

## APLIKASI SISTEM AQUAPONIK DENGAN HIDROPONIK DFT PADA BUDIDAYA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L.*)

Sapto Wibowo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Agroindustri, Politeknik Banjarnegara

<sup>1)</sup> E-mail: sapto\_wbw@yahoo.com

---

### INFO ARTIKEL

#### Riwayat Artikel :

Diterima : 2 November 2020

Disetujui : 1 Februari 2021

#### Kata Kunci :

Aquaponik, Hidroponik DFT, Selada.

### ABSTRAK

Aquaponik merupakan salah satu cara budidaya tanaman dengan hidroponik bersamaan dengan budidaya ikan, dimana air berputar terus tanpa berhenti. Pada sistem aquaponik tidak memerlukan nutrisi AB mix untuk memberikan unsur hara pada tanaman, tetapi unsur hara diperoleh dari air kolam ikan yang mengandung nutrisi, yang berasal dari ikan. Selada (*Lactuca sativa L.*) yang ditanam secara hidroponik merupakan sayuran yang digemari karena harganya tinggi dan sehat untuk dikonsumsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya tidaknya perbedaan hasil budidaya tanaman selada secara aquaponik menggunakan tiga model hidroponik DFT. Metode yang digunakan adalah pengukuran lapangan, yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat tanaman selada, serta analisis data hasil pengukuran. Selain itu juga dilakukan pengukuran suhu, pH dan konsentrasi air kolam, serta kandungan amonia pada air kolam. Hasil pengukuran lapangan dengan hidroponik DFT model meja, model piramida, dan model anak tangga dianalisis untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan menggunakan Anava (Analisis Varians) satu jalan pada taraf signifikansi 5%. Berdasarkan Anava diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil pengukuran tanaman selada dengan menggunakan ketiga model hidroponik DFT, dan yang berpengaruh paling baik adalah model piramida, dengan hasil rata-rata 21,8 cm untuk tinggi tanaman, rata-rata 8,4 helai untuk jumlah daun, dan rata-rata 75,3 g untuk berat tanaman.

---

### ARTICLE INFO

#### Article History :

Received : November 2, 2020

Accepted : February 1, 2021

#### Keywords :

Aquaponics, DFT hydroponics, Lettuce.

### ABSTRACT

*Aquaponics is one way of cultivating plants with hydroponics together with fish cultivation, where the water continues without stopping. In aquaponics systems do not require AB mix nutrients to provide nutrients to plants, but nutrients are obtained from fish pond water which contains nutrients, which come from fish. Lettuce (*Lactuca sativa L.*) grown hydroponically is a popular vegetable because of its high price and its healthy for consumption. The purpose of this study was to determine whether there were differences in the aquaponics of lettuce cultivation using three DFT hydroponic models. The method used is field measurement, wich includes plant height, number of leaves, and weight of lettuce plants, as well as analysis of measurement data. In addition, temperature, pH and concetration of pool water were also measured, as well as the ammonia content in pool water. The results of field measurements with hydroponic DFT table models, pyramid models, and ladder models were analyzed to determine whether there were differences using one-way Anava (Analysis of Variance) at the 5% significance level. Based on Anava, it is known that there are differences in the result of measurements of lettuce using the three DFT hydroponic models, and the one that has the best effect is the pyramid model, with an average yield of 21.8 cm for plant height, an average of 8.4 strands for the number of leaves, and an average 75.3 g for plant weight.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanam tanah, tetapi dengan menggunakan media tanam air ataupun media tanam lainnya selain tanah (pasir, kerikil, *rockwool*, dan lain-lain).

Menurut Lingga (2011) bahwa “Beberapa keunggulan budidaya tanaman menggunakan hidroponik adalah waktu bertanam singkat, hasilnya lebih bersih dan sehat, perawatan tanaman lebih mudah dari gangguan hama, gulma maupun penyakit tanaman, tanaman dapat dibudidayakan secara terus-menerus sehingga produksinya bisa kontinyu, harga jual produk hidroponik lebih tinggi, dan dapat dilakukan pada lahan pekarangan yang sempit”.

Lahan pekarangan rumah yang sempit bisa menjadi alternatif bercocok tanam atau sebagai kolam ikan, sehingga dapat membantu memenuhi kebutuhan gizi keluarga ataupun menambah penghasilan. Selain itu, lahan pekarangan yang dimanfaatkan sebagai kolam ikan, airnya dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman.

Aquaponik adalah gabungan dari kegiatan bercocok tanam dan pemeliharaan ikan, dimana bahan organik dalam kolam ikan dapat dimanfaatkan sebagai unsur hara tanaman (Gumelar *et al.*, 2017).

(Gumelar *et al.*, 2017) juga menyatakan bahwa “Tanaman yang tahan air, misalnya selada dan pakcoy, dapat berfungsi menyaring dan menyerap zat yang tidak diperlukan yang berasal dari kotoran dan makanan ikan, seperti amonia dan nitrat”.

Aquaponik merupakan salah satu cara budidaya tanaman dengan hidroponik bersamaan dengan budidaya ikan, dimana air berputar terus tanpa berhenti Pada sistem aquaponik tidak memerlukan nutrisi AB mix untuk memberikan unsur hara pada tanaman, tetapi unsur hara diperoleh dari air kolam ikan yang mengandung nutrisi yang berasal dari ikan.

“Selada (*Lactuca sativa* L.) yang ditanam secara hidroponik merupakan sayuran yang digemari karena harganya tinggi dan sehat untuk dikonsumsi” (Hartus, 2018).

Penelitian tentang aquaponik untuk budidaya tanaman sudah banyak dilakukan, diantaranya oleh (Zulhelman., H.A. Ausha.,

2016); (Gumelar *et al.*, 2017); (Rini, Hasan and Prasetyo, 2018). Wibowo (2020) melakukan penelitian tentang pengaruh aplikasi tiga model hidroponik DFT terhadap tanaman pakcoy, tetapi penelitian tersebut berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu tentang aplikasi sistem aquaponik untuk budidaya tanaman selada dengan menggunakan tiga model hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) model meja, model piramida dan model anak tangga.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil budidaya tanaman selada (tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat tanaman) secara aquaponik menggunakan tiga model hidroponik DFT. Hasilnya diharapkan bermanfaat buat masyarakat, baik sebagai hobi maupun dalam pengembangan dan peningkatan usaha agrobisnis budidaya tanaman selada dengan sistem aquaponik.

## 2. METODE

Penelitian dilakukan di Politeknik Banjarnegara, waktunya Juli – Oktober 2020. Penelitian ini menggunakan alat kolam ikan, seperangkat lengkap tiga model hidroponik DFT, pompa air, biofilter, alat pengukur suhu, ph dan ppm air (TDS meter), tester amonia, kamera, penggaris, meteran, selang plastik, ember, nampan, *pottray*, *net pot*, kabel roll, timbangan digital, dan alat tulis. Penelitian ini menggunakan bahan air, ikan, benih selada, kerikil, arang sekam, pellet, dan *rockwool*.

Metode yang digunakan adalah pengukuran langsung di lapangan, yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat tanaman selada, serta analisis data hasil pengukuran tanaman. Selain itu juga dilakukan pengukuran kualitas air, yang meliputi suhu, pH dan konsentrasi air kolam, serta kandungan ammonia pada air kolam.

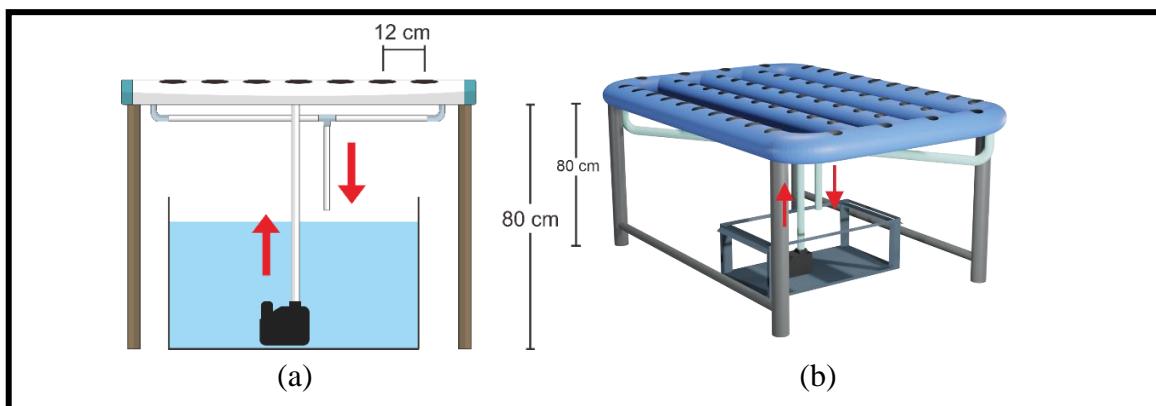
### A. Instalasi aquaponik dengan hidroponik DFT

1. Disiapkan kolam ikan dengan ukuran panjang x lebar x kedalaman adalah 2,5 m x 0,8 m x 1,0 m, diisi dengan ikan nila.
2. Disiapkan tiga model hidroponik DFT, yaitu model meja, model piramida dan model anak tangga, yang masing-masing model

dihubungkan dengan kolam ikan baik input maupun outputnya.

3. Model meja bentuknya datar menyerupai meja dengan ketinggian 80 cm. Jumlah

lubang tanaman adalah 56 lubang, dengan jarak antar lubang 12 cm (Gambar 1).



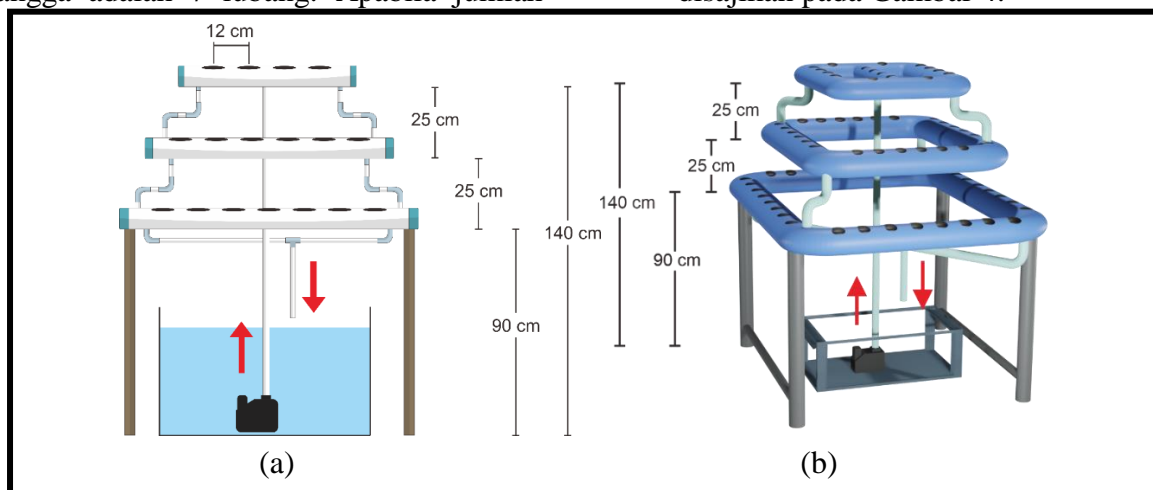
**Gambar 1. Hidroponik DFT model meja (a) tampak samping dan (b) tampak isometri**

4. Model piramida bentuknya persegi bertingkat tiga dengan ukuran semakin ke atas semakin kecil dengan total ketinggian 140 cm. Jumlah lubang tanaman adalah 72 lubang, dengan jarak antar lubang 12 cm (Gambar 2).

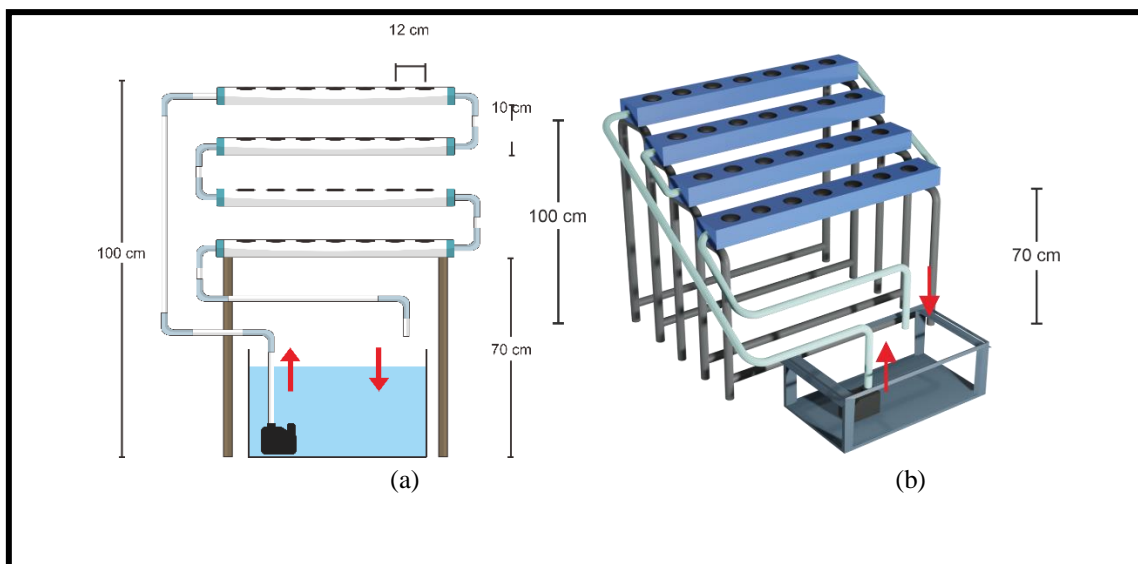
5. Model anak tangga bentuknya bertingkat empat menyerupai anak tangga/bangku dengan total ketinggian 100 cm. Jumlah lubang tanaman pada setiap tingkatan anak tangga adalah 7 lubang. Apabila jumlah

anak tangga 4 maka total jumlah lubang tanaman adalah 28 lubang, dengan jarak antar lubang 12 cm (Gambar 3).

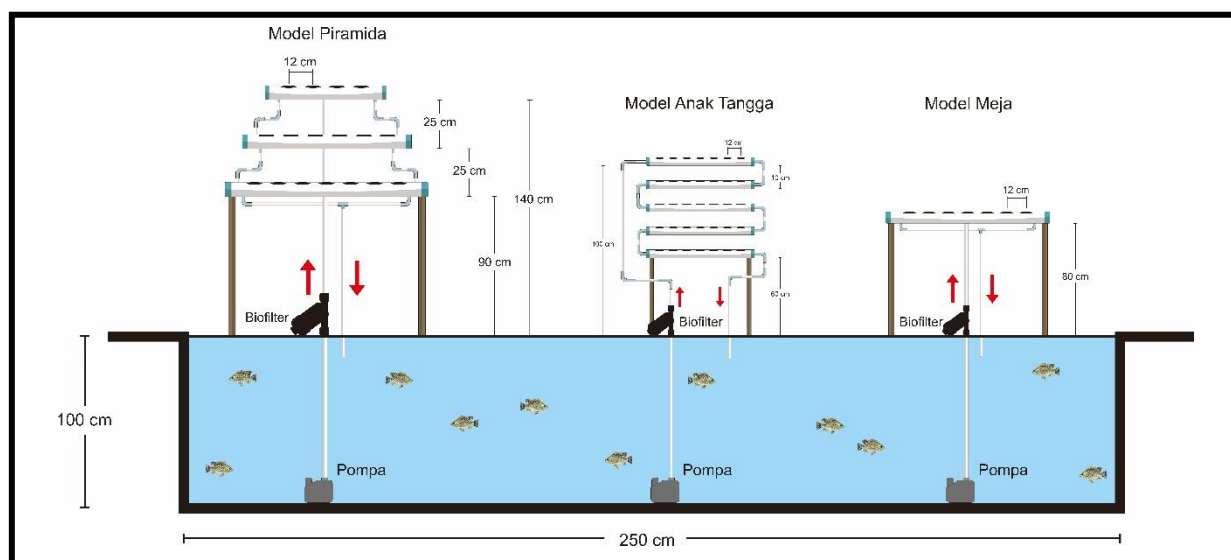
6. Air yang berasal dari kolam ikan akan tersirkulasi mengalir menuju ketiga model hidroponik DFT, yang sebelumnya tersaring menggunakan biofilter, dan selanjutnya mengalir kembali ke kolam ikan.
7. Tata letak ketiga model hidroponik DFT disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 2. Hidroponik DFT model piramida (a) tampak samping dan (b) tampak isometri**



**Gambar 3. Hidroponik DFT model anak tangga (a) tampak samping dan (b) tampak isometri**



**Gambar 4. Tata letak ketiga model hidroponik DFT**

### B. Persemaian Tanaman

1. Disiapkan tempat persemaian berupa *pottray*.
2. Wadah diisi dengan media potongan *rockwool*, dan selanjutnya *rockwool* dilembabkan menggunakan air.
3. Satu per satu menaburkan benih selada di atas media *rockwool* yang lembab.
4. Memindahkan bibit selada setelah berumur 14 hss (hari setelah semai) atau setelah tumbuh 3 – 4 helai daun ke net pot yang berisi media tanam arang sekam.

### C. Pindahan Tanaman ke Hidroponik DFT

1. Bibit pada *net pot* dipindahkan ke tiga model hidroponik DFT.
2. Pompa dihidupkan agar air dari kolam mengalir ke hidroponik DFT.
3. Tinggi tanaman dan jumlah daun diukur setiap minggunya, berat tanaman ditimbang pada saat dipanen.
4. Dilakukan pengukuran suhu, pH dan ppm air kolam.
5. Dilakukan pengukuran kandungan amonia pada air kolam.

### D. Analisis Data

1. Pengukuran tanaman yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat tanaman dilakukan pada saat panen.

2. Hasil pengukuran tanaman pada ketiga model hidroponik DFT dibandingkan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan menggunakan Anava (Analisis Varians) satu jalan pada taraf signifikansi 5% (Nurgiyantoro, Gunawan and Marzuki, 2009) dan (Hartono, 2012).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kepadatan Ikan

Penelitian ini menggunakan kolam ikan sebagai sumber nutrisi tanaman selada yang ditanam pada ketiga model hidroponik DFT, dengan ukuran kolam ikan 2,5 m x 0,8 m, atau dengan luas 2,0 m<sup>2</sup>. Ikan yang digunakan adalah ikan nila yang berjumlah 100 ekor dengan ukuran panjang 6 – 10 cm, atau setara tiga kali ukuran ikan nila 2 – 3 cm. Dengan demikian, kepadatan ikan setara dengan 300 ekor ikan nila ukuran 2 – 3 cm untuk luas kolam ikan 2 m<sup>2</sup>, atau 150 ekor/m<sup>2</sup>.

Zalukhu et al. (2018) menyatakan bahwa “Sistem aquaponik untuk budidaya tanaman selada menggunakan padat tebar ikan nila maksimum 150 ekor/m<sup>2</sup>”. Sedang Arzad et al. (2019) menyatakan bahwa “Tingkat kepadatan ikan nila pada sistem aquaponik yang ideal adalah 30 ekor/0,2 m<sup>2</sup> atau setara dengan 150 ekor/m<sup>2</sup>”. Dengan demikian, penggunaan kolam ikan pada penelitian dengan sistem aquaponik ini sudah memenuhi kepadatan ikan yang ideal.

#### B. Kualitas Air

Penelitian ini menggunakan air kolam sebagai larutan nutrisi tanaman selada dengan cara disirkulasikan menggunakan pompa air. Pengukuran kualitas air (Tabel 1) dilakukan seminggu sekali pada saat air kolam masuk ke instalasi hidroponik DFT (*input*) dan pada saat air keluar dari instalasi hidroponik DFT ke kolam ikan (*output*).

Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas air

Minggu	Input				Output			
	pH air	ppm	Suhu air (°C)	Kadar amonia (mg/l)	pH air	ppm	Suhu air (°C)	Kadar amonia (mg/l)
1	7,4	705	28,4		7,1	695	27,2	
2	7,5	735	26,7		7,1	730	26,5	
3	7,4	700	28,0	0,000	7,0	665	25,1	0,000
4	7,5	815	30,0		7,3	800	28,2	
5	7,3	815	29,4	0,125	6,9	780	28,5	0,125
6	7,4	835	30,0		7,0	830	28,2	
7	7,4	840	29,3	0,125	7,0	835	28,1	0,125

#### 1. pH Air

Hasil pengukuran pH air selama penelitian untuk input adalah 7,3 – 7,5 dan output adalah 6,9 – 7,3 (Tabel 1). Tarigan (2002) menyatakan bahwa “pH (derajat keasaman) yang sesuai untuk ikan air tawar adalah 6,5 – 7,5 dan kisaran pH 6,5 – 9 pengaruhnya terhadap ikan adalah baik untuk produksi. Dengan demikian, penggunaan kolam ikan pada penelitian dengan sistem aquaponik ini sudah memenuhi derajat keasaman (pH) yang ideal.

#### 2. Konsentrasi Air (ppm)

Agar pertumbuhannya bagus, masing-masing tanaman memerlukan konsentrasi air

(ppm) yang tidak sama. Menurut Nugroho (2016), tanaman selada membutuhkan ppm 560 – 840. Sedang (Roberto, 2017) menyatakan bahwa ppm larutan nutrisi untuk tanaman selada dapat berkisar sekitar 800. Pengukuran konsentrasi air selama penelitian menunjukkan untuk input adalah 705 – 840 ppm dan output adalah 665 – 835 ppm (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi air masih berada dalam ambang batas yang ideal untuk pertumbuhan tanaman selada.

#### 3. Suhu Air

“Air pada kolam ikan harus selalu mengalir untuk mendukung pertumbuhan ikan.

Selain itu agar budidaya ikan berhasil maka kualitas air harus baik” (Tarigan, 2002).

“Suhu air adalah salah satu tolok ukur kualitas air yang baik. Suhu air kolam hendaknya stabil, untuk daerah Indonesia berkisar antara 25 – 30°C” (Tarigan, 2002). Pengukuran suhu air selama penelitian menunjukkan untuk input adalah 26,7 – 30,0°C dan output adalah 25,1 – 28,5°C (Tabel 1). Dengan demikian, suhu air ini masih berada dalam ambang batas yang ideal yang diperbolehkan.

#### 4. Kadar Amonia

“Air merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan ikan, sehingga jumlah dan mutu air harus diperhatikan agar budidaya ikan berhasil. Pada budidaya ikan yang menggunakan kolam tidak mengalir, maka akan terjadi penumpukan kotoran ikan dan sisa pakan. Apabila hal ini dibiarkan maka lama-kelamaan akan terjadi penumpukan yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas air dan bersifat racun bagi ikan” (Gumelar *et al.*, 2017).

Mollleda (sebagaimana dikutip dalam Gumelar *et al.*, 2017, hal. 37) menyampaikan bahwa “Proses pembusukan oleh mikroba dan jamur terhadap bahan organik dapat menghasilkan amonia pada kolam. Selain itu, ammonia juga dapat dihasilkan dari kotoran ikan. Terdapat dua jenis ammonia dalam air, yaitu amoniak NH<sub>3</sub> dan amonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Suhu dan pH kolam ikan berpengaruh terhadap kadar amonia, semakin tinggi suhu dan pH air maka semakin tinggi pula kadar NH<sub>3</sub> yang

bersifat racun bagi ikan serta dapat mengakibatkan gangguan kesehatan ikan”.

Mengel & Kirkby (sebagaimana dikutip dalam Gumelar *et al.*, 2017, hal. 37) menyatakan bahwa “Tanaman menyerap sebagian besar nitrogen berbentuk nitrat dan amonium. Ketersediaan protein bagi tanaman akan semakin tinggi apabila yang terserap dalam bentuk amonium mendekati 100% N”.

Selama penelitian, pengukuran kadar amonia dalam air kolam menghasilkan antara 0,000 – 0,125 mg/l (Tabel 1). Pada pengukuran terakhir terjadi kadar amonia tertinggi akibat kondisi air kolam sudah terjadi penumpukan kotoran ikan. Molleda (sebagaimana dikutip dalam Rini *et al.*, 2018, hal. 19) menyatakan bahwa “Batas toleransi total ammonia untuk ikan air tawar adalah 2,0 mg/l”. Dengan demikian, kadar amonia selama penelitian masih toleran untuk ikan nila.

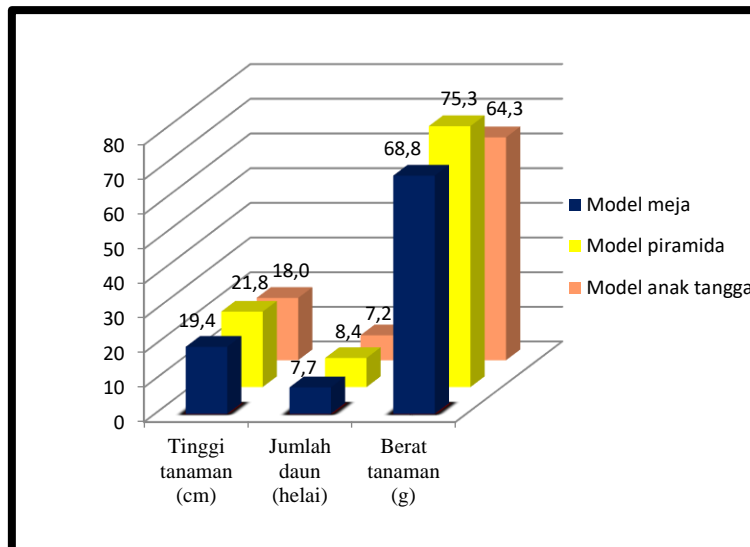
#### C. Pengukuran Tanaman

“Jarak tanam antar tanaman selada biasanya sekitar 20 cm, dengan umur panen tanaman sekitar 35-60 hst. Tetapi umur panen selada yang ditanam menggunakan hidroponik dapat menjadi lebih pendek yaitu sekitar 28-50 hst” (Haryanto, Suhartini and Rahayu, 2003).

Pengukuran tanaman selada pada penelitian ini dilakukan untuk ketiga model hidroponik DFT pada masing-masing tanaman saat panen. Tabel 2 dan Gambar 5 menunjukkan besarnya rata-rata hasil pengukuran pada masing-masing model hidroponik DFT.

**Tabel 2. Hasil pengukuran pada ketiga model hidroponik DFT**

Parameter	Model DFT		
	Meja	Piramida	Anak tangga
Tinggi tanaman (cm)	19,4	21,8	18,0
Jumlah daun (helai)	7,7	8,4	7,2
Berat tanaman (g)	68,8	75,3	64,3



**Gambar 5. Rata-rata hasil pengukuran pada ketiga model hidroponik DFT**

Menurut Fitriansah et al. (2018) yang melakukan penelitian pertumbuhan tanaman selada menggunakan AB mix dengan sistem hidroponik, diperoleh hasil tinggi tanaman 25 – 31 cm, jumlah daun 8,25 – 9,75 helai, dan berat tanaman basah 77,23 – 83,60 g. Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 5, maka hasil penelitian ini lebih rendah. Hal ini disebabkan pada penelitian ini jarak tanam/antar lubang tanaman yang digunakan sangat rapat, yaitu 12 cm, sehingga pertumbuhan tanaman tidak optimal karena adanya persaingan antar tanaman yang tinggi dalam memperoleh nutrisi. Selain itu, asupan nutrisi kepada

tanaman tidak menggunakan pupuk AB mix, melainkan berasal dari air kolam ikan. Dengan demikian, unsur hara yang diperoleh tanaman tidak selengkap apabila menggunakan AB mix.

Hasil pengukuran tanaman selada yang paling baik adalah pada model piramida karena hasil rata-ratanya tertinggi, diikuti oleh model meja dan model anak tangga (Tabel 2 dan Gambar 5). Sedang Tabel 3 menunjukkan hasil uji ada tidaknya perbedaan ketiga parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat tanaman menggunakan Anava (Analisis Varians) satu jalan pada taraf signifikansi 5%.

**Tabel 3. Hasil Anava ketiga parameter**

Parameter	$F_{\text{observasi}} (F_o)$	$F_{\text{teoritis}} (F_t)$	Keterangan
Tinggi tanaman	9,19	3,06	Ha diterima karena $F_o > F_t$ artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara penggunaan ketiga model hidroponik terhadap tinggi tanaman
Jumlah daun	7,22	3,06	Ha diterima karena $F_o > F_t$ artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara penggunaan ketiga model hidroponik DFT terhadap jumlah daun
Berat tanaman	19,49	3,06	Ha diterima karena $F_o > F_t$ artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara penggunaan ketiga model hidroponik DFT terhadap berat tanaman

Hasil Anava secara keseluruhan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap ketiga parameter tanaman selada pada ketiga model hidroponik DFT.

Perbedaan ini disebabkan oleh tinggi model hidroponik DFT yang berbeda. Tinggi model meja 80 cm, model piramida 140 cm, dan model anak tangga 100 cm. Model piramida

memiliki ketinggian yang paling besar, sehingga gaya gravitasinya juga paling besar, yang berpengaruh menambah kecepatan aliran nutrisi yang dapat memperbesar kadar oksigen dalam larutan nutrisi. Menurut Sutyoso (sebagaimana dikutip dalam Wibowo, 2020, hal. 10-11) bahwa “Proses pembebasan energi pada tanaman membutuhkan oksigen. Energi tersebut selanjutnya dipakai untuk menyerap air dan unsur hara. Pembebasan energi akan menurun jika konsentrasi oksigen semakin sedikit, dan dapat mengakibatkan tanaman tidak berkembang”. Model hidroponik DFT yang berpengaruh paling tinggi hasilnya terhadap tanaman selada adalah model piramida.

#### 4. PENUTUP

##### 4.1. Kesimpulan

Terdapat perbedaan ketiga parameter tanaman selada pada aplikasi aquaponik menggunakan tiga model hidroponik DFT. Model hidroponik DFT yang berpengaruh paling baik adalah model piramida. Berturut-turut besarnya rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat tanaman adalah 21,8 cm, 8,4 helai, dan 75,3 g.

##### 4.2. Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan untuk tanaman sayuran yang lain, misalnya tanaman pakcoy atau kangkung dengan sistem aquaponik menggunakan ketiga model hidroponik DFT.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Arzad, M., Ratna, R. and Fahrizal, A. (2019) ‘Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dalam Sistem Akuaponik’, *Median : Jurnal Ilmu Eksakta*, 11(2), pp. 39–47. doi: 10.33506/md.v11i2.503.

Fitriansah, T., Roviq, M. and Karyawati, A. S. (2018) ‘Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) pada Dosis dan Interval Penambahan AB Mix dengan Sistem Hidroponik’, *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(3), pp. 538–544.

Gumelar, W. R. *et al.* (2017) ‘Pengaruh Penggunaan Tiga Varietas Tanaman Pada Sistem Akuaponik Terhadap Konsentrasi

Total Amonia Nitrogen Media Pemeliharaan Ikan Koi’, *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, VIII(2), pp. 36–42.

- Hartono (2012) ‘Statistik Untuk Penelitian’, in *Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, p. 310.
- Hartus, T. (2018) *Berkebun Hidroponik Secara Murah*. 9th edn. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Haryanto, E., Suhartini, T. and Rahayu, E. (2003) *Tanaman Sawi dan Selada*, Penebar Swadaya.
- Lingga, P. (2011) *Hidroponik, bercocok tanam tanpa tanah*. XXXII. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nugroho, B. W. (2016) *Tabel PPM dan pH Nutrisi Hidroponik untuk Sayuran Daun, HidroponikPedia*. Available at: <http://hidroponikpedia.com/tabel-ppm-dan-ph-nutrisi-hidroponik/>.
- Nurgiyantoro, B., Gunawan and Marzuki (2009) *Statistik Terapan untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*. 4th edn. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rini, D. S., Hasan, H. and Prasetyo, E. (2018) ‘Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tumbuhan Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Tengadak (*Barbonymus scwanenfeldii*)’, *Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 6(2), pp. 14–20. doi: 10.29406/ruya.v6i02.1007.
- Roberto, K. (2017) *How To Hydroponics, Future Garden*.
- Tarigan, R. (2002) ‘Cara Pemeliharaan Ikan Pada Kolam Pekarangan’, *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, pp. 54–90.
- Wibowo, S. (2020) ‘Pengaruh Aplikasi Tiga Model Hidroponik DFT Terhadap Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*)’, *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(3), pp. 245–252. doi: 10.21776/ub.jkptb.2020.008.03.06.
- Zalukhu, J., Fitriani, M. and Sasanti, A. D. (2018) ‘Pemeliharaan Ikan Nila dengan Padat Tebar Berbeda pada Budidaya Sistem Akuaponik’, *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 4(1), pp. 80–90.
- Zulhelman., H.A. Ausha., R. M. U. (2016)



‘Pengembangan Sistem Smart  
Aquaponik’, *Jurnal Poli-Teknologi*,  
15(2), pp. 181–186.