

**RESPON PERTUMBUHAN ANGGREK *Vanda* sp. HASIL UJI NANOBUBBLES
OKSIGEN (NBsO₂) PADA MEDIA VERMIKULIT DAN PERLIT**

SKRIPSI

Oleh

HILDA JIHAN MAULIDA

22101061004



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2025**

LEMBAR JUDUL

**RESPON PERTUMBUHAN ANGGREK *Vanda* sp. HASIL UJI NANOBUBBLES
OKSIGEN (NBsO₂) PADA MEDIA VERMIKULIT DAN PERLIT**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana (S1) Jurusan
Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang**

Oleh

HILDA JIHAN MAULIDA

22101061004



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

RESPON PERTUMBUHAN ANGGREK *Vanda* sp. HASIL UJI *NANOBUBBLES*
OKSIGEN (NBsO_2) PADA MEDIA VERMIKULIT DAN PERLIT

Hilda Jihan Maulida

22101061004

Telah dipeertahankan di depan Majelis Penguji Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Islam Malang pada tanggal 20 Agustus 2025

Mengesahkan,

Penguji I



Dr. Dra. Ari Hayati, M.P.
NPP. 1900200021

Penguji II



Dr. Ratna Djuniwati Lisminingsih, M.Si.,
NPP. 196406171988032001

Pembimbing I



Dr. Gatra Ervi Jayanti S.Si., M.Si
NPP. 191009198432244

Pembimbing II



Ir. Tintrim Rahayu, M.Si.
NPP. 1900200032

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Malang



Prof. Dr. Husain Latuconsina, S.Pi., M.Si.
NPP. 191405197932145

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hilda Jihan Maulida

NPM : 22101061004

Program Studi : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan Pembimbing:

1. Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si.

2. Ir. Tintrim Rahayu, M.Si.

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul RESPON PERTUMBUHAN ANGGREK *Vanda* sp. HASIL UJI *NANOBUBBLES* OKSIGEN (NBsO_2) PADA MEDIA VERMIKULIT DAN PERLIT adalah murni hasil pengerjaan saya dan tanpa ada unsur plagiat, manipulasi data, dan mengubah hasil penelitian secara tidak objektif serta mensitasi sesuai dengan sumber yang ada. Saya akan bertanggung jawab atas orisinalitas skripsi saya dan menaati Keputusan Menteri Pendidikan Nasional (Depdiknas) Nomor 17 Tahun 2010 tentang plagiarisme di Pendidikan tinggi.

Malang, 18 Agustus 2025



Nama : Hilda Jihan Maulida
NPM : 22101061004

LEMBAR PERSETUJUAN

Nama : Hilda Jihan Maulida
NPM : 22101061004
Judul : Respon Pertumbuhan Anggrek *Vanda* sp. Hasil Uji *Nanobubbles* Oksigen
(NBsO₂) pada Media Vermikulit dan Perlit

Telah disetujui untuk dipresentasikan pada Sidang Skripsi di Program Studi Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang.

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si.
NPP. 191009198432244

Pembimbing II



Ir. Tintrim Rahayu, M.Si.
NPP. 1900200032

Mengetahui,

Wakil Dekan I

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Malang



Hamdani Dwi Prasetyo, S.Si., M.Si
NPP. 192901199232146

RIWAYAT HIDUP



Nama	: Hilda Jihan Maulida
Tempat, tanggal lahir	: Pasuruan, 11 Juni 2002
Nama orang tua	
Bapak	: Moch. Hasan
Ibu	: Masruro
Alamat	: Jl. Glatik Timur 01/05 Glagahsari Sukorejo Pasuruan

Riwayat Pendidikan

Periode	Sekolah / Universitas	Bidang Ilmu
2021-2025	Universitas Islam Malang	Biologi
2018-2021	SMA Al-Munawwariyyah Bululawang	MIPA
2015-2018	SMP Al-Munawwariyyah Bululawang	-
2009-2015	SDI Ma'arif Sukorejo	-

Riwayat Organisasi

Periode	Organisasi	Jabatan
2024-2025	Himpunan Mahasiswa Program Studi Biologi (HIMAPRODI) FMIPA UNISMA	Anggota Divisi Publikasi dan Pemenangan Lomba
2023-2024	Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA UNISMA	Anggota Divisi Pendidikan dan Kewirausahaan

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

-Q.S Al-Insyirah: 5-

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, keberhasilan adalah
kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha”

-B.J Habibie-

“We’ve been through all the ups and down and we’ll
continue to go through it all. No matter what the future
brings, there’s nothing left to fear”

-NCT Dream-

“It’s not always easy, but that’s life.
Be strong because there are better days ahead”

-Mark Lee-

“Everything you lose is a step you take”

-Taylor Swift-

“It will pass, everything you’ve gone through it will pass”

-Rachel Vennya-

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan hidayah, karunia, rahmat dan taufiq-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan Skripsi yang dilaksanakan di Laboratorium Orchidologi dan Nursery dengan judul penelitian “Respon Pertumbuhan Anggrek Vanda sp. Hasil Uji *Nanobubbles* Oksigen (NBsO₂) Pada Media Vermikulit dan Pelir”.

Tujuan penyusunan Skripsi sebagai salah satu syarat pemenuhan tugas akhir program studi Biologi fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan dan penyusunan skripsi ini dapat berjalan baik dan lancar karena adanya bimbingan, pengarahan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. H. Junaidi, M.Pd., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Malang.
2. Prof. Dr. Husain Latuconsina, S.Pi., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang.
3. Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah dengan sabar memberi pengarahan, tambahan pengetahuan dan saran-saran yang bermanfaat selama penyusunan Skripsi ini.
4. Ir. Tintrim Rahayu, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah dengan sabar memberi pengarahan, tambahan pengetahuan dan saran-saran yang bermanfaat selama penyusunan Skripsi ini.
5. Dr. Dra. Ari Hayati, M.P dan Dr. Ratna Djuniwati Lisminingsih, M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberi arahan, masukan, serta kritik membangun yang sangat bermanfaat dalam penyusunan dan penyempurnaan skripsi ini.
6. Eka Prasetyowati, S.Si dan Maulana Wanikma Nasir, S.Si selaku Laboran Laboratorium, yang telah mengajari dan membantu pada saat kegiatan skripsi berlangsung.
7. Kakak-Kakak Laboratorium Orchidologi yang telah membantu dan membimbing selama kegiatan skripsi dilaksanakan.
8. Kedua orang tua penulis, ayah dan ibu yang telah berjasa besar dalam mendukung penulis dan selalu mengirimkan doa terbaiknya selama penulisan ini berlangsung.

9. Adik yang telah memberikan dukungan, doa dan sudah membantu huru-hara pada saat awal proses skripsi hingga saat ini.
10. Teman-teman seperjuangan selama kegiatan skripsi pada tahap awal hingga akhir Nadya Raisya Al-Shofura, Ulfa Hidayah dan Nuvia Harini Wulan Fitri yang selalu saling menemani, membantu, memberikan semangat dan menghibur dalam pelaksanaan proses skripsi.
11. Anisatul Rofiidah, Auladia Isnaini Inwar dan Hilda Wahyu Faiza selaku teman dari awal perkuliahan penulis, yang telah membantu dan memberikan semangat selama perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya sampai akhir.
12. Teman-teman Biologi Angkatan 2021 yang sudah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini dengan baik.
13. Terima kasih kepada diri penulis sendiri yang sudah bekerja keras dan selalu berusaha melewati banyak hal diluar dugaan sampai bisa berada dititik sekarang dan seterusnya. Mari melangkah lebih jauh lagi dan tumbuh menjadi lebih baik dari yang kemarin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis menerima saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Malang, 03 Agustus 2025

Penulis

ABSTRAK

Hilda Jihan Maulida (22101061004) Respon Pertumbuhan Anggrek *Vanda* sp. Hasil Uji *Nanobubbles* Oksigen (NBsO₂) pada Media Vermikulit dan Perlit

Pembimbing (1) Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si., Pembimbing (2) Ir. Tintrim Rahayu, M.Si.

Anggrek *Vanda* sp. merupakan tanaman yang memiliki akar udara yang tebal dan panjang berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi, namun pertumbuhannya termasuk ke dalam kategori lambat sehingga perlu diterapkan penambahan *Nanobubbles* (NBs). *Nanobubbles* Oksigen (NBsO₂) merupakan gelembung yang terbentuk dari gas oksigen (O₂) berukuran sangat kecil yang dihasilkan melalui proses elektrolisis air, O₂ berperan penting dalam respirasi tanaman. Media vermikulit kaya akan unsur hara, dapat menyerap dan menahan air dalam jumlah besar. Media perlit memiliki sifat ringan dan berpori sehingga dapat memastikan kelembapan yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil uji NBsO₂ pada media vermikulit dan perlit terhadap pertumbuhan anggrek *Vanda* sp. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan, Vermikulit, Perlit, Vermikulit + Perlit, Vermikulit + NBsO₂, Perlit + NBsO₂, Vermikulit + Perlit + NBsO₂, masing-masing 4 ulangan. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, panjang akar, panjang daun, berat tanaman, dan warna daun. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji MANOVA, data kualitatif berupa foto pertumbuhan tanaman anggrek *Vanda* sp. dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan pada perlakuan NBsO₂ dengan media vermikulit diperoleh rata-rata tinggi tanaman 5,90 cm dan rata-rata panjang akar 3,71 cm,. Sedangkan perlakuan NBsO₂ pada media kombinasi antara vermikulit dan perlit diperoleh rata-rata parameter panjang daun 3,60 cm dan rata-rata berat tanaman 1,87 g. Perubahan pada warna daun terjadi pada perlakuan media vermikulit maupun media kombinasi yang diberi penambahan NBsO₂ dari hijau kekuningan *Moderate Olive Green* 137 A dan *Moderate Olive Green* 137 B menjadi hijau lebih gelap *Greyish Olive Green* NN137 A.

Kata Kunci: *Vanda* sp., Vermikulit, Perlit, NBsO₂, Pertumbuhan

ABSTRACT

Hilda Jihan Maulida (22101061004) Growth Response of *Vanda* sp. Orchids Results of Oxygen Nanobubbles (NBsO₂) Testing on Vermiculite and Perlite Media

Supervisor (1) Dr. Gatra Ervi Jayanti, S.Si., M.Si., Supervisor (2) Ir. Tintrim Rahayu, M.Si.

Vanda sp. orchid is a plant that has thick and long aerial roots that function to absorb water and nutrients, but its growth is included in the slow category so it is necessary to apply the addition of Nanobubbles (NBs). Oxygen Nanobubbles (NBsO₂) are bubbles formed from very small oxygen gas (O₂) produced through the process of water electrolysis, O₂ plays an important role in plant respiration. Vermiculite media is rich in nutrients, can absorb and retain large amounts of water. Perlite media has light and porous properties so it can ensure optimal humidity. This study aims to determine the results of the NBsO₂ test on vermiculite and perlite media on the growth of *Vanda* sp. orchids. This study used an experimental method with a Randomized Block Design (RBD) with 6 treatments, Vermiculite, Perlite, Vermiculite + Perlite, Vermiculite + NBsO₂, Perlite + NBsO₂, Vermiculite + Perlite + NBsO₂, each with 4 replications. The parameters observed were plant height, root length, leaf length, plant weight, and leaf color. The data obtained were analyzed using the MANOVA test, qualitative data in the form of photos of the growth of *Vanda* sp. orchid plants were analyzed descriptively. The results showed that in the NBsO₂ treatment with vermiculite media, the average plant height was 5.90 cm and the average root length was 3.71 cm. While the NBsO₂ treatment on a combination of vermiculite and perlite media obtained an average leaf length parameter of 3.60 cm and an average plant weight of 1.87 g. Changes in leaf color occurred in the vermiculite media treatment and the combination media that were given the addition of NBsO₂ from yellowish green Moderate Olive Green 137 A and Moderate Olive Green 137 B to darker green Greyish Olive Green NN137 A.

Keywords : *Vanda* sp., Vermiculite, Perlite, NBsO₂, growth

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman anggrek *Vanda* sp. merupakan tanaman endemik dan salah satu genus anggrek yang terkenal dengan akar udara yang tebal dan panjang. Akar pada tanaman dilengkapi dengan lapisan Velamen yang terletak pada bagian luar akar. Lapisan ini terdiri dari sel-sel parenkim yang membantu dalam penyerapan air oleh akar dan juga berfungsi sebagai saluran pernafasan bagi anggrek tersebut (Arguelles, 2025). Oleh karena itu, perawatan anggrek *Vanda* sp. hanya digantung tanpa menggunakan media tanam (Santoso *et al.*, 2021). Anggrek yang digantung harus memasuki usia dewasa yaitu 24 bulan, karena sistem perakarannya yang sudah cukup kuat dan mampu menyerap kelembapan udara secara maksimal. Untuk tanaman yang masih di bawah 24 bulan (*seedling*) tetap ditanam menggunakan media agar akar dapat tumbuh dengan baik sebelum dipindahkan ke sistem tanam gantung tanpa media tanam (Sholiha, 2024).

Pertumbuhan pada tanaman anggrek juga termasuk ke dalam kategori lambat, sehingga perlunya diterapkan penambahan *Nanobubbles* (NBs) untuk merangsang pertumbuhan. NBs merupakan salah satu contoh hasil dari penerapan nanoteknologi. NBs merupakan salah satu hasil dari penerapan nanoteknologi. Menurut Liu *et al.*, (2019), Nanoteknologi merupakan ilmu yang berhubungan dengan karakterisasi, dan aplikasi bahan pada skala kecil, biasanya pada tingkat atom dan molekuler, dalam rentang 1-100 nanometer (nm). Dasar dari nanoteknologi adalah memanfaatkan sifat yang muncul pada skala nano, yang sering berbeda signifikan dari sifat material pada skala yang lebih besar. Sehingga memberikan peluang untuk menciptakan ide baru untuk ditingkatkan kembali.

NBs dapat bertahan lama dan lebih stabil di dalam air karena tekanan internal cairan lebih tinggi dari lingkungan yang dapat mempercepat kelarutan. NBs dapat diisi dengan berbagai gas yang dibutuhkan oleh tanaman seperti oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), dan Nitrogen (N_2) (Rahayu *et al.*, 2023). *Nanobubbles* Oksigen ($NBsO_2$) merupakan gelembung udara yang berukuran sangat kecil yang terbentuk dari gas oksigen (O_2) melalui proses elektrolisis air. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan $NBsO_2$ dapat mempercepat pertumbuhan dan perkecambahan

(Wang *et al.*, 2021). Hal ini dikarenakan O_2 memiliki banyak manfaat bagi pertumbuhan tanaman.

Oksigen (O_2) berperan penting dalam proses respirasi tanaman, untuk membakar zat-zat makanan dalam sel dan akan menghasilkan energi yang di butuhkan. O_2 digunakan sebagai proses respirasi aerobik, yaitu proses pemecahan molekul untuk melepaskan energi bagi pertumbuhan tanaman (Krisna *et al.*, 2017). Media tanam juga menjadi salah satu faktor dalam pertumbuhan tanaman anggrek Media tanam berperan penting dalam mendukung penyerapan unsur hara, air, dan nutrisi oleh tanaman. Media tanam dapat dikombinasikan untuk memastikan tanaman memperoleh nutrisi yang tepat sehingga tanaman tersebut dapat tumbuh, berkembang, dan bereproduksi secara optimal (Andana *et al.*, 2023).

Media vermikulit kaya akan silikon dioksida (SiO_2) dan memiliki struktur silikat berlapis yang dapat mengembang saat terkena air. Sifat ini membuatnya mampu menyerap dan menahan air serta nutrisi dalam jumlah besar (Sisriana *et al.*, 2021). Sedangkan media perlit, menurut Purnamasari (2023), Perlit merupakan batuan vulkanik silika yang terbentuk melalui proses hidrasi pada batuan obsidian. Perlit dapat meningkatkan drainase dan aerasi, serta dapat memastikan kelembapan yang optimal tanpa menyebabkan pembusukan pada akar.

Pertumbuhan anggrek *Vanda* sp. mengalami berbagai kendala yang mempengaruhi produktivitasnya masalah utamanya yaitu, kelembapan yang tidak stabil karena kondisi terlalu kering dapat membuat akar udara mengering, sedangkan kelembapan berlebih berpotensi memicu serangan jamur. Selain itu aerasi akar yang buruk akibat media terlalu lembap dapat mengganggu proses respirasi, dan kurangnya pasokan unsur hara yang baik (Charitsabita *et al.*, 2019). Berdasarkan latar belakang, penambahan $NBSO_2$ pada media vermikulit dan perlit dapat mempercepat respon pertumbuhan pada tanaman anggrek *Vanda* sp.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana respon pertumbuhan anggrek *Vanda* sp. hasil uji *Nanobubbles* Oksigen ($NBSO_2$)?

2. Bagaimana respon pertumbuhan anggrek *Vanda* sp. hasil uji jenis media vermikulit, perlit dan kombinasi vermikulit perlit?
3. Apakah terdapat interaksi NBsO₂ dengan media terhadap respon anggrek *Vanda* sp.?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui respon pertumbuhan anggrek *Vanda* sp. hasil uji *Nanobubbles* Oksigen (NBsO₂)
2. Mengetahui respon pertumbuhan anggrek *Vanda* sp. hasil uji jenis media vermikulit, perlit dan kombinasi vermikulit perlit
3. Menganalisis interaksi antara NBsO₂ dengan media terhadap respon anggrek *Vanda* sp.

1.4 Manfaat Penelitian

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

1. Bagi mahasiswa, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengalaman dan wawasan untuk pengembangan ilmu yang berkaitan dengan pertumbuhan anggrek *Vanda* sp. yang diberi *Nanobubbles* Oksigen (NBsO₂) dan media tanam yang baik untuk melakukan penelitian selanjutnya dengan lebih baik.
2. Bagi masyarakat, dapat mengetahui jenis *nanobubbles* dan media tanam yang baik untuk mempercepat pertumbuhan anggrek dan dapat mendapatkan anggrek yang lebih unggul

1.5 Batasan Penelitian

Untuk mencegah terjadinya kesalahpahaman dan meningkatkan efektivitas penelitian, perlu ditetapkan batasan penelitian yang sejalan dengan judul, maka batasan masalah pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. *Nanobubbles* (NBs) yang digunakan hasil produk dari nanogenerator
2. Tanaman anggrek yang digunakan merupakan anggrek dari spesies *Vanda* sp. yang berumur 4 minggu (*seedling*) dengan tinggi rata-rata 4-5 cm, daun 5-6 helai dan merupakan tanaman endemik

3. Media yang dipakai adalah media anorganik
4. Variabel yang diamati yaitu tinggi tanaman, panjang akar, berat tanaman, panjang daun, dan warna daun.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian ini penambahan NBsO_2 pada jenis media yang berbeda memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan anggrek *Vanda* sp. Kombinasi antara NBsO_2 dengan media vermikulit memberikan hasil terbaik terhadap anggrek *Vanda* sp. tinggi tanaman rata-rata 5,90 cm, dan panjang akar rata-rata 3,71 mm. Pada kombinasi NBsO_2 dan media perlit rata-rata tinggi tanaman 5,42 cm. rata-rata panjang akar hanya 3,12 cm. Sementara kombinasi media vermikulit dan perlit dengan NBsO_2 berpengaruh terhadap rata-rata panjang daun 3,63 cm, dan rata-rata berat tanaman 1,87 g. Sedangkan pada kombinasi NBsO_2 pada media perlit rata-rata panjang daun 3,10 cm, rata-rata berat tanaman 1,28 g. Perlakuan ini juga menghasilkan warna daun yang lebih hijau pekat. Penggunaan media vermikulit dan perlit dengan tambahan NBsO_2 memiliki interaksi positif yang baik pada tinggi tanaman terhadap panjang akar.

1.2 Saran

Penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan menggunakan variasi jenis waktu *running* NBs seperti 10, 15, dan 20 menit. Serta ditambahkan variabel pengamatan seperti diameter batang dan jumlah akar baru untuk dapat memperluas pemahaman terhadap respons pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A.K.A., C. Sun, L.Hua, Z. Zhang, Y.Zhang, T. Marhaba, & W. Zhang, 2018. Colloidal properties of air, oxygen, and nitrogen nanobubbles in water: effects of ionic strength, natural organic matters, and surfactants. *Environmental Engineering Science* 35(7): 720-727.
- Andana, D. S., H. Jannah, & S. Safnowandi. 2023. Pemanfaatan Bintil Akar Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) sebagai Pupuk Biologi untuk Pertumbuhan Bibit Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) dalam Upaya Penyusunan Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan II. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi* 3(1): 1-10.
- Arguelles, E. 2025. First Report of Microalgae Associated with Velamen Aerial Roots of Epiphytic Orchids in the Philippines: Microalgae in Velamen Roots of Orchids in the Philippines. *Journal of Tropical Life Science*, 15(2): 223-234.
- Augustien, N., & H. Suhardjono, 2016. Peranan berbagai komposisi media tanam organik terhadap tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) di polybag. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)* 14(1): 54-58.
- Budiastuti, R. 2017. Hubungan Antara Tinggi Tegakan, Biomasa Akar dan Jumlah Daun Semai Mangrove *Avicenna marina*. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2(1): 31.
- Charitsabita, R., E. D. Purbajanti, & Widjajanto, D. W. 2019. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) secara Hidroponik dengan Berbagai Jenis Media Tanam dan Aerasi Berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2): 270-278.
- Danniswari, D., N. Nasrullah, & B. Sulistyantara. 2019. Fenologi Perubahan Warna Daun pada *Terminalia catappa*, *Ficus glauca*, dan *Cassia fistula*. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 11(1): 17-25.
- Fangohoi L. 2019. *Pengelolaan Media Tanam*. Pusat Pendidikan Pertanian Jakarta Pusat.
- Fauziah, D. L. 2021. Respon Pertumbuhan Anggrek Vanda Terhadap Macam Media Tanam Dan Macam Komposisi Bahan Organik Secara In Vitro Laporan Akhir Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Jember.
- Febriani, L., G. Gunawan, & A. Gafur. 2021. Pengaruh Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi* 7(2): 93-104.
- Halaudhin, H., S. Supiyati, & S. Suhendra. 2018. Perancangan dan Pemanfaatan Teknologi Hidroponik Vertikal Hidro 40 Hole Bagi Karang Taruna Tri Tunggal di Desa Talang Pauh. *Dharma Raflesia: Jurnal Ilmiah Pengembangan dan*

Penerapan IPTEKS, 16(1): 41-51.

- Hartati, S., Cahyono, O., & Lestari, N. P. 2017. Uji Tingkat Kompatibilitas dan Umur Mekar Bunga pada Persilangan Intergenerik Anggrek *Vanda* sp. dan *Phalaenopsis* sp. *Journal of Sustainable Agriculture* 32(1): 24-28.
- Ikrarwati, F.NU., I. Zulkarnaen, A. Fathonah, F.N.U. Nurmayulis, & F.R. Nurmayulis, dan F.R. Eris. 2020. Pengaruh Jarak Lampu LED dan Jenis Media Terhadap Microgreen Basil (*Ocimum basilicum* L.) In Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture 15-25.
- Koraag, M. E., H. Anastasia, R. Isnawati, & O. Octaviani. 2016. Efikasi ekstrak daun dan bunga Kecombrang (*Etlingera elatior*) terhadap Larva *Aedes aegypti*. *ASPIRATOR-Journal of Vector-borne Disease Studies* 8(2): 63-68.
- Krisna, B., E. E. T. S. Putra, R. Rogomulyo, & D. Kastono. 2017. Pengaruh pengayaan oksigen dan kalsium terhadap pertumbuhan akar dan hasil selada keriting (*Lactuca sativa* L.) pada hidroponik rakit apung. *Vegetalika* 6(4): 14-27.
- Lyu, T., Wu, S., Mortimer, R. J. G., & Pan, G. 2019. Nanobubble Technology in Environmental Engineering: Revolutionization Potential and Challenges. *Environmental Science and Technology* 53(13): 7175–7176.
- Maia, J., A. Qadir., E. Widajati., & Y.A. Purwanto. 2021. Teknologi Ultrafine Bubbles Untuk Pematahan Dormansi Benih Cendana (*Santalum album* L.). *Jurnal Pembenihan Tanaman Hutan* 9 (1): 27-41.
- Mahasri, G., & A. I. Harifa. 2019. Oxygen Dissolved Nanobubble Technology Improved to Quality of Pacific White Shrimp Cultivation. *The Indian Veterinary Journal* 96 (5): 37-39.
- Mawardi, A., M. Mustakim, M.W. Nasir, D.E. Vitriana, T. Rahayu, & G.E. Jayanti. 2024. Protocorm Like Bodies (PLB) Growth of *Dendrobium* sp. Orchid with induction of oxygen nanobubbles (NBsO₂) by In Vitro. *Berkala Penelitian Hayati* 30(3): 137-143.
- Mustakim, M., A. Mawardi, L. P. Dewi, N. V. R. Putri, , T. Rahayu & G. E. Jayanti. 2024. The New Technology for In Vitro Culture with Induction of Nanobubbles (NBsN₂ and NBsO₂) in *Cattleya* sp. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 13(2): 459-465.
- Nasir, M. W., A. Y Innaya, N. W. Azizah, T. Rahayu, & Gatra Ervi, G. 2019. The Role of Hydrogen Peroxide as a Sterilant in Bioreactor Media for the Growth of *Dendrobium*

- sp Orchid Plantlets Induced by O₂. *Jurnal Ilmu Dasar*, 20(10): 1-2.
- Paradhiba, A. M., F. Febriyanti, E. Rahmadania, F. Yanisa, F. U. Adelina, & R. C. Mukti. 2021. Pemanfaatan Teknologi Nanobubble untuk Produksi *Anguilla* sp. pada Era Society 5.0. In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal* 9(2): 435-444).
- Purnamasari, V. 2023. Pengaruh Jenis Media Tanam dan Penambahan Nanobubbles O₂ terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek *Dendrobium* Burana Green× Ong Ang Ai Boon secara In Vitro. *Jurnal Ilmu Dasar* 25(1): 49-58.
- Puspa, A., T. Rahayu, & G. E. Jayanti. 2024. Analysis of *nanobubbles* (NBs) technology and foliar fertilization on the growth of *Phalaenopsis* sp. orchid. *BERKALA SAINSTEK*, 12(2): 37-43.
- Rahayu, T., G.E. Jayanti & A. Hayati. 2023. Induksi *Nanobubbles* (NBs) untuk pertumbuhan anggrek *Dendrobium* Imelda Marina Masagung X Bumi Menangis. *Journal of Biologi Sciences* 10(1): 126-132.
- RHS. 2019 Color Chart Guide Sixth Edition reprint. Royal Horticultural Society, London.
- Rupawan, I. M., Basri, Z., & Bustami, M. 2015. Pertumbuhan Anggrek Vanda (*Vanda* sp.) pada Berbagai Komposisi Media secara In Vitro. *Jurnal Agrotekbis* 2(5): 488-494.
- Santoso, I. B., T. Hardiyanti., M. Dwiati & K. Kamsinah., 2021. Teknologi Kultur Invitro Anggrek untuk Meningkatkan Keragaman Tanaman di Agrowisata Serang. *Prosiding*. 9(1): 134-151.
- Sasmita E.R., & D. Haryanto. 2021. *Ragam Media Tanam Tanah dan Non Tanah*. LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Setiawati, T., I. A. Saragih, M. Nurzaman, & A. Z. Mutaqin. 2016. Analisis kadar klorofil dan luas daun Lampeni (*Ardisia humilis* Thunberg) pada tingkat perkembangan yang berbeda di cagar alam Pangandaran. In *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. 10(6): 122-126.
- Setyowati, D.A., T. Rahayu, G.E. Jayanti, & 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): 38-48.
- Sholiha, F. U. 2024. Identifikasi Jenis Anggrek (Orchidaceae) Di Teaching Factory Nursery Rembangan, Politeknik Negeri Jember. *JIGA: Journal Innovation in Green Agriculture*, 1(2): 110-119.

- Sisriana, S., S. Suryani, & S. M. Sholihah. 2021. Pengaruh Berbagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Pigmen Microgreens Selada. *Jurnal Ilmiah Respati* 12(2): 163-176.
- Stefanova, V., P. Petrov, & E. Zheleva. 2020. Possibilities for Use of Vermiculite in Recultivation of Embankments Obtained as a Result of the Deposit of Mining Waste from the Extraction of Copper Ores. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 877(1): p. 012042.
- Syafitri F.I., T. Rahayu, & G.E. Jayanti. 2024. Potensi Ekoenzim dan Nanobubble N₂ terhadap Pertumbuhan Anggrek *Phalaenopsis* sp. pada Tahap Aklimatisasi. *Jurnal Ilmu Dasar* 25(1): 41.
- Tjitrosoepomo G.1982 Traditional Classification of Plants. International Symposium on Traditional Life Styles, Bandung.
- Ulatowski, K., P., A. Sobieszuk, & T. Ciach. 2019. Stability of nanobubbles generated in water using porous membrane system. *Chem. Eng. Process: Process Intensification* 13(6): 62-71.
- Valupi, H., Rosmaiti & Iswahyudi. 2022. Pertumbuhan Dan Hasil Microgreens Beberapa Varietas Pakcoy (*Brassica rapa*. L) Pada Media Tanam Yang Berbeda. In *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*, 4(1) :1-13.
- Wang, Y., S. Wang., J. Sund., H. Dai., B. J. Zhang., W. D. Xiang., Z. Hu., J. Yang & W. Zhang. 2021. Gelembung nano meningkatkan pemanfaatan nutrisi dan pertumbuhan tanaman pada beras meningkatkan gen serapan nutrisi dan merangsang pertumbuhan produksi hormon. *Ilmu Lingkungan*, 14(9): 6-27.
- Weber, C. F. 2016. Nutrient content of cabbage and lettuce microgreens grown on vermicompost and hydroponic growing pads. *Journal of Horticulture*, 3(4): 1-5.
- Zebua, S. N., & Waruwu, I. P. 2024. Studi Sifat Fisika Tanah Pada Pertanian Hidroponik Potensi Dan Tantangan. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(1): 71-78.
- Zulkaidah., S. R. Mallombasang & Ferdiansah. 2018. Keanekaragaman jenis anggrek alam di desa Lembantonga kecamatan Paolo kabupaten Sigi. *Forest Sains* 15(2): 58-66.
- Zulkifli, Z., S. Mulyani, R. Saputra, & L. A. B. Pulungan. 2022. Hubungan antara panjang dan lebar daun nenas terhadap kualitas serat daun nenas berdasarkan letak daun dan lama perendaman daun. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(2) : 247-254.