

Karakteristik Konsumsi Energi, Air dan Nutrisi pada Budidaya Tanaman Bayam Hijau (*Amaranthus Hybridus L.*) Menggunakan Sistem Fertigasi Deep Flow Technique*Characteristics of Energy, Water, and Nutrient Consumption on Cultivation of Green Spinach (*Amaranthus Hybridus L.*) Using Deep Flow Technique Fertigation System***Khanisa Dilla Khabilah^{1*}, Nurpilihan Bafdal², Sophia Dwiratna³, dan Kharistya Amaru⁴**^{1*}Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat, 45363^{2,3,4}Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat*Penulis Untuk Korespondensi e-mail: sophia.dwiratna@unpad.ac.id

Diterima 04 Januari 2022 / Disetujui 05 Maret 2022

ABSTRACT

Spinach is a vegetable that people like since it owns high nutrition. The high demand for green spinach is not balanced with the amount of production due to the narrowing of agricultural land. Hydroponic spinach cultivation is one of the efforts to solve the problem. Deep Flow Technique (DFT) is a commonly used hydroponic system. The study aimed to examine the characteristics of energy, water, and nutrient consumption on green spinach cultivation as well as the performance of the DFT fertigation system. The study used the analytical descriptive method. The result showed that the energy consumption used was 51.86 during one planting time or the costs incurred for the use of electricity was Rp76.104,64. In addition, water and nutrient consumption used during the planting period was 103.63 liters and 1.504 liters. System performance was viewed in terms of good uniformity with 93% as an average of plant height, 81.75% as the net plant weight, and 80.05% of root length with a faster harvesting time when compared to conventional cultivation namely 22 days. Water use efficiency resulting from the study was 112.127 kg/m³ and 2.82 kg/m² of land productivity.

Keywords: Deep Flow Technique (DFT), System Performance, Water Consumption, Energy Consumption, Nutrient Consumption

ABSTRAK

Bayam merupakan sayuran yang digemari masyarakat karena memiliki nutrisi yang tinggi. Tingginya permintaan bayam hijau tidak sebanding dengan jumlah produksi karena menyempitnya lahan pertanian. Salah satu upaya untuk masalah tersebut adalah dengan budidaya bayam secara hidroponik. Sistem hidroponik yang umum digunakan adalah Deep Flow Technique (DFT). Penelitian ini bertujuan untuk meneliti terkait karakteristik konsumsi energi, air, dan nutrisi pada budidaya bayam hijau dan kinerja sistem fertigasi DFT. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi energi yang digunakan sebesar 51,86 kWh selama satu kali masa tanam atau biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan listrik sebesar Rp. 76. 104,64. Konsumsi air dan konsumsi nutrisi yang digunakan selama masa tanam secara berturut-turut yaitu 103,63 liter dan 1,504 liter. Kinerja sistem ditinjau dari keseragaman yang termasuk kategori baik dengan hasil rata-rata tinggi tanaman 93%, bobot tanaman bersih 81,75% dan panjang akar 80,05%, dengan waktu panen yang lebih cepat jika dibandingkan dengan budidaya konvensional yaitu 22 hari. Efisiensi penggunaan air yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu 112, 127 kg/m³ dan produktivitas lahan sebesar 2, 82 kg/m².

Kata kunci: Deep Flow Technique (DFT), Kinerja Sistem, Konsumsi Air, Konsumsi Energi, Konsumsi Nutrisi

PENDAHULUAN

Bayam hijau merupakan sayuran yang sering dikonsumsi oleh masyarakat luas. Bayam hijau memiliki kandungan nutrisi yang tinggi sehingga banyak diminati. Bayam hijau merupakan sayuran yang kaya dengan vitamin, protein, karbohidrat, lemak, zat besi, serta serat. Meningkatnya usaha yang menggunakan bahan baku bayam hijau dan kesadaran masyarakat mengenai hidup sehat semakin tinggi sehingga permintaan bayam terus

meningkat. Produksi bayam hijau tahun 2020 mengalami penurunan dari tahun 2019 (BPS, 2020). Kementerian Pertanian (2013) dalam Suarjana dkk, (2020) areal tanam bayam menurun sebesar 1,83% sehingga pada tahun 2012 produktivitas bayam turun sebesar 1,66%. Budidaya tanaman bayam secara konvensional menyebabkan nutrisi yang diperoleh oleh bayam tidak merata karena dalam teknik budidaya konvensional benih bayam ditebar tanpa memperhatikan jarak sehingga terjadi

persaingan untuk memperoleh nutrisi pada tanaman yang berjarak begitu dekat (Suarjana dkk, 2020).

Sistem budidaya hidroponik menggunakan media air sebagai pengganti media tanah. Budidaya hidroponik dapat mengoptimalkan keterbatasan lahan, waktu, dan teknik penanaman (Kridhianto, 2016). Kelebihan sistem hidroponik yaitu pertumbuhan tanaman dapat dikontrol, kualitas tanaman yang baik, jarang terserang hama dan penyakit, penggunaan air dan nutrisi yang efisien, dapat dilakukan pada lahan yang sempit, dan tidak tergantung dengan musim (Susila, 2013). Budidaya hidroponik dapat dilakukan di berbagai kondisi, nutrisi dapat dikontrol, menghasilkan produksi yang lebih tinggi, hasil produksi seragam, penggunaan air dan nutrisi yang lebih hemat dibandingkan budidaya secara konvensional (Aini dan Azizah, 2018). Jenis sistem hidroponik yang dapat diterapkan dalam budidaya bayam hijau yaitu dengan sistem *Deep Flow Technique*.

Sistem fertigasi DFT yaitu dengan mensirkulasikan air dan nutrisi dengan dorongan pompa. Budidaya dengan sistem hidroponik dapat memberikan keuntungan (Nana dkk, 2018). Sistem DFT lebih baik dibanding dengan sistem NFT karena jika mati listrik sistem DFT dapat masih mempertahankan larutan nutrisi dalam talang, sedangkan sistem NFT jika terjadi mati listrik air yang mengalir di gully NFT akan *berhenti* dan cepat kering karena talang pada sistem NFT lebih miring sehingga jika sirkulasi terhenti air pada talang akan cepat habis (Nurdin, 2017). Sistem DFT dalam penggunaan air dan nutrisi lebih sedikit dibanding dengan sistem rakit apung, sehingga efektifitas penggunaan air dan nutrisi lebih baik dari sistem rakit apung. Penggunaan air dan nutrisi untuk budidaya sawi pagoda dengan fertigasi DFT lebih sedikit dibanding dengan budidaya secara konvensional (Hidayah, 2020).

Penjualan sayuran hasil budidaya hidroponik memiliki potensi besar untuk berkembang di pasaran (Heriwibowo dan Budiana, 2014). Produk sayuran yang memiliki kualitas tinggi dapat mendorong daya jual sayuran yang tinggi (Klimanun, 2018). Hasil produk dengan kualitas yang baik dapat ditunjang dari beberapa parameter dalam budidaya bayam hijau. Parameter-parameter yang perlu diperhatikan diantaranya kondisi mikromat, lokasi budidaya bayam hijau, kualitas larutan nutrisi, pertumbuhan tanaman, jumlah konsumsi energi, air dan nutrisi yang digunakan, sehingga dapat menghasilkan produksi dengan kualitas dan kuantitas yang lebih baik dari budidaya konvensional. Konsumsi energi, air dan nutrisi yang dapat diminimalisir penggunaannya dapat menekan biaya pengeluaran dalam budidaya bayam hijau.

Informasi mengenai jumlah penggunaan energi, air, dan nutrisi untuk penanaman bayam hijau menggunakan sistem fertigasi DFT belum diketahui, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik konsumsi energi, air dan nutrisi untuk budidaya bayam hijau dengan fertigasi DFT selama satu kali masa tanam. Sehingga dapat menjadi perbandingan dengan budidaya secara konvensional atau sistem fertigasi lainnya.

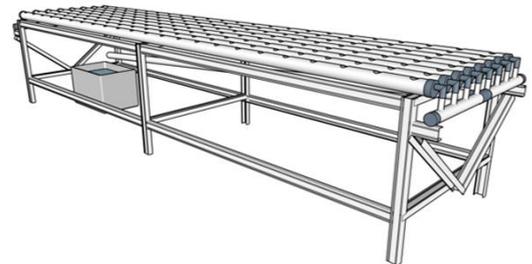
BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di *rooftop* gedung prodi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Kecamatan Jatiningor Kabupaten Sumedang dengan elevasi 794 mdpl, serta berada pada koordinat 06°55'23,4" LS dan 107°46'19,3" BT. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan September hingga Oktober 2021.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah anemometer, baki semai, clamp meter, *dissolved oxygen* meter, EC & TDS meter, seperangkat instalasi DFT yang memiliki dimensi 382x118x80 cm, lux meter, mistar, pH meter, pompa *air submersible*, termohigrometer, termometer infrared, dan timbangan analitik. Bahan yang digunakan adalah air, benih bayam hijau, listrik, nutrisi PSmix, rockwool.

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode penelitian deskriptif analitik yaitu metode yang memberikan gambaran dari objek yang diteliti dengan melakukan analisis data secara kuantitatif. Data yang diambil yaitu data iklim mikromat, kualitas nutrisi, konsumsi energi, konsumsi air, konsumsi nutrisi, efisiensi penggunaan air, pertumbuhan tanaman, produktivitas lahan, dan hasil panen dengan menggunakan sistem fertigasi DFT.

Sistem DFT memiliki dimensi panjang 3,82 m, lebar 1,10 m, dan tinggi 0,80 m dengan selang HDPE berjumlah 16 masing-masing pipa terdiri dari 2 selang HDPE. Tampilan instalasi DFT yang digunakan terdapat pada **gambar 1**.



Gambar 1. Instalasi DFT

Sampel berjumlah 65 sampel dari total lubang tanam sebanyak 184 lubang tanam dengan jarak tanam masing-masing lubang 11 cm. Perhitungan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin. Perhitungan dengan menghitung jumlah sampel minimal apabila populasi dalam perlakuan tidak diketahui. Rumus Slovin sebagai berikut:

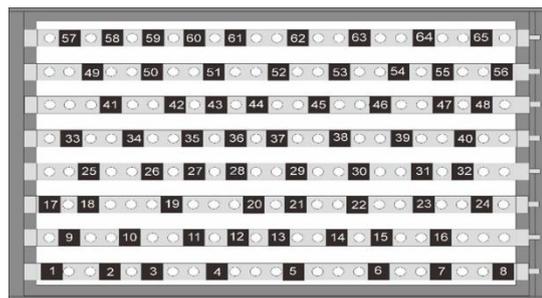
$$n = \frac{N}{1 + (N \times f^2)} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

N = Jumlah Lubang

f = Batas Toleransi Error (%)

Berikut posisi sampel pada **gambar 2**.



Gambar 2. Posisi sampel

Tahapan penelitian yang dilaksanakan yaitu diantaranya:

a. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan berupa mencari data dari referensi jurnal, buku, web dan literatur lainnya yang menunjang penelitian.

b. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan berupa uji kinerja fertisasi DFT untuk memastikan bahwa sistem DFT dalam kondisi baik dengan memastikan keseragaman irigasi baik serta debit inlet dan outlet bekerja dengan normal.

c. Tahapan Persiapan Budidaya Tanaman

Tahapan persiapan budidaya tanaman dengan mempersiapkan larutan nutrisi yang digunakan yaitu melarutkan PSmix yang merupakan jenis ABmix menjadi pekatan stok selama masa tanam. Kemudian, tahapan penyemaian tanaman bayam hijau hingga dilakukan pindah tanam pada sistem DFT.

d. Tahapan Pemeliharaan dan Pengamatan

Pertumbuhan tanaman bayam dipengaruhi oleh beberapa parameter, sehingga pengamatan terdiri dari pengamatan penunjang dan pengamatan utama. Parameter pengamatan penunjang yaitu kondisi lingkungan berupa pengukuran suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, intensitas cahaya kemudian pengukuran kualitas nutrisi terdiri dari pengukuran Tds & EC, pH larutan nutrisi, oksigen terlarut, dan suhu larutan nutrisi. Pengukuran dilakukan setiap hari selama masa tanam pada pukul 07.00, 12.00 dan 17.00 WIB. Sedangkan parameter utama terdiri dari pengukuran konsumsi energi, konsumsi air, konsumsi nutrisi yang diukur setiap hari pada pukul 07.00, 12.00, 17.00. Kemudian pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 2 hari sekali, dan perhitungan hasil panen berupa bobot tanaman dan panjang akar.

e. Analisis Data

Analisis data dengan mendeskripsikan, mengolah data untuk mendapatkan hasil penelitian yaitu sebagai berikut:

Konsumsi Energi

Perhitungan konsumsi energi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$W = P \times t \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

W = Penggunaan daya listrik (kWh)

P = Daya listrik (kilo watt)

t = Lama Penggunaan (jam)

Untuk mengetahui jumlah biaya yang dikeluarkan dalam konsumsi energi selama satu kali masa tanam yaitu dengan mengkonversi ke dalam harga listrik dari PLN yaitu Rp. 1.467, 28/kWh.

Konsumsi Air

Pengukuran penggunaan air ketika masa semai dengan menghitung penambahan air setiap harinya. Sedangkan setelah tanaman dipindahkan ke instalasi pengukuran penggunaan air dengan mengukur selisih antara volume air tersedia dengan volume air sisa pada tandon. Pengukuran volume air yaitu mengukur tinggi air pada tandon kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V_h = 0,0091x^2 + 2,0781x + 0, 8348 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

Vh = Volume air pada tandon

X = Tinggi air pada tandon

Pengukuran evapotranspirasi potensial (Eto) dengan menggunakan Cropwat 8.0 dengan Daily Eto Penman-Monteith. Sedangkan pengukuran nilai kc tanaman setiap tanaman berbeda dan dapat dilihat dari rekomendasi dari FAO.

Perhitungan evapotranspirasi tanaman yaitu sebagai berikut:

$$E_{tc} \text{ hari ke-}I = \frac{\text{Konsumsi air}_{\text{hari ke-}n}}{\text{Luas bidang penanaman}} \dots \dots (4)$$

Keterangan:

Etc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

N = Hari pengukuran

Sedangkan perhitungan kc secara aktual adalah sebagai berikut:

$$Kc = \frac{ET_c}{ET_o} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

Kc = Koefisien tanaman

ETc = Kebutuhan air tanaman (mm/hari)

ETo = Evapotranspirasi

Sementara perhitungan kc aktual sebagai berikut:

$$KC = KC_{\text{Prev}} + \left(\frac{i - \Sigma L_{\text{prev}}}{L_{\text{stage}}} \right) \times (KC_{\text{next}} - KC_{\text{Prev}}) \dots (6)$$

Keterangan:

Kc prev = Kc fase sebelumnya

Kc next = Kc fase setelahnya

i = lama hari setelah fase sebelumnya

L prev = Lama hari fase sebelumnya

L next = Lama hari fase setelahnya

Efisiensi Penggunaan

Perhitungan penggunaan air dapat dengan rumus sebagai berikut:

$$WUE \text{ (kg.m}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Hasil produksi}}{\text{Total penggunaan air}} \dots \dots (7)$$

Konsumsi Nutrisi

Pemberian nutrisi disesuaikan ketika kualitas nutrisi tidak sesuai. Pengukuran sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi nutrisi} = h_y - h_x \dots (8)$$

Keterangan:

hy = Jumlah nutrisi yang diberikan (ml)

hx = Jumlah nutrisi sisa (ml)

Keseragaman Pertumbuhan

Keseragaman pertumbuhan dapat mengetahui hasil dari pertumbuhan yang diperoleh. Pengukuran dilakukan dengan tinggi dari tanaman dengan mistar. Perhitungan keseragaman pertumbuhan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cu = 100 \times \left[1 - \frac{\sum |dz - di|}{n \cdot dz} \right] \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

CU = Nilai keseragaman

n = Jumlah pengamatan

dz = Rata-rata pengukuran pertumbuhan tanaman

di = Tinggi tanaman ke - i

Kriteria keseragaman untuk menyatakan nilai keseragaman.

Tabel 1. Kriteria Keseragaman

Kriteria	Koefisien Keseragaman
Sangat Baik	94-100
Baik	81-87
Cukup	68-75
Buruk	56-62
Tidak Layak	<50

Keseragaman Produksi

Hasil produksi dapat diketahui dengan menimbang bobot panen menggunakan timbangan analitik, serta menghitung panjang akar saat panen dengan menggunakan mistar. Perhitungan keseragaman produksi sebagai berikut:

$$Cu = 100 \times \left[1 - \frac{\sum |dz - di|}{n \cdot dz} \right] \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

CU = Nilai keseragaman

N = Jumlah pengamatan

dz = Rata-rata pengukuran hasil panen tanaman

di = Bobot panen tanaman pengukuran ke - i

Produktivitas Lahan

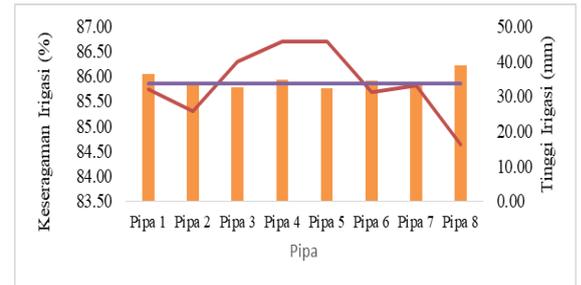
Produktivitas lahan diketahui dengan mengukur luasan instalasi untuk penanaman dan membandingkannya dengan hasil panen yang diperoleh. Besar produktivitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Lahan} = \frac{\text{Total bobot panen (Kg)}}{\text{Luas instalasi DFT (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots (11)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keseragaman Irigasi

Keseragaman irigasi pada penelitian ini yaitu keseragaman nilai dari tinggi muka air pada permukaan pipa PVC. Pengukuran nilai keseragaman irigasi pada gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata ketinggian air setiap pipa

Hasil pengukuran keseragaman irigasi pada penelitian ini yaitu diperoleh rata-rata nilai keseragaman irigasi yaitu 85,8% sehingga dengan ini fertigasi DFT yang digunakan memiliki nilai keseragaman irigasi baik. Namun, perlu dilakukan pengecekan karena jika kondisi pipa yang melengkung dapat menyebabkan ketinggian air pada pipa PVC tidak merata. Ketinggian pada setiap lubang tidak merata karena kondisi pipa yang melengkung sehingga nilai ketinggian air di bagian outlet fertigasi DFT pada penelitian ini lebih tinggi.

Debit Inlet dan Outlet

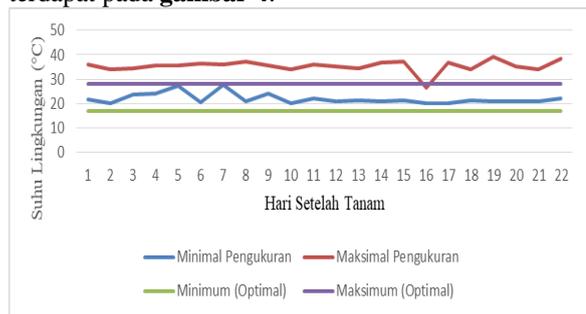
Debit inlet dari selang HDPE pada penelitian ini yaitu nilai debit inlet terkecil sebesar 0,027 liter/sekon dan terbesar sebesar 0,028 liter/sekon. Nilai rata-rata debit inlet yang dihasilkan sebesar 0,028 liter/sekon. Sedangkan, debit outlet merupakan volume larutan nutrisi yang mengalir dari pipa PVC menuju outlet. Debit outlet terdapat sebanyak delapan buah pada fertigasi DFT. Debit outlet yang diperoleh dari terkecil sebesar 0,026 liter/sekon dan debit outlet terbesar sebanyak 0,028 liter/sekon. Nilai rata-rata debit outlet yang dihasilkan sebesar 0,027 liter/sekon. Jumlah yang hampir sebanding antara debit inlet dan debit outlet. Perbedaan nilai tersebut karena terjadi sumbatan di selang HDPE yang menyebabkan larutan nutrisi keluar tidak maksimal. Perlu dilakukan perawatan instalasi yang rutin supaya larutan nutrisi yang keluar dari selang HDPE lancar, tidak terdapat sumbatan pada selang HDPE.

Kondisi Lingkungan

Terdapat beberapa instalasi yang terdapat di lokasi penelitian, diantaranya instalasi DFT, instalasi rakit apung, instalasi NFT dan instalasi *smart watering*. Pengaruh cuaca yang tidak dapat ditentukan dapat berdampak buruk pada tanaman, sehingga perlu adanya naungan yang dapat melindungi tanaman dari iklim mikromat. Atap yang digunakan di *rooftop* gedung fakultas teknologi industri pertanian yaitu dengan beralas fiber. Menurut (Fitria Zahra dan Sitawati, 2017) iklim mikro menanam di atap berbeda dengan iklim mikro tanaman penanaman di lahan, suhu dan angin penanaman di atap memiliki nilai yang besar sedangkan kelembaban bernilai kecil.

Suhu Udara

Parameter suhu udara yang diamati yaitu suhu minimum dan suhu maksimum pada lokasi penelitian. Pengukuran suhu maksimum dan suhu minimum lokasi penelitian dengan termohigrometer. Hasil pengukuran menunjukkan suhu udara minimum masih ada di bawah batas optimum dan suhu maksimum melebihi batas optimum bayam hijau. Suhu optimal untuk budidaya bayam hijau yaitu 17°C hingga 28°C. Laju pertumbuhan bayam hijau dapat terganggu jika suhu udara terlalu rendah atau tinggi (Merlina, 2016). Hasil pengukuran suhu udara terdapat pada gambar 4.

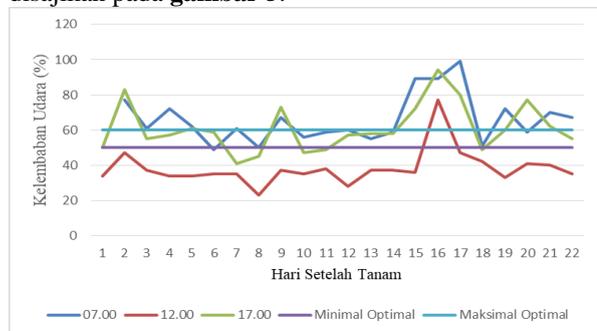


Gambar 4. Pengukuran Suhu Mikromat

Rata-rata suhu pada lokasi penelitian adalah 24,19°C, rata-rata suhu minimum pada lokasi penelitian adalah 19,9°C dengan suhu maksimal pada lokasi penelitian adalah 39,1°C. Kondisi lingkungan yang melebihi batas suhu optimal maka membuat lebih banyak penggunaan air oleh tanaman untuk melakukan evapotranspirasi.

Kelembaban Udara

Kelembaban udara yang cocok untuk budidaya bayam hijau berkisar 50% hingga 60% (Lestari 2009, dalam Suarjana dkk, 2020). Hasil pengukuran kelembaban udara disajikan pada gambar 5.

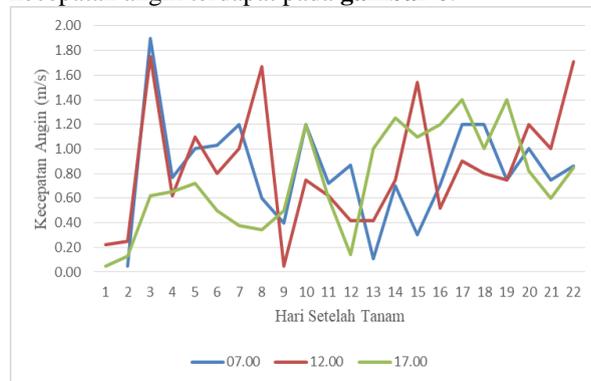


Gambar 5. Kelembaban Udara Harian

Pengukuran nilai RH atau kelembaban udara dilakukan pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00. Hasil pengukuran nilai RH diperoleh nilai RH paling tinggi mencapai 99% dan nilai RH paling rendah diperoleh sebesar 23%. Nilai RH yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tanaman mudah terserang penyakit (Komalasari, 2015). Sedangkan jika kelembaban kecil maka tanaman akan kering (Kunto, Herbibow dan N. S Budiana, 2014).

Kecepatan Angin

Pengukuran kecepatan angin pada penelitian ini yaitu dengan anemometer. Hasil pengukuran kecepatan angin terdapat pada gambar 6.

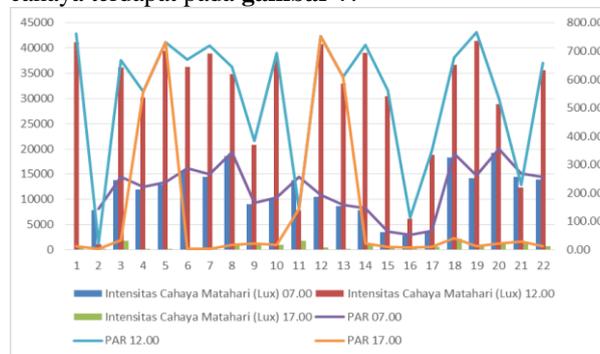


Gambar 6. Kecepatan Angin Harian

Nilai kecepatan angin maksimal pada penelitian ini yaitu 1,9 m/s. Nilai pengukuran kecepatan angin minimum pada penelitian ini yaitu 0,05 m/s. Angin dapat mempengaruhi kualitas tanaman. Kerusakan tanaman bayam selain daun menjadi kering,. Pada penelitian ini tanaman bayam yang sudah tinggi kisaran 18-25 cm bengkok karena batang tanaman bayam tidak menahan angin yang datang.

Intensitas Cahaya

Cahaya mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman untuk menghasilkan karbohidrat (Raharjeng, 2015). Besar energi cahaya dalam PAR (*Photosynthetically Active Radiation*) menentukan pertumbuhan tanaman dalam proses fotosintesis. Intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman dikonversi dari lux ke PPFD sebagai pendugaan PAR. Perhitungan PPFD menurut Thimijan *et al.* (1982) terdapat pada website perusahaan Apogee Instrument dengan mengkonversikan nilai lux yang diperoleh terhadap faktor pengukur yaitu 0, 0185. Menurut Patang (2018) tanaman yang kekurangan cahaya matahari warna daun pucat, batang memanjang dan tidak kokoh, sedangkan tanaman dalam kondisi intensitas lebih yaitu suhu tanaman akan naik, kelembaban rendah, peningkatan fotooksidasi hingga daun terbakar (daun mati). Hasil pengukuran intensitas cahaya terdapat pada gambar 7.



Gambar 7. Intensitas Cahaya Matahari

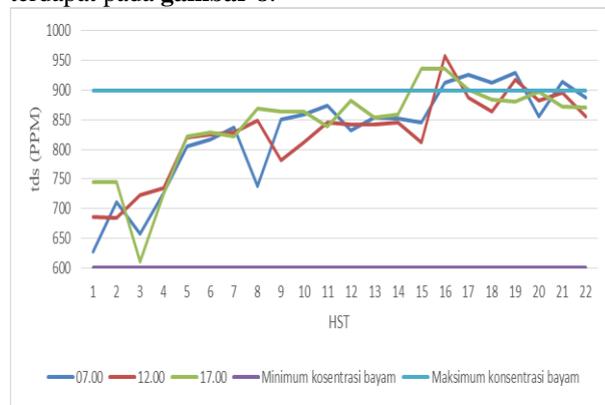
Nilai intensitas paling besar yaitu pengukuran siang hari 41.400 lux, sedangkan nilai pengukuran terkecil terjadi pada sore hari kondisi lingkungan sedang hujan sehingga nilai intensitas cahaya kecil. Hasil konversi nilai lux to PPFD nilai intensitas cahaya di lokasi penelitian yaitu diperoleh 2,78 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ hingga 765,90 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

Kualitas Larutan Nutrisi

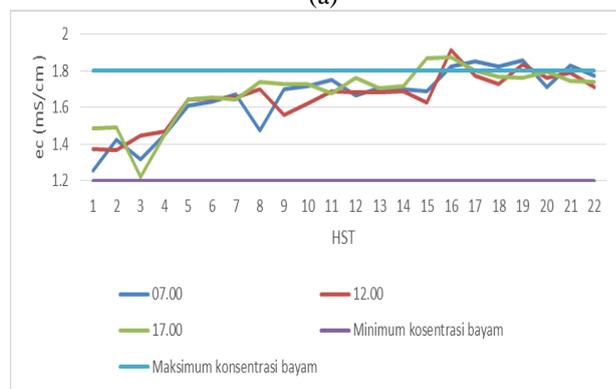
Larutan nutrisi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi tanaman (Nugraha, 2015). PSmix merupakan nutrisi AB mix khusus tanaman sayuran daun. Pengukuran kualitas nutrisi terdiri dari TDS dan EC, pH nutrisi, oksigen terlarut pada nutrisi, dan suhu nutrisi.

TDS dan EC

Pengukuran TDS (*Total Dissolved Solid*) & EC (*Electrical Conductivity*) dilakukan untuk mengontrol konsentrasi larutan nutrisi pada larutan penelitian yang digunakan. Konsentrasi larutan yang digunakan untuk tanaman bayam pada penelitian ini yaitu berkisar rentang antara 600-900 ppm. Penanaman dengan metode hidroponik perlu diperhatikan dengan menjaga kualitas larutan nutrisi konsentrasi untuk sayur daun berkisar 900 ppm (Antamil et.al, 2020). Hasil pengukuran TDS & EC terdapat pada **gambar 8**.



(a)



(b)

Gambar 8. EC Larutan Nutrisi (a) TDS Larutan Nutrisi

pH Larutan Nutrisi

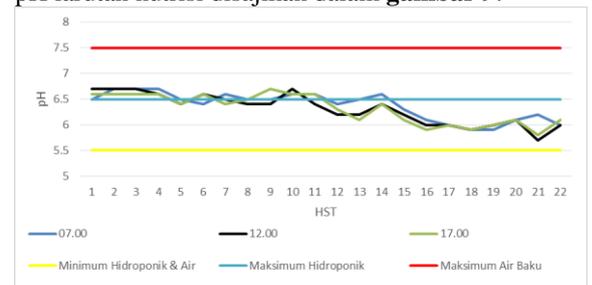
Nilai pH yang optimal untuk budidaya hidroponik sayuran bayam hijau yaitu rentang antara 6-7 , jika kurang dari 6 tanaman akan mudah rebah dan di atas 7 tanaman akan mengalami klorosis (Saparinto, 2013). Sehingga

dengan nilai pH air baku yang fluktuasi dengan nilai pH rentang 7,9 hingga 8,2 pada lokasi penelitian sehingga menyesuaikan nilai pH sesuai standar air baku maka dapat ditambahkan larutan asam (pH down). Penurunan pH bisa menggunakan asam sulfat (H_2SO_4), asam nitrat (HNO_3) dan hidroklorik (HCL). Penelitian ini menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) 10% sebagai penyesuaian pH pada air baku lokasi penelitian. Pencampuran nutrisi dengan air baku dapat menurunkan pH air baku namun tidak dapat menurunkan secara signifikan. Sehingga penambahan larutan asam dapat menurunkan pH air baku lokasi penelitian sesuai yang diharapkan. Pemberian asam disesuaikan dengan kondisi pH air baku yang fluktuatif. Jika pemberian asam terlalu berlebih pada penelitian ini menyebabkan tanaman bayam layu sesaat. Berikut penggunaan asam disajikan pada **tabel 2**.

Tabel 2. Penggunaan Asam Fosfat

HST	Penggunaan Larutan Asam (ml)
1	142
4	10
6	8
9	5
14	5
15	5
19	7
21	5
Total Penggunaan Larutan Asam	187

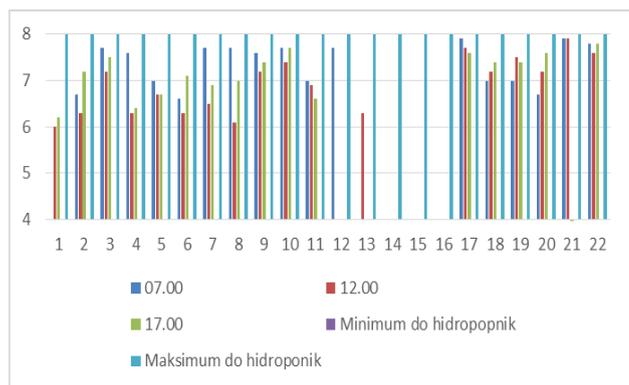
Penggunaan larutan asam disesuaikan dengan kondisi pH air baku. Sehingga tidak memberikan larutan asam yang berlebih. Pemberian dengan mencampurkan larutan asam dengan air baku hingga kondisi pH air baku stabil. Hasil pengukuran pH larutan nutrisi disajikan dalam **gambar 9**.



Gambar 9. pH larutan Nutrisi

Oksigen Terlarut

Menurut Purnomo (2006) dalam Ningrum, dkk (2014) oksigen terlarut yang diperlukan tanaman dalam kultur air memerlukan oksigen terlarut 4 mg/L hingga 10 mg/L dan tanaman dapat bertahan hidup dengan oksigen terlarut minimal 4 mgL. Hasil pengukuran DO larutan nutrisi disajikan dalam **gambar 10**.

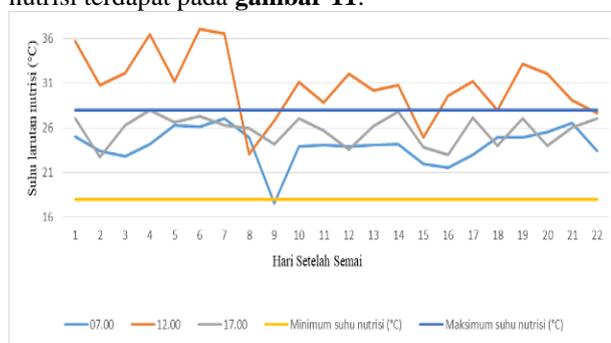


Gambar 10. Jumlah Oksigen Terlarut Larutan

Nilai oksigen terlarut larutan nutrisi pada penelitian ini dari rentang 6 mg/L hingga 7,9 mg/L. Nilai tersebut masih dalam rentang nilai kadar oksigen yang optimal untuk tanaman. Kadar oksigen yang baik dapat dilihat dari kondisi akar yang baik.

Suhu Nutrisi

Menurut Herwibowo dan Budiman (2015) suhu nutrisi ideal untuk tanaman hidroponik yaitu 27°C, perubahan suhu yang cepat pada nutrisi tidak disukai tanaman terutama di zona perakaran. Hasil pengukuran suhu larutan nutrisi terdapat pada **gambar 11**.



Gambar 11. Suhu Larutan Nutrisi

Hasil pengukuran diperoleh nilai suhu larutan selama masa tanam yaitu 17,6 °C hingga 37°C. Nilai tersebut belum optimum untuk suhu nutrisi hidroponik. Suhu nutrisi yang meningkat dapat membuat tanaman terhambat dalam menyerap nutrisi.

Konsumsi Energi Listrik

Konsumsi energi listrik berkaitan dengan penggunaan listrik untuk pompa mensirkulasikan larutan nutrisi pada tanaman. Konsumsi energi listrik yang digunakan terdapat pada **tabel 3**.

Tabel 3. Konsumsi Energi Sistem DFT

Pompa	Daya (Watt)	Lama Penggunaan (Jam)	Penggunaan Listrik (kWh)
A	159,12	151	24,0271
B	74,64	373	27,8407
Jumlah			51,8678

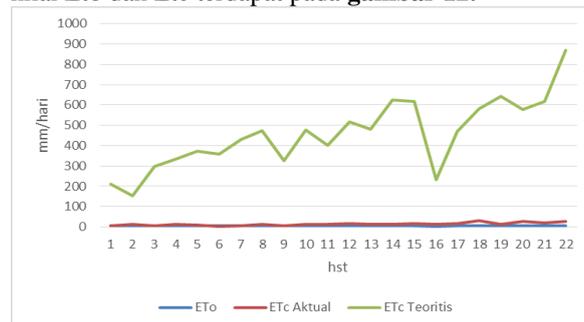
Penggunaan listrik selama satu kali masa tanam

sebesar 51,8678 kWh yang terdiri dari 2 buah pompa. Pompa A mengalami kerusakan sehingga menghasilkan daya yang besar dan menyebabkan larutan nutrisi menjadi panas. Menurut Sutrisno, dkk (2018) penggunaan pompa perlu diperhatikan untuk mencegah kerusakan. Sehingga konsumsi energi selama satu kali masa tanam sebanyak 51,8678 kWh atau konsumsi energi yang perlu dibayarkan sebesar Rp. 76.104,64.

Konsumsi Air

Penggunaan air aktual selama masa semai tanaman bayam yang dilakukan 10 hari atau 10 hss yaitu 6,5 liter dengan jumlah total lubang tanam 900 lubang tanam. Konsumsi air selama masa pindah tanam untuk bayam hijau adalah 105, 63 liter untuk 184 netpot yang digunakan. Pengukuran konsumsi air setelah tanam yaitu dengan pengukuran penggunaan air pada tandon nutrisi. Sedangkan kebutuhan air untuk budidaya secara konvensional hingga minggu pertama setelah tanam kebutuhan air dalam sehari tanaman bayam berkisar 4 mm/tanaman atau 4 liter/m² dan air yang dibutuhkan per harinya ketika tanaman mulai besar berkisar 8 mm atau 8 l/m² (Setiawati, 2007).

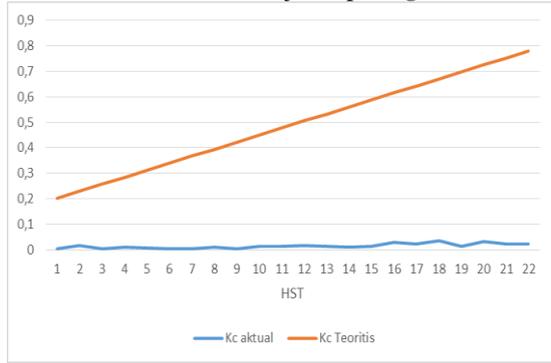
Perhitungan nilai evapotranspirasi potensial (Eto) yaitu dengan menggunakan rekomendasi FAO dengan menggunakan *software* Cropwat 8.0. Perhitungan evapotranspirasi potensial (Eto) dengan metode pendugaan Penman-Monteith menurut Dwiratna dan N. Bafdal (2016) merupakan metode paling baik yang direkomendasikan FAO dari berbagai metode lainnya dan memiliki tingkat kesalahan perhitungan pada musim panas berkisar 10% hingga 20% pada nilai Eto rendah. Nilai Eto rata-rata pada penelitian ini pada fase *initial* 5,73 mm/hari. Sedangkan nilai Eto rata-rata fase *development* yaitu 5,20 mm/hari. Suhu minimum, suhu maksimum, nilai kelembaban udara, lokasi pengamatan dan kecepatan angin merupakan faktor yang mempengaruhi perhitungan ETo (Dwiratna S. dan N. Bafadal, 2016). Perbandingan nilai Eto dan Etc terdapat pada **gambar 12**.



Gambar 12. Nilai ETo dan ETC Harian

Nilai Eto pada perhitungan yaitu menunjukkan nilai yang fluktuatif yaitu dalam rentang 2,06 mm/hari sampai 6,54 mm/hari. Nilai kc tanaman bayam yang digunakan dari rekomendasi FAO menggunakan nilai Kc *Brassicaceae*. Perhitungan

Kc aktual dan teoritis disajikan pada gambar 13.



Gambar 13. Perbandingan KC Aktual dan Kc Teoritis

Hasil dari perhitungan didapat nilai kc aktual pada grafik lebih rendah dibanding dengan nilai kc teoritis. Perbedaan nilai kc dapat disebabkan oleh lokasi dan sistem penanaman. Karena penanaman dengan sistem hidroponik, sehingga penggunaan air lebih sedikit.

Efisiensi Penggunaan Air

Hasil perhitungan yang diperoleh dari hasil panen yaitu bobot bersih yang didapat adalah 11,844 kg dan kebutuhan air yaitu 0,10563 m3 menghasilkan efisien penggunaan air yaitu sebesar 112, kg/m3. Sehingga nilai efisiensi yang semakin besar menandakan pemberian air semakin optimal. Sistem hidroponik fertigasi DFT tidak banyak dalam penggunaan air karena sistem tersebut bersirkulasi, penggunaan air berupa konsumsi air oleh tanaman dan akibat iklim mikromat sehingga penggunaan air akan optimal.

Konsumsi Nutrisi

Nutrisi yang digunakan yaitu PSmix yang merupakan Abmix untuk sayuran daun. Nutrisi yang diberikan dengan dilarutkan oleh air untuk mempermudah tanaman menyerap nutrisi. Nilai konsentrasi nutrisi untuk tanaman bayam yang digunakan dari rentang 600 hingga 900 ppm. Hasil pengukuran konsumsi nutrisi dan perhitungan konsumsi nutrisi terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. Penggunaan Nutrisi

HST	Penggunaan Nutrisi (ml)	Sisa Pekatan Nutrisi (ml)
1	1090	
4	120	
6	100	
9	240	807
14	320	
15	40	
19	200	
21	200	
Jumlah	2310	807
Total Penggunaan Nutrisi		1503

Nilai konsentrasi nutrisi terbesar selama masa tanam

yaitu 958 ppm melebihi batas konsentrasi yang telah ditentukan. Nilai nutrisi paling rendah masa tanam yaitu 610 ppm. Selama masa tanam penambahan nutrisi dilakukan ketika nutrisi mengalami penurunan kualitas atau terjadi perubahan secara visual pada tanaman yang mengharuskan untuk menambahkan nutrisi. Sisa nutrisi yang digunakan dari perhitungan yaitu 807 ml. Sehingga nutrisi yang digunakan pada penelitian ini adalah 1503 ml. Sedangkan budidaya secara konvensional memerlukan pupuk kandang berupa kotoran ayam 40 ton/ha atau sebesar 4 kg/m² dan urea yang digunakan sebagai starter sebanyak 150 kg/ha atau 15 gram/m² dan setelah 2 minggu penanaman ditambah pupuk cair 3 liter/ha atau 3 ml/m² (Edi dan Jullistia, 2010). Sedangkan budidaya hidroponik dengan sistem DFT pada penelitian ini nutrisi yang digunakan yang dikonversikan menggunakan nutrisi 0,25 kg dengan luas sistem yang digunakan yaitu 4,2 m².

Keseragaman Pertumbuhan

Keseragaman pertumbuhan tanaman bayam hijau dapat diukur dari keseragaman ketinggian tanaman. Pertumbuhan tanaman merupakan proses penambahan sel, jumlah sel, jumlah daun yang nanti akan diikuti dari bertambahnya ukuran (Guntoro dan Hadi, 2016). Pengukuran ketinggian pada penelitian ini dilakukan setiap dua hari sekali pada 65 sampel. Hasil pengamatan tinggi tanaman bayam dan keseragaman irigasi disajikan pada gambar 14.



Gambar 14. Tinggi dan Keseragaman Tinggi Tanaman

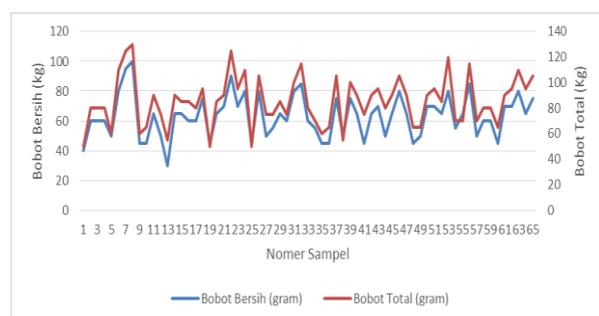
Pengukuran tinggi tanaman pada penelitian ini memiliki keseragaman baik, namun memang pertumbuhan tinggi tanaman pada setiap netpot belum memiliki keseragaman yang baik dan terdapat beberapa pohon tanaman yang memiliki tinggi yang tidak merata. Kondisi tersebut karena kemampuan awal tanaman yang kurang baik sehingga penyerapan nutrisi kurang dan terjadi perebutan atau kompetisi antar tanaman untuk mendapatkan nutrisi. Terdapat persaingan tanaman pada setiap populasi netpot sehingga tanaman akan bersaing untuk mendapatkan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Nilai keseragaman setiap pengukuran memiliki nilai yang sangat baik,

dengan rata-rata keseragaman tinggi tanaman yaitu 93%. Hal ini menunjukkan bahwa tinggi tanaman dengan budidaya DFT pada penelitian ini memiliki keseragaman tinggi yang sangat baik.

Hasil Panen

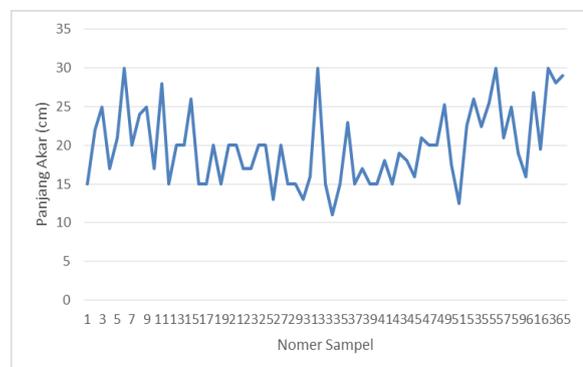
Menurut Sari N.I, dkk (2015) standar mutu tinggi tanaman bayam dengan sistem tanam hidroponik yaitu memiliki tinggi minimal 30 cm. Menurut Edi dan Jullistia (2010) penanaman bayam secara konvensional pada umur tanaman bayam 3 sampai 4 minggu memiliki tinggi kira-kira 20 cm. Sehingga pada penelitian ini pada usia tanaman bayam hijau 22 hst tanaman bayam dapat dipanen karena rata-rata tinggi tanaman sudah melebihi 30 cm.

Pengukuran hasil produksi yaitu dengan mengukur bobot panen. Pengukuran bobot panen kotor yaitu pengukuran bobot bayam dari ujung daun hingga akar dan termasuk sisa rockwool yang masih melekat. Sedangkan bobot bersih yaitu pengukuran bayam tanpa akar. Hasil pengukuran keseragaman hasil panen disajikan pada **gambar 15**.



Gambar 15. Keseragaman Hasil Panen

Hasil pengukuran menunjukkan nilai bobot bersih yaitu bobot ketika tidak ada akar memiliki nilai rata-rata 60,84 gram sehingga memiliki keseragaman bobot bersih yaitu 81,75% dan rata-rata nilai bobot total tanaman bayam pada penelitian ini yaitu 84,76 gram memiliki keseragaman 81,94%. Akar tanaman bayam dengan fertigasi DFT pada penelitian ini memiliki panjang akar berkisar dari 11 hingga 30 cm. Akar tanaman bayam pada penelitian ini cenderung tebal dan berserat. Akar berwarna putih pada tanaman bayam menandakan bahwa kadar oksigen pada larutan nutrisi baik. Hasil pengukuran panjang akar disajikan pada **gambar 16**.



Gambar 16. Panjang Akar Tanaman

Hasil pengukuran menunjukkan bobot akar tanaman memiliki bobot 15 hingga 35 gram dan panjang akar dari rentang 11 hingga 30 cm.

Produktivitas Lahan

Hasil panen dari instalasi tersebut diperoleh 11,844 kg sehingga setiap m² dapat menghasilkan 2, 82 kg/meter². Produksi bayam dapat mencapai 5 ton per hektar/tahun jika dipelihara dengan baik (Sunarjono, 2013). Hasil yang baik perlu memperhatikan kualitas nutrisi kebutuhan tanaman dan siklus panen. Sehingga dengan peningkatan produktivitas lahan dapat meningkatkan nilai ekonomis.

KESIMPULAN

Jumlah konsumsi energi pada penelitian ini adalah 51,867 kWh sehingga biaya konsumsi energi penelitian ini yaitu Rp. 76.104,64. Jumlah konsumsi air adalah 0, 10563 m³, dan jumlah konsumsi nutrisi adalah 1,504 liter nutrisi hasil pengukuran konsumsi energi, air, dan nutrisi dipengaruhi oleh kondisi mikromat dan kualitas nutrisi yang digunakan. Kinerja sistem yang digunakan yaitu baik, dengan menghasilkan keseragaman pertumbuhan tinggi sangat baik yaitu sebesar 93%, hasil produksi tanaman bayam hijau menghasilkan keseragaman baik yaitu sebesar 81,75%, keseragaman bobot akar baik dengan nilai 84,45%, dan keseragaman panjang akar baik dengan nilai 80,05%. Nilai efisiensi penggunaan air yaitu 112,29 kg/m³ dan produktivitas lahan sebesar 2, 82 kg/m².

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan semua pihak yang membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Nurul dan Azizah, Nur. 2018. Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Hidroponik. Ub Press. Malang.
- Antamil, dkk. 2020. Simulasi Kendali Cerdas Level Nutrisi Hidroponik pada Budidaya Sayur Bayam. Universitas Islam Allaudin Makassar.
- Badan Pusat Statistik. Produksi Tanaman Sayuran Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman, 2019 dan 2020. <http://www.bps.go.id>. [20 Juli 2021].
- Dwiratna, S., Nurpihan Bafdal. 2016. Penjadwalan Irigasi Berbasis Neraca Air pada Sistem Pemanenan Air Limpasan Permukaan untuk Pertanian Lahan Kering. Jurnal keteknikan pertanian. Vol 04 (2).
- Edi, Syafri dan Julistia Bobihoe. 2010. Budidaya

- Tanaman Sayuran. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi. Jambi.
- Fitria, Zahra dan Sitawati. 2017. Pengaruh Jenis Media Tanam Sistem Roof Garden Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) Universitas Brawijaya. Jawa Timur.
- Guntoro, W dan Hadi Suhardjono. 2016. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max Merry*) Terhadap Jumlah Air yang diberikan). Fakultas Pertanian. UPN Veteran Jawa Timur.
- Herwibowo Kunto dan Budiana, N. S. 2014. Hidroponik Sayuran untuk Hobi dan. Bisnis. Penebar Swadaya. Jakarta Timur. 132 hal.
- Herwibowo K, N.S. Budiana. 2015. Hidroponik Sayuran. Penebar Swadaya, Jakarta Timur.
- Hidayah, Aidah Lutfi dkk. 2020. Kinerja dan Karakteristik Konsumsi Energi, Air, dan Nutrisi pada Sawi Pagoda (*Brassica narinosa*) Menggunakan Sistem Fertigasi Deep Flow Technique (DFT). JKPTB. Bandung.
- Klimanun C., Juliana. 2018. Sistem Pemasaran Sayuran Hidroponik di Kalimantan Barat. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Kalimantan Barat.
- Komalasari, Endah, dkk. 2018. Pemanfaatan Pompa Berbasis Mikrokontroler sebagai Penyiram Sayuran Organik di Lahan Miring Kecamatan Gisting Kabupaten Tanggamus. 412-419.
- Kridhianto, Ribut. 2016. Pengaruh Macam Media Tanam dan Kemiringan Talang Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor l.*) Pada Sistem Hidroponik NFT. Sidoarjo.
- Kunto, Herbibow dan N. S Budiana. 2014. Hidroponik sayuran untuk hobi dan bisnis. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Merlina, Alvi. 2016. Investasi Emas Hijau dari Budidaya Bayam Hijau. Depok: Villam Media.
- Nana, F., Kune, S. J., dan Hutapea, A. N. 2018. Analisis Pendapatan Usahatani Selada Air di Desa Popnam, Kecamatan Noemuti, Kabupaten Timor Tengah Utara. <https://doi.org/10.32938/ag.v3i1.241>.
- Ningrum, dkk. 2014. Pengaruh Lama Aerasi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) pada Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*). Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 3, No. 1: 83-90.
- Nugraha, Rizqi Utami. 2015. Sumber Sebagai Hara Pengganti AB mix pada Budidaya Sayuran Daun Secara Hidroponik. J. Hort Indonesia 6 (1): 11- 19.
- Nurdin. 2017. Mempercepat Panen Sayuran Hidroponik. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Patang, P. 2018. Modul 1: Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura. <http://www.Ppg.Spade.ristekdikti.go.id> [22 November 2021].
- Raharjeng, A. R. P. 2015. Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Hubungan Kekerabatan Tanaman *Sansevieria trifasciata L.* Jurnal Biota UIN Raden Fatah, 1(1), 33-41.
- Saparinto, C. 2013. Grow Your Own Vegetables- Panduan Praktis Menanam 14. Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan. Swadaya. Yogyakarta.
- Sari, imam Nabila dkk. 2015. Pengendalian Mutu Bayam Sistem Hidroponik di PT. Kebun Sayur Segar Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat. Agrista. Vol 3. 09/2015.
- Setiawati, Wiwin dkk. 2007. Petunjuk Teknis Budidaya Sayuran. Agro Industri. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Suarjana, I Made dkk. 2020. Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Budidaya Bayam (*Amaranthus tricolor*) Secara Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian. Volume 8, Nomer 1.
- Sunarjono, H. 2013. Bertanam 36 Jenis Sayur. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Susila, A. D. 2013. Sistem Hidroponik. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Modul. Bogor: IPB. 20 hal.
- Sutrisno, Adi dkk. 2018. PKM Pemanfaatan Teknologi Pompa Submersible di Desa Padangdangan kecamatan Pasongsongan kabupaten Sumenep Jawa Timur. Jurnal Ilmiah Pengabdian pada Masyarakat. Vol. 2 No. 2.
- Thimijan dkk. Conversion-PPFD to Lux. Apogee Instruments.<http://www.apogeeinstruments.com> [25 Oktober 2021].