

**EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DAN ANALISIS EKONOMI PADA TIGA
SISTEM HIDROPONIK UNTUK BUDIDAYA TANAMAN KAILAN
(*Brassica oleraceae* L.)**

Oleh

Arsy Adiarini

Skripsi

Sebagai salah satu syarat mencapai gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

ABSTRAK

EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DAN ANALISIS EKONOMI PADA TIGA SISTEM HIDROPONIK UNTUK BUDIDAYA TANAMAN KAILAN (*Brassica oleraceae* L.)

Oleh

ARSY ADIARINI

Perbedaan mekanisme pemberian larutan nutrisi pada teknik hidroponik memengaruhi proses transportasi air ke tanaman, sehingga berdampak pada efisiensi penggunaan air. Tanaman kailan merupakan salah satu jenis sayuran daun yang memiliki nilai gizi tinggi dan bernilai jual yang tinggi. Tanaman kailan bisa menjadi salah satu usaha di bidang pertanian. Berdasarkan hal itu, perlu dilakukan penelitian mengenai efisiensi penggunaan air pada teknik hidroponik *Wick*, DFT, dan Rakit Apung untuk budidaya tanaman kailan dan mengetahui analisis titik impas (BEP) dalam budidaya tanaman kailan. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis konsumsi air antara ketiga sistem hidroponik yang berbeda, menganalisis efisiensi penggunaan air antara 3 sistem hidroponik yang berbeda, dan menghitung Break Event Point pada budidaya tanaman kailan. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan selama 40 hari. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Pada penelitian ini tanaman yang ditanam berjumlah 12 tanaman pada masing-masing sistem. Penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan lingkungan, pengukuran Electrical Conductivity (EC), pengukuran Total Dissolved Solids (TDS), dan suhu larutan. Hasil dari penelitian ini berupa data tinggi tanaman, bobot hasil setelah panen, konsumsi air, water productivity, analisis ekonomi biaya tetap, biaya tidak tetap, biaya pokok, dan Break Event Point. Pada penelitian ini

didapatkan nilai pH dan suhu yang sesuai dengan standar kailan. Nilai EC dan PPM menunjukan yang paling tinggi menggunakan sistem *Wick*. Pada data konsumsi air menunjukkan tanaman yang mengkonsumsi air lebih banyak yaitu dengan menggunakan sistem DFT. Pada sistem DFT rata-rata konsumsi air selama 25 hari sebanyak 0,8 liter. Diantara ketiga sistem hidroponik penggunaan air yang paling efisien yaitu menggunakan sistem rakit apung. Nilai efisiensi penggunaan air pada sistem ini adalah sebesar $37,6 \text{ kg/m}^3$. Dari data pengamatan dapat diketahui bahwa konsumsi air dengan menggunakan sistem DFT lebih banyak mengkonsumsi air. Analisis titik impas (BEP) yaitu dimana suatu usaha tidak mendapat keuntungan maupun kerugian. Dalam penelitian ini analisis titik impas pada sistem DFT tidak memenuhi syarat BEP karena total pengeluaran tidak sebanding dengan hasil produksi.

Kata kunci: Kailan, hidroponik, sistem DFT, sistem rakit apung, sistem *Wick*

ABSTRACT

WATER USE EFFICIENCY AND ECONOMIC ANALYSIS OF THREE SYSTEMS HYDROPONIC SYSTEMS FOR CARILAN (*Brassica oleraceae* L.) PLANT CULTURE

By

ARSY ADIARINI

Differences in the mechanism of nutrient solution delivery in hydroponic techniques affect the process of water transportation to plants, thus impacting water use efficiency. Kailan plants are one type of leaf vegetable that has high nutritional value and high selling value. Kailan plants can be one of the businesses in agriculture. Based on this, it is necessary to conduct research on the efficiency of water use in Wick, DFT, and Floating Raft hydroponic techniques for the cultivation of kailan plants and determine the break-even point (BEP) analysis in the cultivation of kailan plants. The purpose of this study is to analyze water consumption between three different hydroponic systems, analyze the efficiency of water use between 3 different hydroponic systems, and calculate the Break Event Point in the cultivation of kailan plants. This research method uses experimental methods carried out for 40 days. The results of the study are presented in the form of graphs and tables. In this study, 12 plants were planted in each system. This research was conducted by observing the environment, measuring Electrical Conductivity (EC), measuring Total Dissolved Solids (TDS), and solution temperature. The results of this study are in the form of data on plant height, yield weight after harvest, water consumption, water productivity, economic analysis of fixed costs, non-fixed costs, basic costs, and Break Event Point. In this study, pH and temperature values were obtained in accordance with

kailan standards. EC and PPM values show the highest using the Wick system. Water consumption data shows that plants that consume more water are using the DFT system. In the DFT system, the average water consumption for 25 days was 0.8 liters. Among the three hydroponic systems, the most efficient water use is using the floating raft system. The efficiency value of water use in this system is 37.6 kg/m³. From the observation data, it can be seen that water consumption using the DFT system consumes more water. Break-even point analysis (BEP) is where a business does not get profit or loss. In this study, the break-even analysis of the DFT system did not meet the BEP requirements because the total expenditure was not proportional to the production results.

Keywords: Kailan, hydroponics, DFT system, floating raft system, Wick system.

Judul Skripsi

**EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DAN
ANALISIS EKONOMI PADA TIGA SISTEM
HIDROPONIK UNTUK BUDIDAYA
TANAMAN KAILAN (*Brassica oleraceae* L.)**

Nama Mahasiswa

Arsy Adiarini

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2054071003

Program Studi

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian



A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ahmad Tusi', written over a white background.

Ahmad Tusi, S.T.P., M.Si., Ph.D.
NIP. 198106132005011001

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Elhamida Rezkia Amien', written over a white background.

Elhamida Rezkia Amien, S.T.P., M.Si
NIP. 231804900214201

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Dr. Ir. Sandi Asmara', written over a white background.

Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

Ahmad Tusi, S.T.P., M.Si., Ph.D.



Sekretaris

Elhamida Rezkia Amien, S.T.P., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 September 2024

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya Arsy Adiarini dengan NPM 2014071003. Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **1). Ahmad Tusi, S.T.P., M.Si., Ph.D.** dan **2). Elhamida Rezkia Amien, S.T.P., M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 30 September 2024

Yang membuat pernyataan



Arsy Adiarini
NPM. 2014071003

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 17 Februari 2002.

Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Eddy Susanto, S.E., dan Ibu Desi

Restikawari, S.E. Penulis menempuh pendidikan Sekolah

Dasar (SD) di SD Kartika II-5 Bandar Lampung dan lulus

pada tahun 2014. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah

Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Bandar

Lampung dan lulus pada tahun 2017 serta pendidikan Sekolah Menengah Atas

(SMA) diselesaikan di SMA Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2020.

Pada tahun 2020 penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti Organisasi/Lembaga Kemahasiswaan internal kampus Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai Bendahara Bidang Dana dan Usaha periode 2021-2022, dan Sekretaris Bidang Dana dan Usaha periode 2022-2023. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 tahun 2023 di Desa Batu Keramat, Kecamatan Kota Agung Timur, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung selama 40 hari. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Lahan Pasir Manunggal, Kabupaten Bantul, Kota Yogyakarta dengan judul “Mempelajari Analisis Ekonomi Teknik pada Budidaya Bawang Merah dengan Menggunakan Irigasi Sprinkler di Lahan Berpasir” selama 30 hari kerja pada bulan Juli-Agustus 2023.

Persembahan

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta kesehatan, kemudahan dan kelancaran dalam setiap langkah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini

Karya ini ku persembahkan untuk :

Kedua Orang Tua

Bapak Eddy Susanto dan Ibu Desi Restikawati

Sebagai rasa terima kasih yang tiada terhingga ku persembahkan karya ini kepada kedua orang tuaku yang telah selalu mengupayakan segala yang dimiliki baik berupa materi, tenaga, pikiran serta doa demi keberhasilanku.

Adikku

Labib Adika Fajari, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat yang tiada henti.

Serta

“Kepada Almamater Tercinta”

Teknik Pertanian Universitas Lampung 2020

SANWANCANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. yang kita nantikan syafaat nya di akhirat kelak. Skripsi dengan judul **“EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DAN ANALISIS EKONOMI PADA TIGA SISTEM HIDROPONIK UNTUK BUDIDAYA TANAMAN KAILAN (*Brassica oleraceae* L.)”** merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak terjadi kesalahan dan kekurangan. Sehingga penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan semua pihak yang telah memberikan bantuan, doa, dukungan, dan bimbingan serta arahan dalam penyelesaian skripsi ini. Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung sekaligus Pembimbing kesatu yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi;
3. Bapak Ahmad Tusi, S.T.P., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
4. Ibu Elhamida Rezkia Amien, S.T.P., M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan

waktunya untuk membimbing, memberi saran, dan selalu memberikan motivasi selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini;

5. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik dalam proses penyusunan skripsi ini;
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya;
7. Orang tuaku tercinta, Papah Eddy Susanto dan Mamah Desi Restikawati yang telah merawat, mendidik, memberikan semangat, dan selalu memberikan dukungan penuh dalam segala hal, selalu mengiringi setiap langkah kecil penulis, serta selalu mendoakan untuk keberhasilan penulis hingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini;
8. Adikku, Labib Adika Fajari yang telah memberikan semangat, motivasi, doa dan kontribusinya hingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi;
9. Sahabat penulis dari awal kuliah yaitu Aulia Dwi Ramadhanti, Divia Laila Zuleika, dan Shyntia Wulanjani yang selalu kebersamai penulis selama perkuliahan, memberikan bantuan, doa, semangat, dan motivasi;
10. Sahabat tercinta, Anggi, Auriel, Endah, Inke, Junica, Sabrina, Septia, Syafaria, dan Tharisya yang telah memberi semangat, motivasi, dan selalu menemani penulis hingga saat ini;
11. Teman seperjuangan Teknik Pertanian 2020 yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuannya selama menempuh pendidikan;

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih belum sempurna. Karena itu, kritik dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembacanya

Bandar Lampung, Oktober 2024

Arsy Adiarini
NPM. 2014071003

**EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DAN ANALISIS EKONOMI PADA TIGA
SISTEM HIDROPONIK UNTUK BUDIDAYA TANAMAN KAILAN
(*Brassica oleraceae* L.)**

(SKRIPSI)

Oleh

Arsy Adiarini

2014071003



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Batasan Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Hidroponik.....	5
2.1.1 Sistem Rakit Apung.....	6
2.1.2 Sistem <i>Wick</i>	7
2.1.3 Sistem <i>Deep Flow Technique</i> (DFT).....	7
2.2 Tanaman Kailan	8
2.2.1 Morfologi Tanaman Kailan	10
2.2.2 Manfaat Tanaman Kailan	10
2.2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kailan.....	11
2.3 Efisiensi Air.....	11
2.4 Analisis Ekonomi	12
2.4.1 Biaya Investasi	12
2.4.2 Biaya Tetap	12
2.4.3 Biaya Tidak Tetap.....	13
2.4.4 Biaya Pokok.....	14

2.4.5 Analisis Data.....	14
2.4.6 <i>Break Event Point</i> (BEP)	15
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat.....	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Efisiensi Penggunaan Air	22
3.5 Analisis Ekonomi	22
3.5.1 Analisis Biaya Tetap	22
3.5.2 Analisis Biaya Tidak Tetap.....	23
3.5.3 Biaya Pokok.....	24
3.5.4 Analisis Data.....	24
3.5.5 <i>Break Event Point</i> (BEP)	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Pengamatan Lingkungan	27
4.1.1 Suhu dan Kelembaban	27
4.1.2 Evapotranspirasi.....	29
4.2 Pengamatan Harian.....	29
4.2.1 Derajat Keasaman (pH)	30
4.2.2 <i>Electrical Conductivity</i> (EC)	30
4.2.3 <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)	32
4.2.4 Suhu Larutan.....	33
4.3 Pengamatan Pertumbuhan	34
4.3.1 Tinggi Tanaman	34
4.3.2 Jumlah Daun	35
4.4 Hasil Panen.....	36
4.5 Penggunaan Air Tanaman Kailan.....	38
4.5.1 Konsumsi Air.....	38
4.5.2 Konsumsi Air Kumulatif	40
4.5.3 <i>Water Productivity</i>	41
4.6 Analisis Ekonomi	42
4.6.1 Biaya Tetap (<i>Fixed Cost</i>).....	42

4.6.2 Biaya Tidak Tetap.....	43
4.6.3 Biaya Pokok.....	44
4.6.4 Biaya Total Pengeluaran.....	45
4.6.5 Biaya Total Pendapatan.....	46
4.6.6 Keuntungan.....	46
4.6.7 <i>Break Event Point</i> (BEP).....	47
V. KESIMPULAN.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	16
2. Bobot dan Diameter Tanaman Kailan.....	37
3. Biaya Tetap	42
4. Biaya Tidak Tetap	43
5. Biaya Pokok	45
6. Biaya Total Pengeluaran	45
7. Total Pendapatan.....	46
8. Keuntungan	46
9. <i>Break Event Point</i> (BEP)	47
10. Data Suhu dan Kelembaban <i>Greenhouse</i>	55
11. Data Derajat Keasaman (pH)	56
12. Data Electrical Conductivity (EC)	57
13. Data Total Dissolved Solid (TDS).....	58
14. Data Suhu Larutan Nutrisi	59
15. Data Tinggi Tanaman Sistem DFT	60
16. Data Tinggi Tanaman Sistem Rakit <i>Wick</i>	60
17. Data Tinggi Tanaman Sistem Rakit Apung	61
18. Data Jumlah Daun Sistem DFT	61
19. Data Jumlah Daun Sistem <i>Wick</i>	62

20. Data Jumlah Daun Sistem Rakit Apung	62
21. Data Panjang Batang Hasil Panen.....	62
22. Data Tinggi Total Hasil Panen.....	63
23. Data Panjang Akar Hasil Panen	63
24. Data Konsumsi Air.....	64
25. Data Water Productivity.....	64
26. Data Evapotranspirasi	65
27. Biaya Investasi Sistem DFT.....	66
28. Biaya Investasi Sistem Rakit Apung.....	66
29. Biaya Investasi Sistem <i>Wick</i>	66
30. Biaya Tetap Sistem DFT	68
31. Biaya Tetap Sistem Rakit Apung	68
32. Biaya Tetap Sistem <i>Wick</i>	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sistem Rakit Apung	7
2. Sistem <i>Wick</i>	7
3. Sistem DFT	8
4. Tanaman Kailan	9
5. Diagram Alir Penelitian	18
6. Sistem Hidroponik DFT.....	19
7. Sistem Hidroponik <i>Wick</i>	19
8. Sistem Hidroponik Rakit Apung.....	20
9. Suhu dan Kelembaban <i>Greenhouse</i>	28
10. Evapotranspirasi	29
11. Derajat Keasaman (pH).....	30
12. <i>Electrical Conductivity</i> (EC).....	31
13. <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS).....	32
14. Suhu Larutan Nutrisi	33
15. Tinggi Tanaman	34
16. Jumlah Daun	35
17. Perbandingan Tinggi, Panjang Batang, dan Panjang Akar	36
18. Konsumsi Air	39
19. Konsumsi Air Kumulatif.....	40

20. <i>Water Productivity</i>	41
21. Pembibitan Hari ke- 1	73
22. Pembibitan Hari ke- 4	73
23. Pembibitan Hari ke-7	74
24. Pembibitan Hari ke-14	74
25. Greenhouse Penelitian.....	75
26. Instalasi Sistem DFT	75
27. Sistem Rakit Apung	76
28. Sistem <i>Wick</i>	76
29. Pertumbuhan Tanaman Kailan Umur 12 HSPT Sistem Rakit Apung	77
30. Pertumbuhan Tanaman Kailan Umur 12 HSPT Sistem <i>Wick</i>	77
31. Pertumbuhan Tanaman Kailan Umur 12 HSPT DFT	78
32. Pertumbuhan Kailan Pada Sistem DFT	78
33. Proses Pengukuran Tinggi Tanaman Kailan	79
34. Proses Pengukuran pH	79
35. Bagian Perakaran Sistem <i>Wick</i>	80
36. Bagian Perakaran Sistem Rakit Apung	80
37. Proses Pengukuran Hasil Panen Tanaman Kailan Sistem Rakit Apung	81
38. Proses Pengukuran Hasil Panen Tanaman Kailan Sistem <i>Wick</i>	81
39. Proses Pengukuran Hasil Panen Tanaman Kailan Dengan Sistem DFT	82
40. Hasil Panen Tanaman Kailan	82

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air dan nutrisi yang diberikan kepada tanaman di lahan tanah, tidak semuanya digunakan oleh tanaman. Secara normal, dari total air yang diberikan hanya sebagian kecil yang diserap oleh tanaman, 70-75% air diuapkan melalui evaporasi ke atmosfer dan 5% air mengalami run off (Buckman dan Brady, 1982). Dari air yang diserap oleh tanaman, 90-99% diuapkan melalui proses transpirasi tanaman dan hanya 1-10% yang digunakan oleh tanaman (Garoner et al. 1991). Air yang telah mengandung nutrisi terlarut dalam jumlah berlebih, dapat mencemari air dan tanah, sehingga mengganggu keseimbangan lingkungan.

Selain menggunakan tanah, sistem budidaya tanaman bisa juga menggunakan sistem hidroponik. Dalam teknik hidroponik ini biasanya air dan nutrisi disediakan dalam jumlah yang tepat dan terkontrol dalam bentuk larutan nutrisi (Steinberg et al., 2000). Hal ini dilakukan dengan cara mengalirkan kembali air dan nutrisi yang telah terpakai. Selain itu, sirkulasi ini dapat dilakukan dengan metode tertutup guna menghindari kontak air dengan udara, sehingga akan mengurangi evaporasi (Steinberg et al., 2000). Upaya mengurangi evaporasi, merupakan salah satu cara pengelolaan air.

Pengelolaan air pada teknik hidroponik, dibutuhkan dalam kegiatan pertanian untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air. Efisiensi penggunaan air tersebut, selain mampu menekan biaya produksi (Thippayarugs et al., 2001), juga mampu

mengkonservasi ketersediaan air (Marino et al., 2004). Efisiensi penggunaan air pada lahan tanah dipengaruhi oleh kultivar (Johnson & Henderson, 2002), kelembapan tanah, dan iklim, serta metode penyiraman (Howell, 2001). Selain pada lahan tanah, variasi metode penyiraman juga terdapat pada sistem pertanian dengan teknik hidroponik. Metode penyiraman pada teknik hidroponik terus mengalami perkembangan dan bervariasi.

Sistem hidroponik memiliki berbagai variasi, contohnya seperti sistem *Wick*, sistem *Deep Flow Technique* (DFT), dan sistem Rakit Apung (RA). Pada sistem DFT larutan nutrisi mengalir dan merendam akar tanaman. Sementara pada sistem *Wick*, larutan nutrisi akan tetap atau konstan pada suatu penampang, akar dari tanaman tidak bersentuhan dengan air secara langsung tetapi melalui bantuan yang berupa sumbu. Sistem Rakit Apung juga tidak jauh berbeda seperti sistem *Wick* sebelumnya, hanya saja pada sistem ini akar bersenyuhan dengan air. Perbedaan mekanisme pemberian larutan nutrisi pada teknik hidroponik memengaruhi proses transportasi air ke tanaman, sehingga berdampak pada efisiensi penggunaan air (Steinberg et al., 2000). Ketiga teknik tersebut bisa digunakan dengan mudah untuk budidaya tanaman, terutama untuk tanaman kailan.

Tanaman kailan (*Brassica oleracea*) merupakan salah satu jenis sayuran daun yang memiliki nilai gizi tinggi dan bermanfaat bagi kesehatan manusia. Rasanya enak dan kandungan gizi seperti protein, mineral, dan vitamin membuatnya diminati masyarakat, terutama di Indonesia yang memiliki potensi dan nilai komersial tinggi (Putra, 2010). Budidaya tanaman kailan merupakan salah satu usaha pertanian yang semakin populer karena kebutuhan masyarakat akan sayuran segar dan sehat. Namun, dalam menjalankan usaha pertanian, harus menghadapi berbagai tantangan, termasuk fluktuasi harga pasar, biaya produksi yang tinggi, dan risiko cuaca yang tidak pasti. Oleh karena itu, analisis titik impas (BEP) menjadi sangat penting dalam mengoptimalkan produksi dan penjualan tanaman kailan. Tujuan utama dari BEP ini adalah untuk menentukan tingkat penjualan dan

bauran produk yang diperlukan agar usaha pertanian tidak menderita kerugian dan tidak memperoleh laba.

Berdasarkan hal itu, perlu dilakukan penelitian mengenai efisiensi penggunaan air pada teknik hidroponik *Wick*, DFT, dan Rakit Apung untuk budidaya tanaman kailan dan mengetahui analisis titik impas (BEP) dalam budidaya tanaman kailan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai informasi terkait efisiensi penggunaan air dan analisis titik impas pada teknik hidroponik budidaya tanaman kailan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan konsumsi air pada sistem DFT, rakit apung, dan *Wick*?
2. Bagaimana efisiensi penggunaan air antara 3 sistem hidroponik yang berbeda yaitu sistem DFT, sistem *Wick*, dan sistem rakit apung pada budidaya tanaman kailan?
3. Bagaimana cara menghitung analisis ekonomi terhadap budidaya tanaman kailan pada hidroponik sistem DFT, rakit apung, dan *Wick*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis konsumsi air antara ketiga sistem hidroponik yang berbeda.
2. Menganalisis efisiensi penggunaan air antara 3 sistem hidroponik yang berbeda yaitu sistem DFT, sistem *Wick*, dan sistem rakit apung pada budidaya tanaman kailan.
3. Menghitung *Break Event Point* (BEP) pada budidaya tanaman kailan.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini yaitu adanya perbedaan dalam tingkat keberhasilan pengendalian nutrisi tanaman pada masing-masing sistem hidroponik, dan hal ini akan berpengaruh pada efisiensi penggunaan air dalam budidaya tanaman kailan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi mengenai sistem hidroponik yang paling efisien dalam penggunaan air dan analisis titik impas pada budidaya tanaman kailan.

1.6 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan sistem hidroponik DFT, *Wick*, dan rakit apung
2. Menggunakan ukuran penampang yang sama (*Wick* dan rakit apung)
3. Analisis ekonomi dilakukan sampai *Break Event Point* (BEP)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidroponik

Hidroponik berasal dari bahasa Yunani hydroponic yaitu hidro yang berarti air dan ponus yang berarti kerja. Hidroponik merupakan teknologi bercocok tanam yang menggunakan media air, nutrisi, dan oksigen. Sistem hidroponik yaitu penamaan tanaman tanpa menggunakan media tanah melainkan menggunakan air yang diberi nutrisi sebagai unsur hara atau sumber makanan bagi tanaman (Anjaliza, 2014)

Hidroponik adalah lahan budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah, sehingga hidroponik merupakan aktivitas pertanian yang dijalankan dengan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah. Sehingga sistem bercocok tanam secara hidroponik dapat memanfaatkan lahan yang sempit. Pertanian dengan menggunakan sistem hidroponik dapat dilakukan di pekarangan rumah, atap rumah maupun lahan lainnya. Banyak keuntungan dan manfaat yang dapat diperoleh dari sistem tersebut. Sistem ini dapat menguntungkan dari kualitas dan kuantitas hasil pertaniannya, serta dapat memaksimalkan lahan pertanian yang ada karena tidak membutuhkan lahan yang luas (Roidah, 2014).

Sistem hidroponik dapat memberikan suatu lingkungan pertumbuhan yang lebih terkontrol. Dengan pengembangan teknologi, kombinasi sistem hidroponik dengan membran mampu mendayagunakan air, nutrisi, pestisida secara nyata lebih efisien (minimalis system) dibandingkan dengan kultur tanah (terutama untuk tanaman berumur pendek). Penggunaan sistem hidroponik tidak mengenal

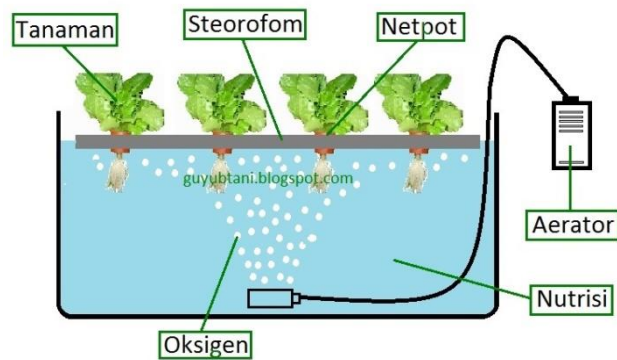
musim dan tidak memerlukan lahan yang luas dibandingkan dengan kultur tanah untuk menghasilkan satuan produktivitas yang sama (Lonardy, 2006)

Sistem penanaman secara hidroponik memerlukan media tanam. Menurut (Rubatzky, 1997) secara umum, media tanam dapat dikategorikan menjadi dua macam, yaitu media tanam tanah dan non-tanah. Berdasarkan jenis bahan penyusunnya, media tanam dibedakan menjadi bahan organik dan anorganik. Sistem hidroponik dibagi menjadi beberapa sistem diantaranya yaitu sistem *drip*, sistem *Wick*, dan sistem DFT (*Deep Flow Technique*).

2.1.1 Sistem Rakit Apung

Hidroponik rakit apung lebih sederhana dibandingkan dengan sistem hidroponik yang lain. Hidroponik rakit apung atau *Floating Hydroponic System* yaitu, menanam tanaman pada suatu rakit berupa panel tanam yang dapat mengapung di atas permukaan larutan nutrisi dengan akar menjuntai ke dalam air. Sedangkan untuk menopang tinggi tegaknya tanaman digunakan styrofoam yang telah dilubangi dengan jarak lubang tertentu untuk jarak tanaman, dan dibantu spon agar akar dapat secara maksimal menyerap unsur hara yang telah tersedia pada air irigasi (Wirosoedarmo, 2001).

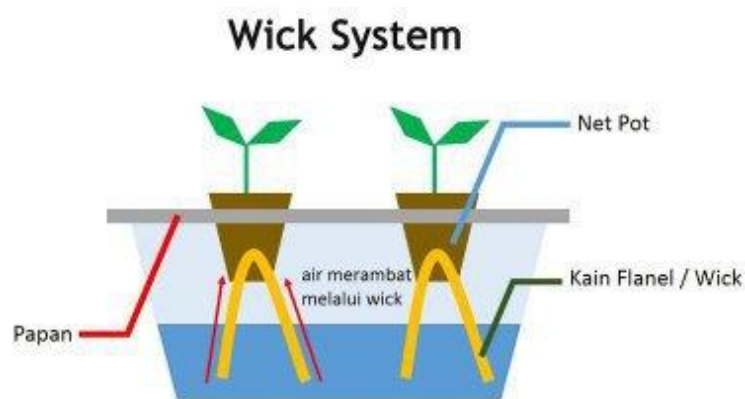
Prinsip sistem hidroponik rakit apung ini adalah tanaman ditanam dalam keadaan diapungkan tepat di atas larutan nutrisi, biasanya dengan bantuan styrofoam sebagai penopangnya. Posisi tanaman diatur sedemikian rupa sehingga perakaran menyentuh larutan nutrisi. Karena akar terendam larutan nutrisi, akar tanaman yang dibudidayakan dengan sistem ini rentan mengalami pembusukan. Karena itu, untuk menambah oksigen terlarut, biasanya dialirkan udara ke dalam larutan tersebut menggunakan aerator (Hendra dan Handoko, 2014).



Gambar 1. Sistem Rakit Apung

2.1.2 Sistem Wick

Ada beberapa metode hidroponik salah satunya menggunakan sistem sumbu atau sistem *Wick*. Sumbu berperan penting dalam sistem ini karena berfungsi sebagai penghubung antara akar tanaman dan larutan nutrisi dalam media (Setiawan, 2019). Akar akan menarik nutrisi ke dalam media menggunakan sumbu. Sumbu dilekatkan pada bagian bawah net pot yang telah diisi bibit tanaman dan media tanam rockwool. Sumbu bertanggung jawab untuk mengalirkan nutrisi ke akar (Heriwibawa, 2018)



Gambar 2. Sistem Wick

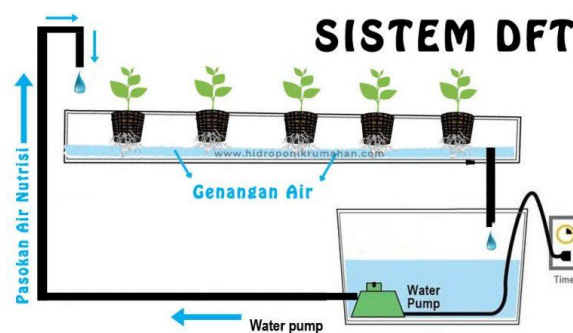
2.1.3 Sistem *Deep Flow Technique* (DFT)

Hidroponik DFT (*Deep Film Technique*) merupakan sistem budidaya dengan menenggelamkan akar tanaman pada air. Air tersebut juga mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman, akar dapat berkembang dalam aliran nutrisi, sistem ini

dekenal dengan nama DFT, kelebihanannya akar terendam lebih dalam dengan tinggi larutan 3-5 cm, sehingga dalam air tersebut banyak nutrisi, kelemahan dari DFT ini adalah jika tidak sesuai takaran maka mengakibatkan akar akan membusuk dikarenakan air yang digunakan terlalu banyak (Asnawi, 2020)

Teknik DFT merupakan metode hidroponik yang menggunakan air sebagai media untuk memberikan nutrisi pada tanaman dengan memberikan nutrisi berupa kolam. Tanaman ditanam dalam saluran yang diberi makan larutan nutrisi setinggi 4-6 cm secara terus menerus, dimana akar tanaman selalu terendam, dalam larutan nutrisi. Larutan nutrisi kembali dikumpulkan di reservoir nutrisi dan kemudian dipompa melalui pipa distribusi ke kolam tanaman (Chadirin, 2007)

Keuntungan dari sistem DFT adalah ketersediaan air nutrisi selalu konstan, yang berarti tanaman tidak mengalami kekurangan air jika terjadi pemadaman listrik, karena ada nutrisi di dalam pipa. Dan kelemahan sistem DFT terletak pada penggunaan nutrisi yang lebih boros dan dapat digunakan sebagai tempat berkembang biak nyamuk jika tidak memeriksa atau membersihkan pipa secara teratur (Tjitrosocpomo, 2011).



Gambar 3. Sistem DFT

2.2 Tanaman Kailan

Tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.) merupakan salah satu jenis sayuran famili kubis-kubisan (*Brassicaceae*) yang diduga berasal dari negeri China. Kailan masuk ke Indonesia sekitar abad ke-17, namun sayuran ini sudah cukup populer dan diminati di kalangan masyarakat. Kailan merupakan sayuran yang

berdaun tebal, datar dan berwarna hijau tua dengan batang yang tebal dan beruas-ruas. Kailan termasuk dalam kelompok tanaman sayuran daun yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan memiliki prospek yang baik untuk dibudidayakan (Amilah, 2012).

Kailan (*Brassica oleraceae L.*) dibedakan menjadi jenis yaitu kale daun halus dan kale daun keriting. Kale daun halus umumnya dijadikan sebagai pakan ternak sedangkan yang dimasak adalah kale daun keriting (Pracaya, 2005). Kailan dapat dipanen ketika sudah berumur 40-50 hari setelah pindah tanam (Samadi, 2013). Kailan dapat dipanen setengah dari umur kailan yaitu berkisar 20-30 hari setelah tanam. Menurut klasifikasi tumbuhan, tanaman kailan termasuk ke dalam (Samadi, 2013):

- Divisi: Spermatophyta;
- Subdivisi: Angiospermae;
- Kelas: Dicotyledonae;
- Famili: Cruciferae;
- Genus : Brassica;
- Spesies: *Brassica oleracea L.*



Gambar 4. Tanaman Kailan

2.2.1 Morfologi Tanaman Kailan

Kailan memiliki bentuk daun yang tebal, bulat memanjang dan berwarna hijau tua. Batang kailan merupakan batang sejati, tidak keras, tegak, beruas-ruas dengan diameter antara 3-4 cm dan berwarna hijau muda. Perakaran kailan merupakan akar tunggang dan serabut. Kailan memiliki perakaran yang panjang yaitu akar tunggang bisa mencapai 40 cm dan akar serabut mencapai 25 cm (Samadi, 2013)

Tanaman kailan adalah sayuran yang berdaun tebal, datar, mengkilap, keras, berwarna hijau kebiruan dan letaknya berseling. Daunnya panjang dan melebar seperti caisim, sedangkan warna daun mirip dengan kembang kol berbentuk bujur telur. Sebagian besar sayuran kailan memiliki ukuran daun yang lebih besar, dan permukaan serta sembir daun yang rata. Pada tipe tertentu, daun yang tersusun secara spiral ini selalu bertumpang tindih sehingga agak mirip dengan kepala longgar. Biji bulat kecil berwarna coklat sampai kehitam-hitaman. Biji-biji inilah yang digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman kailan (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998)

2.2.2 Manfaat Tanaman Kailan

Kailan merupakan salah satu jenis sayuran yang mempunyai banyak manfaat. Kailan merupakan sumber utama mineral dan vitamin yang berguna untuk memelihara kesehatan tulang dan gigi, pembentukan sel darah merah (Hemoglobin) dan memelihara kesehatan mata. Protein yang terkandung dalam baby kailan bermanfaat untuk pembentuk jaringan tubuh. Baby kailan juga mengandung karotenoid sebagai senyawa anti kanker (Samadi, 2013). Kailan merupakan salah satu anggota dari keluarga kubis-kubisan (*Cruciferae*). Hampir semua bagian tanaman kailan dapat dikonsumsi yaitu batang dan daunnya. Dalam 100 gram bagian kailan yang dikonsumsi mengandung 7540 IU vitamin A, 115 mg vitamin C, dan 62 mg Ca, 2,2 mg Fe. (Siemonsma dan Piluek, 1994; Irianto, 2008).

2.2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kailan

(Rukmana, 2010) menyatakan bahwa beberapa syarat tumbuh kailan yang harus diperhatikan antara lain adalah:

a. Suhu

Pada umumnya tanaman Kubis baik ditanam di dataran tinggi dengan ketinggian antara 1000-3000 m di atas permukaan laut, tetapi kailan dapat tumbuh di daerah tropis, dengan ketinggian antara 250 m di atas permukaan laut dengan suhu rata-rata 23°C 30°C dan kelembaban udara 80 90%, untuk menghasilkan pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Kailan memerlukan waktu 40-60 hari

b. Air

Jika curah hujan tidak mencukupi dapat diatasi dengan penyiraman yang baik dengan perlakuan pagi dan sore, curah hujan yang baik untuk tanaman kailan berkisar 1000-1500 mm /tahun. Curah hujan terlalu banyak dapat menurunkan kualitas sayur, karena kerusakan daun yang diakibatkan oleh hujan deras.

c. Cahaya

Untuk penanaman kailan yang telah dipindah di lahan, jika kurang mendapat sinar matahari (terlindung), pertumbuhan kailan akan kurang baik dan mudah terserang penyakit, dan pada waktu masih kecil sering terjadi pertumbuhan terhenti

2.3 Efisiensi Air

Air merupakan unsur yang tidak dapat dihilangkan untuk keberlangsungan makhluk hidup termasuk tanaman. Pada teknik hidroponik, air adalah faktor penting karena unsur hara yang dibutuhkan tanaman diberikan melalui air. Meskipun air merupakan faktor penting untuk tanaman, penggunaannya juga harus dilakukan seefisien mungkin karena semakin berkurangnya sumber air bersih. Penghematan air pada teknik hidroponik berarti juga merupakan penghematan pada penggunaan pupuk, sehingga dapat mengurangi biaya produksi (Wachjar, 2013).

Pengelolaan air pada teknik hidroponik, dibutuhkan dalam kegiatan pertanian untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air. Efisiensi penggunaan air tersebut, selain mampu menekan biaya produksi (Thippayarugs et al., 2001) juga mampu mengonservasi ketersediaan air (Marino et al., 2004). Efisiensi penggunaan air pada lahan tanah dipengaruhi oleh kultivar (Johnson & Henderson, 2002), kelembapan tanah, dan iklim (El-Bably, 2002), serta metode penyiraman (Howell, 2001). Selain pada lahan tanah, variasi metode penyiraman juga terdapat pada sistem pertanian dengan teknik hidroponik. Metode penyiraman pada teknik hidroponik terus mengalami perkembangan dan bervariasi.

2.4 Analisis Ekonomi

2.4.1 Biaya Investasi

Biaya investasi yaitu biaya yang ditanamkan dalam rangka menyiapkan kebutuhan usaha untuk siap beroperasi dengan baik. Biaya ini biasanya dikeluarkan pada awal- awal kegiatan usaha dalam jumlah yang relatif besar dan berdampak jangka panjang untuk kesinambungan usaha tersebut (Giatman, 2005).

2.4.2 Biaya Tetap

Menurut (Yuni, 2019), biaya tetap adalah biaya atau pengeluaran suatu bisnis yang tidak tergantung pada perubahan jumlah barang atau jasa yang dihasilkan. Dengan kata lain, biaya tetap tidak akan mengalami perubahan meski terjadi perubahan jumlah barang dan jasa yang dihasilkan dalam kisaran tertentu. Contoh dari biaya tetap antara lain adalah biaya sewa gedung, gaji karyawan, pajak, biaya asuransi, biaya pembayaran pinjaman, dan sebagainya. Pengeluaran biaya ini harus mempertimbangkan rencana kapasitas produksi dan penjualan perusahaan untuk beberapa tahun ke depan karena setelah biaya ini diputuskan maka manajemen sulit untuk mengubahnya dan tindakan manajemen berikutnya adalah bagaimana melakukan kegiatan operasional yang efisien dengan pola yang sudah terbentuk ini

1. Biaya Penyusutan

Biaya penyusutan diartikan sebagai penurunan dari nilai suatu modal atau alat yang diakibatkan oleh berkurangnya umur pemakaian. Menurut (Suryaningrat, 2009) depresiasi atau biaya penyusutan merupakan penurunan nilai suatu aset atau property karena waktu dan emakaiannya. Dalam perhitungannya terdapat 4 metode, yaitu metode Garis Lurus (*straight line method*), metode penjumlahan angka tahun (*sum of the years digits method*), metode keseimbangan menurun (*declining balance method*) dan metode *sinking fund*. Perhitungan biaya penyusutan pada penelitian ini menggunakan metode garis lurus (*straight line method*) yang umum digunakan dan mudah.

2.4.3 Biaya Tidak Tetap

Dalam mengefisiensikan biaya produksi sangat memerlukan harga pokok produksi untuk memperhitungkan biaya yang nantinya akan dikeluarkan dalam proses produksi pesanan khusus dengan tepat. Dan salah satu metode yang dapat digunakan adalah *variable costing*. Menurut (Salman, 2016), variabel costing yang juga dikenal dengan *direct costing* adalah biaya yang jumlah totalnya berubah secara proporsional sesuai dengan volume kegiatan atau produksi dan jumlah biaya per unitnya tidak mengalami perubahan.

Menurut (Mulyadi, 2009), biaya variabel adalah biaya yang jumlahnya berubah sebanding dengan perubahan volume kegiatan. Sedangkan menurut (Garrison, 2006), biaya variabel (*variable cost*) adalah biaya yang jumlahnya berubah secara proporsional terhadap perubahan tingkat aktivitas.

1. Biaya Listrik

Biaya listrik adalah jumlah biaya yang dikeluarkan untuk besaran daya yang digunakan. Pada penelitian ini daya listrik yang digunakan untuk menghidupkan mesin pompa air dan mesin aerator. Untuk mencari biaya listrik yang digunakan perlu diketahui daya (watt) dan jumlah konsumsi (jam) dari mesin tersebut. Setelah diketahui data tersebut maka data tersebut bisa dikalikan dengan jumlah tarif dasar listrik (TDL) (Ikhwan dan Yanwar, 2022).

2. Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan

Besarnya biaya pemeliharaan ataupun perbaikan tergantung tingkat pemakaian dan keruskannya yang terjadi pada alat. Biaya penggantian atau biaya pembelian kembali bagian-bagian alat yang rusak maupun penggantian secara rutin, juga termasuk perhitungan biaya pemeliharaan dan perbaikan ini. Biaya dikeluarkan untuk memberikan kondisi kerja yang baik bagi alat dan peralatan. Besar biaya pemeliharaan untuk alat-alat pengolah hasil pertanian beserta alat penggeraknya diasumsikan sebesar 5% dari harga awal per tahun (Kibria, 1995).

2.4.4 Biaya Pokok

Biaya pokok adalah daftar biaya produksi yang harus dikeluarkan perusahaan pada periode tertentu. Di dalamnya terkait dengan biaya pengadaan bahan baku, alat produksi, bahan pendukung produksi dan lain sebagainya. Biaya pokok atau harga pokok produksi mempunyai peranan penting dalam memantau biaya produksi agar biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi dapat di perhitungkan dengan tepat. Menurut (Mursyidi, 2008) Harga pokok produksi adalah pembebanan unsur biaya produksi terhadap produk yang dihasilkan dari suatu proses produksi, atau bisa juga diartikan penentuan biaya yang melekat pada produk jadi dan persediaan barang dalam proses.

2.4.5 Analisis Data

a) Total Pengeluaran

Menurut (Prasetyono et al, 2021) total pengeluaran adalah seluruh biaya yang dikeluarkan oleh produsen untuk menghasilkan produksi atau output baik dalam bentuk biaya tetap maupun biaya tidak tetap.

b) Total Pendapatan

Menurut (Soekarwati, 1995) pendapatan usaha tani diperoleh dengan mengalikan total produksi dengan harga jual produksi.

c) Keuntungan

Nilai keuntungan adalah hasil selisih antara pendapatan total dengan biaya total yang digunakan dalam satu siklus budidaya.

2.4.6 Break Event Point (BEP)

Break Even Point (BEP) merupakan kondisi yang bisa terjadi pada perusahaan, yaitu suatu kondisi perusahaan dalam operasionalnya tidak mendapat keuntungan dan juga tidak menderita kerugian. Dengan kata lain, antara pendapatan dan biaya ada pada kondisi yang sama, sehingga laba perusahaan adalah nol (Manuho et al, 2021). Analisis BEP adalah teknik analisis untuk mempelajari hubungan antara biaya, laba, dan volume penjualan atau *Cost, Profit, and Volume analysis* (CPV analysis) khususnya dalam merencanakan laba (Blocher et al., 2010). Hal ini mengimplikasikan bahwa perusahaan dengan volume penjualan di bawah titik BEP akan menderita kerugian karena keuntungan yang diterima masih menutupi biaya yang dikeluarkan. BEP dihitung untuk mengetahui apakah usaha yang dilakukan untung, rugi, atau impas.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 40 hari dari bulan Maret 2024 sampai April 2024, di *Greenhouse Lab. Lapang Terpadu*, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis data dilakukan di Laboratorium Rekasaya Sumber Daya Air dan Lahan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No	Sistem Hidroponik	Alat	Bahan
1.	Sistem <i>Wick</i>	Box/bak, gunting, impraboard, netpot, kain flannel, rockwool	Bibit tanaman kailan, nutrisi AB mix, air
2.	Sistem Rakit Apung	Box/bak, aerator, netpot, sterofoam, rockwool	Bibit tanaman kailan, nutrisi AB mix, air
3.	Sistem DFT	Instalasi hidroponik dengan sistem DFT, pompa, netpot, rockwool	Bibit tanman kailan, nutrisi AB mix, air

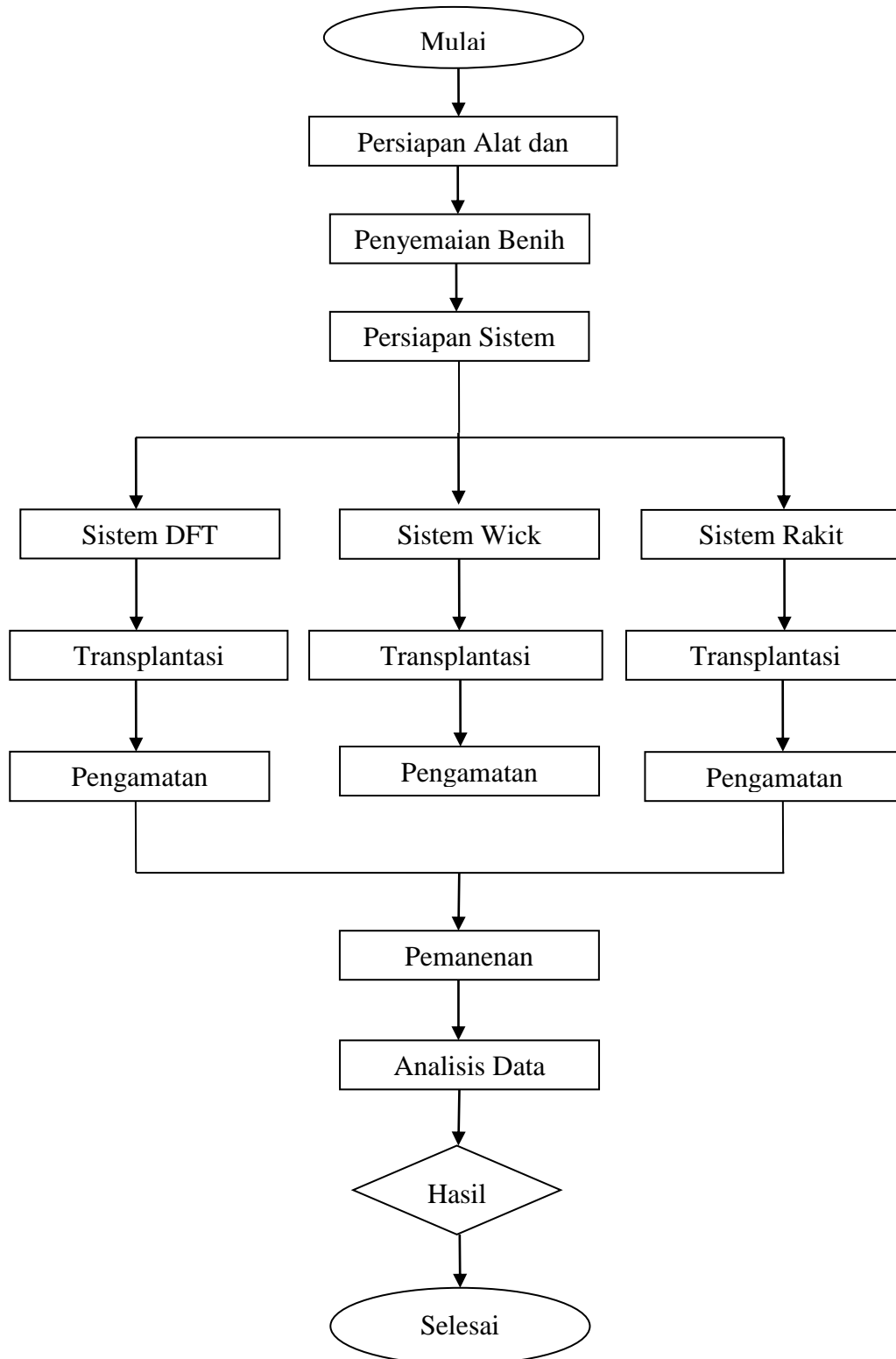
Selain itu alat ukur yang digunakan antara lain pH meter, EC meter, penggaris, gelas ukur, ember, higrometer.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Tujuannya untuk melihat ada atau tidaknya hubungan sebab akibat dari perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa perbandingan. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Pada penelitian ini tanaman yang ditanam berjumlah 12 tanaman pada masing-masing sistem.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari 5 tahap utama yaitu persiapan alat dan bahan, pembuatan sistem, penanaman, pengamatan, dan pemanenan. Prosedur penelitian tertera pada Gambar 5.

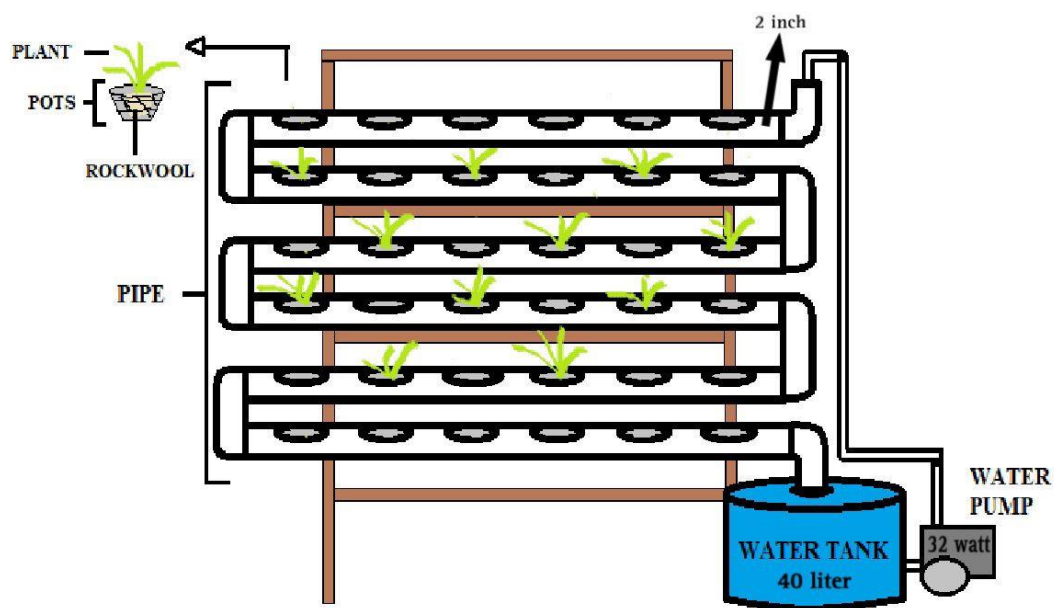


Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

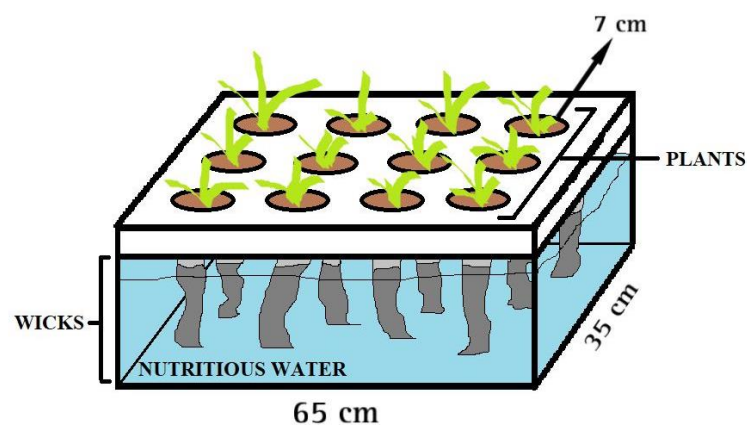
1. Pembuatan sistem hidroponik

Tahapan selanjutnya persiapan ketiga sistem hidrponik yaitu sistem DFT (Gambar 5), sistem *Wick* (Gambar 6), dan sistem rakit apung (Gambar 7).

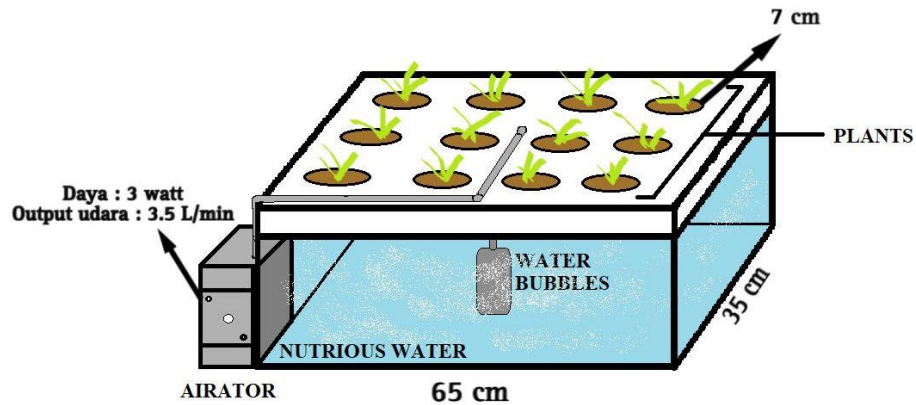
Persiapan sistem hidroponik ini melibatkan beberapa langkah penting untuk memastikan bahwa tanaman dapat tumbuh dengan baik dan mendapatkan nutrisi yang cukup.



Gambar 6. Sistem Hidroponik DFT



Gambar 7. Sistem Hidroponik *Wick*



Gambar 8. Sistem Hidroponik Rakit Apung

2. Penanaman

a. Persemaian

Penanaman benih kailan diawali dengan persemaian, yaitu dengan memasukkan 1 benih kailan ke dalam rockwool yang telah dilubangi dengan menggunakan tusuk gigi dengan kedalaman 1,5 kali dari ukuran benih. Persemaian dilakukan selama kurang lebih 14 hari.

b. Transplantasi tanaman

Transplantasi tanaman merupakan pemindahan bibit dari persemaian ke media hidroponik setelah muncul minimal 3 daun muda, kemudian bibit kailan diletakan pada netpot dan dimasukkan kedalam lubang tanam yang telah disediakan.

c. Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan yaitu pengukuran nilai pH, EC, TDS, serta pengukuran volume nutrisi pada pagi hari. Hal ini dilakukan untuk menjaga volume nutrisi, ketersediaan nutrisi dan kestabilan pH. Apabila nilai ppm rendah maka perlu ditambahkan nutrisi dan apabila ppm tinggi, dilakukan pengenceran dengan cara penambahan air sampai mencapai nilai ppm yang diinginkan. Pengukuran kestabilan diukur menggunakan pH meter. Nilai pH

optimal yang harus dipertahankan pada budidaya tanaman kailan antara 5,5 sampai 6,5. Sedangkan nilai EC berikisar anantara 2,0-2,5 mS/cm.

3. Pengamatan

Pengamatan ini dimulai dari minggu ke 3 setelah masa pindah tanam atau biasa disebut fase vegetative. Pengamatan dibagi menjadi 3 pengamatan yaitu:

a. Pengamatan harian. Pengamatan harian dilakukan untuk melihat pH, EC, TDS, temperature, RH, dan volume nutrisi pada tanaman kailan.

- Pengukuran pH menggunakan alat pH meter dengan cara menyalakan tombol ON/OFF yang tertera pada pH meter tersebut, lalu masukan alat ke air yang akan diuji, pada saat alat dimasukkan ke dalam air yang akan diuji skala angka akan bergerak acak, tunggu hingga angka tersebut berhenti dan tidak berubah-ubah.
- Pengukuran EC dan TDS dengan menggunakan alat TDS meter. Cara penggunaan TDS meter yaitu dengan cara menghidupkan TDS meter tersebut dengan menekan tombol ON/OFF sampai alat menunjukkan angka 000, masukkan TDS meter ke air yang akan diuji, tunggu hingga nilai stabil tidak bergerak lagi.
- Pengukuran suhu dan RH pada pagi hari dengan menggunakan hygrometer yang dipasang di dalam *greenhouse*.
- Selain itu, untuk mengukur penggunaan air diukur melalui pengukuran ketinggian air pada tendon nutrisi.

b. Pengamatan mingguan (5 hari).

Pengamatan mingguan dilakukan untuk mengetahui parameter perkembangan tanaman kailan, seperti pengukuran tinggi tanaman dengan menggunakan alat ukur mistar/penggaris dan menghitung jumlah daun pada tanaman kailan.

c. Pengamatan akhir.

Pengamatan akhir yaitu pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui bagaimana produksi akhir dari tanaman kailan. Pengamatan yang dilakukan adalah menghitung bobot dan tinggi dari tanaman kailan dan

perakaran tanaman kailan. Penimbangan bobot tanaman kailan ditimbang dari bagian akar hingga pucuk daun tanaman kailan. Selanjutnya yaitu pemanenan tanaman kailan dan sekaligus merupakan hasil dari pengamatan ini.

3.4 Efisiensi Penggunaan Air

Efisiensi penggunaan air mutlak diperlukan dalam upaya untuk meningkatkan nilai ekonomi air. Produktivitas air tanaman adalah perbandingan antara hasil yang diperoleh dengan jumlah air yang diberikan terhadap tanaman, dengan satuan kg hasil per m³ air yang digunakan. Rumus produktivitas penggunaan air sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Air} = \frac{\text{hasil produksi}}{\text{jumlah total penggunaan air}} \dots\dots\dots(1)$$

3.5 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi pada 3 sistem hidroponik ini meliputi perhitungan biaya tetap, biaya tidak tetap, biaya pokok, dan *break event point*.

3.5.1 Analisis Biaya Tetap

a) Biaya Penyusutan

Biaya penyusutan merupakan penurunan nilai modal berdasarkan umur ekonomis. Biaya penyusutan pada penelitian ini diperhitungkan seperti berikut:

Tabel 2. Biaya Penyusutan

No	Sistem Hidroponik	Biaya Tetap
1.	Sistem DFT	Instalasi hidroponik DFT, TDS meter, dan pH meter.
2.	Sistem <i>Wick</i>	Sterofoam, TDS meter, dan pH meter.
3.	Sistem Rakit Apung	Sterofoam, TDS meter, pH meter, dan aerator.

Pada penelitian ini menggunakan metode garis lurus (*straight line method*) untuk perhitungan biaya penyusutan yang mudah dan umum digunakan. Metode

ini memperhitungkan pula suku bunga yang berlaku tiap tahunnya. Berikut rumus dari metode garis lurus:

$$S = 10\% \times P \dots\dots\dots(2)$$

$$Crf = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots(3)$$

$$D = (P - S) \times Crf \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- D : Biaya Penyusutan (Rp/tahun)
- P : Harga Pembelian Alat (Rp)
- S : Nilai Akhir, 10% dari P (Rp/tahun)
- crf : *Capital Recovery Factor*
- i : Tingkat Suku Bunga Bank, 6% (BRI, 2023)
- n : Umur Ekonomis Alat (Priyo, 2012).

b) Biaya Sewa Lahan

Biaya sewa lahan adalah biaya yang dikeluarkan untuk membayar sewa lahan dihitung dalam satuan rupiah. Biaya sewa lahan pada penelitian ini menggunakan harga yang berlaku di daerah penelitian.

3.5.2 Analisis Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap pada pembuatan 3 sistem hidroponik ini adalah:

Tabel 3. Biaya Tidak Tetap

No	Sistem Hidroponik	Biaya Tidak Tetap
1.	Sistem DFT	Netpot, rockwool, benih tanaman kailan, nutrisi AB mix, biaya listrik
2.	Sistem Wick	Netpot, rockwool, kain flannel, benih tanaman kailan, nutrisi AAB mix, impraboard/sterofom
3.	Sistem Rakit Apung	Netpot, rockwool, benih tanaman kailan, nutrisi AB mix, impraboard/sterofom, dan biaya listrik.

a) Biaya Listrik

Biaya daya listrik yang dikeluarkan pada penelitian ini yaitu untuk daya pompa air dan aerator. Biaya listrik dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = V \times I \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Biaya Listrik (BL)} = P \times \text{waktu} \times \text{TDL} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

P = Daya (kWh)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

TDL = Tarif Dasar Listrik (Rp. 1,669/ kWh)

b) Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan (BPP)

Menurut (Kibria, 1995) besar biaya pemeliharaan untuk alat-alat pengolahan hasil pertanian serta alat penggeraknya dan termasuk biaya peengganti rugi atau instalasi yang rusak. Rumus BPP sebagai berikut:

$$\text{BPP} = P \times m \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

P= Harga alat (Rp)

m = Nilai pemeliharaan dan perbaikan (5% harga awal alat)

3.5.3 Biaya Pokok

Biaya pokok adalah daftar biaya produksi yang harus dikeluarkan perusahaan pada periode tertentu. Rumus biaya pokok sebagai berikut:

$$\text{BP} = \frac{\text{FC} + \text{VC}}{q} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

FC = Biaya tetap (Rp/tahun)

VC = Biaya tidak tetap (Rp/tahun)

Q = Produksi (kg)

3.5.4 Analisis Data

a) Biaya Total Pengeluaran (*Total Cost*)

Biaya total pengeluaran merupakan biaya keseluruhan pada penelitian ini, dapat dihitung dengan rumus:

$$TC = FC + VC \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

TC = Biaya total (Rp/tahun)

FC = Biaya tetap (Rp/tahun)

VC = Biaya tidak tetap (Rp/tahun)

b) Total Pendapatan

Rumus yang digunakan untuk menghitung pendapatan pada penelitian ini sebagai berikut:

$$TR = p \times q \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

TR = Total pendapatan (Rp/tahun)

P = Harga jual (Rp/kg/tahun)

q = Produksi (kg/tahun)

c) Keuntungan

Persamaan untuk menghitung keuntungan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

$$\pi = TR - TC \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

π = keuntungan

TR (*total cost*) = total pendapatan

TC (*total cost*) = total pengeluaran

3.5.5 Break Event Point (BEP)

Tujuan analisis titik impas atau *Break Event Point* (BEP) ini untuk mengetahui pada tingkat produksi berapakah akan dapat menguntungkan. Berikut rumus analisis BEP:

$$VC \text{ unit} = \frac{VC}{K \times HK} \dots\dots\dots(12)$$

$$BEP = \frac{FC}{\text{harga jual} - VC \text{ unit}} \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan :

VC unit = Biaya tidak tetap per unit (Rp/kg)

VC = Biaya tidak tetap (Rp/tahun)

K = Kapasitas kerja alat (kg/tahun)

HK = Hari kerja alat (hari/tahun)

FC = Biaya tetap dari harga pembelian (Rp/tahun)

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian Efisiensi Penggunaan Air dan Analisis Ekonomi pada Tiga Sistem Hidroponik untuk Budidaya Tanaman Kailan yaitu:

1. Konsumsi air merupakan jumlah air yang digunakan oleh tanaman dalam periode waktu tertentu. Dari data pengamatan dapat diketahui bahwa konsumsi air dengan menggunakan sistem DFT lebih banyak mengkonsumsi air yaitu sebanyak 0,8 liter. Sedangkan, sistem *Wick* mengkonsumsi air sebanyak 0,6 liter dan sistem rakit apung sebanyak 0,5 liter.
2. Diantara ketiga sistem hidroponik penggunaan air yang paling efisien yaitu menggunakan sistem rakit apung. Nilai efisiensi penggunaan air pada sistem ini adalah sebesar $37,6 \text{ kg/m}^3$. Sementara itu, nilai efisiensi pada sistem *Wick* sebesar $25,7 \text{ kg/m}^3$ dan pada sistem DFT sebesar $10,9 \text{ kg/m}^3$.
3. Dalam penelitian ini analisis titik impas pada sistem rakit apung sebanyak 3,44 kg. Pada sistem *Wick* sebanyak 3,18 kg. Sementara itu, pada sistem DFT tidak memenuhi syarat BEP karena total pengeluaran tidak sebanding dengan hasil produksi.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk membandingkan tanpa aerasi maupun menggunakan aerasi dan perlu selalu mengontrol wadah nutrisi agar tidak terjadi kebocoran atau hal-hal lainnya yang tidak diinginkan, serta perlunya menyamakan ukuran wadah nutrisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afthansia, M., Maghfoer, D. M. 2017. Respons Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) Pada Berbagai Konsentrasi Nutrisi Dan Media Tanam Sistem Hidroponik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6 (9) : 2233- 2240.
- Ali, M. F., Ali, U., Jamil, M. A., Awais, M., Khan, M. J., Waqas, M., & Adnan, M. (2021). Hydroponic Garlic Production: An Overview. *Agrinula: Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan*, 4(1), 73-93.
- Amilah, S. 2012. Penggunaan Berbagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea var. Italica*) dan Baby Kailan (*Brassica oleracea var. Alboglabra baley*). *Jurnal Wahana*. 59 (2) :10-16.
- Anjaliza, R.Y., A. Masniawati, B. dan, & Salam., M. A. 2013. *Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*) Pada Berbagai Desain Hidroponik*. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Asnawi, C. A., 2020. Metode Hidroponik Secara DFT Pada Beberapa Media Tanam terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (*Alternanthera amoena Voss.*). *Skripsi*. Universitas Islam Malang.

- Blocher, Edward J., Kung H. Chen, dan Thomas W. Lin. 2010. *Manajemen Biaya dengan Tekanan Strategik*. Terjemahan A. Susty Ambarriani. Salemba Empat. Jakarta.
- Buckman, H.O. & N. C. Brandy. 1982. Ilmu tanah. *Terj. dari The nature and properties of soils*, oleh Soegiman. Penerbit Bhratara Karya Aksara, Soegiman. Jakarta.
- Calista. I., Oktavia, Y., Hamdan. 2023. *Pemanfaatan Greenhouse dalam Budidaya Kailan Menggunakan Nutrisi Alternatif pada Dua Sistem Hidroponik*. Buletin Agritek 4(1).
- Cahyono, B. 2003. *Teknik dan Strategi Budidaya Sawi Hijau (Pet-Sai)*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. Hal 117.
- Chadirin, Y. 2007. *Teknologi Greenhouse dan Hidroponik*. Diklat Kuliah Dep. Tek. Pertanian. IPB. Bogor.
- Dwiratna, S., & Bafdal, N. (2016). Penjadwalan Irigasi Berbasis Neraca Air Pada Sistem Pemanenan Air Limpasan Permukaan Untuk Pertanian Lahan Kering. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 04(2), 1–8.
- El-Bably A.Z. 2002. Effect of irrigation and nutrition of copper and molybdenum on Egytian Clover (*Trifolium alexandrinum* L.). *Agonomy Journal* 94: 1066-1070.
- Fadhlillah, H, R., Dwiratna, S., Amaru, K. 2019. Kinerja Sistem Fertigasi Rakit Apung Pada Budi Daya Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.). *Jurnal Pertanian Tropik*. 6 (2); (21) 165- 179.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce & R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi tanaman budiday T Terj. dari Physiology of crop plants*, oleh H. Susilo. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Garrison. R.H., Noreen., Eric W., Brewer., Peter. C. 2006. *Akuntansi Manajerial (alih bahasa: A. Totok Budi Santoso)*. Buku I. Salemba Empat. Jakarta.
- Giattman, M. 2005. *Ekonomi Teknik*. PT.Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Hendra, H. A. 2014. *Bertanam Sayuran Hidroponik Ala Paktani Hydroform*. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka. 979-006-517-5.
- Heriwibawa, K. D. 2018. *Hidroponik Portabel*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ikhwan, M. Z., & Yanwar, A. P. 2022. Komparasi Biaya Operasional Pompa Air Bahan Bakar Listrik pada Lahan Irigasi di Desa Mulyorejo Bojonegoro. *Jurnal Ilmiah Universitas Semarang*. 17(1), 35-42.

- Howell, T.A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal* 93: 281-289.
- Hutabalian, H. A. P., Arif, C. 2023. Analisis water footprint pada budidaya pakcoy dengan sistem irigasi bawah permukaan pocket fertigation. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa* 12 (2).
- Johnson, B.L. & T. L. Henderson. 2002. Water use patterns of grain amaranth in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 94: 1437-1443
- Lonardy, M.V., 2006. *Respon Tanaman Tomat (Lycopersicon esculentum Mill.) Terhadap Suplai Senyawa Nitrogen Dari Sumber Berbeda Pada Sistem Hidroponik*. Universitas Tadulako. Palu.
- Karoba, F., Suryani, S., & Nurjasmi, R. 2015. Pengaruh Perbedaan pH terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*) Sistem Hidroponik NFT. *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*, 7(2) :529–534.
- Kibria, S. A. M. S. 1995. RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery. *Economic and Social Commission for Asia and the Pacific Regional Network for Agricultural Machinery*. 467.
- Lubis, H. M., Nurbaiti, U., Yulianto, A. 2021. Pengaruh Penggunaan Styrofoam sebagai Peredam Panas pada Atap terhadap Suhu Ruang. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*. 8 (2), 91-95.
- Mahendra, H. I., Iswahyono, I., Djamila, S., Bahariawan, A., & Rizkiana, M. F. 2023. Evaluasi Kinerja Generator Microbubble Terhadap Kondisi Nutrisi dan Respon Pertumbuhan Kailan (*Brassica Oleraceae*) Secara Hidroponik Sistem DFT Di Dalam Greenhouse. *JOFE: Journal of Food Engineering*, 2(3), 154-162.
- Manuho, Priskila., Zevania M., Trixie M., Novi. S. B. 2021. Analisa Break Even Point (BEP). *Jurnal Ipteks Akuntansi bagi Masyarakat*, Vol. 5. No. 1. Hal. 21-28.
- Marino. M.A., A. Mazzanti, S.G. Assuero, F. Gastal, H.E. Echeverria & F. Andrade. 2004. Nitrogen dilution curves and nitrogen use efficiency during winter-spring growth of annual ryegrass. *Agronomy Journal* 96: 601-607.
- Mulyadi, 2009. *Akuntansi Biaya*. STIE YPKPN. Yogyakarta.
- Mursyidi, 2008. *Akuntansi Biaya*. Cetakan pertama. Refika Aditama. Bandung.
- Nurhayati & J. Aminuddin . 2016. Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Evapotranspirasi Berdasarkan Metode Penman Di Kebun Stroberi Purbalingga. *Journal of Islamic Science and Technology* 2 (1).

- Nugrahani, L. 2018. Kajian Perubahan Suhu Lingkungan terhadap EC dan pH Larutan Nutrisi dalam autpot pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Cherry (*Solanum Lycopersicum* Var. *Cerasiforme*). Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjajaran.
- Putra, A. D. P. 2010. Budidaya Kailan (*Brassica oleraceae*) Secara Aeroponik Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Skripsi.
- Pracaya. 2005. *Kol Alias Kailan*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prasetyono, U., Suharyanto, S., Sarianti, D., & Ramadhan, M. F. A. 2021. Analisis Teknis dan Finansial Usaha Perikanan Tangkap Longline. *Jurnal Airaha*, 10(02): 185-191.
- Priyo, M. 2012. *Ekonomi Teknik*. LP3M UMY. Yogyakarta.
- Rofiyana, A., Laksono, R. A., & Syah, B. (2021). Pertumbuhan dan Hasil Baby Kailan (*Brassica oleraceae* Var. *Acephala*) Kultivar New Veg Gin Dengan Waktu Aktivasi Aerator dan Perbedaan Nilai Ec pada Sistem Hidroponik Rakit Apung (Floating Raft). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(8), 289- 299.
- Roidah, I. S. 2014. Pemanfaatan Lahan dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*, Vol 1 No 2.
- Rubatzky, V. M. 1998. *Sayuran Dunia : Prinsip, Produksi dan Gizi Jilid II*,. ITB Bandung, 200.
- Rukmana, R. 2008. *Kubis Bungan & Broccoli*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Salman, R. Kautsar. 2016. *Akuntansi Biaya Pendekatan Product Costing edisi kedua*. Surabaya. Penerbit: Indeks
- Samadi B. 2013. *Budidaya Intensif Kailan Secara Organik dan Anorganik*. Pustaka Mina. Jakarta.
- Sari, Yulia. 2021. *Akutansi Biaya dan Pengertian Biaya Mata Kuliah Akutansi Biaya* (Makalah). Universitas Jambi. Jambi.
- Setiawan, A. 2019. *Buku Pintar Hidroponik*. Laksana. Yogyakarta.
- Siemonsma, J.S. dan K. Piluek. 1994. *Plant resources of South-East Asia and Vegetables*. Prosea Foundation. Bogor. Indonesia.
- Silahooy, Ch. 2010. *Irigasi dan Drainase (Tinjauan Pengelolaan Air)*. Edisi Pertama, Cetakan I. Fakultas Pertanian Unpatti. Ambon.
- Soekarwati. 1995. *Analisis Usahatani*. UI-Press. Jakarta.

- Steinberg S. L., D.W. Ming, K.E. Hendersen, C. Carrier, J.E. Gruener, J. Barta & D.L. Henninger. 2000. Wheat respon to differences in water and nutritional status between zeoponic and hydroponic growth sistem. *Agronomy Journal*. 92: 353-360.
- Subandi. M., Salam, P. N., Frasetya. B. 2015. Pengaruh Berbagai Nilai EC (Electrical Conductivity) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (Amaranthus SP.) pada Hidroponik Sistem Rakit Apung (Floating Hydroponics System). *Jurusan Agroteknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung*. IX (2).
- Suryaningrat, I. B. 2009. *Ekonomi Teknik*. Digital Repository Universitas Jember.
- Thippayarugs S., K. Suzuki, Y. Katsuka, A. Yoshida, N. Matsumoto, N. Kabaki & C. Wongwiwatchai. 2001. Vegetable production using energy- saving hydroponic sistem in Khon Kaen. *Japan International Research Center Agricultural Science Working Report 30: 1-5*.
- Tjitrosoepomo, G. 2011. *Morfologi Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Virha, F. A., Bastamansyah, B., & Bayfurqon, F. M. (2020). Pengaruh Sistem Aerasi dan Pemangkasan Akar Terhadap Produksi Bayam Merah (Amaranthus tricolor L.) Pada Hidroponik Rakit Apung. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5(1), 82-92.
- Wachjar, A. 2013. Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi Konsumsi Air Tanaman Bayam (Amarathus Tricolor L) pada Teknik Hidroponik Melalui Pengaturan Populasi Tanaman . *Agrohorti*, 127-134.
- Wijayani, A dan W. Widodo. 2005. Usaha Meningkatkan Kualitas Beberapa Varietas Tomat Dengan Sistem Budidaya Hidroponik. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 12(1): 77-83.
- Wirosoedarmo, R. 2001. Pengaruh sistem pemberian air dan ketebalan spon terendam terhadap pertumbuhan tanaman sawi (Brassica juncea L.) dengan metode aqua culture. *Jurnal Teknologi Pertanian 2 (2): 52-57*.
- Wulansari, A., Baskara, M., Suryanto, A. 2019. Pengaruh Tingkat EC dan Populasi Terhadap Produksi Tanaman Kale (Brassica oleracea var. Acephala) pada Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Produksi Tanaman* , 7 (2) : 330 – 338.
- Yuni, S., Sartika, D., & Fionasari, D. 2019. Analisis Perilaku Biaya Terhadap Biaya Tetap. *Research In Accounting Journal*, 1(2), 247-253