

Pengaruh Berbagai Tingkat pH pada Media MS Cair dan Penambahan Nanobubbles (NBs) Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium* sp.

Della Nur Hayati, Tintrim Rahayu*, Gatra Ervi Jayanti

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Malang
65144, Jawa Timur, Indonesia

*)Koresponden Penulis : tintrimr@gmail.com

Abstrak

Anggrek (*Orchidaceae*) adalah salah satu tanaman hias yang memiliki nilai estetika dan menarik perhatian untuk dibudidayakan. Kultur jaringan menjadi salah satu alternatif sebagai perbanyakan anggrek dengan media tanam yang dipengaruhi oleh faktor salah satunya pH. Baru-baru ini teknologi *nanobubbles* (NBs) digunakan pada tanaman anggrek. NBs merupakan teknologi nano terbaru yang sudah diimplementasikan di berbagai bidang, seperti kesehatan, perairan, pertanian dan lain-lain. NBs memanfaatkan gelembung gas yang berukuran diameter kurang dari 100 nm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *nanobubbles* nitrogen (NBsN₂) untuk pertumbuhan anggrek *Dendrobium* sp. Metode yang diaplikasikan adalah menambahkan NBsN₂ pada anggrek *Dendrobium* sp. (berumur 3-4 bulan) dengan tingkat pH yang berbeda, selama 35 hari setelah tanam (HST) dengan pengamatan setiap 7 HST. Pada penelitian ini eksplan yang digunakan memiliki ukuran 1 cm, terdiri 2 helai daun dan tidak memiliki akar. Hasil menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman anggrek *Dendrobium* sp. tertinggi pada perlakuan pH 5,4 + 2 ml MS dengan panjang tunas (0,80 cm), jumlah tunas (1,67 tunas) dan panjang akar (0,73 cm). Pertumbuhan panjang daun berpengaruh pada perlakuan pH 5,6 + 2 ml dengan panjang 1,53 cm. Pada perlakuan pH dan NBsN₂ memberi respon pada panjang daun, jumlah tunas dan panjang tunas.

Kata kunci: *Dendrobium*, NBs, nitrogen, pertumbuhan, pH.

Abstract

Orchids (*Orchidaceae*) are one of the ornamental plants that have aesthetic value and attract attention to be cultivated. Tissue culture is one alternative as orchid propagation with planting media which is influenced by factors, one of which is pH. Recently the technology of *nanobubbles* (NBs) is used on orchid plants. NBs are the latest nanotechnologies that have been implemented in various fields, such as health, water, agriculture and others. NBs utilize gas bubbles measuring less than 100 nm in diameter. This study aims to determine the effect of nitrogen *nanobubbles* (NBsN₂) for the growth of *Dendrobium* sp. orchids. The method applied is to add NBsN₂ to *Dendrobium* sp. orchids. (aged 3-4 months) with different pH levels, for 35 days after planting (HST) with observation every 7 HST. In this study, the plantlets used had a size of 1 cm, consisting of 2 leaves and had no roots. The results showed that the growth of orchid plants *Dendrobium* sp. highest at pH treatment 5,4 + 2 ml MS with bud length (0,80 cm), number of buds (1,67 buds) and root length (0,73 cm). Leaf length growth affects the pH treatment of 5,6 + 2 mL with a length of 1,53 cm. The pH and NBsN₂ treatments respond to leaf length, number of shoots and shoot length.

Keywords: *Dendrobium*, growth, NBs, nitrogen, pH.

Histori Artikel

Submit : 20 Juli 2023
Direvisi : 24 Agustus 2023
Diterima : 24 Januari 2026

DOI : 10.33474/e-jbst.v11i2.549

Sitasi : D. N. Hayati, T. Rahayu, G. E. Jayanti, "Pengaruh Berbagai Tingkat pH pada Media MS Cair dan Penambahan Nanobubbles (NBS) Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium* sp.," Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic), vol. 11, no. 2, pp. 22-29, Jan. 2026.
<https://doi.org/10.33474/ejbst.v11i2.549>



Pendahuluan

Pendahuluan harus dimulai dengan latar belakang umum yang menjelaskan konteks dan pentingnya Anggrek merupakan salah satu tanaman hias yang banyak diminati sehingga produksi anggrek meningkat untuk pelayanan konsumen. Dendrobium menjadi anggrek yang digemari bagi pecinta anggrek. Selain memiliki harga jual tinggi, dendrobium juga biasa hidup di daerah tropis dan mudah di budidayakan [1]. Anggrek Dendrobium di lingkungan beriklim dingin dan gurun dapat tumbuh dan ketika musim hujan tidak banyak membutuhkan air dan mampu menerima cahaya matahari secara langsung. Teknologi terbaru sangat diperlukan dalam bidang pertanian dan budidaya tanaman hias, terutama tanaman anggrek [2].

Teknologi *Nanobubble* merupakan teknologi terbaru yang menghasilkan gelembung gas berukuran nanometer. *Nanobubbles* (NBs) adalah gelembung udara berukuran kurang dari 100 nm dan ukuran partikel yang sangat kecil dan dapat menjaga keualitas air terutama untuk meningkatkan oksigen dalam air [3]. NBs bisa diisi gas yang sesuai dengan kebutuhan tanaman seperti O₂, N₂, CO₂ dan lain-lain [4]. Pentingnya teknologi NBs sudah diketahui dengan baik ukuran dan stabilitasnya, sehingga menjadi solusi di berbagai bidang aplikasi yang menjanjikan [5]. Gelembung NBs dengan ukuran kecil memiliki daya apung gelembung yang semakin kecil. Perubahan ukuran bubble dari mikro menjadi nano terjadi difusi gas sehingga gelembung ke cairan akan bertahan dan stabil di perairan [6].

NBs mempunyai sifat penting yaitu dapat bertahan lama dalam larutan, tekanan internal gas yang tinggi, permukaan muatan dan stabilitas yang sangat baik [7]. Penerapan NBs pada tanaman sudah dilakukan, untuk mengatasi berbagai masalah dan kebutuhan tanaman. NBs digunakan untuk pertumbuhan sawi, menghasilkan peningkatan pertumbuhan tanaman yang sangat baik [8]. Pada tanaman padi menunjukkan NBs adalah metode yang membantu mengurangi stres Cd potensial yang dapat membantu meningkatkan produksi beras, sehingga terjadi peningkatan kualitas hasil tanam [9]. NBs berpengaruh pada pertumbuhan anggrek *Dendrobium* menjadi lebih cepat, sehingga NBs dapat mengurangi konsumsi pupuk dan sangat ramah lingkungan [10].

Kultur jaringan tumbuhan adalah teknik perbanyakan dengan memisahkan bagian-bagian tanaman seperti sel, organ atau jaringan tanaman menggunakan media yang bebas mikroorganisme [11]. Media yang digunakan dapat berupa media padat dan cair yang mengandung berbagai komposisi unsur hara makro maupun mikro, vitamin, zat pengatur tumbuh dan berbagai komponen tambahan lain [12]. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh media MS cair dan penambahan NBsN₂ terhadap pertumbuhan Anggrek *Dendrobium* sp.

Material dan Metode

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah subkultur trans ketiga (berumur 3-4 bulan) anggrek *Dendrobium* sp., aquades steril, alkohol 70%, alkohol 90%, spiritus, media *Murashige & Skoog* (MS), gula, NaOH, HCl dan NBsN₂, NBs yang digunakan dari Nanogenerator (Yixing Holly Technology Co., Ltd, China) dengan *flow* 5 liter/ menit induksi selama 15 menit.

Alat digunakan sebagai berikut: *Laminar Air Flow* (LAF), oven, timbangan analitik, petridish, gelas ukur, beaker glass, pipet mikrometer, scalpel, pinset, spatula, bunsen, korek api, botol schott, botol kultur, gelas ukur, magnetic stirrer, pH meter, hotplate, autoklaf, tissue steril, kertas label, *shaker*, lampu, AC, milimeter blok, alat tulis dan kamera

Metode

Metode penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), untuk membandingkan pertumbuhan anggrek dengan berbagai tingkat pH dan penambahan NBsN₂ pada media MS cair. Penelitian ini terdiri dari 12 kombinasi perlakuan yaitu pH 5,4 + 2 ml MS, pH 5,6 + 2



ml MS, pH 5,8 + 2 ml MS, pH 5,4 + 1 ml + 1 ml NBsN₂, pH 5,6 + 1 ml + 1 ml NBsN₂, pH 5,8 + 1 ml + 1 ml NBsN₂, pH 5,8 + 1 ml + 1 ml NBsN₂, pH 5,4 + 1,5 ml + 0,5 ml NBsN₂, pH 5,6 + 1,5 ml + 0,5 ml NBsN₂, pH 5,8 + 1,5 ml + 0,5 ml NBsN₂, pH 5,4 + 2 ml NBsN₂, pH 5,6 + 2 ml NBsN₂ dan pH 5,8 + 2 ml NBsN₂, setiap kombinasi dilakukan 3 kali pengulangan dengan total 36 unit perlakuan. Parameter pengamatan dalam penelitian ini adalah panjang daun, panjang tunas, jumlah tunas dan panjang akar.

Cara Kerja Penelitian

Cara kerja penelitian meliputi persiapan bahan dan alat penelitian, sterilisasi alat dan lingkungan penelitian, pembuatan media MS cair, penanaman eksplan anggrek pada botol kultur dan pemeliharaan botol kultur setelah tanam.

1. Persiapan Bahan dan Alat Penelitian

Persiapan bahan dan alat dilakukan dengan mendata ketersediaan bahan dan alat, baik bahan kimia maupun bahan eksplan yang akan digunakan.

2. Sterilisasi Alat dan Lingkungan Penelitian

Sterilisasi alat dilakukan dengan mencuci terlebih dahulu alat yang akan digunakan dan dilakukan sterilisasi dalam oven selama 20 menit dengan suhu 100°C. Kemudian dilakukan sterilisasi pada LAF dengan menyalakan lampu *ultraviolet* (UV) selama 1-2 jam dan *blower* sebelum melakukan penanaman eksplan

3. Pembuatan Media MS Cair

Pembuatan media MS dilakukan dengan memasak media MS ditambahkan dengan gula dan aquades mencapai tanda pada botol, kemudian diukur pH menggunakan pH meter sesuai perlakuan yaitu 5,4; 5,6 dan 5,8 lalu media dididihkan. Setelah itu dituang ke botol duran dan disterilisasi menggunakan *autoclave* pada tekanan uap air 1,5 atm dengan temperatur 121°C selama 15-20 menit.

4. Penanaman Eksplan Anggrek pada Botol Kultur

Penanaman eksplan anggrek dilakukan di LAF yang sudah terdapat alat dan bahan yang steril. Eksplan yang digunakan diukur dengan panjang daun 1 cm dan helai daun berjumlah 2 helai. Kemudian ditanam pada botol kultur dan diberi perlakuan. Pada perlakuan pemberian NBsN₂ diaplikasikan dengan menambahkan setiap konsentrasi sesuai perlakuan yaitu 2 ml MS, 1 ml MS + 1 ml NBsN₂, 1,5 ml MS + 0,5 ml NBsN₂ dan 2 ml NBsN₂ menggunakan pipet mikrometer kemudian ditutup rapat menggunakan solasi, plastik wrap dan diberi nama dan tanggal perlakuan.

5. Pemeliharaan Botol Kultur setelah Tanam

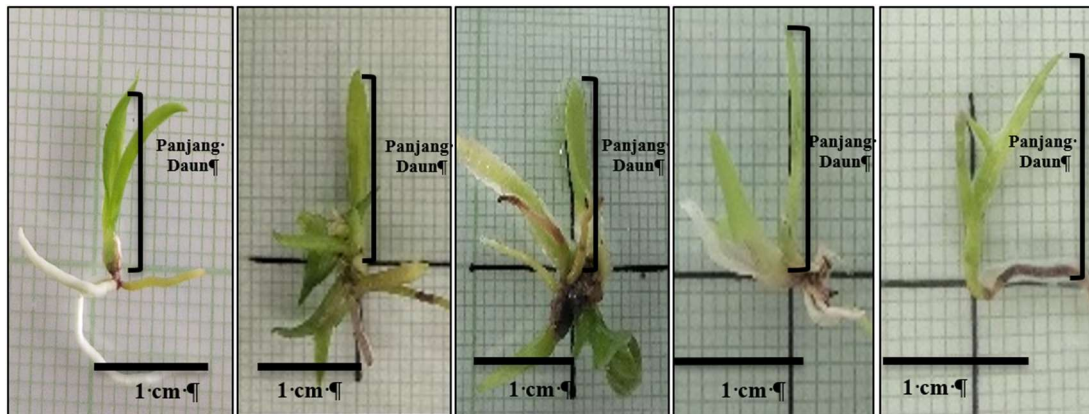
Pemeliharaan pada media perbanyakan kultur jaringan hampir sama yaitu botol kultur diletakkan di ruang kultur bersuhu 20-25°C. Botol kultur diletakkan pada *shaker* dengan penerangan lampu dan kecepatan 13,3 rpm selama 24 jam.

Hasil dan Diskusi

Hasil Penelitian

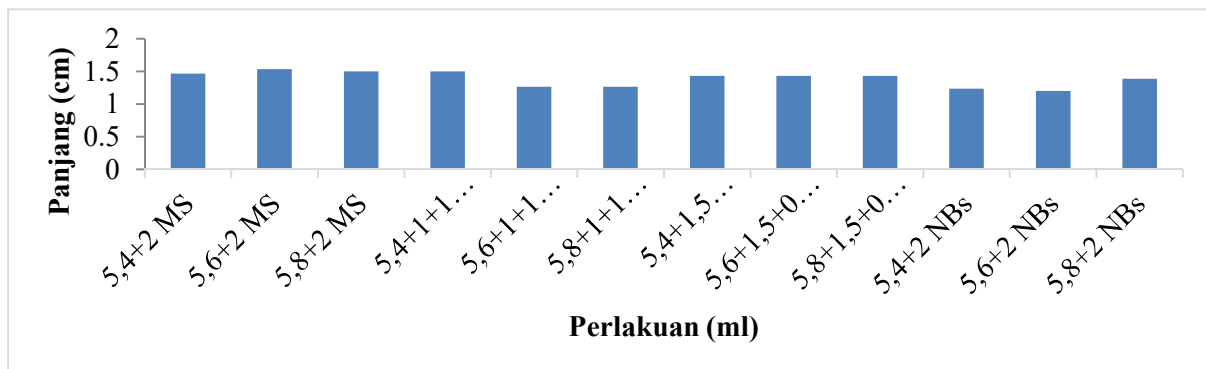
Pertumbuhan panjang daun anggrek *Dendrobium* sp. di setiap perlakuan

Panjang daun dilakukan selama 35 HST dengan mengukur panjang daun setiap 7 HST sekali. Panjang daun diukur dari pangkal daun sampai pucuk daun pada setiap pengamatan. Pada Gambar 1 dapat dilihat panjang daun pada setiap perlakuan.\

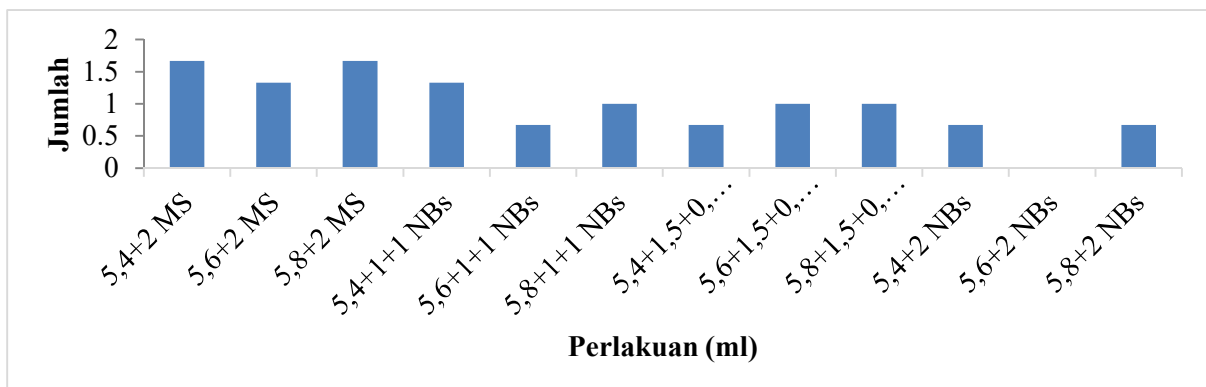


Gambar 1. Panjang daun anggrek sebelum tanam (A) Panjang daun setelah 35 HST pH 5,6 + 2ml MS (B), pH 5,4 + 1 ml + 1 ml NBsN₂ (C), pH 5,4 + 1,5 ml + 0,5 ml NBsN₂ (D), pH 5,8 + 2 ml NBsN₂ (E)

Panjang daun anggrek menunjukkan bahwa tanaman yang ditambahkan NBsN₂ mengalami penambahan panjang daun yang cukup signifikan, panjang daun awal 1 cm sebelum diberikan perlakuan menjadi 1,5 cm pada pengamatan 35 HST (Gambar 1). Pada Gambar 2 menunjukkan rerata panjang daun tanaman anggrek dengan berbagai tingkat pH dan penambahan NBsN₂. Penambahan NBsN₂ pada media MS dengan berbagai tingkat pH memberikan respon. Pada perlakuan panjang daun perlakuan terbaik pada pH 5,6 + 2 ml MS dengan rerata 1,53 cm. Penambahan NBsN₂ pada pH 5,6 memberikan pengaruh panjang daun terbaik pada tanaman anggrek. Pada pH 5,4; 5,6 dan 5,8 dengan 1,5 ml + 0,5 ml memiliki rerata sama yaitu 1,43 cm. pada pH 5,8 + 2 ml NBsN₂ memiliki rerata 1,38 cm.



Gambar 2. Pengaruh pH dan penambahan NBsN₂ terhadap panjang daun



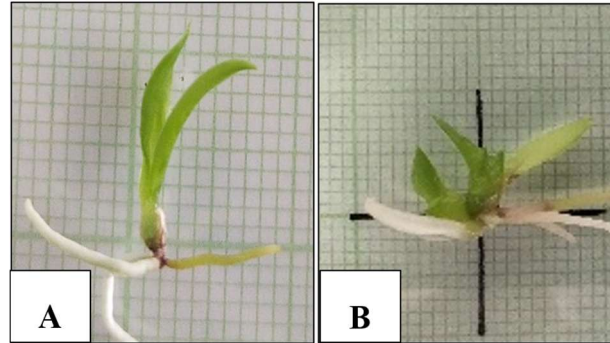
Gambar 3. Pengaruh pH dan penambahan NBsN₂ terhadap jumlah tunas

Pada Gambar 3 menunjukkan pengaruh pertumbuhan panjang daun. Pertumbuhan jumlah tunas tertinggi diamati pada perlakuan pH 5,4 dan 5,6 2 ml MS mencapai nilai yang sama yaitu 1,67 tunas, sementara nilai terendah terjadi pada perlakuan menggunakan pH 5,6 + 2 ml NBsN₂ tidak memunculkan

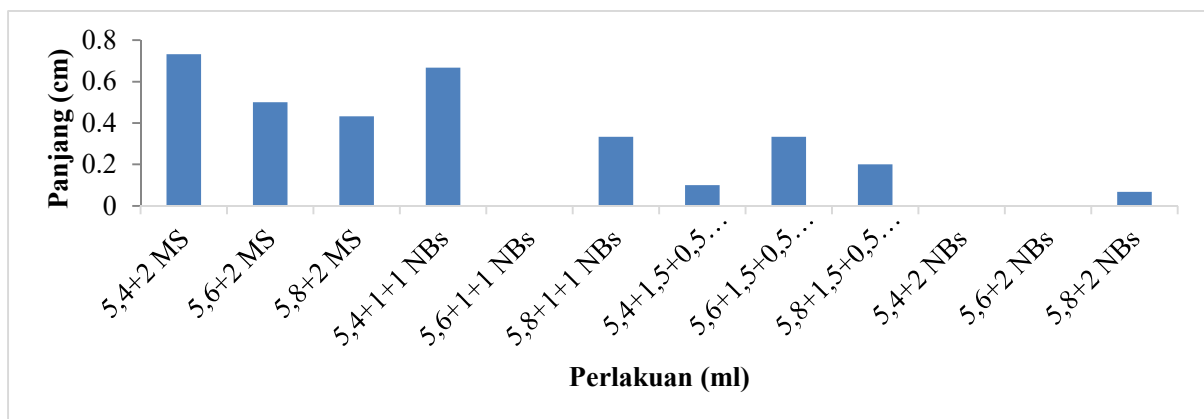
tunas. Penyebabnya adalah dengan menggunakan media MS tanpa penambahan NBs telah memenuhi kebutuhan nutrisi terbaik.

Pertumbuhan panjang tunas anggrek *Dendrobium* di setiap perlakuan

Pengamatan pada panjang tunas dilakukan setelah munculnya tunas baru setiap 7 HST selama 35 HST. Pengukuran dilakukan dari pangkal tunas sampai ujung tunas menggunakan milimeter blok. Perlakuan pH 5,4 + 1 ml MS + 1 ml NBsN₂ menunjukkan pengaruh pada panjang tunas (Gambar 4).



Gambar 6. Panjang akar pada perlakuan pH 5,4 + 2 ml MS (A) pH 5,4 + 1 ml MS + 1 ml NBsN₂ (B)



Gambar 7. Pengaruh pH dan penambahan NBsN₂ terhadap panjang akar

Pembahasan

Pada Gambar 1 menunjukkan hasil pertumbuhan panjang daun anggrek *Dendrodium* sp. dalam setiap perlakuan berbagai tingkat pH dan penambahan NBsN₂. Panjang akar tertinggi terdapat pada perlakuan pH 5,4 + 2 ml MS (Gambar 2). Pertumbuhan dan perkembangan daun dipengaruhi oleh ketersediaan air dan unsur hara. Dengan tersedianya nutrisi yang cukup menjadi energi yang besar sehingga mendorong pemanjangan sel dan merangsang pertumbuhan tanaman. Unsur hara nitrogen (N) adalah unsur hara penting bagi pertumbuhan tanaman terutama pembentukan bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Jika kekurangan unsur hara N dapat menyebabkan klorosis pada daun sehingga jaringan daun menjadi mati dan kering serta pertumbuhan tanaman menjadi kerdil [13]. Nitrogen merupakan salah satu elemen kunci dari pertumbuhan tanaman dan memiliki efek mendalam pada perkembangan tanaman. Pemberian NBsN₂ berpengaruh dalam mempercepat pertumbuhan panjang hipokotil dibandingkan pemberian air ledeng. Pemberian NBsN₂ memberikan banyak akses jangkauan ke N₂ dan meningkatkan efisiensi fiksasi nitrogen molekuler oleh organisme pengikat nitrogen. Organisme ini kemudian mengubah N₂ untuk amonia oleh nitrogenase sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman [14].

Keberhasilan perbanyak tanaman ditandai dengan terbentuknya tunas. Jumlah tunas anggrek *Dendrobium* menunjukkan bahwa perlakuan pH 5,4 dan 5,6 + 2 ml MS memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan pH 5,6 + 2 ml NBsN₂ (Gambar 4). Selama penelitian, penambahan NBsN₂ pada media MS dan berbagai tingkat pH berpengaruh dalam pertumbuhan tunas. Pertumbuhan awal muncul tunas ditandai dengan bintik-bintik putih kehijauan pada bagian bawah eksplan, kemudian muncul titik



tumbuh atau ujung tunas berwarna putih berubah hija yang selanjutnya berkembang menjadi daun [15]. Jumlah tunas merupakan parameter yang menggambarkan pertambahan banyaknya tunas yang terbentuk selama masa kultur. Pertumbuhan jumlah tunas selama 35 HST dengan rata-rata tertinggi pada perlakuan 5,4 dan 5,6 + 2 ml MS dengan nilai rata-rata 1,67 tunas, sedangkan pada pH 5,4 + 1 ml MS + 1 ml NBsN₂ nilai rata-rata 1,33 tunas dan pH 5,4 dan 5,6 + 2 ml NBsN₂ memiliki rata-rata 0,67 tunas. Penambahan NBsN₂ pada media MS memberikan pengaruh munculnya tunas pada setiap perlakuan. Media MS cair yang digunakan pada penelitian ini sangat optimal bagi pertumbuhan tunas. Tumbuhnya tunas karena media MS mengandung konsentrasi ZPT auksin dan sitokinin untuk pertumbuhan tunas pada setiap tanaman memberikan respon pertumbuhan yang berbeda-beda [16].

NBs berpengaruh pada pertumbuhan anggrek. Pertumbuhan anggrek *Dendrobium Imelda Marina Masagung x Bumi Menangis* NBs berpengaruh dalam memperbesar diameter batang anggrek, menambah tinggi tanaman serta menumbuhkan tunas baru, akar baru serta warna daun menjadi lebih hijau [17]. Hal ini menguatkan pendapat bahwa pemberian NBs dapat memunculkan tunas baru dan memperbanyak pertumbuhan jumlah tunas anggrek. Jumlah tunas anggrek pada media MS dengan penambahan NBsN₂ merangsang pertumbuhan tunas dengan peranan dari N merangsang pertumbuhan secara keseluruhan kemudian dapat menandakan bahwa proses berlangsungnya fotosintesis berjalan dengan baik.

Panjang tunas anggrek *Dendrobium* sp. menunjukkan bahwa perlakuan terbaik pada pH 5,4 ml + 2 ml MS lebih baik jika dibandingkan dengan penambahan NBsN₂. Selama penelitian, penambahan NBsN₂ pada media MS juga memberikan pengaruh terhadap panjang tunas (Gambar 4). Pada penambahan NBs terlihat pertumbuhan panjang tunas pada perlakuan pH 5,4 + 1 ml + 1 ml NBsN₂. Berdasarkan nilai rata-rata panjang tunas, nilai tertinggi terdapat pada pH 5,4 + 2 ml MS (0,80 cm), pH 5,4 + 1 ml + 1 ml NBsN₂ dan terendah pada pH 5,6 + 2 ml NBsN₂. Rata-rata panjang tunas anggrek *Dendrobium* sp. ditunjukkan pada Gambar 5.

Pertumbuhan tunas sebagian besar pada umumnya terbentuk di ujung batang atau pangkal daun. Secara fisiologi tunas mempunyai batang yang sangat pendek dan daun-daunnya terlilit erat dan padat disekitarnya, tumpang tindih dengan daun bagian dalam dan daun luarnya keras dan tebal berfungsi sebagai pelindung dedaunan halus didalamnya [18]. ZPT endogen didalam jaringan anggrek sudah ada dalam keadaan seimbang untuk memicu pembelahan dan pemanjangan sel sehingga terjadi penambahan panjang tunas [19]. Namun saat dilakukan penambahan NBsN₂ pada media MS pada konsentrasi tertentu juga memicu perpanjangan tunas pada eksplan anggrek *Dendrobium* sp. Induksi NBs terbukti efektif terhadap pertumbuhan tanaman, walaupun ukurannya nano menyebabkan penyerapan gas yang dibawa menjadi lebih cepat terserap dan salah satu efeknya yaitu dapat menginduksi gas dan hormon [20]. Pada perlakuan pH 5,6 + 2 ml NBsN₂ tidak memberikan pengaruh pada panjang tunas. Hal tersebut karena pemberian konsentrasi yang berlebihan sehingga nitrogen yang sudah ada pada tanaman menjadi berlebihan yang mengakibatkan interaksi antar nitrogen tersebut tidak seimbang dan menghambat pertumbuhan tunas dan tanaman menjadi mati. Respon yang muncul pada eksplan tanaman tergantung kemampuan eksplan tersebut dalam menyerap ZPT endogen dari media tumbuh dan menggunakannya dengan ZPT endogen yang ada didalam tanaman [21].

Panjang akar anggrek *Dendrobium* sp. menunjukkan bahwa pH 5,4 + 2 ml MS memberikan pengaruh lebih baik dibandingkan penambahan NBs. Selama penelitian, pada penambahan NBsN₂ menunjukkan pertumbuhan panjang akar pada perlakuan pH 5,4 + 1 ml + 1 ml MS (Gambar 6). Tanaman yang memiliki akar yang panjang menunjukkan bahwa tanaman anggrek sehat dan nutrisinya terpenuhi. Berdasarkan nilai rata-rata panjang akar tanaman. Nilai tertinggi terdapat pada pH 5,4 + 2 ml MS (0,73 cm), 5,4 + 1 ml + 1 ml NBsN₂ (0,66 cm) dan terendah pada perlakuan pH 5,6 + 1 ml + 1 ml NBsN₂, 5,4; 5,6 + 2 ml NBsN₂ (0 cm) terlihat pada Gambar 7.

Akar adalah organ tumbuhan dengan struktur luar yang terdiri dari pertumbuhan akar rambu dan kepala akar. Jumlah akar pada kultur jaringan menunjukkan bahwa tanaman anggrek menyerap unsur hara pada substrat dengan baik. Penambahan NBsN₂ pada pertumbuhan juga berpengaruh pada panjang akar karena NBs dapat diserap dengan mudah oleh akar tanaman dan langsung masuk kedalam sistem tanaman dan dapat membantu meningkatkan ketersediaan nutrisi oleh tanaman [22]. Pada pH yang digunakan menunjukkan bahwa rerata pertumbuhan akar baru yang tertinggi adalah pH 5,4 + 2 ml MS.



Hai ini terjadi karena media MS mencukupi kebutuhan unsur hara dan mikro maupun ZPT yang dapat merangsang pertumbuhan akar baru. Untuk pH 5,6 dan 5,8 juga memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan akar, semakin kecil pH media juga menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik karena penyerapan unsur hara dari media tidak terhambat. Perlakuan pada pH 5,4 + 1 ml + 1 ml NBsN₂ yang menunjukkan NBs berperan dalam pertumbuhan panjang akar. Akar sangat diperlukan dalam pertumbuhan tanaman sebagai berpenunjang berdirinya tanaman [23]. Tanaman tumbuh sepanjang hidup mereka. Pertumbuhan diawali pada meristem yang terdiri dari *stem* sel yang mampu berdiferensiasi menjadi berbagai sel. Meristem apikal didasarkan pada ujung pucuk dan akar, sehingga akar dapat mengjangkau area terluas dalam mencari air. Sedangkan proses fotosintesis lebih efektif karena mencapai cahaya yang baik [24].

Kesimpulan

Pengaruh berbagai tingkat pH pada media MS dan penambahan NBsN₂ memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan anggrek *Dendrodium* sp. Pertumbuhan anggrek dengan penambahan NBsN₂ pada perlakuan pH 5,4 + 1 ml + 1 ml NBsN₂ sangat optimal terlihat pada indikator panjang daun, jumlah daun dan panjang tunas, sedangkan pada perlakuan pH 5,4 + 2 ml MS optimal pada panjang akar tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan NBs membantu pertumbuhan tanaman, karena NBs memiliki ukuran 1-100 nm sehingga memudahkan efektivitas tanaman menyerap nutrisi yang diberikan dengan baik

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada program *Matching Fund* tahun 2022 yang telah memberikan pendanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] D. A. Setyowati, T. Rahayu, G. E. Jayanti dan D. Agisimanto, "Pengaruh Variasi Konsentrasi *Indole Butyric Acid* (IBA) pada Anggrek (*Dendrobium hybrid*) terhadap Pertumbuhan dan Survival dalam Media Cocopeat," E-Jurnal Ilmiah Sains Alami 5(2): 38-48, 2023.
- [2] N. A. Nisa, T. Rahayu dan G. E. Jayanti "Peranan BAP dan Air Kelapa pada Medium VW Terhadap Organogenesis *Dendrobium* sp," *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences* 8(2): 298-303, 2021.
- [3] A. M. Paradhiba, F. Febriyanti, E. Rahmadania, F. Yanisa, F. U. Adelina dan R. C. Mukti, "Pemanfaatan Teknologi Nanobubble Untuk Produksi *Anguilla* Sp Pada Era Society 5.0," Seminar Nasional Lahan Suboptimal 9(21): 435-444, 2021.
- [4] T. Rahayu, T. G. E. Jayanti dan A. Hayati, "Induksi *Nanobubbles* (NBs) untuk Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium* Imelda Marina Masagung x Bumi Menangis, *Metamorfosa: Journal of Biological Science* 10(1): 126-132, 2023.
- [5] K. K. T. Phan, T. Truong, Y. Wang, B. Bhandari, "Nanobubbles: Fundamental Characteristics and Applications in Food Processing, *Trends in Food Science & Technology*, 95: 118-130, 2020.
- [6] M. A. Chusna, "Pengembangan Teknologi *Nanobubble* pada Budidaya Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*) terhadap Kadar Glukosa Darah dan Hemoglobin," Skripsi. Universitas Airlangga, 2018.
- [7] A. K. A. Ahmed, S. Xiaonan, H. Likun, M. leidy, Q. Weihua, M. Taha dan Z. Wen, "Influences of Air Oxygen, nitrogen and carbon dioxide nanobubbles on seed germination and plant growth," *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66(20): 5117-5124, 2018.
- [8] K. Ebina, K. Shi, M. Hirao, J. Hashimoto, Y. Kawato, S. Kaneshiro, T. Morimoto, K. Koizumi dan H. Yoshikawa, "Oxygen and Air Nanobubble Water Solution Promote the Growth of Plants, Fishes, And Mice, *Plos One* 8(6): E65339, 2013.
- [9] Huang, Ho, C. C., B. H. Huang., P. C. Chu, "A Study Based on Electrochemical Discharge Assisted by Hollow Electrode and Micro-Nano Bubble To Process Transparent Non-Conductive Brittle Materials," *International journal of advanced manufacturing technology*, 115(1): 367-382, 2021.



- [10] T. Rahayu, G. E. Jayanti dan A. Hayati, "Induksi *Nanobubbles* (NBs) untuk Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium Imelda Marina Masagung* x *Bumi Menangis*, *Metamorfosa: Journal of Biological Science*, 10(1): 126-132, 2023.
- [11] S. Rianawati, S. Isminingsih., N. Hermita dan L. U. Riyadi, "Daya Regenerasi PLBs Anggrek *Dendrobium* Var. *Jacqueline Thomas* x *Walter Oumae* dan *Kumala Agrihorti* Pada Jenis Media Kultur *In Vitro* dengan Penambahan Air Kelapa," *Jurnal Agroekotek* 13(2): 226-237, 2021.
- [12] M. Mbiyu, J. Muthoni., J. Kabira, C. Muchira, P. Pwaipwai, J. Ngaruiya, J. Onditi, and S. Otieno, "Comparing Liquid and Solid Media on The Growth of Plantlets from Three Kenyan Potato Cultivars. American," *Journal of Experimental Agriculture*, 2(1): 81-89, 2012.
- [13] D. Triadiawarman, D. Aryanto, dan J. Krisbiyantoro, "Peran Unsur Hara Makro Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bawang Merah (*Allium cepa* L.)," *Jurnal Agrifor* 21(1), 2022.
- [14] A. K. A. Ahmed, S. Xiaonan, H. Likun, M. leidy, Q. Weihua, M. Taha dan Z. Wen, "Influences of Air Oxygen, nitrogen and carbon dioxide nanobubbles on seed germination and plant growth," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(20): 5117-5124, 2018.
- [15] W. T. Utari, "Pertumbuhan Protokrom Anggrek *Paraphalaenopsis laycockii* Dengan Kombinasi BAP Dan NAA Pada Kultur *In Vitro*, Jurusan Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi. UIN Malang: Malang, 2017.
- [16] H. Nofanda, T. Rahayu, dan A. Hayati, "Peranan Penambahan BAP Dan NAA Pada Pertumbuhan Kalus Kedelai (*Glycine max*) Menggunakan Media B5" *E-Jurnal Ilmiah Biosantropis*, 2(1): 35-45. Malang, 2016.
- [17] T. Rahayu, G. E. Jayanti dan A. Hayati, "Induksi *Nanobubbles* (NBs) untuk Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium Imelda Marina Masagung* x *Bumi Menangis*," *Metamorfosa: Journal of Biological Science* 10(1): 126-132, 2023.
- [18] I. D. Ambarwati, F. N. Alfian dan P. Dewanti, "Respon Anggrek *Dendrobium* sp., *Oncidium* sp., dan *Phalaenopsis* sp. Terhadap Pemberian Empat Jenis Nutrisi Organik yang Berbeda pada Tahap Regenerasi Plantlet, *Jurnal Agrikultura*, 1(32): 27-36, 2021.
- [19] [19] H. Yuswanti, I. N. G. Astawa, dan N. N. A. M. Dewi, "Pertumbuhan Plantlet Anggrek *Cattleya* Sp. Dengan Perlakuan *Benzyl Amino Purine* Pada Media Dasar Pupuk Daun Modifikasi, *Jurusan Agroekoteknologi* 4(2), Fakultas Pertanian Universitas Udayana, 2014.
- [20] T. Rahayu, G. E. Jayanti dan A. Hayati, "Induksi *Nanobubbles* (NBs) untuk Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium Imelda Marina Masagung* x *Bumi Menangis*, *Metamorfosa: Journal of Biological Science*, 10(1): 126-132, 2023.
- [21] D. Widiastoety, S. Nina dan S. Muchtar, "Potensi Anggrek *Dendrobium* dalam Meningkatkan Variasi dan Kualitas Anggrek Bunga Potong, *Jurnal Litbang Pertanian* 29(3): 101-106, 2010.
- [22] N. Golub, M. Tsvetkovych, I. Levkun dan V. Maskyn, "Nanostructured ferric citrate effect on *chlorella vulgaris* development," *Biotechnologia acta* 11(6): 47-54, 2018.
- [23] G. Sundalangi, J. Mandang, dan S. Sompotan. 2023, "Perlakuan Air Kelapa Tua dan BAP Pada Media MS, VW Terhadap Protokorm Anggrek *Dendrobium* sp. Secara Kultur *In Vitro*, *E-Jurnal Ilmiah Agri-Sosio Ekonomi*, 19(1): 571-578, 2023.
- [24] G. Dufil, I. Bernacka, A. Wojcik, M. Armada dan E. Stavrinidou, "Plant Bioelectronics and Biohybrida: The Growing Contribution of Organic Electronic and Carbon-Based Materials, " *Chem.Rev*, 2022.