

MODIFIKASI TENAGA POMPA MENJADI SISTEM HAMPA UDARA PADA ALAT VERTIKULTUR

Modification The Pump Energy Into Vacuum Systems Toward Vertikultur Device

Hilmaturrifqi YJ ¹⁾ Subari Yanto ²⁾ dan Patang ³⁾

¹⁾Alumni Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian

¹⁾² dan ³⁾ Dosen PTP FT UNM

hilmaturrifqij@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas distribusi input dan output air pada tempat penampungan hampa udara serta pengaruh sistem budidaya pada pengembangan alat vertikultur tenaga pompa. Penelitian ini merupakan penelitian rancang bangun. Data yang dikumpulkan terdiri dari tekanan hidrostatik (P), kapasitas distribusi input dan output air, debit air, tinggi tanaman dan produksi tanaman. Data dianalisis dengan analisa deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya sirkulasi air karena $P_1 > P_2$ dengan nilai masing-masing tekanan P_1 4900 kg/ms² dan P_2 1960 kg/ms², rata-rata kapasitas distribusi input 202.5 ml/dt sedangkan kapasitas distribusi output air sebesar 184.5 ml/dt, debit air rata-rata selama penelitian output 0.32 ml/det dan input 0.39 ml/dt. Alat ini selanjutnya di aplikasikan ke tanaman kangkung.

Kata Kunci : Modifikasi, Pompa, Hampa Udara, Vertikultur

ABSTRACT

This study aimed to determine distribution input and output capacity of water on the vacuums' shelter and the impact of cultivation system in developing vertikultur device of pump energy. This research is a design building. The data that collected consist of hydrostatic pressure (P), input and output capacity of water distribution, water discharge, plant height and plant production. The data was analyzed by using descriptive analysis. The results showed that the water circulation occurred because $P_1 > P_2$ with the value of each pressure was P_1 4900 kg/ms² and P_2 1960 kg/ms², the average of input distribution capacity was 202.5 ml/sec while the distribution of water output capacity was 184.5 ml / sec, the average of water discharge as long as output experiment was 0,32 ml/sec and input 0,39 ml/sec. Then this device was applied to the kale plant.

Keywords: Modification, Pump, Vacuum, Vertikultur

PENDAHULUAN

Teknologi pada pembudidayaan baik itu tanaman atau ikan saat ini sudah banyak berkembang. Salah satu rekayasa teknologi yang banyak dijumpai yaitu teknologi pembuatan media tanam dengan sistem budidaya secara

vertikultur. Munculnya teknologi tersebut dikarenakan adanya masalah pada lahan yang kini sangat minim sebab banyaknya lahan yang dimanfaatkan untuk tempat pemukiman khususnya di daerah perkotaan.

Menurut Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah (2006) lahan sempit yang banyak terdapat di perkotaan dapat dimanfaatkan dengan bertanam secara vertikal atau vertikultur. Budidaya pertanian di pekarangan khususnya di perkotaan, memiliki karakteristik yang khas. Kekhasan tersebut diantaranya karena luas lahan yang sempit. Optimasi pemanfaatan pekarangan dalam budidaya tanaman dan sumber bahan pangan di perkotaan sangat perlu dilakukan (BPTP Jakarta, 2013).

Pembudidayaan tanaman model vertikultur dengan sistem hidroponik cocok untuk daerah perkotaan dan lahan terbatas serta memanfaatkan penggunaan air (Lukman, 2008). Tujuan utama penerapan teknik vertikultur adalah memanfaatkan lahan sempit seoptimal mungkin. Dengan menerapkan teknik vertikultur ini maka peningkatan jumlah tanaman pada suatu areal tertentu dapat berlipat 3–10 kali, tergantung model yang digunakan (Andoko, 2004 dalam Nilam, 2015). Namun, pembudidayaan tanaman model vertikultur dengan sistem hidroponik pada umumnya masih menggunakan mesin pompa air yang menggunakan energi listrik untuk menggerakkan mesin pompa air tersebut, sehingga memerlukan biaya yang cukup besar.

Untuk menghemat dan mengefisienkan penggunaan biaya serta tenaga, diperlukan inovasi baru yaitu dengan memodifikasi tenaga mesin pompa air menjadi sistem hampa udara pada alat vertikultur. Dengan memanfaatkan ruang hampa udara diharapkan mampu menaikkan air dari sumber air ke wadah pembudidayaan tanaman sebagai pengganti tenaga pompa air untuk mengairi tanaman.

TUJUAN PENELITIAN

Pada penelitian ini membuat sebuah rancang bangun untuk mengetahui kapasitas distribusi *input* dan *output* air yang berhubungan dengan tekanan hidrostatis (P), volume (V), debit (Q) serta pengaruh sistem budidaya terhadap produksi tanaman kangkung dalam pengembangan alat vertikultur tenaga pompa menjadi sistem hampa udara.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa atau rancang bangun. Penelitian ini dilakukan mulai dari perencanaan yaitu membuat desain gambar serta kebutuhan-kebutuhan untuk perakitan alat. Dalam perakitan alat vertikultur sistem hampa udara dibutuhkan alat dan bahan diantaranya kayu, pipa kapiler, selang plastik, paku, wadah plastik, botol plastik, lem tembak, gergaji tangan dan palu, kemudian dilakukan proses perakitan alat. Untuk mengetahui kinerja dari alat maka dilakukan uji kapasitas distribusi *air input* dan *output* dari wadah sumber air ke wadah penampungan hampa udara (botol C) dan wadah penampungan hampa udara (botol D) ke wadah pembudidayaan tanaman serta dilakukan pengujian efektifitas alat pada budidaya tanaman (sayur kangkung) dengan mengukur tinggi tanaman dan hasil produksi tanaman, kemudian hasil pengujian diolah menggunakan Mc. Exel untuk analisis data yang telah diperoleh.

Parameter yang Diukur

1. Kapasitas Distribusi Air

Melakukan pengujian kapasitas distribusi air *input* dan *output* selama air bersirkulasi, berhubungan dengan Debit

(Q), Volume (V) dan Waktu (t) dapat menggunakan persamaan (Rizal, 2012) berikut:

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(1)$$

2. Tekanan Hidrostatik

Hubungan tekanan selama air bersirkulasi, Tekanan Hidrostatik (P), Massa Jenis (ρ), Gravitasi (g) dan Ketinggian (h) dapat menggunakan persamaan (Kezerashvili, 2010) berikut:

$$P = \rho gh \dots\dots\dots(2)$$

3. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman (cm) diukur dari pangkal batang di atas permukaan tanah sampai pada titik tumbuh.

4. Produksi Tanaman

Produksi tanaman diukur dengan cara menimbang total tanaman yang dinyatakan dalam (g) pada akhir penelitian atau setelah tanaman berumur 14 hari setelah tanam.

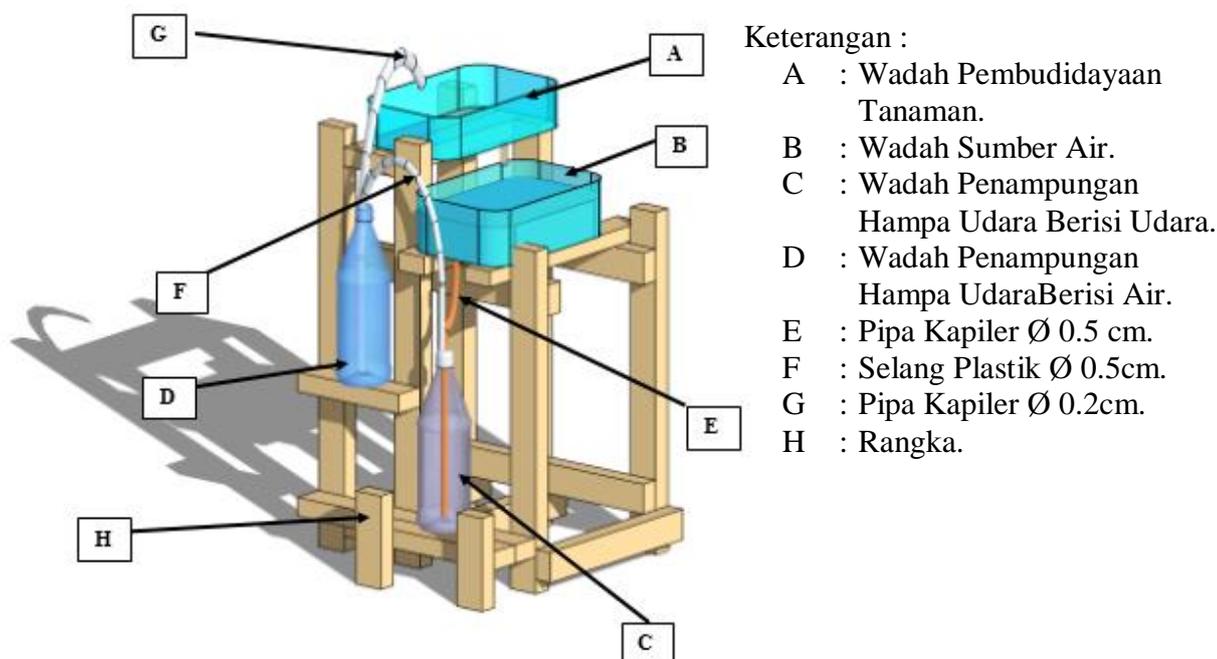
Proses Kerja Alat

Sebelum alat dioperasikan terlebih dahulu wadah penampungan hampa udara (botol D) di isi air sebanyak 3.000 ml, sedangkan pada wadah penampungan hampa udara (botol C) dikosongkan atau hanya berisi udara.

Untuk menghasilkan sistem sirkulasi air maka wadah sumber air di isi air sebanyak 3000 ml, yang berada pada wadah sumber air turun ke wadah penampungan hampa udara (botol C) melalui pipa kapiler \varnothing 0.5 cm, sehingga memaksa udara yang berada pada wadah penampungan hampa udara (botol C) menuju ke penampungan hampa udara (botol D) sehingga menekan air yang berada pada wadah penampungan hampa udara (botol D) untuk naik ke wadah pembudidayaan tanaman (Gambar 1).

Ketinggian Alat

Ketinggian pada proses penelitian ini sangat penting, dimana h_1 lebih tinggi dibanding h_2 , sehingga dapat terjadi sirkulasi air. Jika ketinggian sama atau h_2 lebih tinggi dibanding h_1 , maka tidak terjadi sirkulasi air. Tinggi h_1 yaitu jarak antara permukaan air wadah sumber air dan permukaan air pada wadah penampungan hampa udara (botol C), sedangkan h_2 jarak antara permukaan air pada wadah penampungan hampa udara (botol D) dan pipa kapiler \varnothing 0.2 cm yang berada di atas wadah pembudidayaan tanaman kangkung.



Keterangan :

- A : Wadah Pembudidayaan Tanaman.
- B : Wadah Sumber Air.
- C : Wadah Penampungan Hampa Udara Berisi Udara.
- D : Wadah Penampungan Hampa Udara Berisi Air.
- E : Pipa Kapiler Ø 0.5 cm.
- F : Selang Plastik Ø 0.5cm.
- G : Pipa Kapiler Ø 0.2cm.
- H : Rangka.

Gambar 1.

Desain Alat Vertikultur Sistem Hampa Udara

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekanan Hidrostatik

Menurut Kezerashvili (2010) ketika air pada wadah sumber air mengalir turun ke wadah penampungan hampa udara (botol C) mengikuti udara dan menghasilkan tekanan hidrostatik $P_1 = \rho gh_1$. Tekanan ini memaksa udara pada wadah penampungan hampa udara (botol C) ke wadah penampungan hampa udara (botol D) akibatnya air pada wadah penampungan hampa udara (botol D) naik ke wadah pembudidayaan tanaman. Sehingga mengakibatkan tekanan hidrostatik pada wadah penampungan hampa udara (botol D) $P_2 = \rho gh_2$.

Sistem sirkulasi air pada penelitian ini terjadi saat tekanan hidrostatik pada wadah penampungan hampa udara (botol C) dan wadah penampungan hampa udara (botol D) berbeda. Tekanan hidrostatik pada wadah penampungan hampa udara

(botol C) yaitu 4900 kg/ms^2 , sedangkan tekanan hidrostatik pada wadah penampungan hampa udara (botol D) yaitu 1.960 kg/ms^2 . Rumus persamaan dapat dilihat pada Rumus (2)

Volume tidak berpengaruh pada besarnya tekanan hidrostatik, apapun bentuk wadahnya, jika ketinggiannya sama maka akan menghasilkan tekanan hidrostatik yang sama pula. Besarnya tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh ketinggian, gravitasi dan massa jenis zat cair.

Kapasitas Distribusi Input dan Output Air serta Debit Air

Pada model sirkulasi air dengan memanfaatkan penampungan sistem hampa udara yang terdiri dari 2 saluran distribusi air yaitu *input* dan *output*. Air yang keluar dari wadah penampungan hampa udara (botol D) disebut kapasitas distribusi *output* dan air yang masuk ke wadah penampungan hampa udara

(botol C) disebut kapasitas distribusi *input*. Gambar 1

Perhitungan volume air pada saluran *input* dan *output* dilakukan

dalam 1 kali proses sirkulasi air. Hasil pengamatan dan perhitungan volume air, dapat dilihat pada Tabel 1.

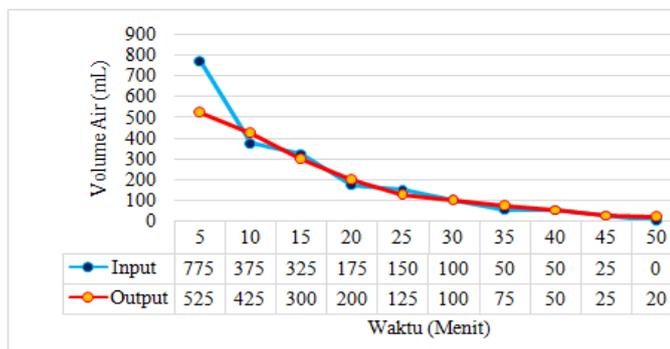
Tabel 1. Volume Air

Input (ml)	Output (ml)	Waktu (menit)
2025	1845	50

Berdasarkan data hasil penelitian volume air pada Tabel 1 dapat dilihat perbedaan antara jumlah volume air *input* dan *output* yang terjadi selama 50 menit (3000 detik) yaitu jumlah air yang masuk pada botol C sebanyak 2025 ml sedangkan jumlah air yang keluar dari botol D sebanyak 1845 ml. Hal ini terjadi dikarenakan saluran *input*

lebih besar dibandingkan dengan saluran *output* sehingga dapat disimpulkan bahwa proses sirkulasi air berjalan dengan baik.

Perbedaan volume air *input* dan *output* dapat dilihat setiap 5 menit dalam 1 kali siklus sirkulasi air, yang terjadi selama 50 menit. Gambar 2



Gambar 2.

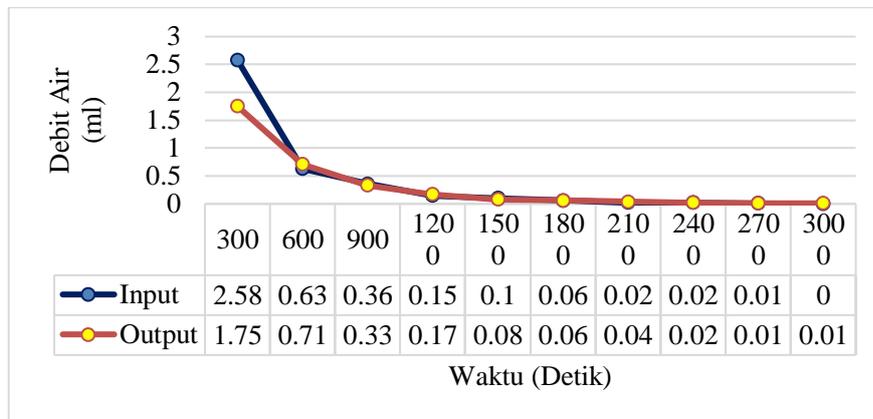
Perubahan Volume *Input* dan *Output* Setiap 5 Menit Sekali Siklus

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat bahwa semakin lama proses sirkulasi air, semakin lama air yang keluar (*output*) maka semakin sedikit, begitu pula air yang masuk (*input*) semakin lama, maka semakin berkurang. Hal ini terjadi dikarenakan tekanan hidrostatik semakin berkurang atau menuju ke tekanan konstan.

Pada menit ke-50 tidak terjadi sirkulasi air, dimana air pada wadah penampungan hampa udara (botol D) tidak lagi keluar. Hal ini disebabkan

tekanan pada wadah penampungan hampa udara (botol D dan botol C) sama serta tekanan pada luar wadah penampungan hampa udara juga sama.

Semakin lama sirkulasi air semakin kurang lancar, maka volume air yang masuk dan volume air yang keluar juga semakin kurang begitupun debit air yang semakin berkurang. Grafik perubahan debit air setiap 5 menit (300 detik) pada 1 kali siklus sirkulasi air dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3

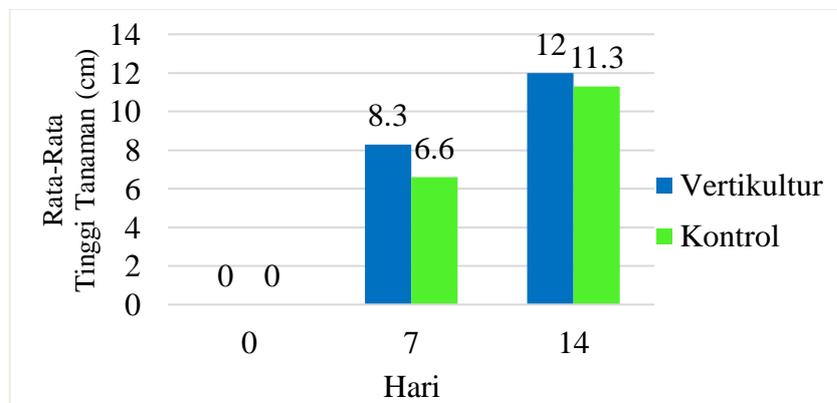
Perubahan Debit Air *Input* dan Debit Air *Output* Setiap 5 Menit Sekali Siklus

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa selama proses sirkulasi air terjadi fluktuasi jumlah debit air yang masuk (*input*) maupun yang keluar (*output*). Semakin lama proses sirkulasi air, maka semakin lama debit air yang keluar pada wadah penampungan hampa udara (botol D) semakin sedikit, begitu pula pada wadah penampungan hampa udara (botol C) semakin lama, maka semakin sedikit debit air yang masuk. Hal ini terjadi dikarenakan tekanan hidrostatik semakin berkurang atau menuju ke tekanan konstan.

Analisis Tanaman

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman kangkung pada media tanam rockwool yang diaplikasikan pada alat vertikultur sistem hampa udara dan media tanam tanah yang dijadikan sebagai kontrol. Tinggi tanaman kangkung pada hari ke-7 dan hari ke-14, tanaman pada alat vertikultur jauh lebih meningkat perubahannya dibandingkan dengan kontrol. Rata-rata tinggi tanaman kangkung mulai dari penanaman sampai dengan 14 hari, dapat dilihat pada Gambar 4



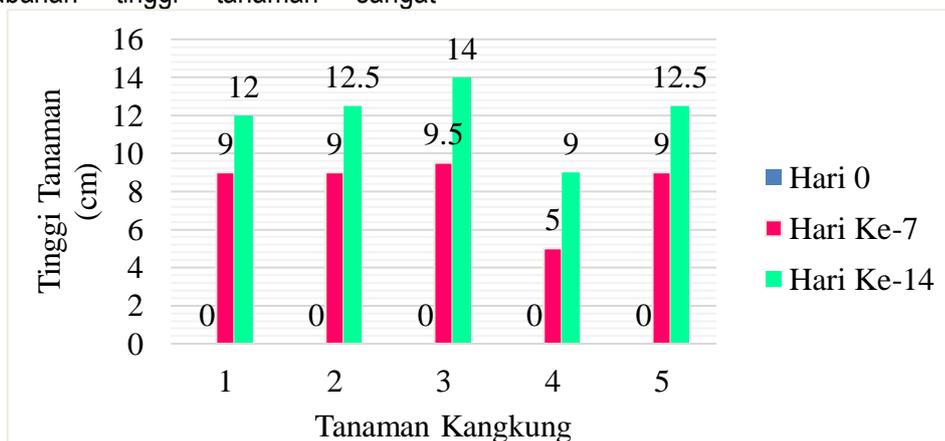
Gambar 4.

Rata-Rata Tinggi Tanaman Pada Mulai Penanaman Hingga Hari Ke-14

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan data pada hari ke-7 tinggi tanaman kangkung yang menggunakan alat vertikutur sistem hampa udara tinggi tanaman mencapai 8.3 cm, sedangkan perlakuan kontrol hanya mencapai 6.6 cm. Pada hari ke-14 tinggi tanaman kangkung yang menggunakan alat vertikutur sistem hampa udara tinggi tanaman mencapai 12 cm, sedangkan perlakuan kontrol hanya mencapai 11.3 cm. Hal ini disebabkan pada hari 0 tidak terdapat perubahan karena proses penanaman menggunakan benih. Pada hari ke-7 tanaman pada alat vertikutur perubahan tinggi tanaman sangat

meningkat dibandingkan dengan kontrol. Pada hari ke-14 tinggi tanaman pada alat vertikutur beda sedikit dengan kontrol. Berdasarkan hasil penelitian Rahmah (2015) menyatakan rata-rata tinggi tanaman kangkung pada hari ke-14 yaitu 6.1 cm dengan menggunakan media tanah hasil pembakaran.

Laju perubahan tinggi tanaman kangkung pada alat vertikutur dengan sistem hampa udara mulai penanaman sampai hari ke-14 dapat dilihat pada Gambar 4.14. sedangkan untuk laju pertumbuhan tinggi tanaman kangkung (kontrol) dapat dilihat pada Gambar 5.

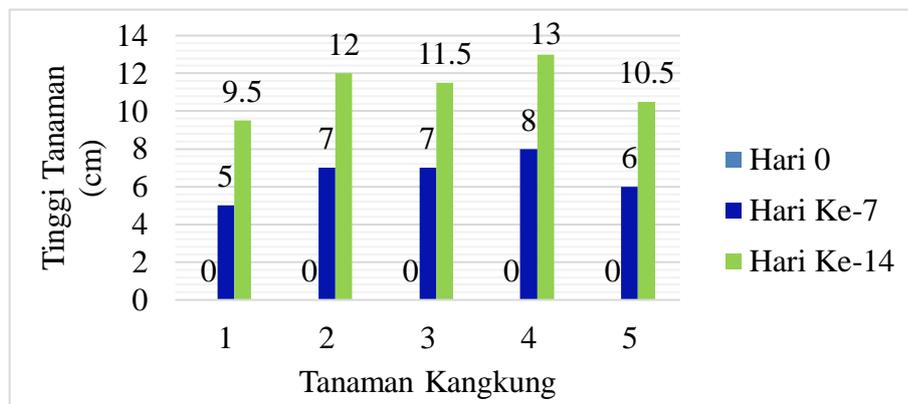


Gambar 5.

Perubahan Tinggi Tanaman Pada Alat Vertikutur Mulai Penanaman Hingga Hari Ke14

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa pertumbuhan awal tanaman kangkung sangat meningkat dikarenakan media tanam lembab. Pada hari ke-7 tinggi tanaman kangkung bervariasi, rata-rata tinggi tanaman 9 cm, kecuali pada sampel 4 mencapai 5 cm, laju pertumbuhannya sangat lambat dibandingkan sampel lainnya. Pada hari ke-14 tinggi tanaman kangkung bervariasi, rata-rata tinggi tanaman 12 cm, kecuali pada sampel 4 mencapai 9 cm, laju pertumbuhannya sangat lambat dibandingkan sampel lainnya dan

sampel 3 mencapai 14 cm, laju pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan dengan sampel lainnya. Perubahan tinggi tanaman setelah 7 hari berikutnya bertambah sekitar 3-5 cm, namun tanaman tidak terlalu berisi dan tidak kuat karena tidak ditambahkan nutrisi selama penelitian.



Gambar 6.

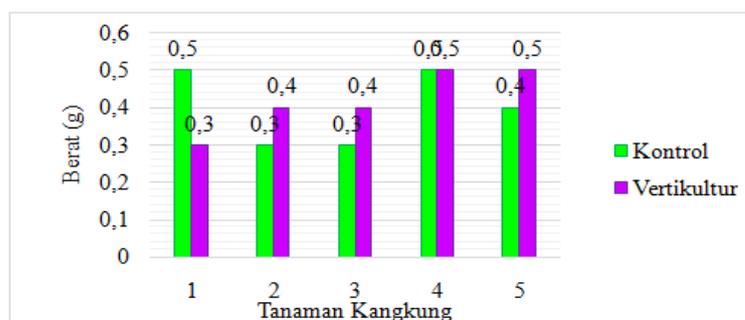
Perubahan Tinggi Tanaman Kontrol Mulai Penanaman Hingga Hari Ke14

Berdasarkan Gambar 6. dapat dilihat bahwa pertumbuhan awal tanaman kangkung tidak terlalu meningkat. Namun, perubahan tinggi tanaman setelah 7 hari berikutnya sangat meningkat. Pada hari ke-7 tinggi tanaman kangkung bervariasi, sampel 4 tinggi tanaman mencapai 8 cm, laju pertumbuhannya cepat dibandingkan sampel lainnya. Pada hari ke-14 tinggi tanaman kangkung bervariasi, pada sampel 4 mencapai 13 cm, laju pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan sampel lainnya. Tanaman tidak terlalu berisi dan tidak kuat karena tidak ditambahkan nutrisi selama penelitian.

Produksi Tanaman

Benih tanaman kangkung ditanam pada 2 media tanam yaitu tanah dan rockwool. Dimana benih tanaman kangkung yang ditanam pada media tanah akan dijadikan sebagai kontrol sedangkan benih tanaman kangkung yang ditanam pada media *rockwool* akan dibudidayakan pada alat vertikultur sistem hampa udara.

Tanaman kangkung pada media tanam tanah (kontrol) dan rockwool (vertikultur sistem hampa udara) yang telah ditanam selama 14 hari, kemudian ditimbang per individu. Data perbandingan berat tanaman kangkung setelah 14 hari dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7.

Perbandingan Berat Tanaman Kangkung (g) 14 Hari Setelah Tanam

Berdasarkan data hasil penelitian pada Gambar 7. perbandingan berat tanaman kangkung (g) setelah 14 hari tanam menunjukkan bahwa berat tanaman pada media tanah ataupun media rockwool bervariasi antara 0.3-0.5 g. Berat total pada tanaman kangkung dengan media tanah (kontrol) yaitu 2 g sedangkan berat total pada tanaman kangkung dengan media rockwool (vertikultur) yaitu 2.1 g. Hal ini terjadi karena selama proses pembudidayaan tanaman tidak dilakukan pemberian pupuk pada tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian modifikasi tenaga pompa menjadi sistem hampa udara pada alat vertikultur, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses sirkulasi air berlangsung selama 50 menit (3000 detik) dalam sekali siklus sirkulasi air tekanan hidrostatis P_1 sebanyak 4900 kg/ms² dan P_2 sebanyak 1960 kg/ms² sehingga menghasilkan kapasitas distribusi *input* air yang masuk pada wadah penampungan hampa udara (botol C) yaitu 2.025 ml sedangkan kapasitas distribusi *output* air yang keluar dari wadah penampungan hampa udara (botol D) yaitu 1.845 ml dan rata-rata debit air yang masuk pada wadah penampungan hampa udara (botol C) yaitu 0.39 ml/dt sedangkan kapasitas distribusi *output* air yang keluar dari wadah penampungan hampa udara (botol) yaitu 0.32 ml/dt.
2. Perkembangan tanaman kangkung pada parameter tinggi tanaman menunjukkan bahwa tanaman kangkung pada alat vertikultur dengan sistem hampa udara lebih cepat perubahannya dibandingkan dengan kontrol. Rata-rata tinggi

tanaman 7 hari setelah tanam pada alat vertiminaponik yaitu 8.3 cm sedangkan kontrol 6.6 cm dan rata-rata tinggi tanaman 14 hari setelah tanam pada alat vertikultur yaitu 12 cm sedangkan kontrol 11.3 cm. Hasil produksi dari budidaya tanaman kangkung setelah 14 hari tanam pada alat vertikultur dengan sistem hampa udara seberat 2.1 g sedangkan hasil produksi dari budidaya tanaman kangkung dengan menggunakan media tanah yang dijadikan kontrol seberat 2 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta. 2013. *Vertiminaponik, Cocok untuk Pertanian Lahan Sempit di Perkotaan*, <http://bbp2tp.litbang.pertanian.go.id>, di akses pada tanggal 19 April 2014.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, 2006, *Budidaya Sayuran Dengan Vertikultur*. Jawa Timur: Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.
- Kezerashvili, R.Y & Sapozhnikov.A. 2010. *Magic Fountain*. The City University of New York .(<http://arxiv.org/pdf/physics/0310039>, di akses 10 Agustus 2016).
- Lukman, L. 2008. *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Vertikultur*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Nilam, V. 2015. *Vertikultur Tanaman Selada Untuk Meningkatkan Keuntungan Di Unit Rumah Pangan Lestari (RPL) Balai*

*Besar Pelatihan Pertanian
Lembang.* Skripsi tidak
diterbitkan. Payakumbuh:
Politeknik Pertanian Negeri
Payakumbuh.

Rahmah, N. 2015. *Rekayasa Media
Tanam Terhadap
Pertumbuhan, Kelangsungan
Hidupdan Produksi Sayuran.*
Skripsi tidak diterbitkan.
Makassar. Universitas Negeri
Makassar.

Rizal, M. 2012. *Rancangbangun dan Uji
Kinerja Sistem Kontrol Irigasi
Tetes pada Tanaman
Strawberry.* Skripsi tidak
diterbitkan. Makassar:
Universitas Hasanuddin.