Ekstensia*. 10(1): 64-73.
- Beri. A. A. G. 2018. *Pengaruh Penambahan Zat Pengatur Tumbuhan (ZPT) Terhadap Perkecambah dan Induksi Kalus Embrionik Tanaman Cendana (Santalum album L.) secara In Vitro*. Biologi UIN. Malang.
- Budihastuti, R. 2017. Hubungan antara tinggi tegakan, biomasa akar dan jumlah daun semai mangrove avicennia marina. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 2(1): 31-36.
- Celik. A. G., A. M. Kilic dan G. O. Cakal. 2013., Memperluas karakterisasi agregat perlit untuk digunakan sebagai bahan baku konstruksi ringan *Physicochem. Masalah Buruh Tambang. Proses*. 49 689-700.
- Chang, G., Y. Xing, F. Zhang, Z. Yang, X. Liu, and X. Gui. 2020. Effect of Nanobubbles on the Flotation Performance of Oxidized Coal, *ACS Omega*.
- Chatzistathis T., A. Giannakoula., E. Papaioannou., dan I. E. Papadakis. 2021. Zeolit dan vermikulit sebagai amandemen tanah anorganik memodifikasi alokasi akar tunas, nutrisi mineral, aktivitas fotosistem II dan parameter pertukaran gas Kastanye. *Jurnal Agronomi*. 11: 109.
- Ebina, K., K. Shi., M. Hirao., J. Hashimoto., Y. Kawato., S. Kaneshiro., T. Morimoto., K. Koizumi., dan H. Yoshikawa., 2013. Oksigen dan Larutan Nanobubble Udara Mendorong Pertumbuhan Tanaman, Ikan, dan Tikus. *PlosSatu*. 8 (6) e65339.
- Eriksson JC, dan S. Ljunggren. 1999. Energi Bebas Minimum yang Tidak Stabil secara Mekanis dari Gelembung Gas yang Terendam dalam Air dan Melekat pada Dinding Hidrofobik. *Koloid dan Pakan Aspek Fisikokimia dan Teknik* 159: 159-163.
- Fakhri. F. P, Nintya. S, dan Yulita. N. 2021. Pertumbuhan Planlet Anggrek *Cymbidium bicolor* Lindl. Pada Tahap Subkultur dengan Variasi Media. *Jurnal Biologi Udayana*. 25 (1): 71-77.
- Gardner, P.F., Pearce, R.B., dan Michell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

- Habibi, M.H dan M. Zendeudel. 2011. Sintesis dan karakterisasi nanopartikel titania pada permukaan perlit mikropori dengan metode sol-gel: pengaruh prekursor titania pada karakteristik. *Jurnal inorg Organomet.* 21, 634.
- Halauddin., Supiyanti dan Suhendra. 2018. Perancangan dan Pemanfaatan Teknologi Hidroponik Vertikal Hidro 40 Hole bagi Karang Taruna Tri Tunggal di Desa Talang Pauh. *Jurnal Dharma Raflesia Unib* Tahun XVI, No. 1.
- Handini, A.S. 2012. Pengaruh Paclobutrazol terhadap Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium Lasianthera* pada Tahap Aklimatisasi. (Skripsi). Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hastuti, W., Prihastanti, E., Haryanti, S., dan Subagio, A. 2016. Pemberian Kombinasi Pupuk Daun Gandalis D dengan Pupuk Nano-siliki terhadap Pertumbuhan Bibit Magrove (*Bruguiera gymnorrhiza*). *Jurnal Biologi*, Vol. 5 No. 2 Hal. 38-48.
- Hendry. H dan D. Amalia. 2018. Stabilisasi tanah lempung padalarang menggunakan vermikulit dan semen untuk meningkatkan daya dukung (UCS). *jurnal teknik sipil*.
- Heriansyah, P., T. Sagiarti., dan R. Rover., 2014. Pengaruh Pemberian Myoinositol dan Arang Aktif pada Media Sub Kultur Jaringan Tanaman Anggrek (*Dendrobium sp.*). *Jurnal Agroteknologi*, 5(1), pp.9-16.
- Ho C.C, Huang H dan chu P.C. sebuah studi berdasarkan pelepasan elektrokimia dibantu oleh elektroda berongga dan gelembung mikro-nano untuk memproses bahan rapuh non-konduktif transparan. *Jurnal internasional Teknologi Manufaktur.* 115(1): 367-382.
- Hutami S. 2008. Masalah pencoklatan pada kultur jaringan. *Jurnal AgroBiogen.* 4(2): 83-88.
- Rineksane. A. I., A. F. Juliarachmi., R. K. Putri., A. Astuti dan G. S. Sarmidjo., 2020. Optimalisasi kombinasi 2,4-D dan sitokinin untuk pertumbuhan *Vanda tricolor* di media padat dan cair. *Jurnal Ilmu Bumi dan Lingkungan* 752.
- Ikenganyia, E. E., M. A. N. Anikwe., T. E. Omeje dan J. O. Adinde., 2017. Regenerasi Kultur Jaringan Tanaman dan Teknik Aseptik. *Asian Jurnal dari Bioteknologi dan Teknologi Sumber Daya Hayati.* 1(3) : 1-6.
- Ikrarwati., I. Zulkarnaen., A. Fathonah., Nurmayulis dan F. R. Eris., 2020. Pengaruh jarak lampu LED dan jenis media tanam terhadap microgeen Basil (*Ocimum basilicum L.*). Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember.
- Intan, R, D, A. 2008. Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman. Fakultas Pertanian. *Universitas Pajajaran.* Pajajaran.

- Iriyani, D., dan P. Nugrahani., 2014. Kandungan klorofil, karotenoid dan vitamin c beberapa jenis sayuran daun pada pertanian periurban di kota Surabaya. *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*. 15(2), 84-90.
- Ishida, N., Inoue. T., Minoru. M. dan Hingashitani. K. 2000. Gelembung Nano pada permukaan Hidrofobik dalam Air diamati dengan Mikroskop Gaya Atom Tapping-Mode. *Langmuir*, 6377-6380.
- Jaime A, Silva T da. 2015. Rasio Amonium terhadap Nitrat Mempengaruhi Pembentukan *Protocorn Like Bodies PLB* secara *In Vitro* dari *Hybrid Cymbidium*. *Jurnal Tanaman Hias dan Hortikultura*. 3(3) : 184-189.
- Kabra. S., S. Katana dan A. Rani., 2013. Karakteristik dan studi perlit. *Res. Sains. Turki*. 2 4319-26.
- Khan, P., W. Zhu., F. Huang., W. Gao dan N. A. Khan. 2020. Teknologi gelembung mikro-nano dan aplikasi yang berhubungan dengan air. *Pasokan Air*. 20(6): 2021-2035.
- Leghari, S. J., N. A. Wahocho., G. M. Leghari., A. Hafeezleghari., G. M. Bhabha., K. H. Talpur., T. A. Bhutto., S. A. Wahocho dan A. A. Lashari. T. 2016. Peran Nitrogen bagi Pertumbuhan dan Pengembangan Tanaman : sebagai tunjangan. *Journal of Advance in Environment Biology*. 10 (9) : 209-218.
- Lely Z. N, Erpina D. M, Muainah H, dan Mieke A. H. 2021. Membangun Sinergi antar Perguruan Tinggi dan Industri Pertanian dalam Rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka. Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS.
- Lianawati I.A.M., Ni P.A., dan Ni L.s. 2021. Penggunaan jenis media dan perlakuan pupuk untuk pertumbuhan anggrek *Dendrobium*. *Simbiosis IX*. (1): 1-11.
- Lingga, P. 1994. *Hidroponik bercocok tanam tanpa tanah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Liu Y., Y P. Zhou., W Tianze., J Pan., B Zhou., T Muhammad., C Zhou dan Y Li., 2019. Oksidasi air gelembung mikro-nano: secara sinergis meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi, hasil panen dan kualitas. *Jurnal Produksi Bersih*. 222: 835-843.
- Malik Al., TD Colmer., H Lambers dan M Schortemeyer. 2001. Perubahan sifat fisiologis dan morfologi akar dan pucuk gandum sebagai respons terhadap kedalaman genangan air yang berbeda. *Jurnal Fisiologi Tumbuhan*. Australia 28, 1121-1131.
- Malandrino. M., O. Abollino., S. Buoso., A. Giacomo., L. C. Giola., Menstasti. 2011. *Chemosphere*. 181 149-160.

- Mahmoud, O., & Kosar, M. 2013. Regeneration and Histological of Plants Derived From Leaf Explants In Vitro Culture of Strawberry. *Agricultural Biotechnology Research Institute of Ifan*.
- Maida S. 2020. Variasi MS (murashige and Skoog) dengan Ekstrak Jagung Manis pada Perbanyakkan Tanaman Anggrek cattleya (*Cattleya L.*) secara In Vitro. (Skripsi) *Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo*.
- Marningsih. R. S., A. S. Nugroho dan M. A. Dzakiy. Pengaruh substitusi pupuk organik cair pada nutrisi AB mix terhadap pertumbuhan caisim (*Brassica juncea L.*) pada hidroponik drip irrigation system. *Jurnal Biologi & Pembelajarannya*. 5(1) 44-51.
- Matsuki N, Ichiba S, Ishikawa T, Nagano O, Takeda M, Ujike Y, dan Yamaguchi T. 2012. Oksigenasi Darah Menggunakan Suspensi MicronanoBubble. *Jurnal Biofisika Eropa* 41: 571-578.
- Michailidi, E.D., G. Bomis., A. Varoutoglou., E. K. Efthimiadou., A.C. Mitropoulos dan E. P. Favvas. 2019. fundamentals and Applications of Nanobubbles, *Advanced Low-Cost Separation Techniques in Interfase Science*.
- Nida, R.S. 2018. Perbandingan pertumbuhan anggrek *Dendrobium nobile Linn* menggunakan media subkultur dengan penambahan ekstrak buah pisang ambon dan ekstrak buah nangka (Skripsi). *Universitas Sanata Dharma*. Yogyakarta.
- Nurana, A. R., G. Wijana, dan R. Dwiyani. 2017. Pengaruh 2-ip dan NAA terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek *Dendrobium Hibrida* pada Tahap Subkultur. *Agrotrop*. 7(2) : 139-146.
- Nurmaningrum D., Yulita N., dan Nintya S. 2017. Mikropropagasi Tunas Alfalfa (*Mdicago sativa L.*) pada Kombinasi *Benzil Amino Purin* (BAP) dan *Thidizuron* (TDZ). *Jurnal Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 2(2) : 410-50.
- Palemba, T.Y., M. T. Lasut., J.I. Kalangi., dan A. Thomas. 2012. Aplikasi pupuk daun gandalis D terhadap pertumbuhan bibit jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus Havil*). *Jurnal UnSrat*.
- Pauline D. K dan Sumaryono. 2008. Perkembangan kalus embriogenik sagu (*Metroxylon sagu Rottb.*) pada tiga sistem kultur in vitro. *Jurnal Menara Perkebunan*. 76(1) 1-10.
- Pebra. H dan E. Indrawanis. 2020. Uji Tingkat Kontaminasi Eksplan Anggrek *Bromheadia finlysoniana L.miq* Dalam Kultur In-Vitro dengan Penambahan Ekstrak Tomat. *Jurnal Agroqua*. 18(2).

- Perdana M. A. P., D. Ratnadewi., dan T. M. Ermayanti. 2022. Optimasi Komposisi Media untuk Mikropropagasi Tanaman Kupa (*Syzygium polycepholum* (Miq.) Merr. & L.M Perry). *Jurnal Agro*. 9(2).
- Purwanto, P. A. dan S. Mardin., 2007. Modifikasi Media MS dan Perlakuan Penambatan Air Kelapa Untuk Menumbuhkan Eksplan Tanaman Kentang. *Jurnal Penelitian dan Informasi Pertanian "Agrin"*, 11(1): 36-42.
- Puspita, A. 2017. Potensi Biosida Ekstrak Akar dan Batang Pisang Kepok untuk Pertumbuhan Biji Kacang Hijau secara In vitro. Skripsi. *Pendidikan Biologi UMS*. 1-13.
- Oktavian R. S dan H. E. Mamby., 2019. Studi simulasi menentukan kondisi ideal furnace untuk proses produksi expanded perlite dengan menggunakan software metsim. *Pros. Tek. Pertamina*. 4: 477-85.
- Oratmangun, K.M., D. Pandiangan dan F.E. Kandou. 2017. Deskripsi jenis-jenis kontaminasi dari kultur kalus *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *Jurnal MIPA Unsrat*. 6 (1): 47-52.
- Rahayu, T., G.E. Jayanti dan A. Hayati. 2023. Induksi *Nanobubbles* (NBs) untuk pertumbuhan anggrek *Dendrobium Imelda Marina Masagung X Bumi Menangis*. *Journal of Biologi Sciences*. 10(1):126-132.
- Rahmadi, A. dkk. 2020. Optimasi Teknik Sterilisasi dan Induksi Tunas Tanaman Durian (*Durio zibethinus* Murr)'Kamajaya' Lokal Cimahi secara In vitro. *Jurnal kultivasi*. 19 (1): 1083-1088.
- Reka. A. A., B. Pavlovski., K. Lisichkov., A. Jashari., B. Boev., I. Boev., M. Lazarova., V. Eskizeybek., A. Oral., G. Jovanovski dan P. Makreski., 2019. Fitur kimia, mineralogi, dan structural perlit asli dan diperluas dari Makedonia Geol. *Kroasia*. 75 215-21.
- Ren, F., Noda. A., Ueda, T., Sano, Y., Takase, Y., Umekage, T. 2018. Simulasi Pasangan CFD-PBM dari Genetator Nanobubble dengan Struktur Sarang Lebah. Konferensi Internasional tentang Kekuatan Material dan Mekanik Terapan. 372: 1-9.
- Rezaei. Z., S. Jafarirad dan M. Kosari-Nasab. 2019. Modulasi profil metabolit sekunder dengan MgO/Perlite yang disintesis secara biologis nanokomposit dalam kultur organ tanaman Melisa ofcinalis. *Jurnal bahan berbahaya*. 120878.
- RHS. 2019 Color Chart Guide Sixth Edition reprint. Royal Horticultural Society, London.
- Romeida. A., S.H. Sutjahjo, A. Purwito, D. Sukma dan Rustikawati. 2013. Optimasi pertumbuhan dan multiplikasi lini klon PLBs anggrek *Spathoglottis plicata* Blume

- melalui modifikasi komposisi medium MS dan sitokinin. *Jurnal Hort. Indonesia*. 4(1): 1-8.
- Rubatzky. V. E dan M. Yamaguchi. 1998. *Sayuran dunia 1 prinsip. Produksi dan gizi*. ITB. Bandung.
- Sakina, S., S. Anwar, dan F. Kusmiyanti. 2019. Pertumbuhan Planlet Anggrek *Dendrobium (Dendrobium Burana Green x Ong Ang Ai Boon)* secara In Vitro pada Konsentrasi BAP dan NAA berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(3): 430-437.
- Salisbury, F.B., dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid III*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Santoso, I. B., T. Hardiyanti., M. Dwiati dan K. Kamsinah., 2020. Teknologi Kultur Invitro Anggrek untuk Meningkatkan Keragaman Tanaman di Agrowisata Serang. *Prosiding*, 9(1).
- Santoso, U dan F. Nursandi. 2004., *Kultur Jaringan Tanaman*. UMM Press. Malang.
- Setiawan, H. 2003. *Merawat Tanaman Anggrek*. Jakarta: Seri Agrihobi.
- Setiawati, D., 2011. Pengaruh Waktu dan Frekuensi Aplikasi Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan *Dendrobium 'Tong Chai Gold'*. Institusi Pertanian Bogor. Bogor.
- Setiawati, T., I.A. Saragih., M. Nurzaman dan A.Z. Mutaqin. 2016. Analisis kadar klorofil dan luas daun lampeni (*Ardisia humilis* Thunberg) pada tingkat perkembangan yang berbeda di cagar alam pangandaran. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. 25(1): 122-126.
- Setyowati, D.A., Tahayu, G.E. Jayanti, and D.Agisimanto. 2023. Pengaruh variasi konsentrasi Idole Butyric Acid (IBA) pada anggrek *Dendrobium hybrid* terhadap pertumbuhan dan survival dalam media cocopeat. *E-Jurnal Ilmiah Sains Alami (Known Nature)* 5 (2).
- Seyed A.R. 2009. Peningkatan regenerasi in vitro SUBSP *Brassica oleracea. Italika CV*. Green marvel melalui organogenesis. Universitas Putra Malaysia.
- Sharma. T., A. Heath., R. Cooper dan K. Paine., 2018. Penerapan bakteri enkapsulasi perlit yang diperluas dan media pertumbuhan untuk beton yang dapat menyembuhkan sendiri *Constr. Membangun. Meter*. 160 610-9.
- Shela. L.N.S., S. Luthfi.A.M.S, dan Emmy.H.K. 2018. Keberhasilan terbentuknya tunas mikro anggrek (*Cattleya trianae* Lindl & Rchb.fil) dalam beberapa komposisi medium. *Jurnal Agroekoteknologi*. 6(1): 113-117.

- Shofiyani, A dan N. Damajanti. 2015. Pengembangan metode sterilisasi pada berbagai eksplan guna meningkatkan keberhasilan kultur kalus kencur (*Kaemferia galangal* L.) *Universitas Muhammadiyah Purwokerto*. 17(1): 55-64.
- Silla. S., Suryani dan S. M. Sholihah. 2021. Pengaruh berbagai media tanam terhadap pertumbuhan dan kadar pigmen microgeens selada. *Jurnal Ilmiah Respati*. 12(2).
- Stefanova V, P. Petrov dan E. Zheleva. 2020. Kemungkinan penggunaan vermikulit dalam rekultivasi timbunan yang didapatkan sebagai hasil deposit penambahan limbah dari ekstraksi biji tembaga. *Jurnal Ilmu dan Teknik Material*.
- Suharjo, K. A dan A. Basuki. 2009. Pemanfaatan limbah perlit sebagai material bata beton ringan. *Riset Industri*. 3(2): 139-144.
- Sulichantini. E. D., E. Eliyani., A. Saputra dan S. Susylowati., 2021. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh dan Bahan Organik terhadap Pertumbuhan Anggrek Tebu *Grammatophyllum speciosum* Blume secara Kultur Jaringan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 4(1).
- Sukma, D dan A. Setiawan. 2010. Pengaruh waktu dan frekuensi Aplikasi pupuk daun terhadap pertumbuhan dan pembungaan anggrek *Dendrobium Tong Chai Gold*. *Jurnal Hort. Indonesia*. 1(2): 97-104.
- Sutedjo. M. 2010. *Pupuk dan cara pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Takahashi, M., K. Chiba., P. Li. 2007. Generasi radikal bebas dari mikro yang runtuh tanpa adanya stimulus dinamis. *Fisika Kimia*. 111, 1343-1347.
- Tan, BH, An, H., Ohl, CD. 2017. Menyelesaikan gaya menyematkan gelembung nano degan optic mikroskopi. *Fisika. Pendeta Lett*. 118, 054501.
- Tanh. D.N., M. Singh., P. Ulbrich., N. Strnadova dan F. Stypanek. 2011. Perlite menggabungkan bahan nano Fe₂O₃ dan MnO₂: persiapan dan evaluasi adsorben baru untuk penghilangan As (v). *Technol*. 82, 93-101.
- Tao W. L., Bin Y, Elisa T, A. V., Elisabetta, M. Yan., dan P. Gang. 2019. Peningkatan pertumbuhan dan produktivitas tanaman tomat pada pertanian organic dengan Agri-Nanotechnology menggunakan *Nanobubble oxygation*. *Jurnal Kimia Pertanian dan Pangan*.
- Tirta. I. G., 2006. Pengaruh beberapa jenis media tanam dan pupuk daun terhadap pertumbuhan vegetatif anggrek jumrud (*Dendrobium macrophyllum* A. rich). *Biodiversitas*. 7(1): 81-84.
- Tjitrosoepomo G. 2007. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)* cetakan: 9. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Tuhuteru. S., M. L. Hehanussa dan S. H. T. Raharjo. 2013. Pertumbuhan dan perkembangan anggrek *Dendrobium anosmum* pada media kultur in vitro dengan beberapa konsentrasi air kelapa.
- Umi L.N.Q dan Endang S. 2019. Propagasi *Dendrobium stratiotes* Rchb.f. dengan benziladenin secara in vitro. *Jurnal ilmu-ilmu Pertanian*. 1(1).
- Ushikubo, F. Y., T. Fukukawa., R. Nakagawa., M. Asano dan N. Noda. 2018. Distribusi gelembung ultrahalus di pabrik tanaman yang diamati dengan mikroskop electron transmisi dengan teknik repika fraktur beku. *Bahan nano*. 8, 152.
- Vivi. N. R., P. K. Suprpto dan E. Nuryadin. 2020. Media ekstrak buah untuk pertumbuhan planlet anggrek *Vanda tricolor* secara in vitro. *Jurnal Biological Sciences*. 8(1): 131-140.
- Wang, J.J., J. Shen, M. Gu, J. Wang, T. Cheng, H. Pan dan Q. Zhang. 2017. Pewarnaan daun dan karakteristik fotosintetik hibrida antara forsythia “Courtaneur” dan forsythia koreana “Suwon Gold”. *HortScience* 52(12): 1661-1667.
- Wang, S., M. Liu dan Y. Dong. 2013. Memahami stabilitas gelembung nano permukaan. *Jurnal of physics condensed matter an institute of physics*. 25(18), 184007.
- Wang, Y., S. Wang., J. Sund., H. Dai., B. J. Zhang., W. D. Xiang., Z. Hu., J. Yang dan W. Zhang. 2021. Gelembung nano meningkatkan pemanfaatan nutrisi dan pertumbuhan tanaman pada beras meningkatkan gen serapan nutrisi dan merangsang pertumbuhan produksi hormon. *Ilmu Lingkungan*. 149627.
- Wang Z. L, X. Wu, D. Liu, Y. Yin, Y. Zhang, S. Xiao dan B. Zing. 2018. Nitrat pengurangan transformasi redoks arsenik dan transfer dalam tanah padi yang tergenang air sistem. *Lingkungan*. Polusi 243: 1015-1025.
- Wattimena, G.A. 1988. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor Bekerja sama dengan Lembaga Sumberdaya Informasi-IPB. 145 hlm.
- Weber, C., F. 2016. Nutrient content of cobbage and lattuce microgreens grown on vermicompost and hyroponic growing pads. *Jurnal of Horticulture Research*. 3(4): 1-5.
- Wiryanta, B. T. W. 200. *Media Tanam untuk tanaman hias*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Yuwono. R. R., W. Agus dan M. Elfida., 2019. Eksperimental pemanfaatan expanded perlit sebagai bahan pengisi (filler) dalam pembuatan cat tembok emulsi berbasis air. *Teknik pertambangan*. 5(2): 411-421.

- Yunpeng Z., Y. Li., X. Li., K. Wang dan T. Muhammad. 2019. Peningkatan Sinergis dalam Hasil dan Kualitas Jagung Musim Semi dengan Oksigenasi Air Mikro/Nanobubbles. *Jurnal Ilmiah*. 9:5226.
- Zhou. Y., F. Bastida., B. Zhou., Y. Sun., T. Gu., S. Li dan Y. Li. 2020. Kesuburan tanah dan produksi tanaman dipupuk oleh irigasi gelembung mikro-nano dengan perubahan terkait dalam komunitas bakteri tanah. *Jurnal Biologi Tanah dan Biokimia*. 141.

