

Evaluasi Kinerja Generator Microbubble Terhadap Kondisi Nutrisi dan Respon Pertumbuhan Kailan (*Brassica Oleraceae*) Secara Hidroponik Sistem DFT Di Dalam Greenhouse

*Performance Evaluation of Microbubble Generator on Nutritional Content and Growth Responses of Kailan (*Brassica Oleraceae*) utilizing Hydroponic DFT Systems*

Habib Ihza Mahendra¹, Iswahyono¹, Siti Djamila¹, Amal Bahariawan¹,
Meta Fitri Rizkiana¹

¹Keteknikan Pertanian, Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Email Koresponden: iswahyono@polije.ac.id

Received : 10-05-2023 | Accepted : 20-06-2023 | Published : 31-07-2023

Kata Kunci

Kailan, generator microbubble, hidroponik sistim DFT

Copyright (c) 2023

Habib Ihza Mahendra,
Iswahyono, Siti Djamila, Amal
Bahariawan, Meta Fitri
Rizkiana



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAK

Tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) mempunyai potensi serta nilai komersial tinggi karena kandungan gizi tinggi dan rasa enak serta banyak diminati masyarakat. Kailan dapat diusahakan melalui penanaman secara hidroponik dengan memanfaatkan lahan terbatas. Hidroponik sistem DFT jadi salah satu pilihan karena pertumbuhan lebih cepat dan seragam, masa panen lebih cepat, perawatan lebih mudah, jika aliran listrik padam tanaman masih bisa bertahan namun juga memiliki kelemahan salah satunya terbatasnya ketersediaan oksigen di daerah perakaran karena sirkulasi yang kurang baik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan generator microbubble sebagai upaya pengayaan oksigen terhadap kondisi nutrisi dan respon pertumbuhan tanaman kailan dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman tanpa penggunaan generator microbubble. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah membandingkan secara diskriptif kondisi nutrisi dan respon pertumbuhan tanaman antara menggunakan generator microbubble dan tanpa menggunakan generator microbubble. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan generator microbubble memberikan pengaruh terhadap konsentrasi, suhu dan pH nutrisi serta berdampak positif terhadap respon pertumbuhan tanaman : jumlah daun, kondisi akar dan bobot tanaman pada saat panen.

Keywords

Kailan, microbubble generator,

ABSTRACT

*The kailan plant (*Brassica oleraceae*) has high commercial*

DFT hydroponic system

potential due to its high nutritional content, delicious taste, and high market interest. Kailan could be cultivated through hydroponic planting by utilizing limited land. The DFT hydroponic system is an option due to faster and constant growth, shorter harvest period, and easy maintenance. If the power goes out, the plants can still survive. One of the weaknesses is the limited oxygen availability due to poor circulation. This study aimed to determine the effect of using a microbubble generator to enrich oxygen on nutritional conditions and the growth response of kailan plants compared to plant growth without a microbubble generator. The applied method in this study was to compare nutritional content and plant growth responses between using a microbubble generator and without utilizing a microbubble generator. The results showed that using the microbubble generator affected nutrients' concentration, temperature, and pH and positively impacted plant growth responses: number of leaves, root condition and plant weight at harvest period.

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang mengandalkan sektor pertanian sebagai sumber penghidupan. Pertanian merupakan salah satu sektor yang mendominasi pendapatan masyarakat Indonesia. Jumlah penduduk Indonesia terus bertambah ini berdampak meningkatnya kebutuhan pangan tidak terkecuali komoditas hortikultura, sementara luas lahan untuk pertanian terus berkurang karena alih fungsi lahan untuk pemukiman atau untuk kawasan industri sehingga perlu solusi alternatif untuk mengatasi keterbatasan lahan. Kota-kota besar yang tumbuh dengan permintaan pasar akan komoditas sayuran yang terus meningkat, akan sulit untuk menemukan lahan pertanian (Virha dkk., 2020). Salah satu solusi alternatif untuk mengatasi hal tersebut dapat memanfaatkan lahan terbatas dengan sistem tanam hidroponik.

Hidroponik adalah cara bercocok tanam dengan media lain selain tanah dan memanfaatkan pemberian nutrisi yang maksimal terhadap tumbuhan. Nutrisi yang diberikan akan langsung diserap oleh akar tanaman, sehingga tanaman akan mendapatkan semua nutrisi yang dibutuhkan dan pertumbuhan tanaman akan menjadi lebih baik. Terdapat beberapa sistem hidroponik, salah satunya Deep Flow Technique. Deep Flow Technique (DFT) adalah salah satu sistem tanam dalam hidroponik yang menggunakan genangan pada instalasi dan menggunakan sirkulasi dengan aliran pelan. Sistem ini menggunakan listik sebagai penggerak pompa agar dapat dengan mudah mensirkulasi nutrisi ke seluruh akar tanaman (Nugroho, 2018).

Kelebihan sistem DFT diantaranya pertumbuhan lebih cepat, masa panen lebih cepat, pertumbuhan tanaman lebih seragam, perawatan lebih mudah, jika aliran listrik padam tanaman masih bisa bertahan. Hidroponik sistem DFT selain memiliki beberapa kelebihan juga memiliki kekurangan diantaranya jika akar tanaman terendam terlalu dalam, karakter media yang demikian membawa konsekuensi pada terbatasnya ketersediaan oksigen di daerah perakaran karena sirkulasi oksigen yang kurang baik. Kondisi ini dapat menghambat penyerapan unsur hara N, P, K, Ca, Mg dan Fe oleh

tanaman selada yang dibudidayakan sehingga hasil produksinya rendah dan proses biofortifikasi unsur-unsur tersebut kurang begitu optimal mengingat konsentrasi N, P, K, Ca, Mg dan Fe dalam tanaman selada sangat dibutuhkan (Fauzi dkk, 2013), selain itu tanaman bisa mengalami busuk akar yang berakibat pada kematian, dan bisa kekurangan oksigen terlarut sehingga membuat pertumbuhan tanaman terganggu (Riyanto, 2022).

Guna mengatasi salah satu kekurangan sistem DFT maka perlu ditambah dengan instalasi sistem microbubble untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam nutrisi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan generator microbubble terhadap kondisi nutrisi meliputi konsentrasi, pH dan suhu nutrisi serta respon pertumbuhan tanaman kailan meliputi jumlah daun, kondisi akar, tinggi tanaman dan bobot akhir pada umur panen dibandingkan dengan tanpa penggunaan generator microbubble.

Tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) dipilih sebagai obyek penelitian karena merupakan salah satu jenis sayuran daun yang mempunyai kandungan gizi tinggi dengan rasa enak dan menjadi salah satu produk pertanian yang diminati masyarakat, sehingga mempunyai potensi serta nilai komersial tinggi (Samadi, 2013)

2. METODE

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian teknologi microbubble pada sistem hidroponik DFT untuk pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) adalah sebagai berikut : Bak plastic penampung nutrisi, Pompa air Halico 105, Generator Microbubble SHIMIZU PS-121 BIT, pH meter mediatech, Tds EC meter twins chip, Termometer, Gerinda potong, Tang, Palu, Pipa PVC 3 dim, 2 dim, 1 dim, 0,5 dim, Penggaris 100 cm, Timbangan digital SF-400, Alat tulis, Netpot dilengkapi kain flannel, Benih kailan New Day Seed, Air, ABMix Rumahku Hidroponik dan Rockwool.

Tahapan prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka Studi pustaka dengan mengumpulkan informasi dan referensi tentang hal hal yang berkaitan dengan Penelitian yang berjudul “Evaluasi Kinerja Generator Microbubble Terhadap Respon Pertumbuhan Kailan (*Brassica oleraceae*) Secara Hidroponik di dalam Greenhouse”.
2. Menyiapkan Alat dan Bahan Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk perancangan instalasi hidroponik sistem DFT (Deep Flow Tecnique).
3. Pemasangan dan Setting Generator Microbubble Generator microbubble dipasang dan diatur (setting) agar GM (generator microbubble) berfungsi dengan baik, seperti setting banyaknya oksigen yang dimasukkan kedalam generator microbubble. Generator microbubble dikatakan bekerja dengan baik apabila air nutrisi berwarna keputihan dan terlihat gelembung gelembung mikro.
4. Penyemaian Benih Kailan Benih kailan disemai pada rockwool. Penyemaian dilakukan dengan merendam 40 benih kailan dengan air selama 1 jam dengan tujuan melunakkan kulit benih, setelah itu dikeringkan selama 30 menit. Lalu benih kailan disemai selama 37 HSS (Hari Setelah Semai) atau daun sudah berjumlah 3 helai. Penyemaian kailan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penyemaian Kailan

5. Meracik Nutrisi Nutrisi AB mix diracik dan dibuat sesuai kebutuhan pH 6-7 dan konsentrasi 1050 – 1400 untuk kailan.
6. Mengamati Suhu dan Relative Humidity (RH) Greenhouse Mengamati suhu dan RH memakai thermometer bola basah dan bola kering, dilakukan tiga kali sehari (pukul 08.00, 12.00, 15.00 WIB) sampai masa panen.
7. Pindah Tanam Bibit Bibit dipindahkan ke dalam netpot pada umur 37 hari setelah semai (HSS).
8. Mengontrol Konsentrasi Nutrisi Pengontrolan konsentrasi nutrisi dilakukan dengan alat TDS EC meter dan dilakukan tiga kali sehari (pukul 08.00, 12.00, 15.00 WIB) sampai saat panen.
9. Mengontrol pH Nutrisi Pengontrolan pH nutrisi dilakukan dengan alat pH meter dan dilakukan tiga kali sehari (pukul 08.00, 12.00, 15.00 WIB) sampai masa panen.
10. Mengamati Jumlah Daun dan Kondisi Akar Jumlah daun dan kondisi akar diamati dan dihitung pada saat fase vegetatif/fase pertumbuhan. Jumlah daun, kondisi akar dan tinggi tanaman dihitung diamati pada saat kailan berumur 7, 14, 21, 28 dan 35 hari setelah tanam. Pengamatan jumlah daun, kondisi akar dan tinggi tanaman dilakukan pada pukul 08.00 WIB. Jumlah daun dihitung sedangkan kondisi akar diamati apakah tanaman mengalami busuk daun pada akar
11. Menimbang Bobot Akhir kailan saat panen Bobot tanaman akan ditimbang pada saat kailan dipanen. Penimbangan akan dilakukan dengan timbangan dan dalam satuan gram. Penimbangan dilakukan terhadap 40 sampel tanaman.
12. Data pengamatan yang diperoleh dianalisis secara diskriptif untuk menggambarkan perbedaan antara penggunaan generator microbubble dengan tanpa generator microbubble



Gambar 2. Desain Generator Microbubble

Keterangan Gambar:

1. Kran Output
2. Pompa Air
3. Kran Input (Stop Kran)
4. Kran Udara

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Aplikasi Generator Microbubble Generator microbubble yang digunakan memiliki dimensi panjang 74 cm, lebar 23 cm dan tinggi 64 cm dengan sumber tenaga dari pompa air SHIMIZU PS-121 BIT dengan daya 125W. Generator terdiri dari pompa air, pipa, stop kran, nipple, kran aerator dan kran air pada outputnya. Stop kran berfungsi sebagai pengatur banyaknya nutrisi yang di sedot oleh pompa, kran aerator berfungsi sebagai pengatur banyaknya oksigen yang dimasukkan ke dalam pompa dan kran air di output berfungsi sebagai pengatur banyaknya air yang dikeluarkan.

Mekanisme kerja generator Microbubble adalah air nutrisi masuk dihisap oleh pompa melewati pipa hisap kemudian melewati stop kran, kemudian oksigen masuk melalui kran aerator yang berada disebelah stop kran. Air dan udara diaduk kemudian dicampur di dalam impeller pompa dengan tekanan tinggi, selanjutnya air dialirkan menuju kran output dan dikembalikan ke bak nutrisi. Gambar generator microbubble dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Generator Microbubble

Kinerja generator microbubble terhadap kondisi nutrisi dan respon pertumbuhan kailan dibandingkan dengan kondisi nutrisi dan respon pertumbuhan kailan tanpa generator microbubble dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Nutrisi Tanaman : Konsentrasi, pH dan Suhu Nutrisi

Hasil pengamatan rata-rata konsentrasi, suhu dan pH nutrisi dengan dan tanpa generator microbubble yang dilakukan tiga kali sehari yaitu pukul 8.00, pukul 12.00 dan pukul 15.00 WIB dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Pengamatan Rata-Rata Konsentrasi, pH dan Suhu Nutrisi

Kondisi Nutrisi	Dengan GM			Tanpa GM		
	JAM			JAM		
	08.00	12.00	15.00	08.00	12.00	15.00
Konsentrasi Nutrisi	979,54	946,45	935,68	1019,85	983,4	974,82

Kondisi Nutrisi	Dengan GM			Tanpa GM		
	JAM			JAM		
	08.00	12.00	15.00	08.00	12.00	15.00
pH Nutrisi	6,33	6,52	6,39	6,28	6,44	6,32
Suhu Nutrisi (°C)	27,77	34,77	31,97	26,8	33,71	31

2. Respon Pertumbuhan : Jumlah Daun, Kondisi Akar, Tinggi Tanaman dan Bobot Tanaman Saat Panen

Pengamatan jumlah daun, kondisi akar dan tinggi tanaman dilakukan pada hari ke 7, 14, 21, 28 dan 35 HST pada pukul 15.00 WIB, sedangkan bobot tanaman ditimbang pada saat panen, hasilnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Daun, Kondisi Akar dan Bobot Tanaman 7, 14, 21, 28, 35 HST

Umur Tanaman (HST)	Jumlah Daun (Helai)		Kondisi Akar Normal (%)		Bobot tanaman (g/pot tanaman)	
	Dengan GM	Tanpa GM	Dengan GM	Tanpa GM	Dengan GM	Tanpa GM
7	6	5	100%	100%	-	-
14	8	6	100%	95%	-	-
21	10	8	100%	95%	-	-
28	9	8	100%	95%	-	-
35	10	8	100%	92,5%	84,52	66,15

3.2 Pembahasan

3.2.1. Pengaruh Generator Microbubble terhadap Konsentrasi Nutrisi

Konsentrasi larutan nutrisi dinyatakan dalam ppm menunjukkan kepekaan larutan nutrisi dalam hidroponik. Menurut Dzikriansyah (2017), variabel penting yang perlu diperhatikan dalam pemberian nutrisi pada penanaman dengan teknologi hidroponik diantaranya adalah variabel ppm (part per million). Konsentrasi atau ppm nutrisi untuk kailan adalah 1050-1400. Pada penelitian ini, konsentrasi yang digunakan untuk minggu pertama adalah 900 ppm, kemudian semakin meningkat sesuai kebutuhan tanaman. pada minggu kedua konsentrasi yang digunakan berkisar 1050-1400.

Konsentrasi air baku yang digunakan untuk larutan nutrisi adalah 136 ppm. Dari tabel 2 terlihat perbedaan konsentrasi antara menggunakan generator microbubble dan tanpa generator microbubble perbedaan konsentrasi diduga terjadi karena penyerapan unsur hara nutrisi yang menggunakan generator microbubble lebih efektif dibandingkan tanpa generator microbubble. Efektifitas penyerapan unsur hara ini disebabkan oleh kadar oksigen pada nutrisi dengan menggunakan generator microbubble lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan generator microbubble.

3.2.2. Pengaruh Generator Microbubble terhadap pH Nutrisi

Power of Hidrogen (pH) adalah parameter untuk mengukur keasaman pada larutan. Utomo (2018), menyatakan bercocok tanam secara hidroponik hal penting yang perlu mendapat perhatian adalah pH air. Karena pH air berdampak dalam penyerapan ke 16 unsur nutrisi yang diperlukan tanaman. pH untuk tanaman kailan

adalah 6,0 – 7,0. Dijelaskan lebih lanjut oleh Karoba (2015), kondisi pH yang tidak sesuai akan mempengaruhi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Bila kondisi pH pada media tumbuh tanaman bersifat asam, maka penyerapan unsur hara oleh tanaman akan terhambat yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terlambat atau menjadi kerdil. Menurut Tofa (2018) dan Fitriady (2019) faktor yang dapat merubah pH adalah suhu, kelembaban, dan juga laju aliran nutrisi serta kurangnya oksigen terlarut, produksi air, dan karbon dioksida.

Rata-rata pH nutrisi dengan generator microbubble pada pukul 08.00, 12.00, 15.00 WIB adalah 6,33, 6,52 dan 6,39. Sedangkan rata-rata pH nutrisi tanpa generator microbubble pada pukul 08.00, 12.00, 15.00 WIB adalah 6,28, 6,44 dan 6,32. Salah satu faktor kenaikan pH dikarenakan suhu nutrisi yang tinggi, suhu yang tinggi mengakibatkan pH swing atau kenaikan pH nutrisi namun masih dalam kisaran pH syarat tumbuh tanaman kailan.

3.2.3. Pengaruh Generator Microbubble terhadap Suhu Nutrisi

Suhu nutrisi berhubungan langsung dengan kondisi tanaman. Jika suhu nutrisi terlalu tinggi, tanaman akan layu. Suhu nutrisi yang baik bagi kailan adalah 23°C-35°C. Terlihat pada Tabel 4.1 rata-rata suhu nutrisi tanaman dengan generator microbubble pada pukul 08.00 WIB adalah 27,77°C, pada pukul 12.00 WIB adalah 34,77°C, sedangkan pada pukul 15.00 adalah 31,97°C. Untuk rata-rata suhu nutrisi tanaman tanpa generator microbubble pada pukul 08.00 WIB adalah 26,8°C, pada pukul 12.00 WIB adalah 33,71°C, sedangkan pada pukul 15.00 adalah 31°C.

Terjadi perbedaan rata-rata suhu nutrisi tanaman antara menggunakan generator microbubble dan tanpa generator microbubble, suhu nutrisi menggunakan generator microbubble cenderung lebih tinggi disebabkan air yang keluar dari generator microbubble suhunya meningkat karena kinerja dari pompa generator microbubble.

3.2.4. Pengaruh Generator Microbubble terhadap Jumlah Daun

Penghitungan jumlah daun dilakukan pada daun dalam kondisi baik dan kondisi daun terbuka sempurna. Daun merupakan organ tanaman sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis. Jumlah helai daun akan mempengaruhi kuantitas penyerapan cahaya pada tanaman, apabila cahaya dan unsur hara tersedia dalam jumlah mencukupi, maka jumlah cabang atau daun yang tumbuh pada tanaman akan meningkat (Rahmi, 2007). Daun kailan pada 35 HST dengan perlakuan menggunakan generator microbubble dan tanpa generator microbubble mengalami perbedaan, pada perlakuan dengan generator microbubble rerata jumlah daun pada 35 HST adalah 10 helai daun dan pada perlakuan tanpa generator microbubble adalah 8 helai daun.

Faktor yang mempengaruhi banyaknya daun adalah penyerapan nutrisi yang baik, aerasi tambahan dari generator microbubble dapat menyebabkan akar menyerap nutrisi dengan lebih baik. Dalam hal ini unsur nitrogen yang ada dalam ABmix terserap lebih baik karena pengayaan oksigen pada nutrisi dengan menggunakan generator microbubble, sehingga dapat meningkatkan jumlah helai daun pada tanaman kailan. Kandungan oksigen dalam larutan nutrisi dapat meningkatkan pertumbuhan helai daun pada suatu tanaman yang mana tanaman

akan melakukan proses respirasi yang tinggi sehingga hara yang diserap oleh akar menjadi lebih banyak dan tanaman dapat tumbuh dan berkembang lebih cepat yang kemudian menghasilkan daun-daun sejati (Dharmayanti, 2022).

3.2.5. Pengaruh Generator Microbubble Terhadap Kondisi Akar

Kondisi akar dengan penambahan generator microbubble dari 1 HST sampai 35 HST 100% tumbuh dengan normal tanpa mengalami pembusukan akar, sedangkan yang tanpa generator microbubble sekitar 5% mengalami pertumbuhan akar tidak normal. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian Jones, (2005) yang menyatakan kandungan oksigen yang ideal dalam larutan nutrisi maupun media perakaran mampu meningkatkan kinerja perakaran, khususnya berkaitan dengan kecepatan penyerapan air dan hara mineral. Fauzy et al., (2013) juga melaporkan bahwa tanaman selada yang media tanamnya memiliki cukup oksigen terlarut, akan lebih baik dengan ciri-ciri panjang akar yang lebih menjuntai pada instalansi rakit apung dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman yang media tanamnya tidak diberi oksigen.

3.2.6. Pengaruh Generator Microbubble Terhadap Bobot Tanaman

Bobot tanaman merupakan salah satu parameter yang sering digunakan untuk mempelajari perkembangan tanaman. Bobot tanaman adalah berat tanaman dengan akar yang menunjukkan hasil aktivitas metabolik pada tanaman. Bobot tanaman juga merupakan gambaran dari hasil fotosintesis selama tanaman melakukan proses pertumbuhan (Nugraha, 2015), Pemanenan dilakukan pada umur 35 HST, penimbangan bobot tanaman dilakukan dengan timbangan dan dengan satuan gram, pada kegiatan penelitian ini rata-rata bobot tanaman dengan generator microbubble adalah 84,52 gram sedangkan rata-rata bobot tanaman tanpa menggunakan generator microbubble adalah 66,15 gram. Hal ini disebabkan karena kandungan air dan unsur hara yang terdapat pada daun cukup optimal sehingga mengakibatkan berat segar tanaman tertinggi.

Hal ini sejalan dengan pendapat Lahadassy et al., (2007), untuk mencapai berat basah tanaman yang optimal, tanaman sangat membutuhkan oksigen terlarut yang cukup untuk mendistribusikan unsur hara dengan baik dan menyeluruh yang mengakibatkan sel-sel daun akan membesar dan berat segar tajuk yang diperolehpun akan meningkat

4. KESIMPULAN

Penggunaan generator microbubble memberikan pengaruh terhadap konsentrasi, suhu dan pH nutrisi. Selain itu, penggunaan generator microbubble berdampak positif terhadap respon pertumbuhan tanaman : jumlah daun, kondisi akar dan bobot tanaman pada saat.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Politeknik Negeri Jember yang telah memberikan dukungan dalam penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Dharmayanti, N.K.S.A, Sumiyati, Ni Luh Yulianti, 2022, Pengaruh Pemberian Aerasi Pada Pertumbuhan Dan Produksi Selada (*Lactuca Sativa L.*) dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung (Floating Raft Hydroponic System), JURNAL BETA (BIOSISTEM DAN TEKNIK PERTANIAN, Volume 10, Nomor 1, bulan April, 2022, <http://ojs.unud.ac.id/index.php/beta>
- Dzikriansyah, F., F. Hudaya, R. Nurhaeti C, W. 2017. *Sistem Kendali Berbasis PID untuk Nutrisi Tanaman Hidroponik*. Industrial Research Workshop and National Seminar Politeknik Negeri Bandung July.
- Fauzi, R., Eka T.S. P., Dan Erlina, A., 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
- Fitriady , Budi A. , Anwar, B., 2019 Sistem Pengaturan Ph Larutan Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno (Ph Of Hydroponic Plants Nutrient Solution Control System Based On Arduino Uno), *J-Innovation* Vol. 8, No. 1, Juni 2019 ISSN : 2338-2082 1
- Jones, J. B. 2005. *Hydroponic : A Pratical Guide for the Soilless Grower*. CRL Press. Washington DC.
- Karoba, Frengky; Suryani; Nurjasm, Reni; "Pengaruh Perbedaan pH Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*) Sistem Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique)". *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*, Vol. 7, No. 2, Desember 2015, pp. 529-534. ISSN: 1411-7126.
- Lahadassy. J., A.M Mulyati dan A.H Sanaba. 2007. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Pada Daun Selada, *Journal Agrisistem*, 3 (6) 51-55.
- Nugroho, B.W., 2018, Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hidroponik DFT, <https://hidroponikpedia.com/kelebihan-dan-kekurang-sistem-hidroponik-dft/>
- Riyanto, S., 2022, Kelebihan dan Kelemahan Sistem hidroponik Deep Flow Technique (DFT) <https://legioma.republika.co.id/posts/55242/kelebihan-dan-kelemahan-sistem-hidroponik-deep-flow-technique-dft>
- Samadi, B. 2013. *Budidaya Intensif Kailan Secara Organik dan Anorganik*. Pustaka Mina. Jakarta
- Tofa, 2018, Pengaruh Dissolved Oxygen pada tanaman hidroponik, <https://senjafarm.blogspot.com/2018/11/pengaruh-do-dissolved-oxygen-pada.html>
- Utomo, M. Tirto., V. V. R. Repi., F. Hidayanti., 2018. *Pengatur Kadar Asam Nutrisi (pH) dan Level Ketinggian Air Nutrisi pada Sistem Hidroponik Cabai*. *Jurnal Ilmiah GIGA* Volume 21 (1).
- Virha, F., A., Bastamansyah, Bayfurqon, F.M., 2020. Pengaruh sistem aerasi dan pemangkasan akar terhadap produksi bayam merah (*Amaranthus Tricolor L.*) pada hidroponik rakit apung. *Agrotekma*. 82–91. <https://doi.org/10.31289/agr.v5i1.46> 33