

OTOMATISASI PENGENDALIAN CARA PENGAIRAN DAN PEMBERIAN NUTRISI PADA SISTEM TANAM HIDROPONIK UNTUK TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa L.*)

AUTOMATIZATION CONTROL OF IRRIGATING AND NUTRITION PROVISIONING ON HYDROPONIC PLANTING SYSTEM FOR LETTUCE (*Lactuca sativa L.*)

Rachmat Yudha Koswara ¹⁾ dan Nur Kadarisman, M.Si.²⁾

NIM. 12306141037¹⁾ dan NIP. 19640205 199101 1 001²⁾

Mahasiswa Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta ¹⁾ dan

Dosen Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta²⁾

yudha8181@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan membuat rancang bangun sebuah sistem kontrol pengendalian air otomatis dengan sistem *ON-OFF* untuk tanaman selada (*Lactuca sativa L.*) dengan media hidroponik yang dirancang guna memperoleh efisiensi penggunaan energi listrik. Volume air di dalam media hidroponik dikontrol dengan rangkaian *water level control* yaitu dengan menggunakan komponen utama SCR (*Silicone Controlled Rectifier*) PIR T9. Rangkaian ini berkerja dengan menggunakan tiga buah elektroda yang dipasang vertikal pada ujung media hidroponik. Elektroda atas berfungsi mematikan pompa air saat level air pada media hidroponik menyentuh elektroda ini. Fungsi elektroda tengah untuk menyalakan pompa air saat level air melewati elektroda tengah. Sedangkan fungsi elektroda bawah adalah sebagai *common* dari *power* +12V yang tidak mempengaruhi hidup atau matinya pompa air. Setelah pompa air menyala, maka level ketinggian air pada media hidroponik akan naik dan kembali menyentuh elektroda atas yang membuat pompa air mati. Dengan menggunakan sistem ini pompa air hanya akan hidup saat level air dalam media hidroponik melewati elektroda tengah dan pompa air tidak akan hidup terus menerus sehingga akan menghasilkan efisiensi dan menghemat penggunaan energi listrik. Dalam penelitian ini, rancang bangun sistem kontrol pengendalian air otomatis berhasil dibuat dengan rangkaian *water level control* yang dirancang menggunakan komponen utama SCR dengan 3 elektroda. Dengan menggunakan sistem ini, energi listrik yang digunakan hanya sebesar 4,226 watt.jam selama 1 bulan (30 hari) untuk media hidroponik dengan diameter paralon 4 *inch* dan panjang lintasan 2,5 meter yang berisi 9 tanaman selada. Jika dibandingkan dengan siklus pengairan *non-stop*, sistem ini akan menghemat energi listrik sebesar 28795,744 watt.jam dan memberikan efisiensi sebesar 99.98 %.

Kata kunci: hidroponik, pompa air, elektroda.

Abstract

This research aimed to design an automatic water control system with ON-OFF for lettuce (Lactuca sativa L.) with hydroponic media designed to obtain efficient use of electrical energy. The volume of water in hydroponic media was controlled by a series of water level control by using main component of SCR (Silicone Controlled Rectifier) PIR T9. This circuit worked by using three electrodes mounted vertically at the end of the hydroponic media. The top electrode function is to turn off water pump when the water level in the hydroponic media touch these electrodes. The function of the middle electrode is to turn on the water pump when the level of water passed through the middle electrode. While the function of the bottom electrode is as common of +12V power which does not affect the on or off of a water pump. After the water pump turns on, the water levels in hydroponic media would increase and touch the top electrode that made the water pump off. By using this system, the water pump will only be on when the water level in the hydroponic media passes the middle electrode and water pumps will not on continuously so that it will produce efficiency and energy savings of electricity. In this research, the design of water control system has successfully created with a series of Water Level Control that is designed by using the main component of SCR with three electrodes. By using this system, electrical energy that used is only 4.226 watt.hour for a month (30 days) for hydroponic media with 4 inch diameter PVC pipe and a path length of 2.5 meters containing 9 lettuce plants. If compared with non-stop watering cycle, the system saved electric energy by 28795.744 watt.hour and provided an efficiency of 99.98 %.

Keywords: hydroponic, water pump, electrode.

I. PENDAHULUAN

Hidroponik adalah budidaya tanaman dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Kebutuhan air pada hidroponik lebih sedikit daripada kebutuhan air pada budidaya dengan tanah. Hidroponik menggunakan air dengan lebih efisien, jadi cocok diterapkan pada daerah yang memiliki pasokan air yang terbatas.

Hidroponik muncul sebagai alternatif pertanian lahan terbatas. Sistem ini memungkinkan sayuran ditanam di daerah yang kurang subur/daerah sempit yang padat penduduknya. Pengembangan hidroponik di Indonesia mempunyai prospek yang cerah, baik untuk mengisi kebutuhan dalam negeri maupun merebut peluang ekspor. Penerapan hidroponik secara komersial di Indonesia dimulai tahun 1980 di Jakarta untuk memproduksi sayuran dan buah bernilai ekonomi tinggi.

Banyak petani di Indonesia menggunakan sistem hidroponik karena bercocok tanam dengan sistem ini memiliki banyak keuntungan. Salah satunya adalah kualitas tanaman yang baik. Dengan meningkatnya kualitas tanaman, maka secara otomatis mendongkrak harga tanaman di pasaran. Karena itu kebanyakan tanaman yang dikembangkan dengan sistem hidroponik adalah tanaman yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi.

Tanaman yang dibudidayakan dengan hidroponik juga lebih mudah terhindar dari erosi dan kekeringan. Dengan perawatan

intensif, satu tanaman pada sistem hidroponik dapat menghasilkan lebih banyak dari pada tanaman yang ditanam secara konvensional. Pertanian dengan cara hidroponik juga terbilang lebih cepat dibandingkan dengan cara konvensional, karena para petani tidak perlu waktu terlalu lama untuk menunggu masa tanam atau masa panen. Hal terpenting dalam menanam secara hidroponik adalah menjaga pasokan air yang masuk ke dalam petak tanaman [1].

Sejauh ini, sistem irigasi yang diterapkan pada tanaman hidroponik masih bersifat manual. Para petani menyiram langsung tanamannya sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dan menggunakan *timer* bukan berdasarkan kebutuhan air dan nutrisi tanaman itu sendiri. Dari sistem otomatisasi nyala pompa air pada sistem hidroponik ini maka dibuatlah sistem kontrol yang secara otomatis akan memberikan pasokan air yang dibutuhkan oleh tanaman hidroponik agar menghemat penggunaan air dan energi listrik yang digunakan untuk menyalakan dan mematikan kerja pompa air guna memasok kebutuhan air yang benar-benar dibutuhkan oleh tanaman.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan kurang lebih 8 bulan yaitu dari bulan September 2015 hingga Mei 2016. Penelitian dilakukan di halaman depan rumah Bapak Slamet di daerah Kotagede Yogyakarta.

B. Instrumen Penelitian

1. *Greenhouse*
2. Kit Hidroponik
3. *Water Flow Sensor*
4. Arduino
5. LCD 16x2
6. Kabel + *Jumper*
7. Aquarium
8. Pupuk AB *mix*
9. Air
10. Solder
11. Tinol
12. Komponen-komponen *Water Level*

Control :

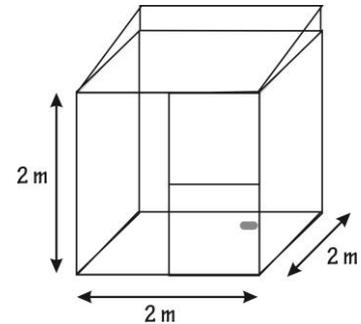
- a. SCR PIR T9
- b. Relay 12 volt
- c. Dioda 1N 4002
- d. Resistor 1k Ω
- e. Transistor BC 547
- f. Kapasitor 330 μ F
- g. Transformator 220V/500mA
- h. Kabel kawat (sebagai elektroda)
- i. PCB
- j. Pompa air AA-104 220-240V/40 watt 50 Hz
- k. Pompa air SP 1200 A 220V-240V/18 watt 50 Hz
- l. Adaptor

C. Metode dan Teknik Pembuatan Alat

1. Tahap rancang bangun alat.
 - a. Pembuatan *greenhouse*.

Greenhouse dibuat dengan bentuk kubus dengan panjang sisi-sisinya yaitu 2 m dan terbuat dari

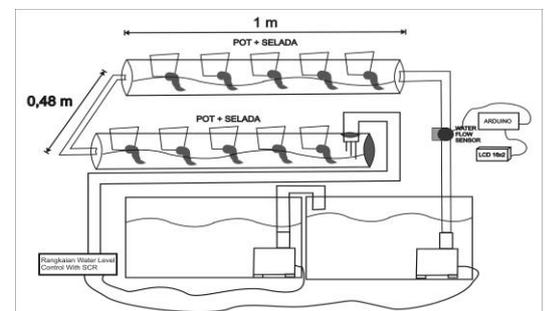
kayu sebagai kerangka dan plastik bening sebagai penutup seluruh sisi *greenhouse*. Untuk atapnya digunakan mika bening bergelombang.



Gambar 1. Skema *greenhouse*

b. Perancangan media hidroponik.

Perancangan media hidroponik menggunakan sistem sumbu (*Wick*) dengan 2 buah paralon besar ukuran 4 *inch* yang dihubungkan sejajar dengan ketinggian dari permukaan tanah yang berbeda. Dalam satu paralon terdapat 5 lubang tempat peletakan pot yang berisi tanaman. Media hidroponik ini tersambung dengan pompa air guna mengisi media hidroponik dengan air dan nutrisi pada wadah penampungan.

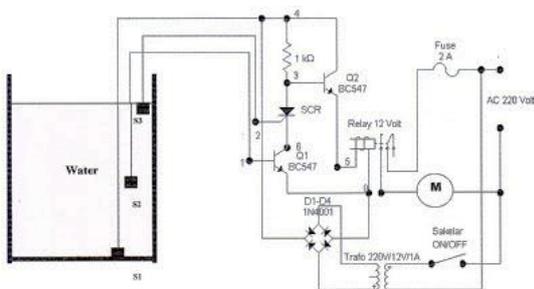


Gambar 2. Media hidroponik

2. Tahap perancangan *water level control*.

Rangkaian ini menggunakan sensor kawat sebagai elektroda dimana jika level air pada tandon berada di bawah sensor elektroda tengah (S_2) maka pompa air akan mengisi secara otomatis. Pengisian air akan mati secara otomatis pula setelah level air dalam tandon menyentuh elektroda atas (S_3).

Rangkaian ini bekerja dengan sumber tegangan 220 V AC kemudian masuk ke *power supply*, masuk ke rangkaian logika dengan tegangan 12 V DC, masuk ke relay DC dengan tegangan yang sama, dan kemudian masuk ke motor AC 220 V, sehingga motor bisa berjalan. Motor berjalan secara otomatis dan mengisi air. Dan pada saat air sudah menyentuh sensor kawat yang pendek (S_3) pengisian air akan berhenti dan motor AC akan mati.

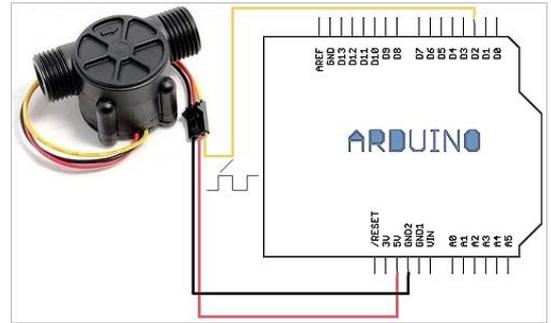


Gambar 3. Rangkaian *water level control*

3. Tahap perancangan *water flow sensor*

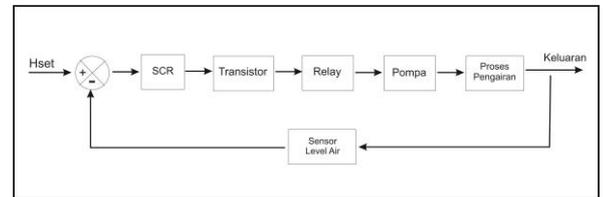
Water flow sensor ini digunakan untuk mengetahui laju aliran air yang mengalir pada pipa, menghitung jumlah banyaknya air dan waktu yang diperlukan pompa dari *on* menuju *off*. *Water flow sensor* ini dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino dan

juga pendisplay *LCD* 16x2 yang sumber tegangannya adalah dari adaptor.



Gambar 4. Penyambungan *water flow sensor* dengan Arduino

4. Prinsip kerja rangkaian *water level control*



Gambar 5. Diagram blok sistem kontrol

Berdasarkan Gambar 5 diagram blok *water level control* di atas, *set point* yang digunakan adalah tinggi elektroda *H*. Sensor level air akan mendeteksi level air pada media hidroponik. Level air pada media hidroponik yang disensor oleh sensor level air kemudian akan dibandingkan dengan *set point* yang selanjutnya akan mempengaruhi besar arus yang keluar dari SCR. Kemudian *output* dari SCR adalah arus *gate* yang akan masuk ke blok transistor yang menghasilkan *output* arus basis yang kemudian akan menggerakkan kontak relay. Jika relay dalam keadaan *normally close* maka akan menyalakan pompa air dan mengisi media hidroponik dengan

campuran air dan nutrisi. Level air pada media hidroponik akan berubah dengan menyalnya pompa air dan level air akan kembali dibandingkan dengan *set point* yang menjadikannya sistem *closed loop*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Alat pengairan dan pemberian nutrisi otomatis

1. Karakterisasi SCR

Tabel 1. (Q1 on ; Q2 off ; SCR off)

	V _{re}	V _{ce}	I _c	I _e	V _{ak}	V _{ag}	V _{kg}	I _k	I _g
	volt	volt	mA	mA	volt	volt	volt	mA	mA
Q1	0,6	0,8	33	-	-	-	-	-	-
Q2	0	0	0	0	-	-	-	-	-
SCR	-	-	-	-	0,4	1,2	0	0	0

Tabel 2. (Q1 on ; Q2 hampir on)

	V _{ce}	V _{be}	V _{rb}	V _{re}	I _c	I _b	I _e
	volt	Volt	Volt	volt	ma	mA	mA
Q1	0,8	0,6	0,05	0,8	0	0,05	8,5
Q2	0	0,8	-	-	12	11,5	12,5

Tabel 3. (Q1 off ; Q2 on ; SCR on)

	V _{ce}	V _{be}	V _{rb}	V _{re}	I _c	I _b	I _e	V _{ak}	V _{ag}	V _{kg}	I _k	I _g
	volt	volt	Volt	Volt	mA	mA	mA	volt	volt	volt	mA	mA
Q1	11	0,6	10	11	0	11	8,5	-	-	-	-	-
Q2	0	0,8	-	-	12	11	12	-	-	-	-	-
SCR	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0	0,8	11,5	10,5

a. Saat proses pengisian air

- 1) Saat elektroda S1 terbenam dalam air, maka Q₁ = on ; Q₂ = off ; SCR = off (data pada Tabel 1).
- 2) Ketika level air membenamkan sensor S₁ dan S₂, maka Q₁ = on ; Q₂ = hampir on (data pada Tabel 2). Pada keadaan ini tidak ada pengaruh pompa air yang artinya pompa air masih tetap menyala.
- 3) Level air akan menyentuh elektroda S₃ yang artinya elektroda S₁, S₂, S₃ tenggelam dalam air, maka Q₁ = off ; Q₂ = on ; SCR = on (data pada Tabel 3).

b. Saat proses pengosongan air

- 1) Sensor S₃ tidak terkena air.
- 2) Arus banyak lewat SCR karena SCR masih bekerja (prinsip kerja SCR).
- 3) Q₂ juga bekerja karena V_{be} terpenuhi (V_{be} = 0.6 volt).
- 4) Q₁ tidak bekerja kerana V_{be} tidak terpenuhi.
- 5) Relay tidak bekerja, pompa mati.
- 6) Level air turun melewati elektroda tengah yang menyebabkan sensor S₂ tidak terkena air.
- 7) Q₂ tidak bekerja karena V_{be} tidak terpenuhi.
- 8) SCR off.
- 9) Arus Basis (I_b) / V_{be} terpenuhi, Q₁ bekerja.
- 10) Relay bekerja dan pompa air akan hidup.

2. Data respon SCR

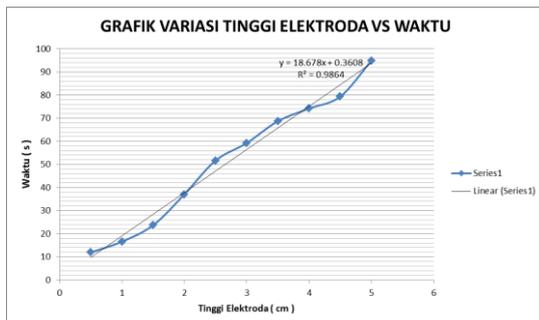
Pengambilan data respon kecepatan SCR ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan pompa air untuk mengisi bak penampungan yang berisi tiga elektroda yang divariasikan jaraknya.

Tabel 4 Respon kecepatan pengisian air

Tinggi Antar Elektroda (cm)	Waktu (sekon)
0.5	11.924
1	16.576
1.5	23.701
2	37.032
2.5	51.649
3	59.248
3.5	68.714
4	74.187
4.5	79.362
5	94.849

Tabel 5. Data karakterisasi instrumen

Ukuran Aquarium :	
Panjang	40 cm
Lebar	20 cm
Tinggi	25 cm
Diameter Selang	1.4 cm
Data Pompa :	
Merk	Amara SP-1200A
Tegangan	220V - 240V
Frekuensi	50 Hz
Daya	18 Watt



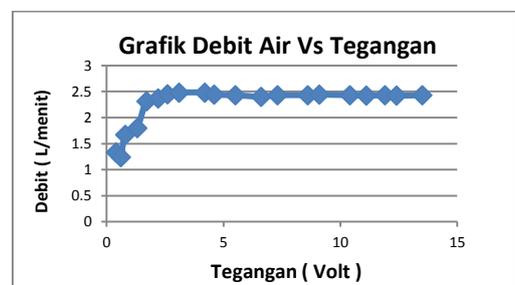
Gambar 4. Grafik variasi tinggi elektroda vs waktu pengisian air.

3. Karakterisasi *water flow sensor*.

Karakterisasi ini dilakukan dengan memasang *water flow sensor* dengan selang yang terhubung dengan kran air. *Water flow sensor* juga dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino yang diberi tegangan 5 volt dari adaptor. Kemudian kaki pin *output* dan *ground* dihubungkan pada voltmeter DC yang nantinya akan diukur perubahan tegangannya untuk variasi debit air yang telah divariasikan dengan putaran kran air. Sebelum melakukan karakterisasi ini, sudah dilakukan perhitungan debit air guna mencocokkan hasil debit air yang terhitung menggunakan Arduino dengan cara menghitung waktu yang digunakan untuk mengisi bak penampungan pada volume tertentu.

Tabel 6. Data karakterisasi *water flow sensor*.

Debit Air (Liter/Menit)	Tegangan DC (Volt)
0.4	1.33
0.6	1.24
0.8	1.67
1.3	1.8
1.7	2.31
2.2	2.37
2.6	2.45
3.1	2.48
4.2	2.48
4.6	2.44
5.5	2.43
6.6	2.4
7.3	2.43
8.6	2.43
9.1	2.44
10.4	2.43
11.1	2.42
11.9	2.43
12.4	2.42
13.5	2.43



Gambar 5. Grafik debit air vs tegangan.

Penggunaan *water flow sensor* ini adalah sebagai bantuan untuk mengetahui debit air dari pompa air dan nutrisi yang mengalir ke media hidroponik. Karakterisasi ini dilakukan untuk mencocokkan debit air yang mengalir dari segi waktu. Pada penelitian ini debit air yang di-*set* adalah 3.5 liter/menit dengan menggunakan kran yang terpasang pada media hidroponik.

B. Efisiensi energi listrik

Dari semua sistem yang telah dibuat, maka dari penelitian ini dapat dihitung efisiensi penggunaan air dan daya listrik selama satu bulan (30 hari).

Tabel 7. Data hasil penelitian.

No	Tanggal	Volume Air (Liter)		Waktu (Menit)		Waktu Total (Jam)	WattJam Total
		P. Besar	P. Kecil	P. Besar	P. Kecil		
1	11-04-16	4.4	0	1.26	0	0.02095	0.838
2	13-04-16	1.6	0	0.46	0	0.00762	0.305
3	15-04-16	4	5.2	1.14	1.14	0.03810	1.102
4	18-04-16	0.8	0	0.23	0	0.00381	0.152
5	23-04-16	3.2	0	0.91	0	0.01524	0.610
6	29-04-16	2.4	0	0.69	0	0.01143	0.457
7	04-05-16	2	0	0.57	0	0.00952	0.381
8	08-05-16	0.8	0	0.23	0	0.00381	0.152
9	11-05-16	1.2	0	0.34	0	0.00571	0.229
Jumlah		20.4	5.2	Total Daya (Wh)		4.226	
Total Air (Liter)		25.6					

Dari hasil data yang diperoleh, daya pompa besar sebesar 40 watt dan daya pompa kecil sebesar 18 watt dan debit air diatur konstan 3.5 liter/menit. Perhitungan lama waktu pompa menyala dapat diketahui dengan menghitung volume dibagi dengan debit air. Dari awal tanam sampai panen yaitu 30 hari dan pompa hanya hidup sebanyak 9 kali. Dari data di atas dihasilkan bahwa dari awal tanam selada sampai dengan panen hanya membutuhkan campuran air + nutrisi sebanyak 25.6 liter dan daya listrik sebesar 4.226 watt.jam untuk media hidroponik dengan diameter paralon 4 *inch* dan panjang lintasan 2,5 meter yang berisi 9 tanaman selada. Sistem ini sangat efisien jika dibandingkan dengan siklus pengairan *non-stop* yang menghabiskan energi listrik sebesar 28800 watt.jam. Efisiensi dihitung dengan perbandingan selisih daya listrik siklus air *non-stop* dan sistem dengan siklus air sistem yang dikalikan 100%. Efisiensi yang didapatkan adalah sebesar 681395,5 % dengan menghemat energi listrik sebesar 28795,744 watt.jam serta menghasilkan efisiensi energi listrik sebesar 99,98 %.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang otomatisasi pengendalian pengairan dan pemberian nutrisi otomatis dengan sistem tanam hidroponik, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini telah dibuat rancang bangun sistem kontrol pengendalian air otomatis dengan rangkaian *water level control* yang dirancang menggunakan komponen utama SCR (*Sillicone Controlled Rectifier*) dengan 3 elektroda, dimana elektroda atas berfungsi mematikan pompa air, elektroda tengah berfungsi menyalakan pompa air dan elektroda bawah berfungsi sebagai *common* dari *power* +12V yang tidak mempengaruhi hidup atau matinya pompa air.
2. Energi listrik yang digunakan hanya sebesar 4,226 watt.jam selama 1 bulan (30 hari) untuk media hidroponik dengan diameter paralon 4 *inch* dan panjang lintasan 2,5 meter yang berisi 9 tanaman selada. Jika dibandingkan dengan siklus pengairan *non-stop*, sistem ini akan menghemat energi listrik sebesar 28795,744 watt.jam serta menghasilkan efisiensi energi listrik sebesar 99,98 %.

B. Saran

Saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan media tanam hidroponik di dalam *greenhouse* sebaiknya diberikan ventilasi udara agar suhu *greenhouse* tidak terlalu panas.
2. Diperlukan kajian lebih lanjut tentang konsentrasi nutrisi untuk media tanam hidroponik.
3. Perlu pengetahuan dan pembelajaran dalam penyemaian selada (*Lactuca sativa L.*) karena akan mempengaruhi pertumbuhan selada.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ida Syamsu Roidah. 2014. *Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik*. Tulungagung: Bonorowo.

Yogyakarta, Agustus 2016

Mengetahui,

Reviewer

Pembimbing

Agus Purwanto, M.Sc.
NIP. 19650813 199512 1 001

Nur Kadarisman, M.Si.
NIP. 19640205 199101 1 001