

ISSN (p) : 2302-559X
ISSN (e) : 2549-0818



Teknik Pertanian Lampung JURNAL

Vol. 8, No. 2, Juni 2019



SK Dirjen DIKTI No : 21/E/KPT/2018



Jurnal Teknik
Pertanian Lampung

Volume
8

No.
2

Hal
65-152

Lampung
Juni 2019

(p) 2302-559X
(e) 2549-0818

Published by: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan dalam bidang keteknikan pertanian. Lingkup penulisan karya ilmiah dalam jurnal ini antara lain: rekayasa sumber daya air dan lahan, bangunan dan lingkungan pertanian, rekayasa bioproses dan penanganan pasca panen, daya dan alat mesin pertanian, energi terbarukan, dan system kendali dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian. Mulai tahun 2019, J-TEP terbit sebanyak 4 (empat) kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. Sejak tahun 2018, J-TEP mendapatkan terakreditasi SINTA 3 berdasarkan SK Dirjen Dikti No.21/E/KPT/2018. J-TEP terbuka untuk umum, peneliti, mahasiswa, praktisi, dan pemerhati dalam dunia keteknikan pertanian.

Chief Editor

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P

Reviewer

Prof. Dr. Ir, R.A. Bustomi Rosadi, M.S. (Universitas Lampung)

Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T (Universitas Lampung)

Prof. Dr. Indarto, DAE (Universitas Negeri Jember)

Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (Universitas Lampung)

Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si (Universitas Islam Indonesia)

Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Lampung)

Dr. Sri Waluyo, S.TP, M.Si (Universitas Lampung)

Dr. Ir. Sigit Prabawa, M.Si (Universitas Negeri Sebelas Maret)

Dr. Eng. Dewi Agustina Iriani, S.T., M.T (Universitas Lampung)

Dr. Slamet Widodo, S.TP., M.Sc (Institut Pertanian Bogor)

Dr. Ir. Agung Prabowo, M.P (Balai Besar Mekanisasi Pertanian)

Dr. Kiman Siregar, S. TP., M.Si (Universitas Syah Kuala)

Dr. Ansar, S.TP., M.Si (Universitas Mataram)

Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. (Universitas Lampung)

Editorial Boards

Dr. Warji, S.TP, M.Si

Cicik Sugianti, S.TP, M.Si

Elhamida Rezkia Amien S.TP, M.Si

Winda Rahmawati S.TP, M.Si

Febryan Kusuma Wisnu, S. TP, M.Sc

Enky Alvenher, S.TP

Jurnal Teknik Pertanian diterbitkan oleh Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Alamat Redaksi J-TEP:

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1, Telp. 0721-701609 ext. 846

Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ITP>

Email : jurnal_tep@fp.unila.ac.id dan ae.journal@yahoo.com

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) Volume 8 No 2, bulan Juni 2019 dapat diterbitkan. Pada edisi kali ini dimuat 8 (delapan) artikel dimana salah satu artikel pada volume ini berbahasa Inggris yang merupakan karya tulis ilmiah dari berbagai bidang kajian dalam dunia Keteknikan Pertanian yang meliputi perlakuan uap panas dan pengaruhnya terhadap mutu buah melon, aplikasi USLE dan GIS untuk prediksi laju erosi, studi kuantifikasi pencampuran kopi dekafeinasi menggunakan UV-Vis, manajemen irigasi pembibitan sawit dengan CROPWAT, uji kinerja dan analisis ekonomi mesin penepung biji jagung, *the effects of empty fruit bunch treatments for straw mushroom*, sistem otomasi photovoltaic pada PLTS berbasis mikrokontroler, dan penerapan rancang bangun sistem hidroponik otomatis untuk budidaya bawang merah.

Pada kesempatan kali ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis atas kontribusinya dalam Jurnal TEP dan kepada para reviewer/penelaah jurnal ini atas peran sertanya dalam meningkatkan mutu karya tulis ilmiah yang diterbitkan dalam edisi ini.

Akhir kata, semoga Jurnal TEP ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keteknikan pertanian.

Editorial J TEP-Lampung

Daftar isi

Pengantar Redaksi

PERLAKUAN UAP PANAS DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU BUAH MELON (<i>Cucumis melo</i> L.) SELAMA PENYIMPANAN <i>Michael Alexander Hutabarat, Rokhani Hasbullah, Mohamad Solahudin</i>	65-75
APLIKASI USLE DAN GIS UNTUK PREDIKSI LAJU EROSI DI WILAYAH DAS BRANTAS <i>Novitasari, M. Holilul Rohman, Astarina Ayu Ambarwati, Indarto Indarto</i>	76-85
STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI DEKAF-NONDEKAF MENGGUNAKAN UV-Vis SPECTROSCOPY DAN REGRESI PLS <i>Diding Suhandy, Iskandar Zulkarnain, Meinilwita Yulia, Galih Pratama</i>	86-96
MANAJEMEN IRIGASI PEMBIBITAN SAWIT (<i>Elaeis guineensis</i>) PRESISI DENGAN CROPWAT 8.0 <i>Lisma Safitri</i>	97-106
UJI KINERJA DAN ANALISIS EKONOMI MESIN PENEPUNG BIJI JAGUNG (STUDI KASUS DI DESA CIKAWUNG, KECAMATAN CIPARAY, KABUPATEN BANDUNG) <i>Wahyu K. Sugandi, Asep Yusuf, Totok Herwanto, Aura Marjani Ummah</i>	107-119
THE EFFECTS OF EMPTY FRUIT BUNCH TREATMENTS FOR STRAW MUSHROOM SUBSTRATE ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIS OF A BIOFERTILIZER <i>Sugeng Triyono, Rio Pujiono, Iskandar Zulkarnain, Ridwan, Agus Haryanto, Dermiyati, Jamalam Lumbanraja</i>	120-129
SISTEM OTOMASI PHOTOVOLTAIC PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO SKALA LABORATORIUM <i>Huswatun Ida Lailatun, Rahmat Sabani, Guyup Mahardian Dwi Putra, Diah Ajeng Setiawati</i>	130-138
PENERAPAN RANCANGAN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS UNTUK BUDIDAYA BAWANG MERAH (<i>Allium Ascalonicum</i> L.) DAN SIMULASI ANALISIS BIAYA <i>Mareli Telaumbanua, An'nisa Nur Rachmawaty, Sugeng Triyono, Siti Suharyatun</i>	139-152

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL BAGI PENULIS

- 1) **Naskah:** Redaksi menerima sumbangan naskah/tulisan ilmiah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, dengan batasan sebagai berikut :
 - a. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 (210mm x 297mm) dengan 2 spasi dan ukuran huruf Times New Roman 12pt. Jarak tepi kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Panjang naskah tidak melebihi 20 halaman termasuk abstrak, daftar pustaka, tabel dan gambar. **Semua tabel dan gambar ditempatkan terpisah pada bagian akhir naskah (tidak disisipkan dalam naskah)** dengan penomoran sesuai dengan yang tertera dalam naskah. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut: Judul; Nama Penulis disertai dengan catatan kaki tentang instansi tempat bekerja; Pendahuluan; Bahan dan Metode; Hasil dan Pembahasan; Kesimpulan dan Saran; Daftar Pustaka; serta Lampiran jika diperlukan. Template penulisan dapat didownload di <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
 - b. **Abstrak (Abstract)** dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, tidak lebih dari 200 kata. Mengandung informasi yang tertuang dalam penulisan dan mudah untuk dipahami. Ringkasan (abstract) harus memuat secara singkat latar belakang, tujuan, metode, serta kesimpulan dan yang merupakan *high light* hasil penelitian.
 - c. **Pendahuluan:** memuat latar belakang masalah yang mendorong dilaksanakannya perekayasaan dan penelitian, sitasi dari temuan-temuan terdahulu yang berkaitan dan relevan, serta tujuan perekayasaan atau penelitian.
 - d. **Bahan dan Metoda:** secara jelas menerangkan bahan dan metodologi yang digunakan dalam perekayasaan atau penelitian berikut dengan lokasi dan waktu pelaksanaan, serta analisis statistik yang digunakan. Rujukan diberikan kepada metoda yang spesifik.
 - e. **Hasil dan Pembahasan:** Memuat hasil-hasil perekayasaan atau penelitian yang diperoleh dan kaitannya dengan bagaimana hasil tersebut dapat memecahkan masalah serta implikasinya. Persamaan dan perbedaannya dengan hasil perekayasaan atau penelitian terdahulu serta prospek pengembangannya. Hasil dapat disajikan dengan menampilkan gambar, grafik, ataupun tabel.
 - f. **Kesimpulan dan Saran:** memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.
 - g. **Daftar Pustaka:** disusun secara alfabetis menurut penulis, dengan susunan dan format sebagai berikut: Nama penulis didahului nama family/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil atau nama pertama. Untuk penulis kedua dan seterusnya ditulis kebalikannya. Contoh:
 - Kepustakaan dari Jurnal:
Tusi, Ahmad, dan R.A. Bustomi Rosadi. 2009. *Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung*. Jurnal Irigasi. 4(2): 120-130.
 - Kepustakaan dari Buku:
Keller, J, and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company Inc. New York, USA.
 - h. **Satuan:** Satuan harus menggunakan system internasional (SI), contoh : m (meter), N (newton), °C (temperature), kW dan W (daya), dll.
- 2) **Penyampaian Naskah:** Naskah/karya ilmiah dapat dikirimkan ke alamat dalam bentuk *soft copy* ke :
Redaksi J-TEP (Jurnal Teknik Pertanian Unila)
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brodjonegoro No. 1
Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : aejournal@yahoo.com
- 3) Selama proses penerimaan karya ilmiah, penelaahan oleh Reviewer, sampai diterimanya makalah untuk diterbitkan dalam jurnal akan dikonfirmasi kepada penulis melalui email.
- 4) Reviewer berhak melakukan penilaian, koreksi, menambah atau mengurangi isi naskah/tulisan bila dianggap perlu, tanpa mengurangi maksud dan tujuan penulisan.

PENERAPAN RANCANGAN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS UNTUK BUDIDAYA BAWANG MERAH (*Allium Ascalonicum* L.) DAN SIMULASI ANALISIS BIAYA

IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC HYDROPONIC SYSTEM DESIGN FOR SHALLOT (*Allium Ascalonicum* L.) CULTIVATION AND COST ANALYSIS SIMULATION

Mareli Telaumbanua^{1✉}, An'nisa Nur Rachmawaty¹, Sugeng Triyono¹, Siti Suharyatun¹

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, email: marelitelaumbanua@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v8i2.139-152>

Naskah ini diterima pada 25 April 2018; revisi pada 29 Juni 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 29 Juni 2019

ABSTRACT

Hydroponic shallot cultivation is one way to increase shallot production on marginal land. To support the cultivation, this research was designed that aimed to develop an automatic hydroponic system, simulation of cost analysis, and profit prediction on shallot cultivation. The study was conducted by arranging a hydroponic design with a height of 100 cm, length 3 m, and width of 60 cm. The growth media is made from husk charcoal with a depth of 15 cm. 114 cloves of shallots are sown and moved after the buds develop about 5 cm, a distance of 10x15 cm. The research parameters included pH, EC, air content, and plant growth. Three scenarios of the hydroponics systems were simulated to elaborate cost and profit estimation. The three scenarios included scaling up the cultivation beds, ten year cultivation, and productivity from three types of hydroponics modules. The results showed that during hydroponics cultivation of shallot, EC of nutrient solution was elevated to the last level of 3106 $\mu\text{S}/\text{cm}$, while pH was found to be 7.58. The control system is able to activate the pump with 100% accuracy. The yield of the shallot was 0.0154 kg/m^2 with average tuber diameter of 10-15 mm. This production was suboptimal, yet profit and cost comparisons could be clearly described through the simulations of three types of hydroponics modules. The results of the simulation of economic analysis, the highest B / C ratio obtained from the use of hydroponics on land is 1.53.

Keywords: color, palm sap, pH, storage, temperature, tapping

ABSTRAK

Budidaya bawang merah sistem hidroponik merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produksi bawang merah pada lahan marginal. Untuk itu mendukung budidaya tersebut, dirancang penelitian yang bertujuan untuk menyusun sistem hidroponik otomatis, simulasi analisis biaya, dan prediksi keuntungan pada budidaya bawang merah. Penelitian dilakukan dengan membangun rancangan hidroponik berdimensi, tinggi 100 cm, panjang 3 m, dan lebar 60 cm. Media pertumbuhan terbuat dari arang sekam dengan kedalaman 15 cm yang digunakan di dalam rancangan hidroponik. 114 siung bawang merah disemai dan dipindahkan setelah tunas berkembang sekitar 5 cm, dengan jarak 10x15 cm. Parameter penelitian meliputi pH, EC, kadar air, dan pertumbuhan tanaman. Tiga skenario sistem hidroponik disimulasikan untuk menjelaskan analisis biaya dan keuntungan. Ketiga skenario tersebut meliputi peningkatan luas lahan, budidaya selama sepuluh tahun, dan produktivitas dari tiga jenis rancangan hidroponik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama budidaya hidroponik bawang merah, EC larutan nutrisi maksimum sebesar 3106 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan pH maksimum yang dihasilkan 7,58. Sistem kendali mampu mengaktifkan penyalan pompa dengan akurasi 100%. Hasil bawang merah adalah 0,0154 kg/m^2 dengan diameter umbi rata-rata adalah 10-15 mm. Produksi ini kurang optimal, namun perbandingan keuntungan dan biaya dapat dijelaskan melalui simulasi tiga rancangan hidroponik. Hasil simulasi analisis ekonomi, nilai ratio B/C tertinggi diperoleh dari penggunaan hidroponik di atas tanah yaitu 1,53.

Kata kunci: analisis biaya dan keuntungan, bawang merah, budidaya hidroponik, larutan nutrisi

I. PENDAHULUAN

Pada tahun 2014, produksi bawang merah mengalami peningkatan sebanyak 723 ton (328,64 %). Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya produktivitas sebesar 0,08 ton per hektar (0,87 %) dan kenaikan luas panen sebesar 78 hektar (325 %) dibandingkan pada tahun 2013 (Badan Pusat Statistik, 2015). Produksi tersebut belum mampu terpenuhi dan pemerintah memilih impor bawang merah untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Selama ini bawang merah dibudidayakan secara musiman (*seasonal*). Pada umumnya budidaya dilakukan pada musim kemarau yaitu bulan April-Oktober. Hal ini mengakibatkan produksi dan harga bawang merah berfluktuasi setiap tahunnya (Dewi, 2012). Luas lahan yang tersedia juga terbatas, sehingga inovasi baru dalam proses budidaya tanaman dengan cara memanfaatkan atau mengoptimalkan lahan yang terbatas sangat diperlukan. Budidaya bawang merah dengan menggunakan teknologi hidroponik perlu ditingkatkan, agar bawang merah dapat berproduksi sepanjang tahun. Selain itu, pengaruh serangan hama dan penyakit tanaman bawang telah menurunkan tingkat produksi nasional tanaman ini.

Penelitian Sobilhaq (2015), mempelajari kebutuhan air pada tanaman bawang merah secara hidroponik, menentukan waktu irigasi untuk produksi maksimum dan mempelajari pengaruh frekuensi pemberian pupuk hidroponik. Deviana, dkk. (2014) melakukan beberapa variasi jarak tanam dan pembelahan umbi. Hasil penelitiannya, pada jarak tanam 10x15 cm menghasilkan bobot kering umbi lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya. Jarak tanam yang digunakan Deviana, dkk. (2014) sama dengan penelitian yang akan dilakukan, namun dalam penelitiannya Deviana, dkk. (2014) budidaya bawang merah dilakukan secara organik sedangkan penelitian ini budidaya bawang merah dilakukan dengan sistem hidroponik. Faktor pemberian air yang dilakukan akan membantu proses pertumbuhan tanaman tersebut. Budidaya hidroponik saat ini kurang efektif dan efisien, karena proses pemberian nutrisi dilakukan secara manual. Sehingga

inovasi baru dalam proses pemberian nutrisi tanaman secara otomatis sangat diperlukan, dengan menggunakan sistem kendali. Sistem kendali tersebut membantu mengalirkan nutrisi ke tanaman, saat kelembaban media tanam menurun sampai pada titik kritis. Penggunaan mikrokontroler merupakan alternatif yang cepat dan mudah dalam perakitan sistem kendali. Penelitian tentang sistem kendali kelengasan pernah dilakukan oleh Telaumbanua, dkk., (2014) menggunakan sensor suhu dan kelembaban lingkungan, sensor suhu tanah, sensor kelengasan tanah dan sensor intensitas cahaya matahari. Rancangan memiliki tiga akuator yaitu akuator kipas, akuator pompa air, dan akuator lampu fotosintesis. Penelitian ini juga dilanjutkan dengan mengenal pola pertumbuhan tanaman hidroponik yang terintegrasi dengan sistem kendali untuk budidaya hidroponik otomatis (Telaumbanua, dkk., 2016). Disamping itu, untuk pengendalian serangan hama tanaman dapat menggunakan aktuator ultrasonic berupa gelombang suara (Telaumbanua, dkk., 2018) ataupun penyemprotan pestisida menggunakan pompa air yang telah terintegrasi dengan sistem kendali (Triyono, dkk., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem budidaya bawang merah hidroponik, mengetahui pertumbuhan tanaman bawang merah (*Allium Ascalonicum* L.) hidroponik dan simulasi analisis biaya budidaya bawang merah (*Allium Ascalonicum* L.) hidroponik. Penelitian tentang analisis pendapatan usaha tani bawang merah secara organik sudah dilakukan oleh Herlita, dkk. (2016), sedangkan analisis biaya dan keuntungan untuk budidaya bawang merah secara hidroponik belum pernah dilakukan, maka dilakukan penelitian tentang analisis biaya dan keuntungan budidaya bawang merah secara hidroponik.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Daya, Alat dan Mesin Pertanian (DAMP) serta halaman Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi siku, pipa ½ inci, paralon 1 inci, papan, pompa air, plastik, dan alat-alat ukur seperti PH meter, EC meter serta satu perangkat alat pengendali kelembaban media tanam. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang sekam sebagai media tanam, larutan nutrisi AB Mix, bawang merah, dan air.

2.1. Rancangan Sistem Hidroponik

Penelitian ini menggunakan rancangan hidroponik sistem pasang surut (*ebb and flow*) dengan media tanam arang sekam. Pada sistem hidroponik bawang merah, penggunaan air yang efisien sangat dibutuhkan untuk membantu proses pertumbuhan tanaman tersebut. Instalasi fertigasi terdiri dari pipa inlet dan outlet yang berfungsi sebagai tempat penyalur larutan nutrisi ke akar tanaman dan mengalirkan kelebihan air ke bak penampung. Nutrisi yang dialirkan ke tanaman akan diatur menggunakan sistem kendali sesuai titik kritis yang telah diketahui. Mikrokontroler menginstruksikan pompa untuk *on* (hidup) jika kadar air sudah mencapai titik kritis dan pompa untuk *off* (mati) jika kadar air lebih dari kapasitas lapang (FC).

2.2. Desain Fungsional

Sistem hidroponik yang dibuat terdiri dari kerangka utama, instalasi fertigasi dan rangkaian alat kontrol. Kerangka utama berfungsi sebagai penyangga sistem hidroponik. Instalasi fertigasi berfungsi sebagai penyalur larutan nutrisi ke akar tanaman dan mengalirkan kelebihan air ke bak penampung. Instalasi fertigasi terdiri dari pipa inlet dan outlet yang berfungsi sebagai tempat penyalur nutrisi. Rangkaian alat kontrol berfungsi untuk memerintah pompa ON atau OFF, sesuai dengan kadar air yang terbaca oleh sensor. Sensor pengendali kadar air media tanam diletakkan di bak tanam sebanyak 3 sensor.

2.3. Desain Struktural Sistem Hidroponik

Pada sistem hidroponik ini, bagian kerangka utama menggunakan besi siku sebagai penyangga, papan pada bagian bak tanam, plastik sebagai pelapis bak tanam, instalasi

pipa untuk keluar masuknya nutrisi, bak nutrisi dan sensor pengendali (Gambar 1).

2.4. Uji Coba Sensor

Sistem pengendali pada budidaya bawang merah hidroponik ini menggunakan mikrokontroler ATmega 2560. Sistem ini telah diintegrasikan dengan LCD, MMC, *real time clock* (RTC), sensor kadar air, dan pompa air. Pengujian pada sensor dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem pengendali tersebut, apakah sesuai atau tidak dengan instruksi yang telah dibuat. Instruksi pemrograman yang dibuat adalah :

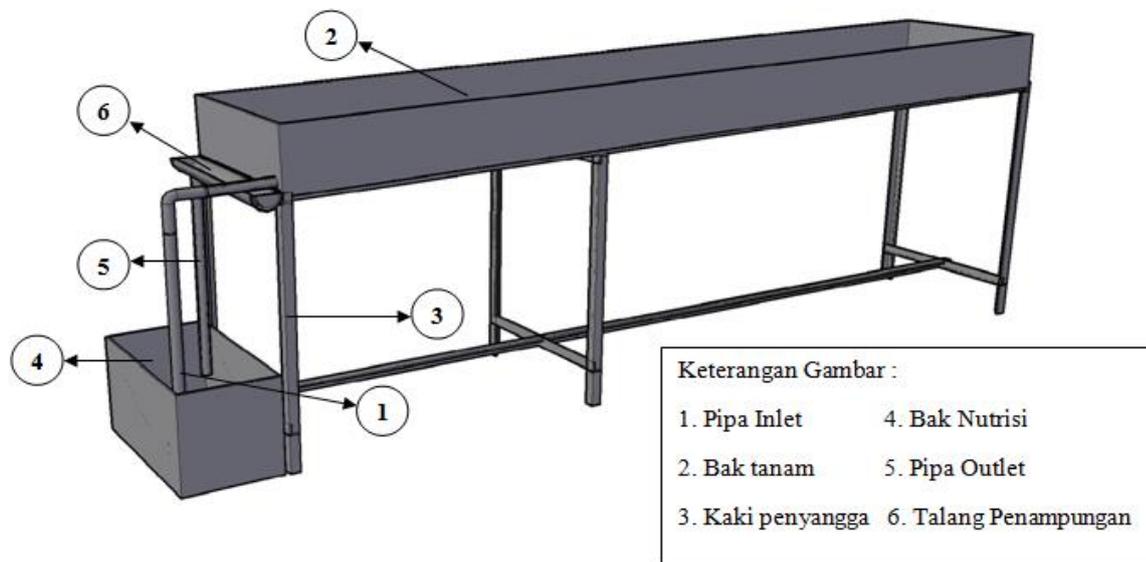
1. Jika kadar air \leq titik kritis (θ_c) maka mikrokontroler akan memerintah pompa untuk ON (hidup).
2. Jika kadar air \geq kapasitas lapang (Fc) maka mikrokontroler akan memerintah pompa untuk OFF (mati).

2.5. Penentuan Titik Kritis (θ_c)

Proses penentuan titik kritis dilakukan untuk mengetahui banyaknya air yang dibutuhkan media tanam untuk dapat memenuhi kebutuhan air pada tanaman bawang merah. Pada penentuan titik kritis, data yang ingin diperoleh yaitu berat kering media tanam dan berat basah media tanam. Proses penentuan titik kritis dapat dilihat pada Gambar 2. Data yang telah didapatkan tersebut dapat membantu memperoleh nilai kapasitas lapang dan titik kritis media tanam.

2.6. Analisis Sistem Budidaya

Sistem hidroponik dirancang untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman yang terjadi setelah bawang merah ditanam. Pengukuran dilakukan dengan melihat tinggi tanaman dan jumlah daun selama fase vegetatif serta berat dan jumlah umbi pada saat panen. Sistem kendali untuk mengukur kadar air media tumbuh telah digunakan dalam penelitian ini. Namun, sistem pengendalian hama tidak dipertimbangkan dalam budidaya ini. Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap larutan nutrisi yang meliputi pH dan EC.



Gambar 1. Rancangan Modul Budidaya Bawang Merah Hidroponik

2.7. Analisis Ekonomi Budidaya Tanaman Bawang Merah

Biaya tetap adalah biaya yang tidak mempengaruhi pada perubahan volume produksi. Biaya variabel adalah biaya yang besar kecilnya dipengaruhi oleh besarnya volume produksi (Supartama, dkk., 2013). Analisis data yang dikumpulkan merupakan hasil perhitungan dari setiap variabel pengamatan. Variabel yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Biaya Penyusutan

$$D = \frac{(P - S)}{U} \text{ (Rp/tahun)} \quad (1)$$

Dimana, D adalah penyusutan (Rp/tahun), P adalah harga awal (Rp), S adalah harga akhir (Rp), dan U adalah umur ekonomis (tahun).

2. Total Biaya Produksi

$$B_{tot} = BT + BV \text{ (Rp/tahun)} \quad (2)$$

Dimana, B_{tot} merupakan total biaya produksi (Rp/tahun), BT merupakan biaya tetap (Rp/tahun), dan BV merupakan biaya variabel (Rp/tahun). Selama satu tahun dilakukan tiga kali tanam dengan luas lahan sebesar 1200 m² dan produktivitas bawang merah sebesar 960 kg.

Analisis biaya tetap meliputi pembelian perlengkapan berikut: Papan, Pompa, Pipa ½ inch, Ember, Alat pipa, Besi, Plastik mika, Plastik dan Sewa lahan. Analisis biaya variabel yang dilakukan terdiri dari Biaya operator bawang merah, Nutrisi, Arang sekam, dan Listrik.

Menurut pengurus kelompok tani bawang merah di kabupaten Malawi, Provinsi Kalimantan barat, produksi umbi bawang merah berada pada kisaran 8 ton per ha, sedangkan rerata produksi nasional mencapai 12 - 20 ton per ha (Haryati dan Nurawan, 2009). Produksi di kabupaten Malawi ini lebih kecil dibanding produksi nasional karena lahan yang digunakan adalah peralihan (konversi) lahan kritis menjadi lahan pertanian. Pada perhitungan ini, angka rujukan yang digunakan terhadap simulasi analisis bawang merah adalah angka lahan di kabupaten Malawi. Hal ini dikarenakan percobaan penelitian ini dibudidayakan pada sistem yang baru yaitu di atas kerangka besi dengan media arang sekam seperti Gambar 2.

3. Biaya Pemakaian Listrik

$$TL = \frac{(DA - LP)}{1000} \times H \text{ (Rp)} \quad (3)$$

Dimana, TL merupakan total biaya pemakaian listrik (Rp), DA merupakan daya alat (watt), LP merupakan lama pemakaian (jam hari), dan H merupakan harga Tenaga Listrik (Rp).

4. Total Pendapatan

$$TR = B_{tot} \times T \text{ (Rp/kg/tahun)} \quad (4)$$

Dimana, TR merupakan total pendapatan (Rp/kg/tahun) dan T merupakan hasil tanam (kg/tahun).

5. Total Keuntungan

$$\pi = TR - TC \text{ (Rp/kg/tahun)} \quad (5)$$

dimana, Π merupakan total keuntungan (Rp/kg/tahun) dan B merupakan total biaya produksi (Rp/tahun).

6. BC Ratio

$$BC \text{ Rasio} = \frac{B}{C} \quad (6)$$

Dimana, BC Ratio merupakan benefit-cost ratio, B merupakan total benefit, dan C merupakan total cost

7. Break Event Point (BEP)

$$BEP = \frac{BT}{1 - \frac{BV}{TR}} \text{ (Rp/kg/tahun)} \quad (7)$$

Dimana, BT merupakan biaya tetap (Rp/tahun) dan TR merupakan total pendapatan (Rp/kg/tahun).

Biaya penyusutan merupakan penurunan nilai dari suatu alat atau sistem yang akan dibuat akibat dari penambahan umur pemakaian. Biaya penyusutan yang telah dijelaskan tersebut termasuk ke dalam komponen biaya tetap karena biaya penyusutan terjadi dalam jangka waktu yang relatif lama tergantung pada umur pemakaian alat yang digunakan. Hasil analisis yang telah didapatkan akan dianalisis menggunakan analisis ekonomi yaitu (*Break Even Point*) BEP dan B/C Rasio.

2.7. Simulasi Analisis Biaya dan Keuntungan

Simulasi analisis biaya dan keuntungan dilakukan untuk menentukan biaya tetap, biaya penyusutan, biaya variabel, biaya produksi, total pendapatan, keuntungan, BEP

(Break Even Point), dan B/C rasio. Simulasi yang digunakan terdiri dari simulasi analisis biaya sepuluh tahun, simulasi analisis biaya hasil panen, dan simulasi analisis biaya luas lahan tanam.

1. Simulasi Analisis Biaya dengan Variasi Luas Lahan Tanam

Biaya tetap seperti papan, pompa, pipa ½ in, ember, alat pipa, besi, plastik mika, plastik, besi L, bambu dan sewa lahan pada simulasi analisis biaya hasil tanam tidak mengalami peningkatan atau tetap. Biaya variabel berupa biaya operator, bawang merah, nutrisi, arang sekam, dan biaya listrik mengalami peningkatan. Terjadi peningkatan pada produktivitas bawang merah, hal ini dikarenakan luas lahan pada budidaya meningkat. Luas lahan yang digunakan dalam simulasi analisis biaya sebesar 3 m² – 1200 m².

2. Simulasi Analisis Biaya Dengan Variasi Produktivitas

Biaya tetap seperti biaya papan, pompa, pipa ½ in, ember, alat pipa, plastik mika, plastik, bambu, besi L dan sewa lahan pada simulasi analisis biaya hasil tanam tidak mengalami peningkatan atau tetap. Peningkatan pada biaya variabel terjadi pada biaya operator. Biaya variabel berupa biaya bawang merah, nutrisi, arang sekam dan biaya listrik tidak mengalami peningkatan pada luas lahan 1200 m². Produktivitas tanaman yang dilakukan dalam simulasi analisis biaya yaitu 200 kg – 960 kg.

3. Simulasi Analisis Biaya Selama Sepuluh Tahun

Berdasarkan simulasi analisis biaya sepuluh tahun tidak terjadi peningkatan pada biaya tetap seperti biaya papan, pompa, pipa ½ in, ember, alat pipa, plastik mika, plastik, dan sewa lahan. Peningkatan biaya variabel terjadi pada biaya operator dan biaya listrik. Biaya variabel berupa biaya bawang merah, nutrisi, arang sekam dan biaya listrik tidak mengalami peningkatan. Pada simulasi analisis biaya untuk produktivitas 960 kg dengan luas lahan 1200 m², harga jual bawang merah mengalami peningkatan setiap tahunnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Sistem Hidroponik

Sistem pengendali kadar air media tanam dipasang sebanyak 3 sensor. Sistem hidroponik otomatis ini memiliki tinggi keseluruhan 100 cm dengan tinggi bak tanam 20 cm dan tinggi kaki penyangga 80 cm, jarak kaki penyangga satu dengan yang lain 1 m, panjang bak tanam 3 m dan lebar bak tanam 60 cm. Kedalaman lubang 15 cm dengan jarak tanam yang dibuat 10x15 cm (Gambar 2).

Perancangan sistem hidroponik untuk pertumbuhan tanaman bawang merah menggunakan sistem kendali pengukur kadar air. Sistem ini telah mampu mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa air dengan akurasi aktivasi penyalaan 100 % untuk memasok nutrisi ke dalam media tanam. Akurasi Aktivasi pompa ini diperoleh dari data yang dikirim oleh sensor kadar air menuju mikrokontroler ATmega250 yang digunakan.

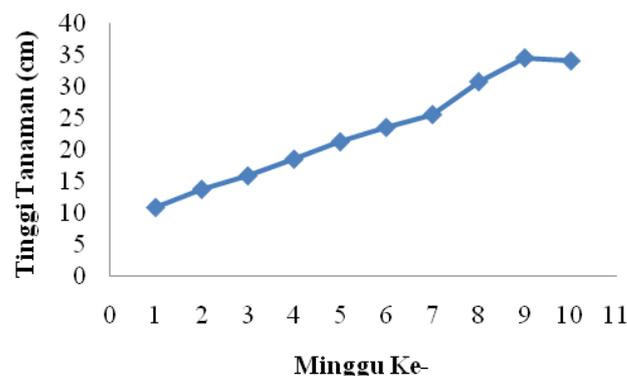
3.2. Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah

3.2.1. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan perubahan yang sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan maupun untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Hal ini didasarkan karena tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah dilihat (Nispatullaila, 2014). Rata-rata tinggi bawang merah mengalami peningkatan sampai umur 9 MST, setelah umur 10 MST tinggi tanaman bawang merah tidak mengalami peningkatan. Hasil penelitian Fatmawaty, dkk (2015) menjelaskan bahwa pada umur 8 dan 9 minggu setelah tanam (MST) nilai tinggi tanaman tidak mengalami perubahan. Hal ini dikarenakan pertumbuhan tanaman bawang merah yang konstan, artinya sudah tidak mengalami penambahan atau penurunan ukuran tinggi tanaman (konstan) (Gambar 3).



Gambar 2. Perancangan Sistem Hidroponik Dengan Irigasi Otomatis



Gambar 3. Perubahan Tinggi Tanaman

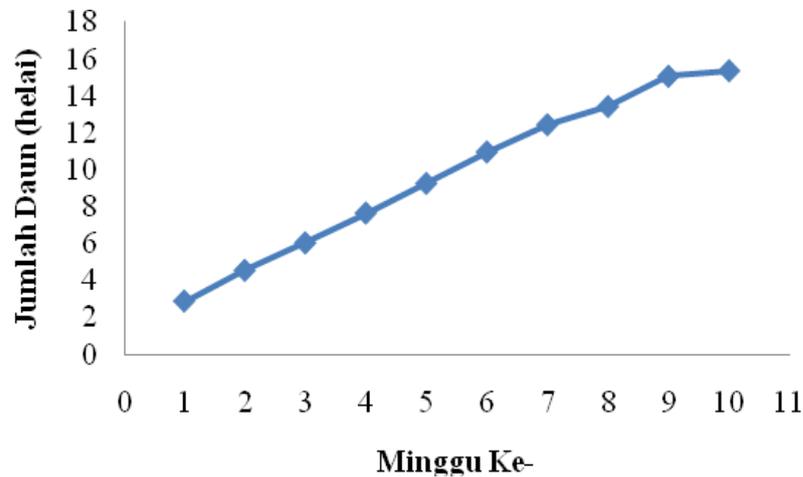
3.2.2. Jumlah Daun

Jumlah daun yang tumbuh pada tanaman dapat menunjukkan bahwa tanaman tersebut mengalami pertumbuhan. Rata-rata jumlah daun tanaman bawang merah mengalami peningkatan setiap minggunya. Rata-rata jumlah daun tertinggi pada umur 10 MST yaitu 15,38 cm. Menurut penelitian Fatmawaty, dkk (2015) rata-rata jumlah daun yang dihasilkan berjumlah 10-43 helai dan menunjukkan tampak warna kekuning-kuningan meskipun bukan berasal dari sumber penyakit. Warna daun yang menguning dikarenakan rendahnya serapan N dalam tanaman (Gambar 4).

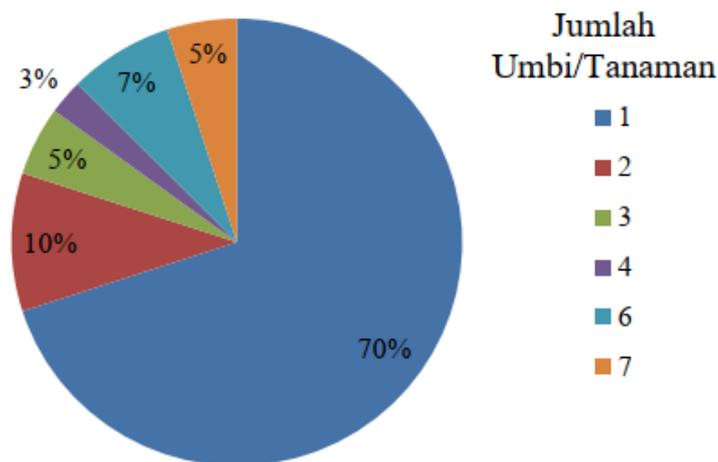
3.2.3. Jumlah Umbi

Berdasarkan hasil penelitian, jumlah umbi yang didapatkan sebanyak 78 umbi dengan bobot umbi keseluruhan sejumlah 154 gram dan bobot berangkasan tanaman sebesar 335,86 gram.

Jumlah tanaman yang didapatkan paling banyak adalah 28 tanaman dengan persentase 70%. Menurut Fatmawaty (2015) jumlah umbi yang dihasilkan rata-rata 5-9 umbi per tanaman sedangkan potensi maksimum jumlah umbi varietas Bima 7-12 umbi per tanaman (Gambar 5).



Gambar 4. Perubahan Jumlah Daun



Gambar 5. Persentase Jumlah Umbi Bawang Merah

3.2.4. Diameter Umbi

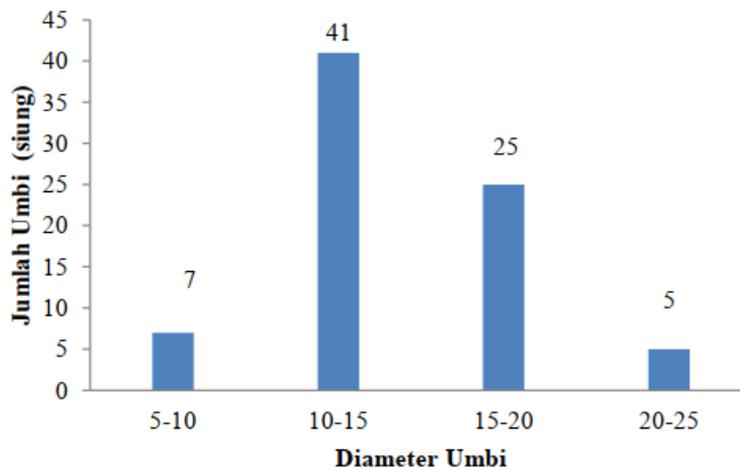
Pada diameter 10-15 mm persentase yang didapatkan sebesar 52,56 %. Pada diameter 20-25 mm persentase yang didapatkan sebesar 6,41 %. Diameter umbi 15-20 mm persentase yang didapatkan sebesar 32,05 %. Diameter umbi bawang merah (Gambar 6) untuk mutu 1 minimal sebesar 1,7 mm dan untuk mutu 2 minimal sebesar 1,3 (SNI 01-3159-1992) (Badan Standarisasi Nasional, 1992).

3.3. Pengamatan Larutan Nutrisi

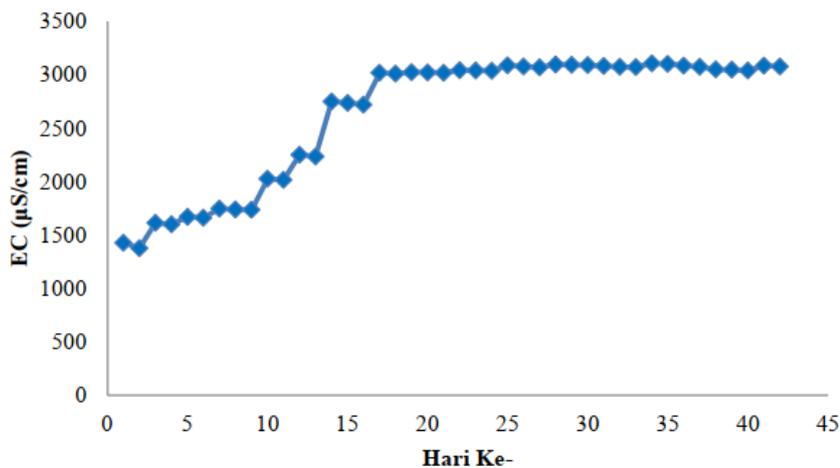
Electrical conductivity (EC) yang diberikan untuk tanaman disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Pada hari pertama nilai EC yang diberikan yaitu 1427 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan dinaikan pada

hari ke-3 yaitu 1613 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pada hari ke-16 nilai EC yang diberikan yaitu 2721 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan dinaikan pada hari ke-17 yaitu 3018 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Penelitian Untung (2004) menunjukkan bahwa nilai EC yang sesuai untuk tanaman bawang merah sebesar 2,0-3,0mS/cm. Nilai EC larutan nutrisi yang diberikan dapat dilihat pada Gambar 7.

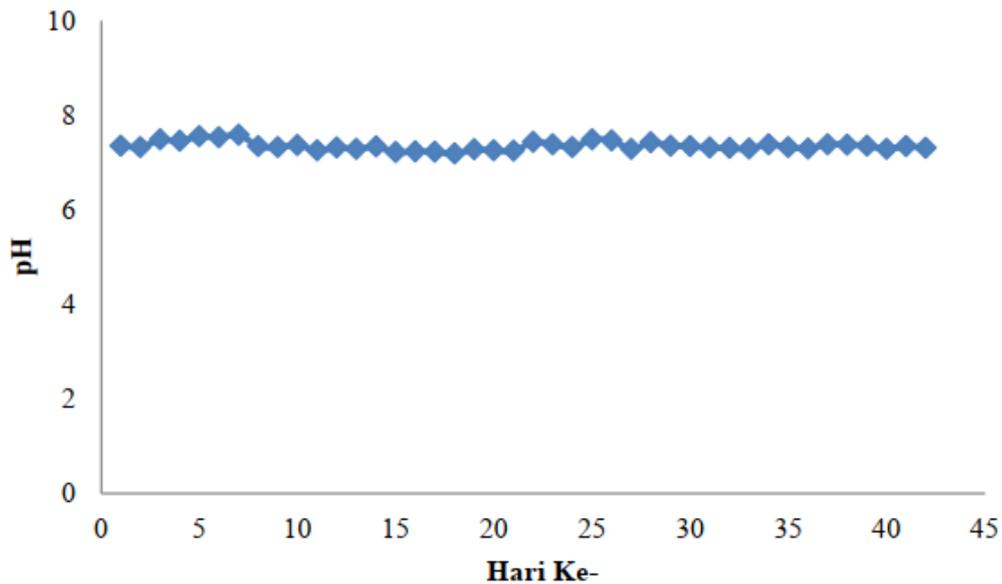
Nilai pH larutan nutrisi yang disarankan untuk tanaman bawang merah yaitu 6,0-7,0 sesuai dengan penelitian Untung (2004). Pada hari pertama nilai pH yang diberikan yaitu 7,35 dan pada hari ke-2 nilai pH yang didapatkan yaitu 7,32. Perubahan nilai pH larutan nutrisi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Persentase Diameter Umbi Bawang Merah



Gambar 7. Nilai EC Larutan Nutrisi



Gambar 8. Nilai Ph Larutan Nutrisi

3.4. Analisis Biaya Bawang Merah

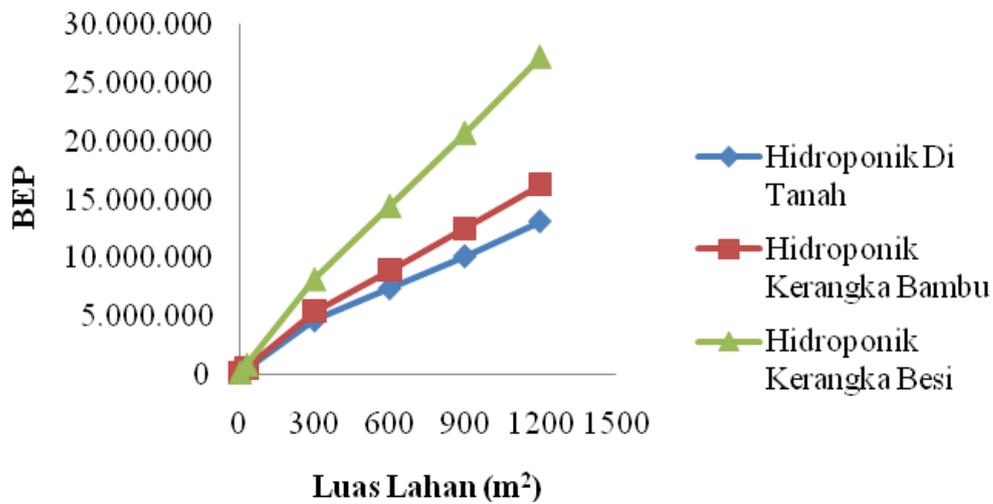
Budidaya bawang merah umumnya dilakukan di lahan kering dan memiliki kandungan unsur hara yang cukup untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada penelitian ini budidaya bawang merah dilakukan secara hidroponik dengan menggunakan media tanam arang sekam. Berdasarkan budidaya bawang merah yang telah dilakukan, tinggi tanam, jumlah umbi dan diameter umbi untuk budidaya bawang merah pada media tanah dan media arang sekam sistem hidroponik mendapatkan hasil yang cenderung sama. Oleh karena itu, data produktivitas bawang merah pada media tanah dapat digunakan untuk analisis biaya bawang merah sistem hidroponik.

Analisis biaya bawang merah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis biaya bawang merah sistem hidroponik. Dalam analisis biaya bawang merah data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu data hasil bawang merah sistem hidroponik. Data tersebut digunakan untuk mengetahui biaya produksi yang lebih efisien. Analisis biaya bawang merah sistem hidroponik yang dilakukan yaitu analisis biaya bawang merah selama sepuluh tahun, analisis biaya hasil panen dan analisis biaya luas lahan.

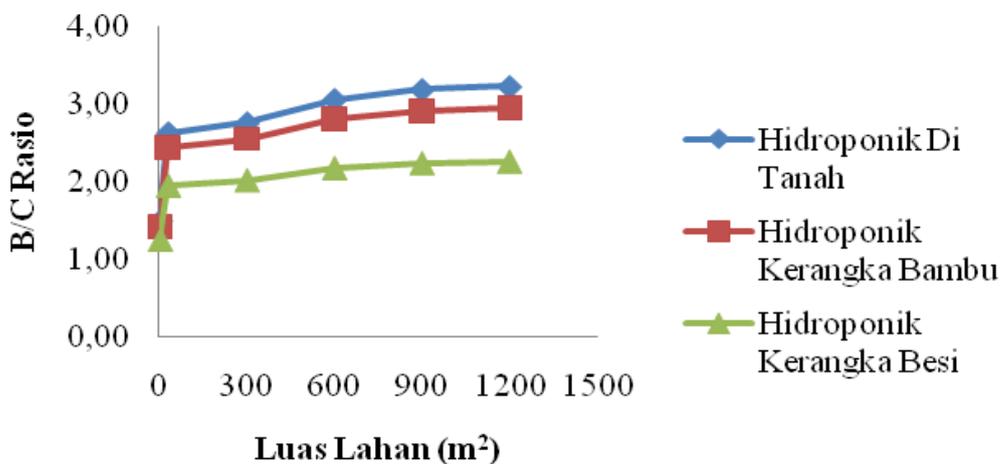
3.4.1. Simulasi Analisis Biaya untuk Luas Lahan Tanam 3m² - 1200m² untuk Produktivitas 0,8 kg/m²

Analisis break even point adalah suatu teknis analisa yang mempelajari hubungan antara biaya tetap, biaya variabel, keuntungan dan volume kegiatan. Oleh karena itu, analisa tersebut mempelajari hubungan antara biaya, keuntungan dan volume kegiatan, maka analisa tersebut sering pula disebut "*costprofit-volume analysis* (CPV analysis) (Nasution, 2014).

Berdasarkan hasil analisis *break even point* pada luas lahan 3 m², nilai BEP budidaya bawang merah hidroponik di tanah sebesar Rp. 118.277 dengan B/C rasio yang di dapat 1,50. Analisis *break even point* pada budidaya bawang merah hidroponik kerangka bambu sebesar Rp. 129.292 dengan nilai BC rasio 1,42. Pada budidaya sistem hidroponik kerangka besi luas lahan 3 m², BEP yang dihasilkan sebesar Rp. 156.463 dengan BC rasio sebesar 2,02 (Gambar 9 dan 10). Nilai BC rasio lebih besar dari pada satu, memberikan informasi bahwa usaha yang dilakukan efisien dan layak untuk dilakukan (Sundari, 2011).



Gambar 9. BEP (*Break Even Point*) untuk Luas Lahan Tanam 3 m² – 1200 m² dan Produktivitas 0,8 kg/m²



Gambar 10. B/C Rasio untuk Luas Lahan Tanam 3 m² – 1200 m² dan Produktivitas 0,8 kg/m²

3.4.2. Simulasi Analisis Biaya untuk Produktivitas 190kg = 960 kg pada Lahan 1200m²

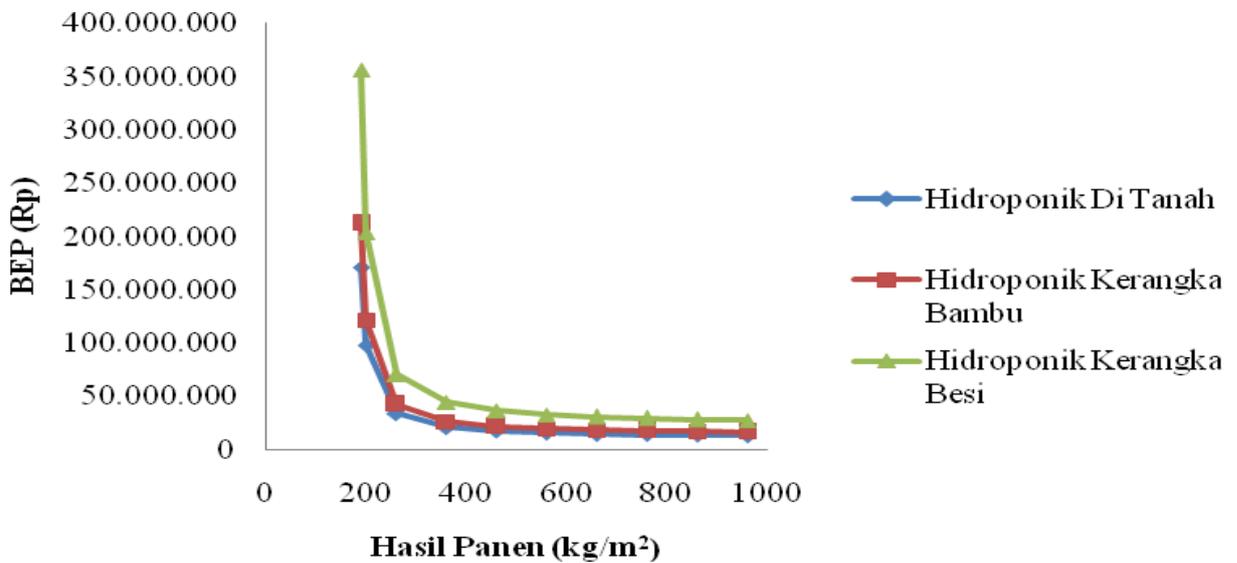
Perbedaan hasil panen bawang merah yang didapatkan mempengaruhi keuntungan yang diperoleh. Apabila hasil panen yang didapatkan sedikit maka biaya yang dikeluarkan akan lebih besar dari keuntungan yang didapatkan. Hal ini mengakibatkan budidaya bawang merah tidak menguntungkan untuk dilakukan. Dari besarnya penerimaan dan biaya yang dikeluarkan petani, besarnya B/C rasio yang

menunjukkan efisiensi usaha tani dapat dihitung (Sundari, 2011).

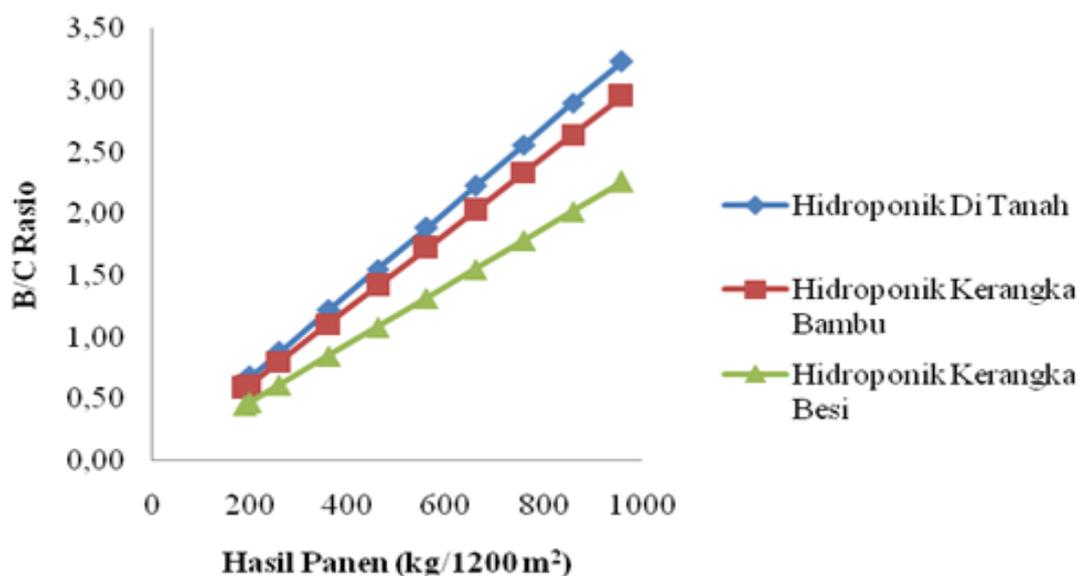
Analisis *break even point* pada budidaya bawang merah hidroponik di tanah sebesar Rp. 170.883.439 dengan nilai B/C rasio sebesar 0,64 untuk hasil panen sebanyak 190 kg. Hasil panen 200 kg, nilai BEP budidaya bawang merah hidroponik di tanah sebesar Rp. 97.658.608 dengan nilai B/C rasio 0,67. Nilai BC rasio lebih besar dari satu memberikan informasi bahwa usaha yang dilakukan efisien dan layak untuk dilakukan (Sundari, 2011).

Berdasarkan hasil analisis *break even point* untuk hasil panen 190 kg, nilai BEP budidaya bawang merah hidroponik kerangka bambu sebesar Rp. 212.345.287 dengan nilai B/C rasio yang di dapat sebesar 0,58. Sedangkan budidaya bawang merah hidroponik kerangka bambu untuk hasil panen 200 kg, nilai BEP yang didapatkan sebesar Rp. 121.353.744 dengan nilai B/C rasio yang di dapat 0,61 (Gambar 11). Berdasarkan hasil analisis *break even point* hasil panen 190 kg, nilai BEP

budidaya bawang merah hidroponik kerangka besi sebesar 356.079.694 dengan nilai B/C rasio yang di dapat sebesar 0,45. Budidaya bawang merah hidroponik kerangka besi menghasilkan nilai B/C rasio 0,47 dengan nilai BEP yang dihasilkan sebesar Rp. 203.496.883 untuk hasil panen sebanyak 200 kg. Grafik nilai B/C rasio untuk produktivitas 190 kg – 960 kg pada lahan 1200 m² dapat di lihat pada Gambar 13.



Gambar 11. BEP (*Break Even Point*) untuk Produktivitas 190 kg – 960 kg pada Lahan 1200 m²



Gambar 12. B/C Rasio untuk Produktivitas 190 kg – 960 kg pada Lahan 1200 m²

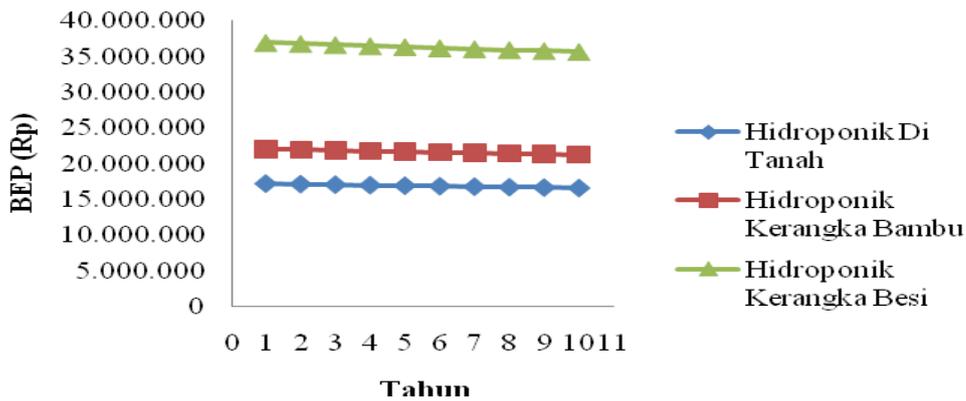
3.4.2. Simulasi Analisis Biaya Sepuluh Tahun untuk Luas Lahan 1200m²

Kerangka hidroponik yang digunakan ada tiga yaitu kerangka besi, kerangka bambu dan tanpa kerangka atau di tanah. Biaya produksi adalah biaya yang harus dikeluarkan pengusaha atau produsen untuk membeli faktor-faktor produksi dengan tujuan menghasilkan *output* atau produk. Faktor-faktor produksi itu sendiri adalah barang ekonomis dan termasuk barang langka (*scarce*), sehingga untuk mendapatkannya membutuhkan pengorbanan berupa pembelian dengan uang (Herlita, dkk. 2016).

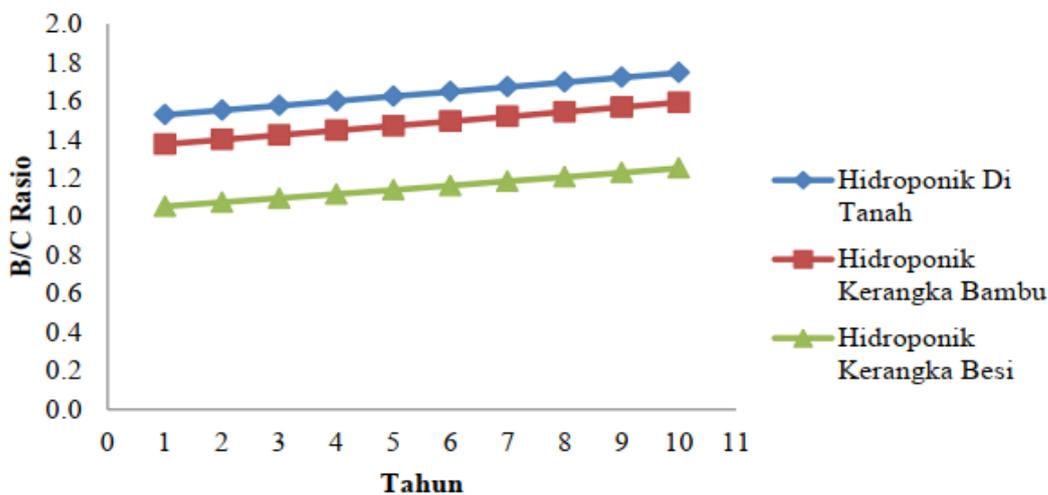
Break Even Point dalam rupiah merupakan gambaran berapa rupiah penerimaan yang harus didapat pada tingkat biaya tetap dan biaya variabel serta harga tertentu agar tercapai titik pulang pokok (Nasution, 2014).

BEP yang didapatkan pada tahun pertama sampai tahun ke sepuluh mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan biaya variabel yang terus meningkat setiap tahunnya.

BEP yang didapatkan pada tahun pertama sistem hidroponik di tanah sebesar Rp. 17.203.728 dengan nilai B/C rasio yang di dapat sebesar 1,53. Hal ini berarti setiap satu rupiah biaya yang dikeluarkan pada budidaya bawang merah hidroponik di tanah menghasilkan penerimaan sebesar 1,53 rupiah. Grafik nilai BEP (*Break Even Point*) bawang merah hidroponik selama sepuluh tahun dengan hasil tanam 1200 m² dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik *Break Even Point* Selama Sepuluh Tahun Dengan Luas Lahan 1200 m²



Gambar 14. Grafik B/C Rasio Selama Sepuluh Tahun dengan Luas Lahan 1200 m²

Pendapatan bersih adalah pendapatan yang diterima oleh petani setelah dikurangi dengan biaya. Efisiensi usaha (RCR) adalah perbandingan antara total penerimaan dengan total biaya-biaya produksi (Herlita, 2016). BC rasio yang didapatkan selama sepuluh tahun mengalami peningkatan. Pada sistem hidroponik kerangka bambu BEP yang didapatkan sebesar Rp. 22.036.349 dan terjadi penurunan nilai BEP sampai tahun ke sepuluh. Nilai B/C rasio yang dihasilkan pada hidroponik kerangka bambu sebesar 1,38.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Rancangan sistem budidaya hidroponik telah terealisasi dan sensor kadar air telah mampu menyalakan pompa air dengan akurasi penyalaan 100%. Nilai pH dan EC tertinggi adalah 7,58 dan 3106 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
2. Hasil tanaman bawang merah sebesar 0,0154 kg/m² dengan diameter umbi rata-rata adalah 10-15 mm.
3. Produksi bawang merah penelitian ini kurang optimal, namun analisis perbandingan keuntungan dan biaya telah tersimulasikan melalui analisis biaya tiga rancangan hidroponik pada luas lahan 1200 m². Nilai B/C rasio dalam analisis sepuluh tahun yang tertinggi dihasilkan pada hidroponik di tanah yaitu 1,53 dibandingkan dengan kerangka besi dan kerangka bambu.

4.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka saran yang diberikan untuk memperbaiki penelitian ini yaitu pengukuran kadar air media tanam disesuaikan dengan berat kering arang sekam agar pembacaan kadar air media tanam sesuai dengan titik kritis.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi Cabai Besar, Cabai Rawit Dan Bawang Merah Tahun 2014. Agustus 03/08/2015.

Biaya produksi budidaya bawang merah hidroponik kerangka besi sebesar Rp. 42.025.882 untuk tiga kali musim tanam dan nilai B/C rasio yang di dapat sebesar 1,05. Pada sistem hidroponik kerangka besi didapatkan nilai BEP sebesar Rp. 36.952.534 dan terjadi penurunan pada nilai BEP sampai tahun ke sepuluh. Grafik nilai B/C rasio bawang merah hidroponik selama sepuluh tahun dengan hasil tanam 1200 m² dapat dilihat pada Gambar 14.

Badan Standarisasi Nasional. 1992. SNI 01-3159-1992 Bawang Merah Standar Uji. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Deviana, W., Meiriani, dan Silitonga, S. 2014. Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Dengan Pembelahan Umbi Bibit Pada Beberapa Jarak Tanam. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 2 (3) : 1113-1118.

Dewi, N. 2012. Untung Segunung Bertanam Aneka Bawang. Penerbit Pustaka Baru Press. Yogyakarta.

Fatmawaty, A, A, Ritawati, S., dan Said, L. N. 2015. Pengaruh Pemotongan Umbi Dan Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Npk Majemuk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascolanicum* L.). *Jurnal Argologia* 4 (2) : 69-77.

Haryanti, Y dan Nurawan, A. 2009. Pengkajian Usahatani Bawang Merah di Kabupaten Cirebon. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 12 (3) :201-209.

Herlita, M., Tety, E., dan Khaswarina, S. 2016. Analisis Pendapatan Usahatani Bawang merah (*Alium Ascalonicum*) di Desa Sei.Geringging Kecamatan Kampar Kiri Kabupaten Kampar. *Jurnal Fakultas Pertanian*. 3(1) : 1-11

Nasution, K. 2014. Analisis Break Event Point Usaha Tani Jagung. *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara* 3(2) : 670-676

- Nispatullaila, A. 2014. Pengaruh Frekuensi Pemberian Air dan Dosis Pupuk Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassicaoleraceae* var. *Alboglabra*). Skripsi. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Serang. Banten.
- Sobilhaq, Z. 2015. Penentuan Kebutuhan Air Irigasi dan Pemupukan Bawang Merah (*Allium Cepa*) Secara Hidroponik Dengan Media Pasir. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Sundari M, T. 2011. Analisis Biaya Dan Pendapatan Usaha Tani Wortel Di Kabupaten Karanganyar. *Jurnal Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian UNS* 7(2) : 119-126.
- Supartama, M., Antara, M., dan Rauf, R, A. 2013. Analisis Pendapatan Dan Kelayakan Usahatani Padi Sawah Di Subak Baturiti Desa Balinggi Kecamatan Balinggi Kabupaten Parigi Moutong. *Jurnal Agrotekbis* 1 (2): 166-172.
- Telaumbanua, M., Purwantana, B., dan Sutiarso, L. 2014. Rancang Bangun Akuator Pengendali Iklim Mikro Di Dalam Greenhouse untuk pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica Rap* Var. *Parachinesis* L.). *Jurnal Agritech Fakultas Teknologi Pertanian UGM*. 34(2): 213-222.
- Telaumbanua, M., Purwantana, B., Sutiarso, L., dan Falah, M, A, F. 2016. Studi Pola Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Rap* Var. *Parachinesis* L.). *Hidroponik Di Dalam Greenhouse Terkontrol. Jurnal Agritech Fakultas Teknologi Pertanian UGM* . 36 (1):104-110.
- Telaumbanua, M., Anggraini, R., Sasongko, F.I., Fitri, A, Sari, R. F. M., Waluyo, S. 2018. Control System Design for Rat Pest Repellent in the Rice Field Using a Modified ATmega328 Microcontroller Modified with Ultrasonic Sound Wave. *International Journal of Engineering Inventions*. 7(8) : 22-28.
- Triyono, S., Telaumbanua, M., Mulyani, Y., Yulianti, T., Amin, M., Haryanto, A. 2019. Desain Sensor Suhu dan Kelengasan Tanah untuk Sistem Kendali Budidaya Tanaman Cabai (*Capcisum annum* L). *Agritech*. 38 (4):353-363.
- Untung, O. 2004. *Hidroponik Sayuran Sistem NFT (NutrientFilm Technique)*. Penebar Swadaya. Jakarta. 96 hal.
- Alam S dan Suhartati. 2000. *Pengusahaan hutan aren rakyat di Desa Umpunge Kecamatan Lalabata Kabupaten Soppeng Sulawesi Selatan*. *Buletin Penelitian Kehutanan*, 6(2), 59-70.

