

DESAIN VEROGE (VERTICAL ROTARY GARDEN), UNTUK PERTANIAN SAYUR ORGANIK LAHAN SEMPIT

Moh. Fikri Pomalingo STP., MSi¹ (Dosen Program Studi Mesin dan Peralatan Pertanian,
Politeknik Gorontalo, Gorontalo)

Dr. Ir. Daniel, MSc² (Dosen Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian,
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar)

Dr. Ir. Abdul Waris, MT² (Dosen Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi
Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar)

ABSTRAK

Sulitnya mencari lahan untuk bercocok tanam di daerah perkotaan dikarenakan tingginya laju pertumbuhan penduduk yang sebanding dengan laju alih fungsi lahan. Desain rumah perkotaan yang cenderung minimalis membuat sulitnya masyarakat perkotaan untuk bercocok tanam dikarenakan keterbatasan lahan dipekarangan rumah mereka. Vertical Rotary Gardening (VEROGE) bertujuan untuk memberikan solusi bagi masyarakat perkotaan yang sulit bercocok tanam, memperkenalkan sistem pertanaman vertikal dan berputar untuk sayur organik guna efisiensi lahan dan memberikan kemudahan dalam merawat tanaman. VEROGE hanya diperuntukkan bagi tanaman yang tingginya maksimal 50 cm setelah panen, pembuatan alat diawali dengan menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, membuat tiang penyangga ukuran tinggi 367 cm dan lebar 170 cm sebanyak 2 buah, membuat rangka pot sebanyak 16 buah, membuat roda pemutar, memotong sabuk puli sesuai ukuran dan merangkai alat dan mengecatnya. VEROGE memiliki ukuran panjang 170 cm, lebar 95 cm dan tinggi 400 cm.

Alat ini memiliki berat kosong tanpa tanah 140 Kg dan memberikan efisiensi lahan 31% dibandingkan dengan sistem pertanaman horizontal. Hasil pengukuran tinggi dan biomassa tanaman hari ke 15 dan ke 30, menunjukkan bahwa tanaman yang ditanam secara horizontal memiliki pertumbuhan yang bagus, hal ini dikarenakan tanaman pada lahan horizontal memiliki ruang gerak yang lebih luas untuk perakarannya sehingga akar lebih banyak mengambil unsur hara dari tanah. Perbedaan hasil antara alat dan lahan horizontal yang tidak terlalu jauh, membuat VEROGE layak menjadi solusi bagi pertanian sayur organik di daerah perkotaan dan memberikan solusi bagi masyarakat perkotaan yang memiliki hobi menanam akan tetapi lahannya terbatas.

Keywords: Vertical Rotary Gardening (VEROGE), Laju Pertumbuhan Penduduk, Pertanian Organik

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk di suatu daerah membuat tingginya suatu aktifitas alih fungsi lahan yang dilakukan. Hal ini disebabkan kecenderungan manusia untuk bertahan hidup dengan memenuhi kebutuhan hidupnya yakni memperoleh tempat tinggal. Oleh karena itu saat ini sulit bagi kita untuk memperoleh lahan kosong untuk areal bercocok tanam.

Sulitnya mencari lahan di daerah perkotaan membuat sebagian orang yang memiliki kebiasaan menanam/berkebun tidak dapat melakukan kebiasaannya tersebut. Arsitektur rumah di daerah perkotaan yang cenderung minimalis dan memiliki taman yang sempit membuat sulit untuk menganeka ragamkan tanaman di taman atau pekarangan. Disamping itu pula isu pertanian organik terhadap buah dan sayur yang sekarang

mulai di lakukan. Terkhusus di Kabupaten Bantaeng pertanian sayur organik sudah berjalan, akan tetapi hal tersebut sangat jauh dengan daerah pasar yang menguntungkan yakni di Makassar dan butuh waktu untuk memindahkannya serta banyak resiko yang akan dialami diantaranya busuk dan rusak pada sayuran.

Banyaknya pot bunga dari berbagai jenis dan warna umumnya menghiasi serambi dan pekarangan kita. Akan tetapi hal tersebut sudah menjadi pemandangan yang lumrah. Jika di lihat dari segi penempatan pot-pot tersebut jumlahnya masih tergolong sedikit. Apabila sewaktu-waktu dapat di ubah posisinya akan terasa sulit bagi kita untuk memindahkannya.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan perancangan Vertical Rotari Gardening sebagai solusi untuk bercocok tanam di daerah perkotaan dimana sulitnya untuk melakukan kegiatan pertanian. Sistem ini berasal dari Sistem

Pertanian Vertikal. Sistem Pertanian Vertical (SPV) merupakan solusi terbaik bercocok tanam di daerah padat penduduk khususnya perkotaan (Davis *et al.* 2015). Disamping untuk mengefisienkan lahan, sistem ini juga dapat memperoleh hasil yang lebih banyak dengan penggunaan lahan terbatas. Manfaat lain dari SPV diantaranya, dapat menurunkan temperatur udara di perkotaan (DeNardo *et al.* 2005), menyerap polusi dari kendaraan bermotor (Yang *et al.* 2008; Rowe 2011), menjaga keseimbangan ekologi perkotaan (Wong *et al.* 2003; Dunnett and Kingsbury, 2004), menciptakan udara segar (Davis *et al.* 2015), dan mengurangi jumlah asap kendaraan (Van Renterghem dan Botteldooren 2009).

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk;

1. Membuat alat Vertical Rotary Gardening yang memungkinkan penanaman sayur organik dilahan sempit.
2. Menguji alat Vertical Rotary Gardening

1.3. Kegunaan Penelitian

Terciptanya alat Vertical Rotary Gardening yang dapat berfungsi dengan baik secara manual dan dapat dipergunakan oleh masyarakat perkotaan yang memiliki hobi berkebun akan tetapi memiliki lahan sempit.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan mulai September 2011 sampai dengan Juni 2012 dan berada di beberapa tempat yang berbeda, yakni untuk pembuatan alat bertempat di bengkel Riski Wijaya Makassar dan Laboratorium Bengkel Teknologi Pertanian, dan Pengujian alat bertempat di Laboratorium Exfarm Fakultas Pertanian.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan dalam 2 kategori; 1.) untuk perancangan/pembuatan alat: las listrik, las karbit, circular saw, gurinda, gergaji besi, mistar siku, meteran, amplas, sikat besi, kuas, kunci pas, kunci inggris, mesin bubut, obeng, kamera dan tang. 2.) untuk pengujian alat: Vertical Rotary Gardening, timbangan, kantong plastic, sekop, cangkul, pisau, ember, mistar, meteran, dan kamera.

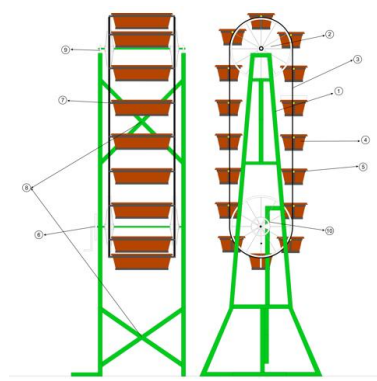
Bahan yang digunakan seperti halnya alat. Dimana dibagi dalam 2 kategori. 1.) untuk perancangan/pembuatan alat: 4 buah velg sepeda ontel 28", 6 batang besi UP 5, 2 batang as,

10 batang besi siku 3x3 cm, 2 batang besi siku 3x4 cm, 14 batang besi strep, 2 ujung besi beton bulat pejal 1", 2 ujung pipa besi 1.5", 4 bearing duduk, 15 meter sabuk puli rantai, 8 buah bout 19, 32 buah ring, 16 pot Claris, 2 kaleng cat 1 kg dan 4 buah bout 17. 2.) untuk pengujian: 1 Kg bibit kangkung cina, tanah, sekam, pupuk kandang, pupuk benasil dan air.

2.3. Perancangan Alat

2.3.1. Rancangan Fungsional

Vertical Rotary Gardening merupakan alat yang dibuat dengan system bongkar pasang, adapun bagian-bagian alat di tampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian-bagian Alat

Keterangan:

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. Tiang Penyangga | 6. Engkol |
| 2. Roda Pemutar | 7. Besi X |
| 3. V-belt | 8. Kuping V-belt |
| 4. Pot | 9. Lahar Duduk |
| 5. Rangka Pot | 10. Rehad |

1. Uraian:

1. Tiang Penyangga
Bagian ini berfungsi untuk menyangga roda pemutar. Dan sekaligus menahan beban bagian pemutar alat. Yang dimaksud dengan bagian pemutar alat adalah bagian yang terdiri dari roda pemutar, V-belt, kuping V-belt, Rangka pot, pot, media tanam dan pot.

2. Roda Pemutar

Dinamakan roda pemutar karena berfungsi untuk penggerak bagian pemutar alat. Roda pemutar terbagi atas roda pemutar atas yang berfungsi meneruskan dan mengatur putaran pada bagian atas alat dan roda pemutar bawah yang berfungsi mengatur putaran pada bagian bawah

alat, bagian ini yang diberi gaya secara manual oleh manusia.

3. V-belt

Berfungsi sebagai tempat menempelnya kuping V-belt dan merupakan tempat menempelnya pot dan rangka pot.

4. Pot

Tempat untuk menyimpan media tanam dan tanaman

5. Rangka Pot

Bagian yang menahan dan melindungi pot. Rangka pot ini menempel pada kuping V-belt dan diberi kawat las sebagai pengunci agar tidak terlepas dan jatuh.

6. Engkol

Engkol merupakan bagian untuk menggerakkan bagian pemutar alat. Engkol berada pada roda pemutar bawah.

7. Besi X

Bagian ini dijadikan sebagai kuda-kuda pada alat guna mengurangi pergerakan alat tetap berdiri kuat dan kokoh meski ditiup angin.

8. Kuping V-belt

Dinamakan kuping, karena bagiannya yang seperti kuping. Alat ini sebagai tempat untuk mengaitkan rangka pot pada V-belt.

9. Lahar duduk

Lahar duduk berfungsi sebagai alat yang mempermudah roda pemutar dalam melakukan pergerakan.

10. Rehad

Rehad merupakan singkatan dari Rel Lahar Duduk, bagian ini berada pada bagian bawah alat. Berfungsi sebagai bagian penyetel V-belt.

2.3.2. Rancangan Struktural

a. Tiang Penyangga

Tiang penyangga terbuat dari besi UP 5 dengan tinggi 367 cm panjang 180 cm dan lebar mengikuti ketebalan besi UP 5 yakni 5 cm. Tiang penyangga bentuknya seperti segitiga sama kaki dan jumlahnya dua buah.

b. Roda Pemutar

Bagian ini terdiri atas beberapa komponen, yakni Velg sepeda ontel 28" dan as. Alasan menggunakan Velg sepeda ontel, karena diameternya yang besar sehingga sangat baik untuk pengaturan jarak antar pot agar tidak saling bersentuhan..

c. V-belt

V-belt yang digunakan pada alat ini tipe rantai, dengan ukuran 750 cm berbentuk lingkaran dengan jumlah dua buah.

d. Pot

Pot yang digunakan adalah Claris 19 lt sejumlah 16 buah. Pot ini berbahan dasar plastik tahan terhadap sinar matahari. Ukuran pot adalah Panjang 67 cm, Lebar 27 cm dan tinggi 19 cm.

e. Perhitungan Kerangka pot dan berat pot

Alat ini menggunakan pot Claris tipe 19 lt, dengan ukuran panjang 67 cm, lebar 27 cm dan tinggi 19 cm. berdasarkan ukuran tersebut maka ditentukan bahwa ukuran ideal untuk keranjang adalah panjang 65 cm, lebar 21 cm dan tinggi 16 cm. dan ditambah dengan pajang besi pada 2 ujung keranjang yang masing-masing 8 cm. ukuran keranjang ditentukan berdasarkan nilai ekonomisnya dan bentuk fisik pot. Adapun berat tiap pot adalah 0,94 Kg, keranjang pot 1.46 Kg, dan massa media tanam dalam pot adalah 6 kg. sehingga dapat ditentukan bahwa berat keseluruhan untuk tiap pot adalah 8.4 Kg.

f. Engkol

Engkol dibuat dari besi cor 18 yang dipadukan dengan pipa besi. Panjangnya 30 cm.

g. Besi X

Bagian ini berjumlah dua buah. Satu diantaranya berada pada bagian atas alat dan satunya lagi pada bagian bawah. Besi X dibuat dari besi siku ukuran 4 cm x 3 cm dengan tebal 2 mm. panjang untuk tiap besi yang membentuk X adalah 110 cm.

h. Kuping V-belt

Kuping V belt terbuat dari perpaduan antara pipa besi dengan diameter dalam 2 cm dan besi strip dengan ketebalan 2 mm. panjangnya adalah 8 cm.

i. Lahar Duduk

Lahar duduk yang digunakan berukuran 2.5"

j. Rehad

Rel Lahar Duduk terbuat dari besi UP 5, yang diberi lubang secara memanjang kebawah sepanjang 60 cm. dengan lebar lubang 2 cm.

k. Perhitungan tinggi alat

Berdasarkan data dilapangan dan studi pustaka, bahwa tanaman sayur organik yang cocok untuk alat ini adalah bayam, kangkung, dan sawi, karena tanaman ini memiliki tinggi tanaman setelah

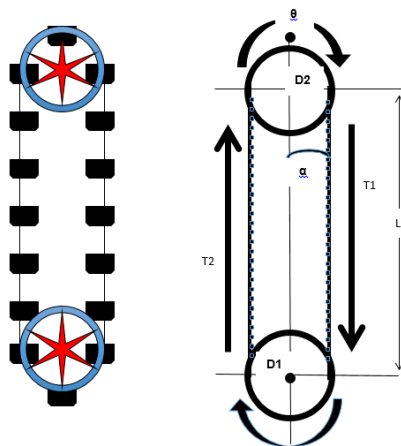
panen tidak lebih dari 50 cm. Maka dari itu tinggi alat adalah $50 \text{ cm} \times 5 + 25 \text{ cm} = 275 \text{ cm}$.

2.4. Pengujian Alat

Tahapan ini sebagai evaluasi alat, dengan indikator dapatkah alat ini digunakan pada lahan sempit dan dapat berputar sesuai yang di harapkan. Pengujian alat dilakukan selama satu bulan. Data yang diambil adalah tinggi tanaman dan biomassa. Sebagai pembandingan maka dilakukan penanaman pada lahan. Pengukuran biomassa dilakukan pada hari ke 15 dan ke 30.

2.5. Analisis Gaya

1. Menghitung Besarnya gaya pada V-belt disajikan pada Gambar 2.



Gambar 3. Analisis gaya pada bagian yang terputar

- i. Menghitung besarnya perbandingan Gaya kekencangan sabuk

$$2,3 \log \frac{T_1}{T_2} = \mu \theta \dots \dots \dots (1)$$

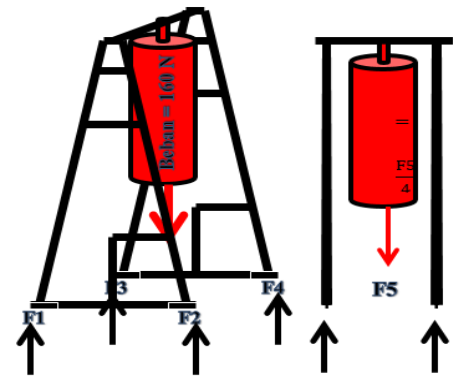
Keterangan:
 μ = Koefisien gesek
 θ = Sudut kontak
 - ii. Menghitung Gaya Sentrifugal

$$T_c = m \cdot v^2 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:
 T_c = Gaya sentrifugal (N)
 m = massa beban (kg)
 v = kecepatan rata-rata (m/s)
 - iii. Menghitung Gaya Tangensial

$$T = T_1 - T_c \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan;
 T = Gaya Tangensial
2. Menghitung besar gaya pada masing-masing titik tiang penyangga (Gambar 3)



Gambar 3. Analisis Gaya pada tiang penyangga

Dari gambar 3. dapat dituliskan bahwa analisis gaya pada masing-masing kaki alat. Dimana:

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4$$

Sehingga untuk mencari nilai pada masing-masing kaki dapat di tuliskan

$$F_5 = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

Atau

$$F_5 = 4F$$

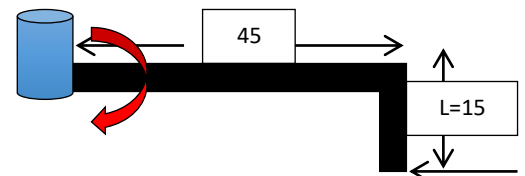
$$F = \frac{F_5}{4} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

F_5 = total gaya pada roda pemutar (N)

$F_1 = F_2 = F_3 = F_4$ = gaya pada masing-masing kaki tiang penyangga (N)

3. Menghitung momen gaya pada engkol



Gambar 4. Analisis Gaya pada Engkol

$$M_o = F \cdot L \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

M_o = Momen Gaya (Nm)

F = Gaya pada bagian alat yang terputar(N)

L = Panjang engkol (m)

3. PEMBAHASAN

3.1. Pembuatan Alat

3.1.1. Spesifikasi Alat

Vertical Rotary Garden (VEROGE) dibuat selama 25 hari (14 Januari- 8 Februari 2012), akan tetapi karena proses perbaikan konstruksi seperti penambahan tinggi alat. Membuat alat ini rampung pada tanggal 23 Mei 2012. Alat ini memiliki tinggi

400 cm, panjang 180 cm dan lebar 95 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa efisiensi lahan yang diperoleh alat ini jika dibandingkan dengan tanaman yang ditanam secara horizontal adalah 31%. Nilai ini tentunya membuat alat ini sangat cocok untuk digunakan di daerah perkotaan bagi rumah-rumah yang memiliki lahan sempit. Untuk lebih jelasnya, merujuk pada Gambar 5.



(a) (b)
Gambar 5. Alat Sebelum Dilakukan Penambahan Tinggi. (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Samping.

Gambar 6 menunjukkan alat yang dibuat pertama kali. Alat ini memiliki tinggi 3,26 meter dengan lebar 95 cm. dan panjang 120 cm. Akan tetapi pada saat pengujian selama satu bulan. Membuat V-belt pada alat melar dan pot yang berada di bagian bawah roda pemutar menyentuh tanah. Masalah tersebut dikarenakan media tanam yang terbasahi hujan terus menerus sehingga membuat semua pot mengalami penambahan berat, dan ketika kekuatan V-belt telah dilampaui maka terjadilah kemelaran. Masalah yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. V-belt Mengalami Melar Ketika Pengujian

Masalah melarnya V-belt yang ditunjukkan pada Gambar 6, diatasi dengan dua jalan. Pertama dengan menambah panjang kaki tiang penyangga sepanjang 74 cm dan pemberian kawat halus pada bagian V-belt dengan ukuran yang sama panjang

dan diberi kuku macan sebagai alat penyambungannya (lihat Gambar 7).



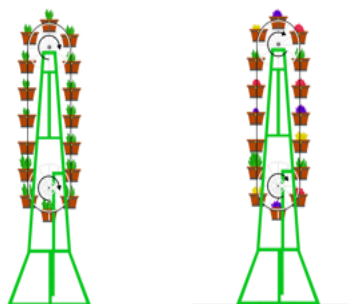
Gambar 7 Perbaikan Alat dengan Menambahkan Kawat Kalus.



Gambar 8. Setelah Dilakukan Penambahan Tinggi

Vertical Rotary Garden memiliki berat kosong (tanpa tanaman dan media tanam) sekitar 125 kg dan berat isi sekitar 220 kg. berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Hasil panen tanaman kangkung jika menggunakan alat ini sekitar 5 kg. Jumlah ini berasal dari 16 buah pot, yang isinya mencapai 60 tanaman tiap pot.

Berdasarkan pendapat yang dikemukakan oleh Pracaya (2007) dalam bukunya yang berjudul “*Bertanam Sayur Organik di Kebun, Pot dan Polibag*” bahwa keuntungan menanam sayuran organik adalah lebih mudah menanam beberapa jenis tanaman dan lahan yang digunakan lebih sempit karena pot atau polybag dapat diletakkan dalam rak yang bersusun. Hal ini tentunya dapat kita terapkan pada *Vertical Rotary Garden*. Dimana dengan jumlah pot yang ada kita dapat menanam lebih dari satu varietas sayur organik dengan catatan bahwa tanaman yang akan ditanam, tingginya tidak lebih 50 cm setelah panen. Disamping itu pula sistem petanaman kontinu dapat kita terapkan.



Gambar 9. Alat yang ditanam secara kontinu (Kiri) dan alat yang ditanam dengan 4 jenis tanaman (Kanan).

3.1.2. Analisis Gaya

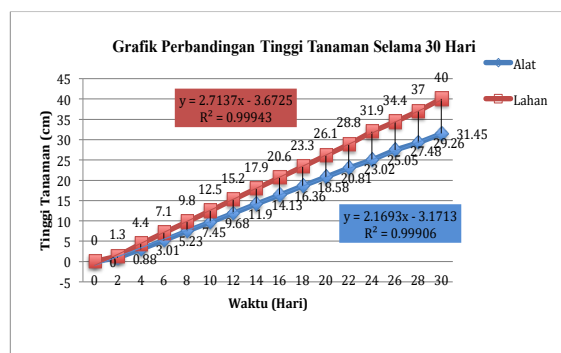
Wiheta (2010) berpendapat, dalam transmisi sabuk gilir (*timing belt*) ada tiga buah gaya yang sangat penting yaitu gaya tarik efektif F_e (kg), gaya sentrifugal T_c (kg), dan tegangan awal F_o (kg). berbeda dengan sabuk-V, gaya tarik pada sisi kondor sabuk gilir (*timing belt*) kira-kira besarnya sama dengan gaya F_c pada puli penggerak.

Berdasarkan pendapat di atas, maka pada alat ini roda pemutar yang terbuat dari velg sepeda ontel dianggap sebagai puli. Dari hasil perhitungan analisis gaya yang telah dilakukan terkhusus pada bagian V-belt. Bahwa perbandingan besarnya tegangan V-belt yakni untuk $T_1 = 18,67$ N dan $T_2 = 0,66$ N. Adapun untuk gaya sentrifugal dan gaya tangensial tidak ditentukan, karena kedua gaya tersebut digunakan pada perputaran puli dengan kecepatan tinggi. Sementara alat hanya diputar dengan kecepatan rendah.

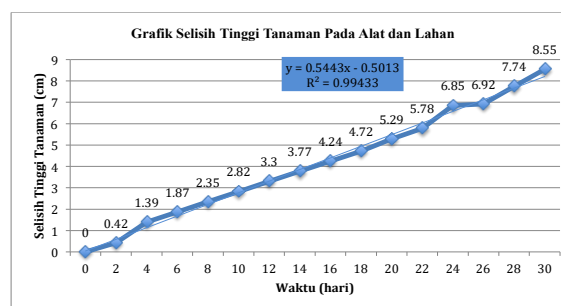
Perhitungan analisis gaya juga dilakukan pada tiang penyangga. Tiang ini berjumlah dua buah. Dari masing-masing tiang terdiri dari dua titik sehingga totalnya empat buah titik. Berdasarkan jumlah beban yang mencapai 160 N, maka diperoleh gaya pada masing-masing titik yakni F_1 , F_2 , F_3 dan F_4 adalah 40 N. Disisi lain hasil perhitungan beban pada engkol yang harus diputar adalah 24 N/m.

3.2. Uji Kinerja Alat

Uji kinerja alat berlangsung selama satu bulan. Dengan membandingkan tanaman kangkung yang ditanam pada alat dan lahan. Pada pengujian ini, kami melakukan pengambilan data setiap dua hari sekali untuk tinggi tanaman dan pada hari ke-15 dan ke-30 untuk menghitung biomassa tanaman selama sebulan. Berikut disajikan data uji kinerja alat pada Gambar 10.



Gambar 10. Perbandingan Tinggi Tanaman Kangkung Rata-rata yang Ditanam Secara Vertikal pada Alat dan Horizontal pada Lahan Selama 30 hari.



Gambar 11. Selisih Tinggi Tanaman

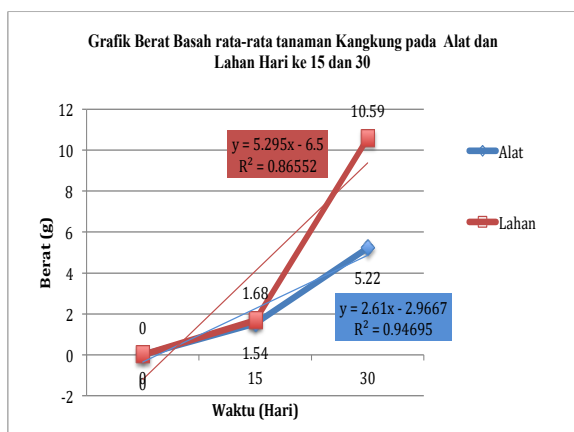
Pengukuran ini menggunakan 96 sampel tanaman dari masing-masing sistim pertanaman yakni *vertical* dan *horizontal*. Perbandingan tinggi tanaman pada Gambar 11 menunjukkan bahwa tanaman yang ditanam secara horizontal lebih tinggi dari pada tanaman yang ditanam secara vertikal pada alat. Hal ini tentunya tidak sesuai harapan yang diinginkan. Tinggi tanaman kangkung yang ditanam secara horizontal pada hari ke 30 mencapai 40 cm sementara untuk tanaman yang ditanam secara vertikal memiliki tinggi 31,45 cm atau memiliki selisih ketinggian 8 cm.

Faktor utama yang mempengaruhi perbedaan tinggi tanaman adalah intensitas cahaya, dengan lama penyinaran sinar matahari (*Shadring factor*) sekitar 7 jam/hari. Karena ketika pengujian hari ke 20 di lapangan intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman pada alat tidak maksimal. Hal itu disebabkan, *Vertical Rotary Garden* mengalami masalah, yakni berat pot yang semakin hari terus bertambah (media tanam banyak mengandung air) disebabkan hujan yang terus terjadi dan mengakibatkan V-belt meregang/molor hingga 35 cm dan menyentuh tanah,, akibat massa pot yang tidak bisa ditahan lagi. Sejak hari ke-20 tersebut pemutaran tanaman tidak dilakukan secara rutin untuk menghindari masalah yang lebih besar

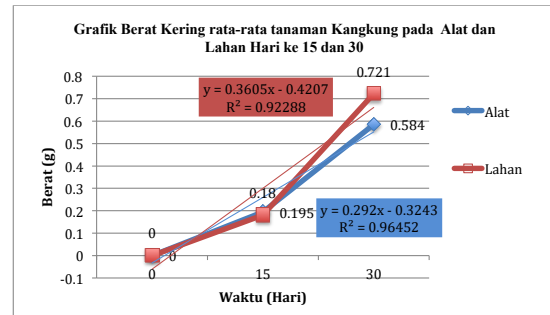
seperti putusya V-belt, dan tanaman mengalami perbedaan yang signifikan, dimana tanaman yang berada pada bagian atas alat mengalami pertumbuhan lebih baik dan produktif dari pada tanaman yang berada dibawahnya, dikarenakan pendistribusian cahaya yang tidak merata. Dan akhirnya tanaman yang ditanam horizontal memiliki hasil ketinggian tanaman yang baik dan lebih produktif karena mendapatkan cahaya lebih banyak.

Intensitas cahaya bagi kelangsungan hidup tanaman sangat penting. Apabila cahaya berada pada kisaran yang optimum untuk pertumbuhan serta perkembangan tanaman, dan tanaman tersebut mendapatkan perlakuan yang baik, maka akan diperoleh hasil panen yang tinggi. Apabila intensitas cahaya berada di bawah kisaran optimum, maka jumlah energi yang tersedia untuk penggabungan CO₂ dan air menjadi sangat rendah, sehingga pembentukan karbohidrat menjadi tetekan. Akibatnya terjadi penurunan pada hasil panen. Sementara itu, apabila intensitas cahaya berada di atas kisaran optimum maka hasil panen yang diperoleh juga akan mengalami penurunan (Zulkarnain, 2009).

Hasil pengukuran biomassa tanaman juga mengalami perbedaan. Pengukuran biomassa tanaman ini dilakukan selama dua kali pada hari ke 15 dan ke 30 setelah tanam. Jumlah sampel yang digunakan adalah 16 tanaman dari dua system pertanaman. Hasil pengukuran biomassa tanaman disajikan pada Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Perbandingan Berat Basah Tanaman Kangkung pada Hari ke 15 dan 30 yang Ditanam Secara Vertikal pada Alat dan Horizontal pada Lahan.



Gambar 13. Perbandingan Berat Kering Tanaman Kangkung pada Hari ke 15 dan 30 yang Ditanam Secara Vertikal pada Alat dan Horizontal pada Lahan.

Data pada Gambar 12 dan 13 menunjukkan bahwa hasil pengukuran biomassa tanaman dari segi berat tanaman rata-rata sebelum dan setelah dikeringkan. Dimana terlihat bahwa tanaman yang ditanam di lahan massanya lebih tinggi dibanding dengan tanaman yang ditanam pada alat. Untuk tanaman yang ditanam pada lahan memiliki berat rata-rata sebelum dikeringkan adalah 1,68 g pada hari ke-15 dan 10,59 g hari ke-30. Sementara itu untuk tanaman yang ditanam pada alat hasil biomassa sebelum dikeringkan dapat dituliskan secara berurutan adalah hari ke-15 1,54 g dan hari ke-30 5,22 g.

Biomassa tanaman setelah dikeringkan memiliki hasil yang berbeda juga. Akan tetapi selisihnya tidak terlalu besar dibandingkan dengan perlakuan sebelum dikeringkan. Pengeringan tanaman kangkung dilakukan dengan 2 cara. Untuk sampel hari ke 15 dikeringkan di bawah sinar matahari selama 8 hari. Sedangkan untuk sampel hari ke 30 dikeringkan pada oven dengan suhu 60 °C selama 4 hari. Tujuan pengeringan adalah untuk mendapatkan berat kering sampel dan membandingkan berat sampel dari dua system pertanaman.

Pada Gambar 17 terlihat bahwa berat kering tanaman kangkung yang ditanam secara vertical lebih tinggi dari pada tanaman yang ditanam secara horizontal. Dengan nilai secara berurutan 0,198 g dan 0,18 g. hal ini tentunya mengalami perubahan. Dimana pada perlakuan sebelum dikeringkan kangkung yang ditanam di lahan lebih berat dari kangkung yang di tanam pada alat. Dari hasil ini terdapat dapat dipastikan bahwa pengeringan yang terjadi pada sampel yang ditanam pada alat tidak berlangsung maksimal karena pengaruh cuaca pada waktu itu yang sering hujan dan mendung.

Hari ke-30 memiliki nilai perbandingan yang selisihnya kecil. Untuk tanaman yang ditanam pada

lahan beratnya rata-ratanya mencapai 0,721 g dan tanam yang ditanam pada alat beratnya mencapai 0,584 g. Hasil ini tentunya dapat dipastikan bahwa tanaman yang ditanam di lahan lebih baik pertumbuhannya karena banyak mendapatkan suplai makanan dari tanah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pracaya (2007), dimana pertumbuhan yang baik akan diperoleh pada tanah liar berpasir yang cukup mengandung bahan organik, gembur, remah, dan tidak mudah tergenang air. Sedangkan untuk tanaman pada alat pertumbuhannya sangat baik pula, akan tetapi keterbatasan unsur hara pada luasan pot membuat tanaman tidak bisa menyaingi tinggi dan berat tanaman.

Perbedaan lain juga dapat terdapat pada hasil pengukuran diameter batang setelah hari ke-30. Dimana untuk tanaman yang ditanam pada alat diameter batang rata-ratanya adalah 0,422 cm dan untuk tanaman yang ditanam pada lahan diameternya 0,544 cm.

Hasil ini tentunya sangat baik. Meski memiliki perbedaan dari tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar, jumlah daun dan biomassa, akan tetapi perbedaan yang tidak terlalu besar dapat diabaikan. Karena esensi penelitian ini ada pada efisiensi lahan yang dihasilkan, yang tentunya membuat alat ini layak digunakan di daerah perkotaan untuk tanaman sayur organik tanpa meniadakan prinsip pertanian organik yakni penggunaan bahan-bahan organik pada setiap tahapan budidaya, dan menjaga kelestarian/keharmonisan atau inter-relasi diantara komponen ekosistem (manusia, hewan, tanaman dan sumberdaya alam) secara berkesinambungan dan lestari (Zulkarnain, 2009).

Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Vertical Rotary Gardening dapat digunakan di lahan sempit perkotaan, karena memiliki efisiensi lahan 31%.
2. Hasil penen tanaman kangkung dari VEROGE lebih pendek dan lebih ringan dari tanaman kangkung yang dipanen pada lahan horizontal.
3. VEROGE dapat berfungsi dengan baik, karena pemberian air, pupuk dan perawatan tanaman telah menjadi mudah, yakni cukup dengan memutar engkol untuk menurunkan tanaman-

tanaman yang berada pada bagian atas alat.

Saran

Perancangan dan pembuatan Vertical Rotary Gardening ini masih dalam tahap awal, untuk itu kedepannya masih akan dikembangkan dengan system teknologi canggih sehingga penggunaannya lebih mudah dan praktis dalam mengoperasikannya. Contoh teknologi tersebut adalah system otomasi pada pemutar alat dan system pengairan yang terkontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Davis, M.M., Hirmer, S. 2015. The Potential for Vertical Gardens as Evaporative Coolers: an Adaptation of the 'Penman Monteith Equation'. *Journal of Elsevier of Building and Environment* 92 (2015) 135-141.
- DeNardo, J.C., Jarrett, A.R., Manbeck, H.B., Beattie, D.J., Berghage, R.D. 2005. Stormwater mitigation and surface temperature reduction by green roofs. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers (ASAE)* 48, 1491-1496.
- Haik, Y. 2003. *Engineering Design Process*. Thomson Learning: USA
- Isman M. 2009. *Evaluasi Penyusutan Lahan Basah Akibat Pemondokan Di Kecamatan Tamalanrea Pada Citra Landsat*. Universitas Hasanuddin: Makassar
- Joseph, A. 2003. *Ilmu Pengetahuan Populer Jilid 4*. Ikrar Mandiri Abadi: Jakarta
- Pracaya. 2007. *Bertanam Sayuran Organik Di Kebun, Pot dan Polibag*. Penebar Swadaya: Jakarta
- Rowe, D.B. 2011. Green roofs as a means of pollution abatement. *Environmental Pollution* 159, 2100-2110.
- Soerkartawi, 1995. *Analisis Usaha Tani*. Penerbit Universitas Indonesia: Jakarta
- Van Renterghem, T., Botteldooren, D. 2009. Reducing the acoustical facade load from road traffic with green roofs. *Building and Environment* 44, 1081-1087.
- Wong, N.H, Chen, C.L., Ong, C.L., Sia, A. 2003. The effects of rooftop garden in the tropical environment. *Building and Environment* 38, 261-270.
- Yang, J., Yu, Q., Gong, P. 2008. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment* 42, 7266-7273.

Zulkarnain. 2009. *Dasar-dasar Hortikultura*. Bumi
Aksara: Jakarta