

JURNAL METAMORFOSA
Journal of Biological Sciences ISSN:
2302-5697
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

**Induksi Nanobubbles (NBs) untuk Pertumbuhan Anggrek
*Dendrobium Imelda Marina Masagung × Bumi Menangis***

**Nanobubbles (NBs) Induction for Orchid Growth
*Dendrobium Imelda Marina Masagung × Bumi Menangis***

Tintrim Rahayu^{1*}, Gatra Ervi Jayanti², Ari Hayati³

^{1,2,3)} *Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Indonesia*

*Email: tintrim.rahayu@unisma.ac.id

INTISARI

Nanobubbles (NBs) merupakan salah satu teknologi nano yang sudah diaplikasikan di beberapa bidang, seperti kesehatan, pengelolaan limbah, pertanian, dan lain-lain. Teknologi nano ini memanfaatkan gas dalam *bubbles*, sehingga memudahkan gas masuk ke dalam sel. Tujuan penelitian ini adalah menguji pengaruh gas O₂, CO₂, N₂, H₂ dan O₃ dalam NBs pada pertumbuhan anggrek *Dendrobium Imelda Marina Masagung × Bumi Menangis*. Metode yang digunakan adalah memberikan perlakuan pupuk dan NBs pada anggrek *Dendrobium* (berumur 8 bulan setelah aklimatisasi), selama 6 minggu dengan pengamatan setiap 1 minggu. Data yang diperoleh dianalisis dengan *two way* ANOVA dan diuji lanjut *post hoc tests* dengan *Ptukey* < 0,05. Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan signifikan pada diameter batang dan tinggi tanaman anggrek. Ukuran diameter batang anggrek lebih besar dengan perlakuan NBs dibandingkan perlakuan pupuk dan kontrol. Tanaman anggrek dengan perlakuan NBs lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pupuk dan kontrol. Pertumbuhan tanaman juga ditunjukkan dengan munculnya tunas dan akar baru. Warna daun anggrek dengan perlakuan pupuk dan NBs berubah dari kelompok *Yellow-Green* (144) menjadi *Green* (143), kecuali pada kontrol. Warna daun mempengaruhi proses fotosintesis, bahwa warna hijau akan lebih baik melakukan proses fotosintesis dibandingkan dengan daun berwarna hijau-kuning. Hal tersebut mempengaruhi pertumbuhan tanaman. NBs berpengaruh terhadap pertumbuhan anggrek *Dendrobium Imelda Marina Masagung × Bumi Menangis*. NBs memperbesar batang anggrek, menambah tinggi tanaman anggrek dan warna daun menjadi lebih hijau.

Kata kunci: *Nanobubbles* (NBs), *Dendrobium*, diameter batang, tinggi tanaman, warna

ABSTRACT

Nanobubbles (NBs), nanotechnology has been applied in several fields, such as health, waste management, agriculture, and others. This nanotechnology utilizes the gas in the bubbles, making it easier for the gas to enter the cell. This study aimed to test the effect of O₂, CO₂, N₂, H₂, and O₃ gases in NBs on the growth of the *Dendrobium Imelda Marina Masagung × Bumi Menangis* orchid. The method used was to provide fertilizer and NBs treatment to *Dendrobium* orchids (aged 8 months after acclimation) for six weeks with observations every one week. The data obtained were analyzed by two-way ANOVA and further tested post hoc tests with *Ptukey* < 0.05. The results showed significant differences in stem diameter and orchid plant height. The orchid stem diameter was more significant with the NBs treatment

than the fertilizer and control treatments. Orchid plants with NBs treatment were higher than those with fertilizer and control treatments. The appearance of new shoots and roots also indicates plant growth. Orchid leaf color with fertilizer and NBs treatment changed from the Yellow-Green Group (144) to the Green Group (143), except for the control. Leaves color affects the process of photosynthesis, the green color will carry out photosynthesis better than Green-Yellow leaves. This affects plant growth *in Dendrobium Imelda Marina Masagung × Bumi Menangis* orchid. NBs enlarge the stem, increase the height and make the leaves green.

Keyword: *Nanobubbles* (NBs), *Dendrobium*, stem diameter, plant height, color

PENDAHULUAN

Nanoteknologi telah berkembang pesat dan digunakan di berbagai bidang. Menurut Dudchenko, et al. (2022), Nanoteknologi difokuskan pada penciptaan, investigasi, dan penerapan jenis material baru yang disebut “nano-material” yang mempunyai ukuran satu dimensi 1-100 nm. Nanomaterial diterapkan di beberapa bidang termasuk industri kimia, pertanian, teknik, farmasi, energi berkelanjutan, kedokteran, dan lain-lain.

Nanobubbles (NBs) adalah salah satu contoh teknologi nano. NBs dapat diisi dengan gas yang dibutuhkan oleh tanaman, seperti O₂, CO₂, N₂ dan lain-lain. Menurut Chang, et al. (2020); Michailidi, et al. (2019), NBs merupakan rongga gas dengan radius kurang lebih puluhan hingga ratusan nanometer. Penelitian tentang NBs juga dilakukan oleh Ulatowski, et al. (2019), NBs dapat distabilkan ketika cairan di sekitarnya jenuh dengan gas. Jika terjadi supersaturasi, gelembung mudah terbentuk dan gas di dalamnya berada dalam kesetimbangan dengan gas terlarut dalam cairan. Teori menarik lainnya didasarkan pada model numerik yang menyatakan bahwa adanya bahan hidrofobik yang teradsorpsi pada bagian permukaan gelembung nano dapat menstabilkan gelembung dengan memastikan keseimbangan dinamis antara arus massa masuk dan keluar.

Beberapa sifat penting NBs adalah memiliki waktu yang lama dalam larutan, area spesifik yang luas, tekanan internal gas yang tinggi, permukaan bermuatan dan stabilitas yang sangat baik (Ahmed, et al., 2017; Ebina et al., 2013). Penerapan NBs pada tanaman sudah mulai dilakukan, untuk mengatasi permasalahan atau digunakan sesuai kebutuhan. Wang, et al. (2021) menggunakan NBs pada tanaman padi.

Pada penelitian He, et al (2022), NBs digunakan untuk tanaman semangka dan melon. Hasil penelitian tersebut menunjukkan dapat mengurangi jumlah irigasi atau pemupukan sebesar 20%, tidak berdampak negatif pada tanaman yang diuji tetapi terjadi peningkatan kualitas hasil.

NBs diperlukan dalam bidang pertanian dan budidaya tanaman hias, terutama anggrek. Anggrek memerlukan waktu lama untuk tumbuh, sehingga NBs dapat mempercepat pertumbuhan. Anggrek merupakan tanaman hias dengan permintaan konsumen yang cenderung meningkat. Anggrek mempunyai bunga yang indah, bervariasi, dan tahan lama, tetapi pertumbuhan relatif lama dibandingkan tanaman lain. Menurut Rahayu et al. (2022), anggrek sebagai indikator yang baik untuk ekosistem yang sehat karena berinteraksi dengan tanaman lain, jamur, dan hewan untuk perkecambahan dan penyerbukan.

Dendrobium merupakan salah satu jenis anggrek yang paling banyak disukai. Pada penelitian sebelumnya, Nisa et al. (2021), menyatakan bahwa *Dendrobium* mempunyai kelebihan tidak terlalu memerlukan air ketika musim hujan, mempunyai kemampuan menerima cahaya matahari secara langsung, sehingga mudah beradaptasi di berbagai lingkungan dan merupakan genus favorit pecinta anggrek. Menurut Setyowati et al. (2023) Anggrek *Dendrobium* merupakan tanaman hias yang populer karena keindahan bunga dan nilai jual tinggi.

Penerapan NBs diharapkan dapat mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan kualitas tanaman anggrek. Tujuan dari penelitian ini untuk menguji pengaruh gas O₂, CO₂, N₂, H₂ dan O₃ dalam NBs pada pertumbuhan anggrek

Dendrobium Imelda Marina Masagung × *Bumi Menangis*.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah anggrek *Dendrobium Imelda Marina Masagung* × *Bumi Menangis*, dari Laboratorium Orchidology dan Nursery FMIPA, Universitas Islam Malang. Media tanam yang digunakan adalah moss hitam. Pupuk Gaviota (Nitrogen 21%: Phosphoric Acid 21%: Potash 21%). Gas dalam cairan NBs: O₂, CO₂, H₂, N₂, O₃. Penelitian dilakukan di Laboratorium Orchidologi dan Nursery, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang.

Perlakuan terdiri dari 7 kelompok, yaitu kelompok kontrol (tanpa pupuk, tanpa NBs) hanya diberikan air kran (1), kelompok pemberian pupuk (2), kelompok pemberian O₂NBs (3); CO₂NBs (4); H₂NBs (5); N₂NBs (6) dan kelompok O₃NBs (7). NBs yang digunakan dari Nanogenerator (Yixing Holly Technology Co., Ltd, China) dengan *flow* 5 L/ menit, induksi selama 15 menit. Sedangkan konsentrasi pupuk 1 g/ L. Jumlah pupuk dan NBs yang diberikan ke tanaman adalah 5 mL.

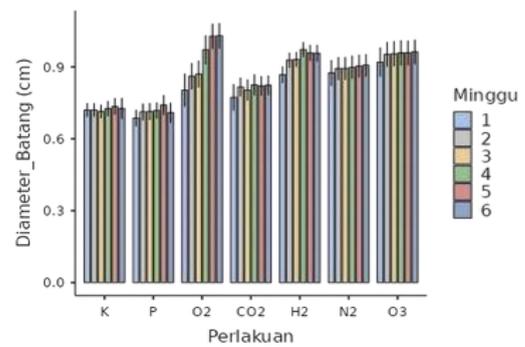
Tanaman anggrek yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman sehat, segar dan umur yang sama (berumur 8 bulan setelah aklimatisasi). Kondisi lingkungan *Nursery*: suhu 24-25 °C, kelembaban 70-80%. Penyiraman air pada tanaman kontrol dan perlakuan (pemberian pupuk dan NBs) setiap dua hari sekali. Penelitian dilakukan selama 6 minggu, dengan pengamatan setiap 1 minggu sekali. Parameter pengamatan meliputi diameter batang tanaman, tinggi tanaman, tunas dan akar baru, dan warna daun anggrek.

Data hasil penelitian dianalisis secara kuantitatif dengan *two way* ANOVA. Data menunjukkan hasil berbeda signifikan dengan P<0,05, sehingga dilanjutkan analisis *post hoc tests* dengan *Ptukey*<0,05. Analisis data menggunakan *software* Jamovi versi 2.3 (The Jamovi Project, 2022).

HASIL

Diameter batang tanaman anggrek

Diameter batang anggrek menunjukkan perbedaan antara kontrol dan perlakuan (pupuk dan NBs). Diameter kontrol dan perlakuan pupuk terlihat sama, sedangkan perlakuan NBs menunjukkan angka lebih tinggi. Diameter terbesar (1,03 cm) ditunjukkan pada perlakuan O₂NBs, kemudian H₂NBs (0,96 cm) dan O₃NBs (0,96 cm) (Gambar 1), serta hasil analisis statistika pada Tabel 1.



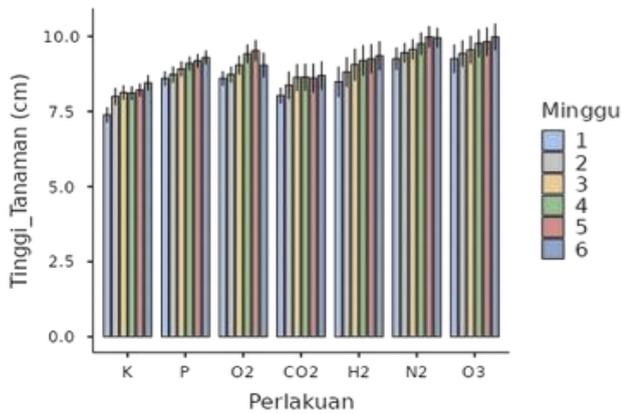
Gambar 1. Diameter batang anggrek selama perlakuan pupuk dan NBs, K= kontrol, P= perlakuan pupuk, Perlakuan NBs= O₂, CO₂, H₂, N₂ dan O₃

Tabel 1. Hasil *Post Hoc Comparisons* dari diameter batang

Comparison		P _{tukey}
Perlakuan	Perlakuan	
K	- P	1.000
	- O ₂	<.001
	- CO ₂	0.008
	- H ₂	<.001
	- N ₂	<.001
	- O ₃	<.001
P	- O ₂	<.001
	- CO ₂	0.002
	- H ₂	<.001
	- N ₂	<.001
	- O ₃	<.001
O ₂	- CO ₂	<.001
	- H ₂	1.000
	- N ₂	0.843
	- O ₃	0.958
CO ₂	- H ₂	<.001
	- N ₂	0.011
	- O ₃	<.001
H ₂	- N ₂	0.646
	- O ₃	0.995
N ₂	- O ₃	0.249

Tinggi tanaman anggrek

Tinggi tanaman anggrek menunjukkan perlakuan NBs lebih tinggi daripada kontrol. Diantara perlakuan pupuk dan NBs, tanaman tertinggi (9,99 cm) pada perlakuan O₃NBs, kemudian N₂NBs (9,96 cm) (Gambar 2), serta hasil analisis statistika pada Tabel 2.



Gambar 2. Tinggi tanaman anggrek selama perlakuan pupuk dan NBs, K= kontrol, P= perlakuan pupuk, Perlakuan NBs= O₂, CO₂, H₂, N₂ dan O₃

Tabel 2. Hasil *Post Hoc Comparisons* dari tinggi tanaman

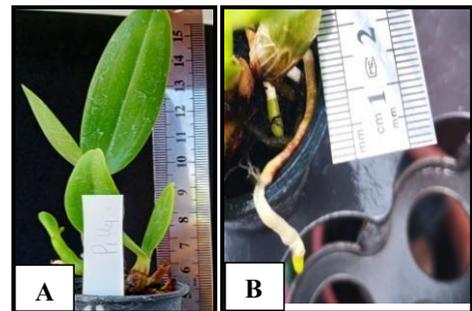
Comparison		P _{tukey}
Perlakuan	Perlakuan	
K	- P	< .001
	- O ₂	< .001
	- CO ₂	0.276
	- H ₂	< .001
	- N ₂	< .001
	- O ₃	< .001
P	- O ₂	0.999
	- CO ₂	0.213
	- H ₂	1.000
	- N ₂	0.011
	- O ₃	0.016
O ₂	- CO ₂	0.075
	- H ₂	1.000
	- N ₂	0.042
	- O ₃	0.061
CO ₂	- H ₂	0.112
	- N ₂	< .001
	- O ₃	< .001
H ₂	- N ₂	0.027
	- O ₃	0.039
N ₂	- O ₃	1.000

Tunas dan akar baru

Tunas baru muncul pada semua tanaman, baik kontrol, perlakuan pupuk dan NBs. Jumlah tunas terbanyak pada perlakuan pupuk, O₂NBs dan O₃NBs. Akar baru tidak ditemukan pada tanaman kontrol sedangkan perlakuan pupuk dan NBs muncul akar baru. Jumlah akar baru terbanyak pada O₃NBs yaitu 4 (Tabel 3). Tunas dan akar baru pada perlakuan O₃NBs ditunjukkan Gambar 3.

Tabel 3. Tunas dan akar baru sebelum dan sesudah perlakuan

Perlakuan	Jumlah tunas		Jumlah akar	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Kontrol	0	1	0	0
Pupuk	0	4	0	2
O ₂ NBs	0	4	0	1
CO ₂ NBs	0	3	0	3
H ₂ NBs	0	3	0	2
N ₂ NBs	0	3	0	3
O ₃ NBs	0	4	0	4



Gambar 3. Tunas (A) dan akar (B) baru yang muncul setelah perlakuan (pada perlakuan O₃NBs)

Warna daun anggrek

Warna daun anggrek diukur dengan RHS *Colour Chart Guide* (RHS, 2019). Warna daun terlihat berbeda setelah mendapatkan perlakuan pupuk dan NBs, kecuali pada kontrol (Gambar 4).



Gambar 4. Perbedaan warna daun pada kontrol, pupuk dan NBs. Warna daun sebelum perlakuan (kiri) dan sesudah perlakuan selama 6 minggu (kanan)

PEMBAHASAN

NBs mempunyai respon yang cepat daripada perlakuan kontrol dan pupuk terhadap diameter batang. Perlakuan NBs menunjukkan bahwa NBs mempengaruhi besarnya diameter anggrek, daripada perlakuan pupuk dan kontrol. Perlakuan NBs berbeda signifikan daripada kontrol dan pupuk. Diameter batang tanaman anggrek terbesar pada perlakuan O_2 NBs, kemudian H_2 NBs dan O_3 NBs (Gambar 1), secara berurutan yaitu 1,03 cm, 0,96 cm, dan 0,96 cm. Diameter batang yang besar dapat mengangkut nutrisi dan air lebih banyak daripada batang berukuran kecil. Menurut Liu, et al., (2012), NBs dapat menyediakan mekanisme transportasi untuk pengiriman gas ke membran atau sel dan

dengan demikian mempengaruhi protein transmembran atau struktur membran. Seddon, et al. (2012), juga menyatakan NBs dapat menyediakan transportasi untuk pengiriman gas ke membran atau sel. Gas pada dasarnya bersifat hidrofobik, yang akan mendorongnya memasuki membran dan dengan demikian akan mengubah kelengkungan membran. Ini dapat memiliki efek pada protein transmembran atau efek global pada struktur membran.

Pengangkutan air jarak jauh pada tanaman bergantung pada sistem yang biasanya beroperasi di bawah tekanan negatif dan rentan terhadap kegagalan hidrolik akibat pembentukan gelembung gas. Salah satu mekanisme utama pembentukan gelembung terjadi pada lubang nanopore antara saluran tetangga. NBs akan distabilkan surfaktan dan supersaturasi gas dari getah, dapat larut, pecah menjadi gelembung yang lebih kecil, atau membuat emboli. Hipotesis bahwa NBs yang aman dan stabil terjadi pada tumbuhan, menambah komponen baru yang mendukung teori tenggangan-koheisi (Schenk, et al., 2015).

Selain diameter, NBs juga berpengaruh pada tinggi tanaman anggrek. Perlakuan NBs berbeda signifikan dari kontrol dan pupuk. Tanaman anggrek tertinggi (9,99 cm) pada perlakuan O_3 NBs kemudian N_2 NBs (Gambar 2). Penelitian NBs pada tanaman padi yang dilakukan Wang, et al. (2021), menunjukkan bahwa pengaruh NBs pada pertumbuhan tanaman dan penyerapan nutrisi dievaluasi di laboratorium, sedangkan hasil panen dan efisiensi penggunaan pupuk dievaluasi dalam studi lapang. Percobaan laboratorium menunjukkan bahwa NBs secara signifikan meningkatkan tinggi tanaman dan panjang akar pada bibit padi. Perlakuan NBs merangsang sintesis hormon pertumbuhan giberelin dan meningkatkan regulasi gen penyerapan nutrisi tanaman yaitu *OsBT*, *PiT-1* dan *SKOR*, menghasilkan peningkatan penyerapan dan pemanfaatan nutrisi oleh akar.

Wang, et al. (2021), juga menyatakan bahwa perlakuan NBs secara signifikan meningkatkan hasil padi hampir 8% bila menggunakan tingkat pupuk yang sama sebagai kontrol. Hasil yang sama seperti kontrol dicapai

dengan pupuk sekitar 25% lebih sedikit. Dampak pada hormon pertumbuhan dan gen penyerapan nutrisi, NBs, karena sifat hidrofobik dan muatan permukaan, meningkatkan pelepasan dan penyerapan nutrisi tanah, sehingga mengurangi kebutuhan pupuk.

Pertumbuhan tanaman juga ditunjukkan dengan munculnya tunas dan akar baru. Tanaman kontrol dan perlakuan (pupuk dan NBs) memperlihatkan adanya tunas baru. Jumlah tunas terbanyak yaitu 4 pada perlakuan pupuk, O₂NBs dan O₃NBs. Akar baru tidak ditemukan pada tanaman kontrol sedangkan perlakuan pupuk dan NBs muncul akar baru. Jumlah akar baru terbanyak pada O₃NBs (Tabel 3 dan Gambar 3). Akar baru sangat diperlukan dalam pertumbuhan tanaman, setelah aklimatisasi. Menurut Dufil, et al., (2022), tanaman tumbuh sepanjang hidup mereka, pertumbuhan dimulai pada meristem yang terdiri dari *stem* sel yang mampu berdiferensiasi menjadi berbagai sel. Meristem apikal didasarkan pada ujung pucuk dan akar, sehingga akar dapat menjangkau area yang lebih luas untuk mencari air. Sedangkan bagian fotosintesis dapat mencapai cahaya lebih efektif.

Pada Gambar 4, warna daun sebelum perlakuan *Yellow-Green Group* 144 (*Strong Yellow Green A*). Warna daun setelah perlakuan pupuk dan NBs terjadi sedikit perubahan yaitu *Green Group* 143 (*Strong Yellow Green A*). Tanaman kontrol tidak mengalami perubahan warna daun. Pemberian pupuk dan NBs mempengaruhi warna daun. Warna daun yang lebih hijau akan lebih baik dalam proses fotosintesis dari pada warna daun hijau dengan kombinasi kuning. Proses fotosintesis mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Perbedaan signifikan diperoleh antara tumbuhan berdaun kuning dan tumbuhan berdaun hijau. Perbedaan muncul karena kandungan pigmen, fotosintesis dan struktur daun. Perbedaan struktur kloroplas yang signifikan antara tumbuhan berdaun kuning dan hijau, dan berkurangnya jumlah granum dan granum lamellae mengakibatkan berkurangnya kandungan klorofil dan tidak sempurnanya perkembangan sistem fotosintesis. Kemudian mengakibatkan daun kuning dengan kapasitas

fotosintesis lebih rendah dan pertumbuhan lemah (Wang, et al., 2017).

Kinerja fotosintesis merupakan faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, dan tanaman dengan kapasitas fotosintesis yang kuat dapat mengakumulasi lebih banyak fotosintat untuk pertumbuhan. Secara umum pertumbuhan tanaman berdaun kuning biasanya lebih lemah dan lebih kecil dibandingkan dengan tanaman berdaun hijau. Fotosintesis erat kaitannya dengan akumulasi bahan organik tanaman, yang secara langsung akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Wang et al, 2017)

Induksi NBs efektif terhadap pertumbuhan tanaman. Ukuran nanometer menyebabkan penyerapan gas yang dibawa lebih cepat terserap, dan salah satu efeknya adalah menginduksi hormon dan gen.

KESIMPULAN

NBs berpengaruh terhadap pertumbuhan anggrek *Dendrobium Imelda Marina Masagung* × *Bumi Menangis*. NBs memperbesar batang anggrek, menambah tinggi tanaman anggrek, menumbuhkan tunas baru, akar baru dan warna daun menjadi lebih hijau. Sehingga pertumbuhan anggrek dapat lebih cepat. Dari penelitian ini, NBs berpeluang untuk mengurangi konsumsi pupuk bagi tanaman dan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada program *Matching Fund* Kedaireka tahun 2022 dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A.K.A., C. Sun, L. Hua, Z. Zhang, Y. Zhang, T. Marhaba and W. Zhang. 2017. Colloidal Properties of Air, Oxygen, and Nitrogen Nanobubbles in Water: Effects of Ionic Strength, Natural Organic Matters, and Surfactants, *Environmental Engineering Science*.
- 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*.
- Dudchenko, N., S. Pawar, I. Perelshtein and D Fixler. 2022. Magnetite Nanoparticles: Synthesis and Applications in Optics and Nanophotonics, *Materials* **15**.
- Dufil, G., I. Bernacka-Wojcik, A. Armada-Moreira, and E. Stavrinidou. 2022. Plant Bioelectronics and Biohybrids: The Growing Contribution of Organic Electronic and Carbon-Based Materials, *Chem.Rev.*
- Ebina, K., K. Shi, M. Hirao, J. Hashimoto, Y. Kawato, S. Kaneshiro, T. Morimoto, K. Koizumi, H. Yoshikawa. 2013. Oxygen and Air Nanobubble Water Solution Promote the Growth of Plants, Fishes, and Mice, *PLOS ONE* **8**.
- He, J., Y. Liu, T. Wang, W. Chen, B. Liu, Y. Zhou, and Y. Li. 2022. Effects of nanobubble in subsurface drip irrigation on the yield, quality, irrigation water use efficiency and nitrogen partial productivity of watermelon and muskmelon, *Int. Agrophys* **36**: 163-171.
- Li, L., Y. Qianlan, T. Zhang, P. Cheng, S. Xu and W. Shen. 2021. Hydrogen Nanobubble Water Delays Petal Senescence and Prolongs the Vase Life of Cut Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) Flowers, *Plants* **10**: 1662.
- Liu, S., Y. Kawagoe, Y. Makino, S. Oshita. 2012. Effects of nanobubbles on the physicochemical properties of water: The basis for peculiar properties of water containing nanobubbles, *Chemical Engineering Science* **93**: 250-256.
- Michailidi, E.D., G. Bomis, A. Varoutoglou, E.K. Efthimiadou, A.C. Mitropoulos and E.P. Favvas. 2019. Fundamentals and Applications of Nanobubbles, *Advanced Low-Cost Separation Techniques in Interface Science*.
- Nisa, N.A., T. Rahayu, dan G.E. Jayanti. 2021. Peranan BAP dan Air Kelapa pada Medium VW terhadap Organogenesis *Dendrobium* sp., *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences* **8**(2): 298-303.
- Rahayu, T., G.E. Jayanti and D. Agisimanto. 2022. Indole-3-butyric acid induced adventitious root of *Dendrobium milla nayla* x *Dendrobium striaenopsis* planted on coco-husk and wood charcoal during acclimatization stage, *Berkala Penelitian Hayati* **28** (1).
- RHS. 2019. RHS Colour Chart Guide Sixth Edition reprint. Royal Horticultural Society, London.
- Schenk, H.J., K. Steppe, and S.Jansen. 2015. Nanobubbles: a new paradigm for air-seeding in xylem, *TRPLSC-1255*.
- Seddon, J. R. T., D. Lohse, W.A. Ducker, and V.S.J.Craig. 2012. A Deliberation on Nanobubbles at Surfaces and in Bulk, *ChemPhysChem* **0000**, **00**, 1-10.
- Setyowati, D.A., T. Rahayu, G.E. Jayanti, and D. Agisimanto. 2023. Pengaruh Variasi Konsentrasi Indole Butyric Acid (IBA) pada Anggrek (*Dendrobium hybrid*) terhadap Pertumbuhan dan Survival dalam Media Cocopeat. e-Jurnal Ilmiah SAINS ALAMI (*Known Nature*) **5** (2).
- The Jamovi Project. 2022. Jamovi. Version 2.3 Computer Software, Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Ulatowski, K. P. Sobieszuk, A. Mroz, T. Ciach. 2019. Stability of Nanobubbles Generated in Water Using Porous Membrane System, *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification* **136**: 62-71.
- Wang, J., J. Shen, M. Gu, J. Wang, T. Cheng, H. Pan, and Q. Zhang. 2017. Leaf Coloration and Photosynthetic Characteristics of Hybrids between Forsythia "Courtaneur" and Forsythia koreana "Suwon Gold", *HortScience* **52**(12): 1661-1667.
- Wang, Y., S. Wang, J. Sun, H. Dai, B. Zhang, W. Xiang, Z. Hu, P. Li, J. Yang, W. Zhang. 2021. Nanobubbles promote nutrient utilization and plant growth in rice by upregulating nutrient uptake genes and stimulating growth hormone production, *Science of the Total Environment* **800**.