
**Potensi Penerapan Teknologi Nanobubble pada Sistem Hidroponik
Deep Flow Technique (DFT)**

***The Potential Application of Nanobubble Technology in The Deep Flow
Technique (DFT) Hydroponic System***

¹Asep Yusuf, ²Chay Asdak, ³Mimin Muhaemin, ⁴Bayu Raka Pratama

^{1,2,3,4}Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Padjadjaran

Jl. Ir. Soekarno KM 21 Jatinangor-Sumedang, Telp. 022-7798844,

Kode Pos 45363, Indonesia

¹E-mail : asep.yusuf@unpad.ac.id

ABSTRAK

Potensi penerapan teknologi nanobubble pada sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) menawarkan peluang besar untuk meningkatkan efisiensi dan hasil produksi tanaman. Pendahuluan penelitian ini menjelaskan bahwa sistem hidroponik DFT sering menghadapi tantangan dalam hal pasokan oksigen yang cukup ke akar tanaman, yang dapat menghambat pertumbuhan dan produktivitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi potensi teknologi *nanobubble* dalam meningkatkan oksigenasi dan performa pertumbuhan tanaman pada sistem hidroponik DFT. Metode penelitian melibatkan perancangan dan pengaturan sistem hidroponik DFT yang dilengkapi dengan generator nanobubble, serta pengujian perbandingan antara tanaman yang ditanam dengan dan tanpa teknologi *nanobubble*. Parameter yang diukur mencakup tinggi tanaman, panjang akar, dan hasil panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *nanobubble* secara signifikan meningkatkan kadar oksigen dalam larutan nutrisi sebesar 23,6 mg/L, yang berujung pada pertumbuhan tanaman yang lebih baik, akar yang lebih panjang, dan peningkatan hasil panen dibandingkan dengan sistem DFT konvensional. Pemberian nanobubble oksigen dan udara dapat mempersingkat waktu panen tanaman siamak menjadi 25 HST dimana biasanya dipanen 35-45 HST.

Kata kunci: *nanobubble*, hidroponik, *Deep Flow Technique*, oksigenasi, produktivitas tanaman.

ABSTRACT

The potential application of nanobubble technology in the Deep Flow Technique (DFT) hydroponic system offers significant opportunities to enhance efficiency and crop yield. The introduction of this study highlights that DFT hydroponic systems often face challenges in providing adequate oxygen supply to plant roots, which can hinder growth and productivity. The aim of this research is to evaluate the potential of nanobubble technology to improve oxygenation and plant growth performance in DFT hydroponic systems. The research methodology involves designing and setting up a DFT hydroponic system equipped with a nanobubble generator, followed by comparative testing of plants grown with and without nanobubble technology. Parameters measured include plant height, root length, and crop yield. The results

indicate that the use of nanobubble technology significantly increases the oxygen levels in the nutrient solution by 23.6 mg/L, leading to better plant growth, longer roots, and higher yields compared to conventional DFT systems. The application of oxygen and air nanobubbles can shorten the harvesting time of Siomak plants to 25 days after transplanting (DAT), whereas they are typically harvested at 35-45 DAT.

Keywords: *nanobubble, hydroponics, Deep Flow Technique, oxygenation, plant productivity.*

PENDAHULUAN

Teknologi nanobubble telah menarik perhatian luas dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, karena potensinya untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. *Nanobubble* adalah gelembung gas dengan diameter kurang dari 200 nanometer yang memiliki karakteristik unik, seperti stabilitas tinggi dalam cairan dan kemampuan untuk meningkatkan transfer gas ke dalam air. Penerapan teknologi nanobubble pada sistem hidroponik, khususnya dalam *Deep Flow Technique* (DFT), menawarkan peluang untuk mengoptimalkan suplai oksigen ke akar tanaman. DFT merupakan salah satu metode hidroponik di mana akar tanaman terendam dalam larutan nutrisi yang mengalir terus-menerus, sehingga ketersediaan oksigen sangat penting untuk kesehatan dan pertumbuhan tanaman. Menurut Li dan Takahashi (2012), nanobubble dapat meningkatkan aktivitas enzim yang relevan dalam air, yang menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi pertumbuhan tanaman.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan mengevaluasi potensi penerapan teknologi nanobubble dalam sistem DFT hidroponik, dengan fokus pada peningkatan efisiensi pertumbuhan tanaman dan penggunaan air. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi teknologi nanobubble dengan sistem hidroponik DFT, yang belum banyak dijelajahi dalam literatur ilmiah sebelumnya. Teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan oksigenasi larutan nutrisi, yang pada gilirannya dapat meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman dan mencegah pembusukan akar. Ueno dan Takahashi (2011) menjelaskan bahwa nanobubble memiliki stabilitas tinggi dalam cairan, sehingga dapat mempertahankan ketersediaan oksigen yang lebih lama dibandingkan metode aerasi konvensional.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana teknologi nanobubble dapat diimplementasikan secara efektif dalam sistem hidroponik DFT dan sejauh mana teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi sistem tersebut. Maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk menyediakan bukti empiris mengenai manfaat penggunaan teknologi nanobubble dalam sistem hidroponik DFT dan memberikan rekomendasi praktis bagi petani hidroponik. Cowan (2020) menyatakan bahwa teknologi nanobubble memiliki potensi besar dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi dalam sistem pertanian.

Manfaat dari penelitian ini mencakup peningkatan produktivitas tanaman hidroponik, penghematan penggunaan air dan nutrisi, serta kontribusi terhadap praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, penerapan teknologi nanobubble dalam sistem DFT hidroponik dapat menjadi inovasi penting dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan global. Putra et al. (2019) menunjukkan bahwa teknologi nanobubble telah berhasil diterapkan dalam akuakultur dan memiliki potensi besar untuk diadopsi dalam pertanian, termasuk hidroponik, untuk meningkatkan efisiensi dan hasil panen. Integrasi teknologi ini dengan sistem

hidroponik DFT dapat memberikan solusi praktis untuk meningkatkan ketahanan pangan melalui pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Tanaman Hidroponik membutuhkan oksigen untuk menyerap nutrisi melalui akarnya. Oleh karena itu, sangat penting untuk menjaga tingkat oksigen terlarut (DO) yang memadai dalam larutan nutrisi. Yuliantari dkk. (2021) menyatakan bahwa oksigen terlarut (DO) berfungsi sebagai indikasi penilaian kualitas air. Secara khusus, tingkat DO yang lebih tinggi menunjukkan kualitas air yang lebih baik. Memastikan tingkat oksigen terlarut (DO) yang memadai dapat dicapai dengan banyak cara, seperti memasukkan gelembung udara ke dalam larutan nutrisi (Susilawati, 2019). Hutabarat (2023) menyatakan bahwa larutan pupuk hidroponik dianggap sangat memuaskan bila konsentrasi oksigen terlarut (DO) kurang lebih 8 mg/L. Pada sistem hidroponik, jika sirkulasi tidak mencukupi maka konsentrasi oksigen terlarut (DO) akan lebih rendah dibandingkan dengan sistem peredaran darah. Akar yang terkubur dalam larutan nutrisi menghadapi tantangan dalam memperoleh oksigen, yang menyebabkan respirasi tidak memadai dan penyerapan nutrisi oleh akar tidak optimal. Hal ini berdampak buruk pada penurunan kinerja pertumbuhan tanaman dan hasil panen.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari – Agustus 2023. Alat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat Penelitian

No	Nama Alat	Keterangan	Spesifikasi
1	DO meter WA-2017SD (Lutron)	Digunakan untuk mengukur konsentrasi oksigen terlarut, pH, dan konduktivitas air	Konduktivitas: 200 μ S / 2 mS / 20 mS / 200 mS. TDS: 200 / 2.000 / 20.000 / 200.000 PPM. Garam: 0 hingga 12,0% garam (berat%). Oksigen terlarut: 0 hingga 20,0 mg / L
2	Oksigen Konsentrator	Digunakan untuk menambahkan oksigen pada air nutrisi	Keluaran oksigen 10 LPM; Oksigen 90%, Tegangan 220 V 50 Hz
3	Selang	Digunakan untuk menyambungkan input dan output untuk aliran gas	Selang air diameter 6 mm
4	Sistem Kontrol	Digunakan mengatur waktu nyala <i>nanobubble</i> generator dan oksigen konsentrator	Timer Omron DHs48S-S Delay Time
5	Thermohygrometer	Digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan	Temperature range : -50°C sampai + 70°C Humidity range 10 – 99 %
6	Timbangan digital	Digunakan untuk menimbang sampel sayuran saat panen	ACS-A, mask 30 kg
7	TDS Meter	Digunakan untuk mengukur kandungan nutrisi dalam air	Range 0-9999 PPM

No	Nama Alat	Keterangan	Spesifikasi
8	<i>Pneumatic</i> Hidrolik	Digunakan untuk menyambungkan selang antar selang agar tidak bocor aliran gasnya	Diameter 6 mm
9	Flow Meter	Digunakan untuk mengatur banyaknya gas yang masuk dan keluar	0-10 LPM
10	Pompa Celup SE-200	Digunakan untuk mencampurkan air nutrisi dengan oksigen secara aliran berputar	Aliran Maks 183 l/min, Daya 300 W, Tegangan 220/55Hz

Sumber : Data diolah 2023

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi aplikasi dari *nanobubble* generator tipe aliran cairan spiral dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan Penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	Air Nutrisi	Sebagai parameter dalam laju pertumbuhan tanaman dan digunakan untuk diberi aerasi oksigen
2	Gas Oksigen (O ₂)	Digunakan untuk memberikan kandungan oksigen pada air nutrisi
3	Udara	Digunakan untuk memberikan kandungan gas pada air nutrisi
4	Tanaman siomak (<i>Lactuca sativa</i>)	Digunakan untuk sampel dalam melihat laju pertumbuhan dan produktivitas

Sumber : Data diolah 2023

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif digunakan data yang berupa angka yang dideskripsikan guna untuk mendapatkan kesimpulan data mana yang paling baik didapatkan, dalam penelitian ini dapat dilihat dari pertumbuhan dan hasil panen tanaman siomak (*Lactuca sativa*) *nanobubble* dan kontrol.

Pembangkitan *nanobubble* pada penelitian ini menggunakan 2 jenis gas yaitu oksigen (O₂) dan udara. Pembangkitan *nanobubble* dilakukan pada tandon nutrisi 1000 liter dengan waktu pembangkitan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 30 menit/hari.

Nilai konsentrasi gas terlarut didapatkan melalui pengukuran menggunakan Lutron WA-2017SD yang dilengkapi dengan DO meter. Selama pembangkitan berlangsung Lutron WA-2017SD akan merekam untuk melihat kenaikan nilai konsentrasi gas terlarut dan didiamkan selama 24 jam untuk melihat stabilitas konsentrasi gas terlarut pada tandon nutrisi. Ketiga perlakuan berdasarkan waktu pembangkitan masing-masing akan dibandingkan dengan tanpa *nanobubble* (kontrol) terhadap pertumbuhan tanaman siomak (*Lactuca sativa*). Parameter pertumbuhan tanaman siomak dilihat dari panjang dan lebar daun serta berat segar tanaman pada hasil panen tanaman siomak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

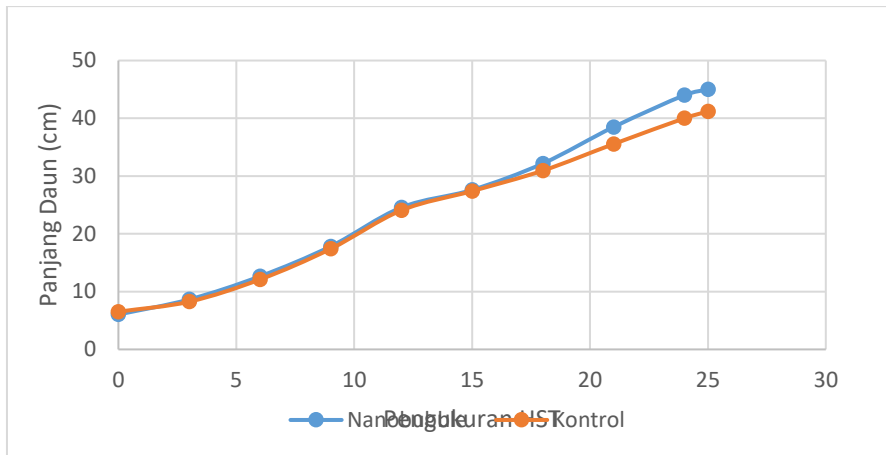
Penerapan *Nanobubble* Generator Tipe Aliran Berputar

Nanobubble generator tipe aliran berputar yang digunakan pada yaitu pompa celup SE-200 yang dilengkapi dengan dua buah nozzle. Penggunaan pompa celup SE-200 bertujuan agar dapat meminimalisir kenaikan suhu pada saat pembangkitan *nanobubble* pada tandon nutrisi. Pembangkitan *nanobubble* dilakukan dengan waktu pembangkitan 30 menit/hari dan dilakukan pada sore hari. Proses pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui kadar oksigen pada tandon nutrisi menggunakan alat Lutron WA-2017SD. Alat ini digunakan untuk merekam data selama 24 jam dimulai dari proses pembangkitan hingga penurunan kadar oksigen di dalam tandon air.

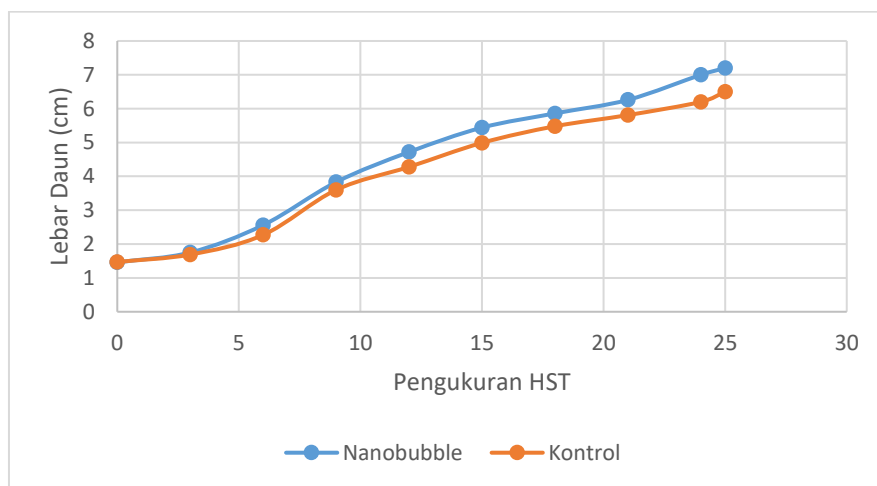
Kadar oksigen sebelum dilakukan proses pembangkitan sebesar 4,5 mg/L. Setelah dilakukan proses pembangkitan selama 30 menit dengan laju aliran gas 2 liter/menit mengalami kenaikan menjadi 23,6 mg/L. Selama proses pembangkitan dengan waktu 30 menit mengalami kenaikan suhu dari awal sebelum pembangkitan 26,6 °C menjadi 26,7 °C. Proses pembangkitan yang dilakukan hanya dilakukan satu kali pada sore hari dan dilihat penurunannya selama 24 jam hingga sore hari kembali. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ebina dkk pada tahun 2013 yang melakukan perlakuan yang sama dengan waktu pembangkitan 30 menit/hari dapat menghasilkan kadar oksigen 31,7 mg/L pada 100 liter air. Nilai kadar oksigen yang dihasilkan pada penelitian yang dilakukan sudah cukup baik karena penelitian yang dilakukan sebelumnya volume air yang digunakan hanya 100 liter sedangkan pada penelitian ini menggunakan tandon nutrisi 1000 liter. Stabilitas DO selama 24 jam setelah pembangkitan menunjukkan bahwa nilai kadar oksigen menurun menjadi 5,5 mg/L. Penurunan kadar oksigen disebabkan oleh kenaikan suhu dan juga penyerapan oleh akar tanaman pada budidaya hidroponik sistem DFT.

Pengaruh *Nanobubble* Terhadap Pertumbuhan Tanaman Siomak

Pembangkitan *nanobubble* oksigen pada budidaya 35 buah tanaman siomak (*Lactuca sativa*) dilakukan dengan waktu pembangkitan 30 menit/hari dengan laju aliran gas 2 l/menit. Pembangkitan *nanobubble* oksigen dilakukan pada sore hari. Seharusnya pembangkitan *nanobubble* oksigen pada budidaya tanaman siomak dilakukan pada pagi hari karena tanaman mengalami proses fotosintesis yang membutuhkan oksigen. Pemberian *nanobubble* pada pertumbuhan tanaman siomak akan dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman siomak kontrol. Parameter pertumbuhan yang diukur yaitu panjang dan lebar daun serta berat segar tanaman saat dipanen. Perbandingan pertumbuhan panjang dan lebar daun tanaman siomak *nanobubble* dan tanaman siomak kontrol selama 25 HST dapat dilihat pada grafik pada Gambar 1 dan Gambar 2.



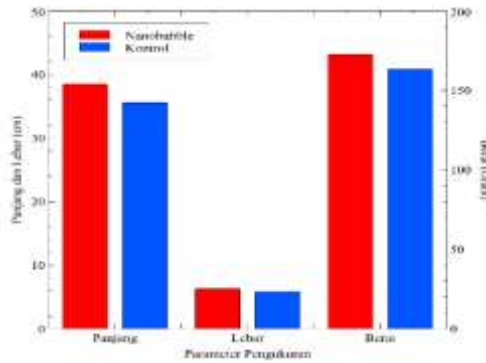
Gambar 1. Perbandingan Panjang Daun Siomak



Gambar 2. Perbandingan Lebar Daun Siomak

Pemberian nanobubble oksigen selama 30 menit/hari dapat meningkatkan pertumbuhan panjang dan lebar daun tanaman siomak. Terlihat pada grafik yang menunjukkan bahwa panjang daun tanaman siomak dengan nanobubble oksigen dapat meningkat dihari 18 HST. Pertumbuhan lebar daun tanaman siomak nanobubble sudah dapat terlihat meningkat pada umur tanaman 6 HST dibandingkan dengan tanaman kontrol. Pemberian nanobubble oksigen dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman siomak dilihat dari panjang dan lebar daun.

Parameter berat segar tanaman siomak nanobubble dan kontrol setelah panen ditunjukkan oleh Gambar 3 dengan *bar chart* dengan masing – masing 35 sampel tanaman siomak.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Panjang, Lebar dan Berat Tanaman Siomak

Penerapan nanobubble oksigen pada budidaya tanaman siomak (*Lactuca sativa*) dapat meningkatkan pertumbuhan panjang dan lebar daun serta berat segar yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman siomak kontrol. Panjang daun rata – rata tanaman siomak nanobubble memiliki nilai sebesar 45 cm pada saat panen, sedangkan tanaman siomak kontrol hanya memiliki panjang rata – rata sebesar 41,2 cm. Lebar rata – rata tanaman siomak nanobubble pada saat panen yaitu 7,2 cm, sedangkan lebar rata – rata tanaman siomak kontrol yaitu 6,5 cm. Sehingga dilihat dari angka yang dihasilkan dari panjang dan lebar daun, pemberian nanobubble oksigen selama 30 menit/hari pada budidaya tanaman siomak dengan sistem hidroponik *deep flow technique* (DFT) dapat meningkatkan pertumbuhan panjang dan lebar daun tanaman siomak. Perbandingan berat tanaman siomak dapat terlihat bahwa tanaman siomak nanobubble lebih unggul dibandingkan dengan tanaman siomak kontrol. Hasil tersebut menegaskan bahwa penggunaan nanobubble oksigen pada budidaya hidroponik tanaman siomak dengan sistem DFT lebih unggul dibandingkan dengan kontrol dilihat dari pertumbuhan panjang dan lebar daun serta berat tanaman saat panen. Peningkatan nanobubble oksigen selama 30 menit/hari dapat meningkatkan 5,6 % berat pada pertumbuhan tanaman siomak dalam budidaya hidroponik sistem DFT.

Peningkatan pertumbuhan dan produktivitas tanaman, sejalan dengan apa yang disampaikan oleh Ebina (2013), dalam penelitiannya menyatakan bahwa air nanobubble dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica campestris*) dibandingkan dengan tanaman yang menggunakan air baku pada sistem hidroponik selama 4 minggu. Pemberian nanobubble oksigen juga dapat mengatasi kekurangan pada budidaya hidroponik sistem DFT terkait ketersediaan oksigen yang kurang baik pada zona perakaran. Sehingga tanaman siomak yang diberikan nanobubble oksigen memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Habib (2023) menyatakan bahwa penggunaan microbubble generator pada budidaya tanaman kailan dengan sistem DFT memiliki respon pertumbuhan tanaman yang baik dilihat dari jumlah daun, kondisi akar dan bobot tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Fauzi (2013) menyatakan bahwa pemberian aerasi pada budidaya hidroponik selada keriting dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman sehingga waktu panen tanaman selada dapat dipersingkat dari 28 hari menjadi 14 hari.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian nanobubble oksigen dan udara dapat mengatasi ketersediaan oksigen di zona perakaran pada budidaya hidroponik tanaman siamak dengan sistem *Deep Flow Technique*;
2. Nanobubble oksigen dan udara dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan kontrol dilihat dari parameter panjang daun, lebar daun, dan berat tanaman sebesar 5,6 %; dan
3. Pemberian nanobubble oksigen dan udara dapat mempersingkat waktu panen tanaman siamak menjadi 25 HST dilihat dari peningkatan pertumbuhan dari panjang daun, lebar daun serta berat tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Cowan, A. K. (2020). Advances in nanobubble technology: A comprehensive review. *Chemical Engineering Journal*, 402, 126222.
- Ebina K. 2013. *Oxygen and air Nanobubble water solution promote the growth of plants, fishes, and mice*. *PLoS One* 8:2– 8
- Fauzi, R. 2013. *Pengayaan Oksigen Di Zona Perakaran Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Selada (Lactuca Sativa L.) Secara Hidroponik*. *Vegetalika* Vol.2 No.4, 2013 : 63-74
- Habib, Ihza. 2023. *Evaluasi Kinerja Generator Microbubble Terhadap Kondisi Nutrisi dan Respon Pertumbuhan Kailan (Brassica Oleraceae) Secara Hidroponik Sistem DFT Di Dalam Greenhouse*. *Journal of Food Engineering* Vol. 2 No. 3, 2023 : 154-162
- Hutabarat, E. M., Alam, H. S., Yusuf, A., Salim, T. I., & Rusmintia, N. Y. (2023). Application of Micro-Nanobubble Aeration in Spinach (*Amaranthus viridis*) and Pakchoi (*Brassica rapa Chinensis*) Cultivation with the Wick System. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 12(3), 756-764.
- Li, P., & Takahashi, M. (2012). Effect of nanobubbles on the activities of lipase and phospholipase A2 in water. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 89, 135-141.
- Putra, A. P., et al. (2019). Application of nanobubble technology in aquaculture and its potential in agriculture. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 19(4), 2301-2310.
- Susilawati. (2019). *Dasar-Dasar Bertanam secara Hidroponik*. Palembang: Unsri Press.
- Ueno, H., & Takahashi, M. (2011). Generation and stability of bulk nanobubbles. *Langmuir*, 27(6), 3235-3243.
- Yuliantari, R. V., Novianto, D., Hartono, M. A., & Widodo, T. R. (2021). Pengukuran Kejenuhan Oksigen Terlarut pada Air menggunakan Dissolved Oxygen Sensor. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 18(2), 101.