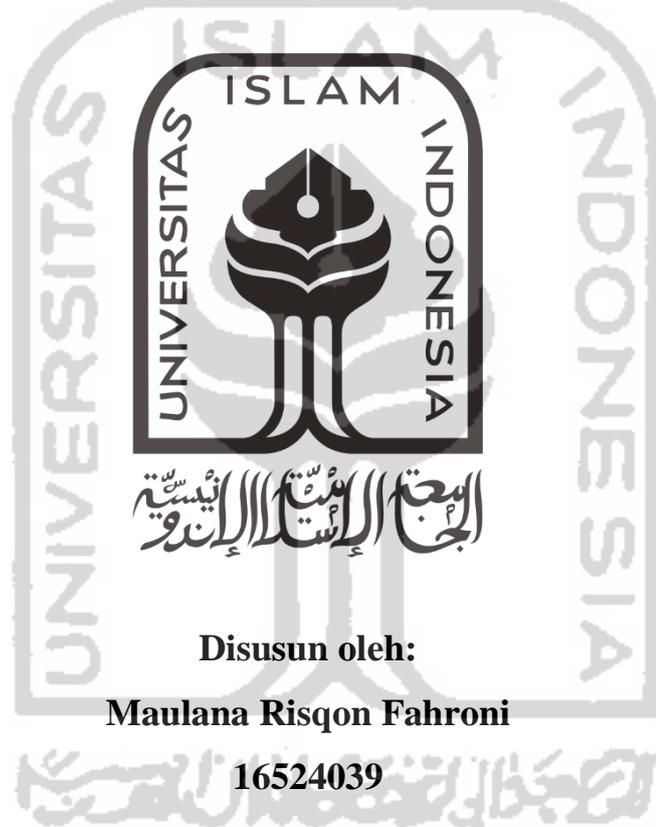


**OTOMATISASI PENYIRAMAN TANAMAN BAWANG MERAH  
DENGAN METODE IRIGASI KABUT BERBASIS ARDUINO  
DAN IOT**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S1



**Disusun oleh:**

**Maulana Risqon Fahreni**

**16524039**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta**

**2020**

# LEMBAR PENGESAHAN

## OTOMATISASI PENYIRAMAN TANAMAN BAWANG MERAH DENGAN METODE IRIGASI KABUT BERBASIS ARDUINO DAN IOT

### TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Maulana Risqon Fahrani  
16524039

Yogyakarta, 19-06-2020

Menyetujui,

Pembimbing 1



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.  
035240102

# LEMBAR PENGESAHAN

## SKRIPSI

### OTOMATISASI PENYIRAMAN TANAMAN BAWANG MERAH DENGAN METODE IRIGASI KABUT BERBASIS ARDUINO DAN IOT

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Maulana Risqon Fahrani**

16524039

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 9 Juli 2020

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng. 

Anggota Penguji 1: Dzata Farahiyah, S.T., M.Sc. 

Anggota Penguji 2: Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng. 

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 4 Agustus 2020

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Anwar, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101



## PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 19 Juni 2020



Maulana Risqon Fahroni

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

## KATA PENGANTAR

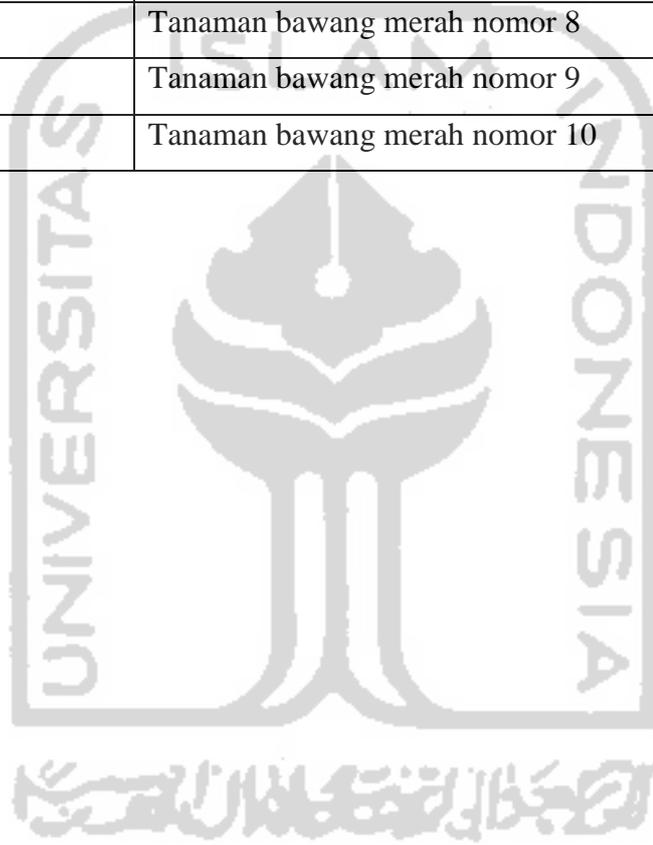
Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “OTOMATISASI PENYIRAMAN TANAMAN BAWANG MERAH DENGAN METODE IRIGASI KABUT BERBASIS ARDUINO DAN IOT” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya terdapat hambatan serta rintangan yang penulis hadapi, namun pada akhirnya dapat terselesaikan berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun materiel. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya penelitian ini dapat diselesaikan dengan lancar dan tepat waktu tanpa kendala yang berarti.
2. Orang tua dan anggota keluarga yang telah memberikan *support* baik dalam bentuk moril maupun materiel selama penelitian ini berlangsung.
3. Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta arahan dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis.
4. Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng. selaku sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Yoga Murtono yang telah memberikan masukan berupa gagasan serta ide – ide dan setia menemani selama penelitian berlangsung.
7. Septian Reza Pahlevi yang telah memberikan *support* dan meminjamkan peralatan – peralatan yang dibutuhkan selama penelitian.
8. Hasan Mubarak yang telah mengajarkan dan membimbing dalam pembuatan program *IoT (Internet of Thing)*.
9. *Madhang Squad* yang selalu mengingatkan dan menemani selama penelitian berlangsung.
10. Teman – teman serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

T1	Tanaman bawang merah nomor 1
T2	Tanaman bawang merah nomor 2
T3	Tanaman bawang merah nomor 3
T4	Tanaman bawang merah nomor 4
T5	Tanaman bawang merah nomor 5
T6	Tanaman bawang merah nomor 6
T7	Tanaman bawang merah nomor 7
T8	Tanaman bawang merah nomor 8
T9	Tanaman bawang merah nomor 9
T10	Tanaman bawang merah nomor 10



## ABSTRAK

Tanaman bawang merah dapat ditanam pada dua musim yaitu pada musim kemarau (*in sesason*) dan pada musim penghujan (*off season*). Penanaman bawang merah *off season* tidak semudah menanam bawang merah *in season*. Hal tersebut dikarenakan meningkatnya penyakit dan hama yang menyerang tanaman bawang merah pada musim tanam tersebut. Salah satu cara meminimalisir tanaman terinfeksi penyakit tersebut yaitu dengan melakukan penyiraman pada pagi hari dan melakukan penyiraman setelah terjadinya hujan. Metode penyiraman yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode irigasi kabut. Sistem penyiraman akan bekerja pada pukul 05.30 serta setelah terjadinya hujan. RTC DS3231 digunakan untuk mengaktifkan sistem penyiraman pada pukul 05.30 pagi. Sedangkan sensor pendeteksi hujan (*rain sensor*) dan sensor kelembapan tanah digunakan untuk mengaktifkan sistem penyiraman setelah terjadinya hujan. Selain itu, nilai pembacaan sensor, data hasil dari pengolahan pembacaan sensor, serta operasi sistem penyiraman dapat dimonitoring pada sebuah *website*. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu alat otomatisasi penyiraman bawang merah dirancang dengan menggunakan satu buah Arduino Uno R3, tiga sensor kelembapan tanah, satu sensor pendeteksi hujan atau *rain sensor*, dua buah *solid state relay*, satu buah rtc, dan modul wifi (ESP8266-01) dengan sumber tegangan adaptor 12 volt 1 ampere. Diperlukan pemeliharaan secara berkala pada modul, sensor, maupun komponen elektronika yang digunakan untuk mencegah kerusakan. Diperlukan tambahan kapasitor yang terhubung antara VCC dan GND pada modul esp. Tidak hanya itu, dibutuhkan koneksi internet yang ekstra stabil dan kabel penghubung dengan kondisi yang prima demi keberhasilan pengiriman, serta esp8266-01 tidak cocok digunakan pada penelitian yang cukup memakan banyak waktu karena seringnya gangguan yang dialami modul tersebut. Sedangkan untuk bawang merah, tanaman bawang merah pada bedeng manual lebih rentan terkena penyakit dibandingkan tanaman bawang merah pada bedeng otomatis. Hama yang menyerang tanaman bawang merah pada bedeng manual lebih bervariasi dibandingkan hama yang menyerang tanaman bawang merah pada bedeng otomatis. Selain itu, tanaman bawang merah pada bedeng otomatis lebih produktif dibandingkan dengan tanaman bawang merah pada bedeng manual.

Kata kunci: *off season*, penyakit, irigasi kabut, otomatisasi.

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Studi Literatur .....	4
2.2 Tinjauan Teori.....	5
2.2.1 Irigasi Kabut .....	5
2.2.2 Mikrokontroler dan IoT .....	5
2.2.3 Arduino IDE .....	5
2.2.4 Arduino Uno R3.....	6
2.2.5 Modul Wifi ESP8266.....	6
2.2.6 <i>Solid State Relay</i> .....	6

2.2.7 Sensor Pendeteksi Hujan (YL-83) .....	6
2.2.8 Sensor Kelembapan Tanah (YL-69).....	6
2.2.9 RTC DS3231.....	7
<b>BAB 3 METODOLOGI.....</b>	<b>8</b>
3.1 Perancangan sistem.....	8
3.2 Bedeng .....	11
3.3 Variabel dan pengukuran .....	12
3.4 Metode penyiraman irigasi kabut .....	12
3.5 Bibit dan penanaman .....	13
3.6 Pupuk .....	13
3.7 Validasi sensor.....	14
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>15</b>
4.1 Sumber tegangan.....	15
4.2 Sensor.....	16
4.3 Modul wifi (ESP8266).....	17
4.4 Website ThingSpeak.....	18
4.5 Penyakit dan Hama .....	19
4.6 Pertumbuhan bawang merah.....	21
4.7 Jumlah umbi, jumlah batang, dan berat bawang merah yang dihasilkan .....	23
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>24</b>
5.1 Kesimpulan .....	24
5.2 Saran .....	24
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>25</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>1</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Rancangan sistem .....	8
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> pengaktifan <i>relay</i> pada pagi hari (a) dan setelah terjadinya hujan (b).....	10
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> keseluruhan sistem.....	11
Gambar 3.4 Bedeng otomatis dan bedeng manual .....	11
Gambar 3.5 Penomoran tanaman pada bedeng otomatis (a) dan bedeng manual (b) .....	12
Gambar 3.6 Pembuatan irigasi (a) dan uji coba irigasi (b).....	13
Gambar 3.7 Bibit (a) dan penanaman (b) .....	13
Gambar 4.1 Pembacaan sensor dengan sumber tegangan baterai (a) dan adaptor (b) .....	15
Gambar 4.2 Kerusakan sensor slot <i>male</i> patah (1 dan 3), jamur (2), dan kabel putus (4) .....	16
Gambar 4.3 Sensor pendeteksi hujan berkarat dan berembun .....	16
Gambar 4.4 Penambahan kapasitor pada modul wifi.....	17
Gambar 4.5 Gambar tampilan <i>website ThingSpeak</i> .....	19
Gambar 4.6 Penyakit bercak ungu .....	20
Gambar 4.7 Penyakit layu fusarium.....	20
Gambar 4.8 Hama yang menyerang bawang merah .....	21
Gambar 4.9 Grafik perbandingan pertumbuhan bawang merah bedeng otomatis dan manual ...	22
Gambar 4.10 Perbandingan pangkal tanaman bawang merah bedeng otomatis (a) dan manual (b) .....	22

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel penyakit dan hama yang menyerang .....	20
Tabel 4.2 Tabel jumlah umbi, jumlah batang, serta berat umbi bawang merah pada bedeng otomatis dan bedeng manual.....	23
Tabel 4.3 Tabel keseluruhan hasil produksi bawang merah .....	23



## DAFTAR PERSAMAAN

3.1 Konversi nilai pembacaan sensor kelembapan tanah.....	9
---	---



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pertanian merupakan salah satu sektor pekerjaan utama yang cukup digemari masyarakat Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2018 sebanyak 38.700.530 dari total 127.067.835 masyarakat Indonesia berusia diatas 15 tahun memiliki pekerjaan utama di sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan [1]. Bawang merah (*Allium ascalonium L*) merupakan salah satu komoditas pertanian hortikultura yang tergolong dalam sayuran rempah. Bawang merah digunakan sebagai bahan utama untuk bumbu dasar masakan ataupun sebagai penyedap rasa.

Pada umumnya penanaman atau budidaya tanaman bawang merah dilakukan satu tahun sekali pada musim kemarau (*in season*). Selain musim tanam bawang merah *in season*, terdapat pula musim tanam bawang merah *off season* atau penanaman bawang merah diluar musim yang dilakukan pada musim hujan. Penanaman bawang merah *off season* erat kaitannya dengan kurangnya pasokan bawang merah pada musim hujan serta untuk memenuhi penyediaan produksi bawang merah dalam negeri sepanjang tahun. Kurangnya pasokan bawang merah khususnya pada musim hujan menyebabkan fluktuasi harga bawang merah yang sangat tajam [2]. Seperti yang terjadi pada bulan Februari hingga Mei tahun 2013 harga bawang merah mencapai Rp.45.000,00 sampai dengan Rp.50.000,00 per kilogramnya [3]. Budidaya atau penanaman bawang merah pada musim hujan (*off season*) tidak semudah menanam bawang merah pada musim kemarau (*in season*). Hal tersebut dikarenakan meningkatnya serangan hama dan penyakit yang meningkatkan resiko kegagalan panen [2].

Hama dan penyakit yang muncul berupa serangan ulat serta penyakit antraknosa, layu fusarium, dan bercak ungu yang disebabkan oleh cendawan *Alternaria porrii* [4]. Meningkatnya serangan penyakit layu fusarium dipengaruhi oleh rendahnya kelembapan tanah [5]. Selain itu, kelembapan tanah juga mempengaruhi hama yang menyerang. Hama yang banyak menyerang yaitu ulat bawang [6]. Selain kelembapan tanah, meningkatnya serangan hama dan penyakit juga disebabkan oleh sisa air hujan yang menempel pada tanaman bawang merah.

Salah satu cara meminimalisir tanaman bawang merah terserang hama dan penyakit tersebut yaitu dengan melakukan penyiraman pada pagi hari serta melakukan penyiraman setelah terjadinya hujan. Hal tersebut bertujuan untuk menghilangkan embun tepung yang menempel pada ujung daun tanaman dan menjaga kelembapan tanah serta membasuh atau menyapu sisa air hujan dan percikan tanah yang menempel pada tanaman bawang merah akibat terjadinya hujan [4].

Dengan demikian, peneliti merancang sebuah alat otomatis penyiraman dengan menggunakan sebuah mikrokontroler, RTC(*Real Time Clock*), sebuah modul wifi, tiga buah sensor kelembapan tanah, satu buah sensor pendeteksi hujan, dan dua buah sakelar serta menggunakan metode irigasi kabut dalam sistem penyiramannya. Dimana alat tersebut akan secara otomatis melakukan penyiraman pada pagi hari dan melakukan penyiraman setelah terjadinya hujan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana merancang otomatisasi penyiraman tanaman bawang merah dengan metode irigasi kabut berbasis Arduino dan IoT ?
2. Bagaimana perbedaan bawang merah bedeng otomatis dan bedeng manual berdasarkan parameter hama dan penyakit yang menyerang serta parameter pendukung lainnya yang berupa pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah batang, jumlah umbi, dan berat umbi yang dihasilkan pada musim tanam bawang merah *off season*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Penelitian menggunakan satu varietas bawang merah.
2. Alat yang dirancang khusus diaplikasikan pada tanaman bawang merah.
3. Penelitian khusus dilakukan pada musim hujan atau musim tanam bawang merah *off season*.
4. Penelitian dilakukan pada lahan kering.
5. Metode penyiraman yang digunakan hanya menggunakan metode irigasi kabut.
6. Tanpa menggunakan pestisida maupun pupuk anorganik.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana merancang otomatisasi penyiraman tanaman bawang merah dengan metode irigasi kabut berbasis arduino dan IoT serta untuk mengetahui perbedaan bawang merah bedeng otomatis dan bedeng manual berdasarkan parameter hama dan penyakit yang menyerang serta parameter pendukung lainnya yang berupa pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah batang, jumlah umbi, dan berat umbi yang dihasilkan pada masa tanam bawang merah *off season*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu:

1. Dapat mengetahui perbedaan antara tanaman bawang merah bedeng otomatis dan tanaman bawang merah bedeng manual pada masa tanam bawang merah *off season*.
2. Dapat mengetahui bagaimana budidaya bawang merah pada musim tanam *off season* dengan hasil yang lebih maksimal.
3. Dapat mengetahui dampak dari sebuah penyakit yang menyerang pada tanaman bawang merah pada musim tanam *off season*.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Literatur

Penelitian mengenai budidaya bawang merah *off season* sudah pernah dilakukan sebelumnya, diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Mohamed Farouk Atta Ahmed dan Ibrahim EL-Fiki yang berjudul “*Efficacy of Bioagents against Alternaria porri Incitant of Purple Blotch of Onion in Egypt*”. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyemprotan *Trichoderma harzianum*, *T. Hamatum*, *T. viride*, dan *Chaetomium sp.* sebagai bioagen untuk menekan cendawan *Alternaria porri* yang menyebabkan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah. Hasil penelitian ini yaitu dengan perlakuan penyemprotan tersebut dapat mengurangi serangan bercak ungu dibandingkan dengan pengendalian mencapai 88.85% dan 69.76% setelah 4 dan 7 penyemprotan secara berturut – turut. Dimana penggunaan *Trichoderma harzianum* lebih unggul menekan *Alternaria porri* dibandingkan dengan bioagen yang lainnya [7].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Salamiah, Muhammad Anton Ciptady, dan Chatimatum Nisa yang berjudul “*Control of Fusarium Disease in Onion with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Mycorrhizae and Its Effect on Growth and Yield*”. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu mengetahui interaksi PGPR dan mikoriza terhadap intensitas layu fusarium serta pertumbuhan bawang merah dan produksi bawang merah yang dihasilkan. Hasil penelitian ini yaitu penggunaan kombinasi PGPR dan mikoriza tidak dapat menekan layu fusarium, tetapi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penundaan masa inkubasi (26,19 hari setelah inokulasi) serta meningkatkan pertumbuhan bawang merah dan produksi bawang merah yang dihasilkan. Selain itu, penggunaan mikoriza tanpa PGPR memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah umbi tetapi tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap penekanan layu fusarium serta pertumbuhan bawang merah dan produksi bawang merah yang dihasilkan [8].

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Wongmetha O, Kutrakul S, Linwattana G, Panuumpai W, Kaneythipe J, Sookchan A, dan Khuntiyawit A yang berjudul “*The Selection of Onion Varieties for Off-Season Production*”. Penelitian ini dilakukan di ladang pertanian yang berada di Chiang Mai dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Ilmu Produksi Pertanian yang berada di Khon Kaen pada masa budidaya bawang merah *off – season* tahun 2012 - 2013. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan sembilan varietas bawang merah F1 yang diimpor dari Belanda, Cavalier, Sirius, Minerva, Buccaneer, Colossus, Annika, Sweet Uno, Lucinda dan Fernanda, dan satu varietas yang biasa digunakan oleh petani Thailand yaitu Superex. Paramter pembanding yang digunakan pada penelitian tersebut berupa pertumbuhan, hasil panen, karakteristik fisik, dan

kualitas. Sedangkan hasil dari penelitian ini yaitu produksi bawang merah Fernanda, Colossus dan Buccaneer mencapai 270 kg/ha, 250 kg/ha, dan 220 kg/ha. Tinggi bawang merah yang berasal dari ketiga tempat tersebut lebih tinggi dibandingkan bawang merah yang berasal dari tempat lain. Selain itu, bentuk umbi yang berasal dari ketiga tempat tersebut memiliki bentuk yang berbeda yaitu berbentuk seperti *rhomboid* (janjangan genjang), lebar, bulat, elips, dan *spindle*. Panjang diameter Fernanda dan Colossus lebih besar dibandingkan dengan yang lainnya. Pada dasarnya semua varietas menghasilkan 5 – 8 daun. Serta total padatan terlarut Lucinda dan Minerva relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang lainnya [9].

## 2.2 Tinjauan Teori

### 2.2.1 Irigasi Kabut

Irigasi kabut terbuat dari plastik yang diberi lubang sehingga dapat memercikan air dalam jumlah sedikit secara terus menerus. Sejumlah lubang kecil yang dibuat, dapat mengembang dan menyemburkan baik berupa air maupun pestisida. Air yang keluar dari sejumlah lubang tersebut berbentuk menyerupai kabut sehingga dinamakan irigasi kabut [10].

### 2.2.2 Mikrokontroler dan IoT

Mikrokontroler merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk mengontrol sebuah sistem. Fungsi pengontrolan suatu mikrokontroler beroperasi sesuai dengan program yang diberikan kepadanya. Dimana program dibuat berdasarkan tujuan dan fungsi sebuah media yang akan dikembangkan. Selain itu, mikrokontroler dilengkapi *input* dan *output* sebagai sarana pendukung program yang ditanamkan pada mikrokontroler tersebut [11].

IoT (*Internet of Thing*) merupakan suatu konsep pemanfaatan koneksi internet yang terhubung setiap waktu. IoT menghubungkan suatu perangkat dengan perangkat lain melalui jaringan internet dengan tujuan sistem tersebut dapat membantu seseorang dalam menyelesaikan sebuah tugas atau pekerjaan [12].

### 2.2.3 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan salah satu software atau perangkat lunak untuk memprogram mikrokontroler dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ yang dipermudah dengan sebuah *library* dan merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman, serta *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. Dimana *IDE* berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner, dan meng-*upload* ke dalam *memory* mikrokontroler [13].

#### 2.2.4 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 merupakan salah satu jenis arduino yang didasarkan pada ATmega328 dengan tegangan pengoperasian bernilai 5 volt (7 - 12 volt untuk tegangan *input* yang disarankan dan 6 - 20 batas tegangan *input*). Arduino tersebut memiliki 14 buah pin *input* atau *output* digital, 6 pin *input* analog, 40 mA nilai arus DC tiap pin *input* atau *otuput*, serta 50 mA arus DC untuk pin 3,3 volt. Memori yang dimiliki arduino tersebut sebesar 32 KB (ATmega328) dan sekitar 0,5 KB yang digunakan oleh *bootloader* [14].

#### 2.2.5 Modul Wifi ESP8266

Modul ESP8266 merupakan sebuah modul wifi yang bersifat SOC (*System on Chip*). Tidak hanya itu, modul ini juga dilengkapi dengan GPIO (*General Purpose Input/Output*). Dengan adanya GPIO, menjadikan modul ESP8266 dapat dilakukan *input* maupun *output* layaknya mikrokontroler [15]. Salah satu kelebihan modul ini yaitu memiliki *deep sleep mode* sehingga daya yang digunakan lebih efisien dibandingkan dengan modul wifi lainnya. Yang perlu diperhatikan, modul ini beroperasi pada tegangan 3,3 volt [15].

#### 2.2.6 Solid State Relay

*Solid State Relay (SSR)* merupakan sebuah perangkat pensakelaran yang beroperasi ketika sebuah tegangan eksternal diberikan pada terminal kontrol. *SSR* terdiri dari sensor yang berfungsi untuk merespon sebuah masukan yang sesuai dengan sinyal kontrol, perangkat pensakelaran elektronik, dan mekanisme kopling yang berfungsi mengaktifkan sinyal kontrol untuk mengaktifkan sakelar tersebut tanpa adanya bagian mekanik. Sebagaimana sakelar elektromekanis, hanya saja tidak memiliki sebuah bagian yang bergerak [16].

#### 2.2.7 Sensor Pendeteksi Hujan (YL-83)

Sensor pendeteksi hujan (*rain sensor*) merupakan sebuah modul dengan keluaran berupa tegangan dan memanfaatkan air sebagai penghantar. Sensor tersebut terdiri dari sebuah papan deteksi dengan dua buah elektroda tembaga yang berliku – liku, yang berfungsi untuk mengurangi hambatan pada air hujan dan memperluas daerah deteksi air hujan [17].

#### 2.2.8 Sensor Kelembapan Tanah (YL-69)

Sensor kelembapan tanah *YL-69* merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mendeteksi nilai kelembapan tanah atau tingkat kandungan air dalam tanah. Sensor tersebut

bekerja berdasarkan nilai konstanta dielektrik dalam mengukur nilai kelembapan tanah. Dimana nilai kandungan air tanah berbanding terbalik dengan nilai konstanta dielektrik [18].

#### 2.2.9 RTC DS3231

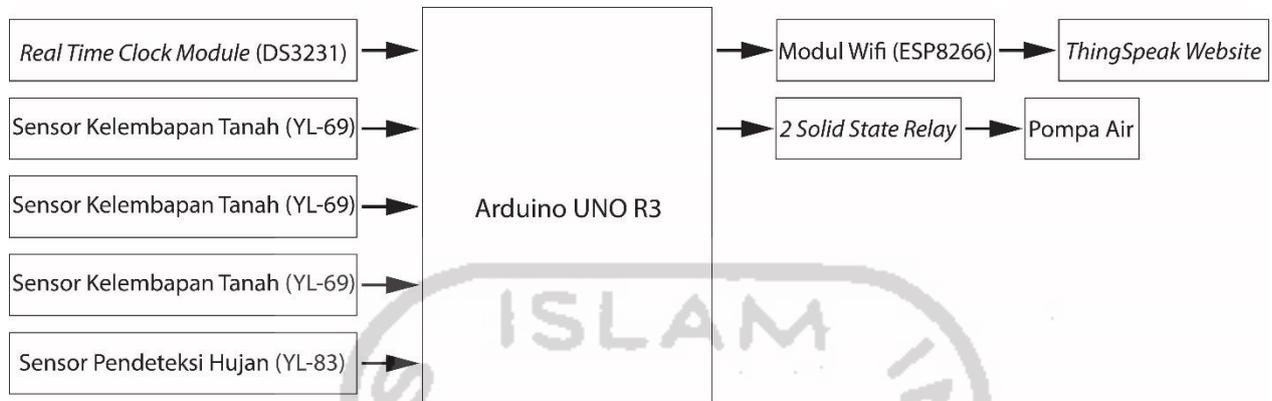
RTC (*Real Time Clock*) merupakan modul elektronik yang berfungsi untuk penghitungan waktu secara akurat mulai dari detik, menit, jam, hari, bulan, serta tahun. Modul tersebut dapat menyimpan data waktu secara *real time*. RTC DS3231 merupakan salah satu jenis RTC yang mempunyai keakuratan tinggi serta terintegrasi *crystal* dan TCXO (*Temperature Compensated Crystal Oscillator*) yang berfungsi untuk menjaga kestabilan detak [19].



## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1 Perancangan sistem



Gambar 3.1 Rancangan sistem

Sistem ini terdiri dari satu buah mikrokontroler Arduino Uno R3, tiga buah sensor kelembapan tanah (*moist sensor*) YL-69, satu buah sensor pendeteksi hujan (*rain sensor*) YL-83, satu buah modul wifi (ESP8266-01), satu buah RTC (*Real Time Clock*) (DS3231), dua buah *Solid State Relay*, dua buah baterai 9 volt sebagai sumber tegangan, dan satu buah pompa air. Nilai pembacaan sensor diolah oleh arduino yang diprogram dengan software pemograman Arduino IDE.

Terdapat dua baterai 9 volt sebagai sumber tegangan. Satu baterai digunakan sebagai sumber tegangan arduino, sedangkan baterai yang lainnya digunakan sebagai sumber tegangan sensor pendeteksi hujan dan sensor kelembapan tanah yang telah diturunkan tegangannya menjadi 5 volt dengan menggunakan regulator (IC 7805). Sumber tegangan untuk mensuplai esp dan modul rtc berasal dari 3.3 volt dan 5 volt yang telah tersedia pada modul arduino.

Terdapat 8 pin pada modul ESP8266-01. Sedangkan pada penelitian ini hanya menggunakan 5 pin yang terdapat pada esp tersebut yaitu pin VCC, GND, Tx, Rx, serta CH\_PD. Pin VCC dan CH\_PD dihubungkan pada 3.3 volt pada arduino, pin GND dihubungkan pada GND arduino, Tx dihubungkan pada pin 9 pada arduino, dan Rx dihubungkan pada pin 10 arduino. Pada modul rtc, pin VCC dihubungkan pada 5 volt pada arduino, pin GND dihubungkan pada GND arduino, SDA dihubungkan pada pin A4 arduino, dan SCL dihubungkan pada pin A5 arduino.

Ketiga sensor kelembapan tanah dihubungkan pada pin A0, A1, dan A2. Sensor pendeteksi hujan atau *rain sensor* dihubungkan pada pin A6 pada modul arduino. Sedangkan pin 7 dan pin 8 pada arduino digunakan sebagai *output relay* yang berfungsi untuk mengaktifkan dan mematikan pompa air yang terhubung ke sistem penyiraman.

Terdapat dua nilai yang dikirim ke *website* dengan menggunakan modul wifi (esp8266) yaitu nilai hasil pengolahan pembacaan ketiga sensor kelembapan tanah yang berupa nilai rata – rata dan pembacaan sensor pendeteksi hujan atau *rain sensor*. Kedua nilai tersebut dikirim pada dua *field* pada *website ThingSpeak*. *Field* satu berisi nilai rata – rata pembacaan ketiga sensor kelembapan tanah dan *field* dua berisi nilai pembacaan sensor pendeteksi hujan. Kedua nilai tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik. Selain itu, terdapat dua *field* tambahan yaitu *field* tiga dan *field* empat. *Field* tiga merupakan *field* yang memperjelas *field* pertama yang memvisualisasikan nilai rata – rata pembacaan ketiga sensor kelembapan tanah dalam bentuk angka. *Field* empat merupakan *field* yang memvisualisasikan pembacaan sensor pendeteksi hujan dalam bentuk lampu indikator. Apabila pembacaan sensor pendeteksi hujan bernilai 0 maka lampu indikator akan menyala dan apabila pembacaan sensor pendeteksi hujan bernilai 1 maka lampu indikator akan mati. *Field* pada *website* tersebut dapat dilihat di Gambar tampilan *website ThingSpeak* pada lampiran 2.

Sensor kelembapan tanah (YL-69) merupakan sebuah sensor dengan keluaran berupa nilai tegangan. Keluaran tegangan dari sensor tersebut bernilai 0 – 5 volt yang direpresentasikan dalam sebuah nilai bit 0 – 1023. Dimana 5 volt mempresentasikan nilai bit 0 dan 0 volt mempresentasikan nilai bit 1023. Dengan demikian diperlukan pengkonversian nilai hasil pembacaan sensor kelembapan tanah sehingga lebih mudah dalam membaca nilai kelembapan tanah tersebut. Rumus yang digunakan untuk pengkonversian adalah sebagai berikut:

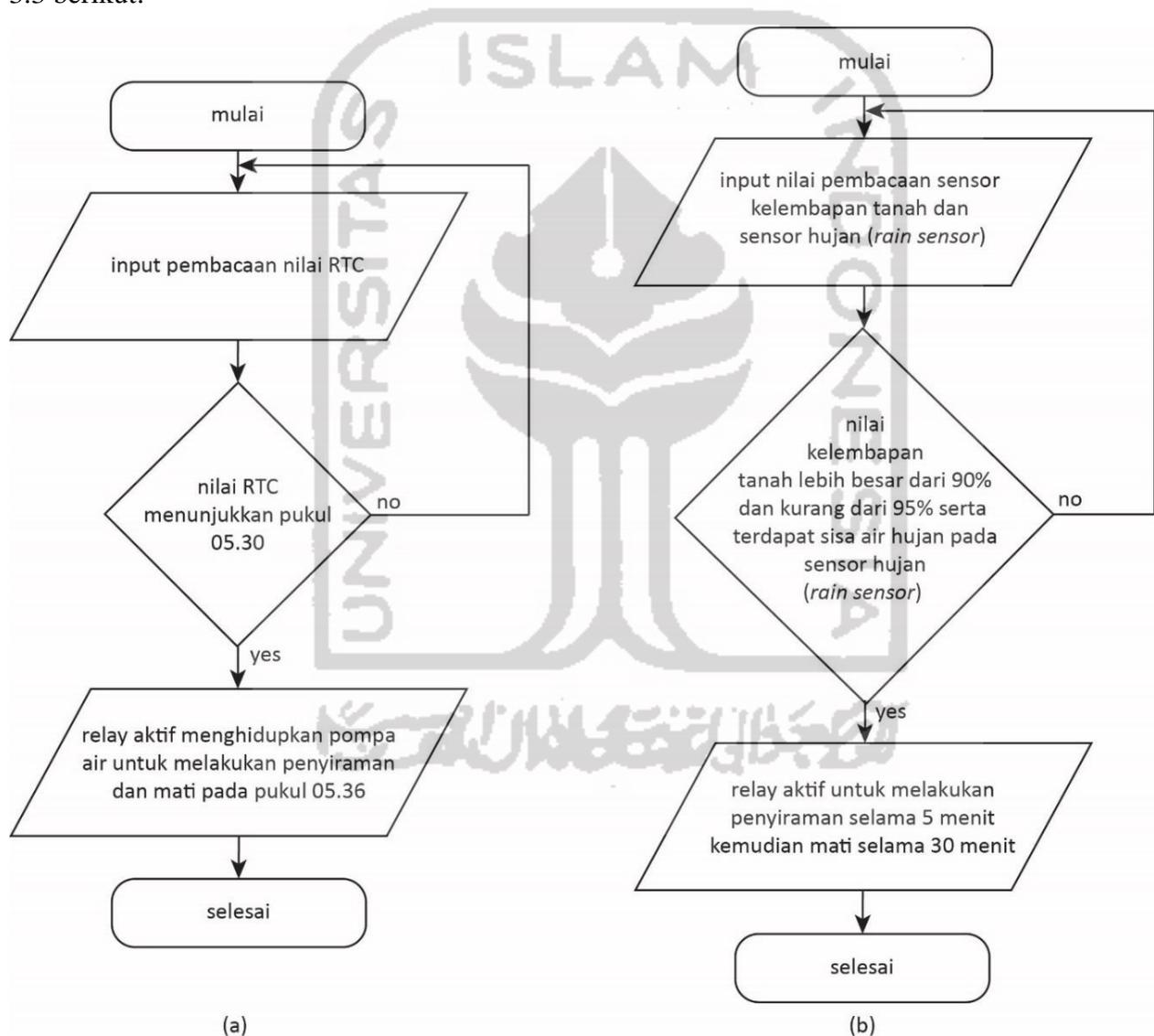
$$\text{Kelembapan tanah (\%)} = \left[ 100 - \left( \left( \frac{\text{pembacaan sensor}}{1023} \right) \times 100 \right) \right] \quad (3.1)$$

Hasil dari pengkonversian tersebut berupa nilai presentase kelembapan tanah dengan *range* 0 – 100. Nilai 0 merupakan nilai kelembapan tanah untuk tanah dengan kelembapan yang rendah dan 100 merupakan nilai kelembapan tanah untuk tanah dengan kelembapan yang tinggi.

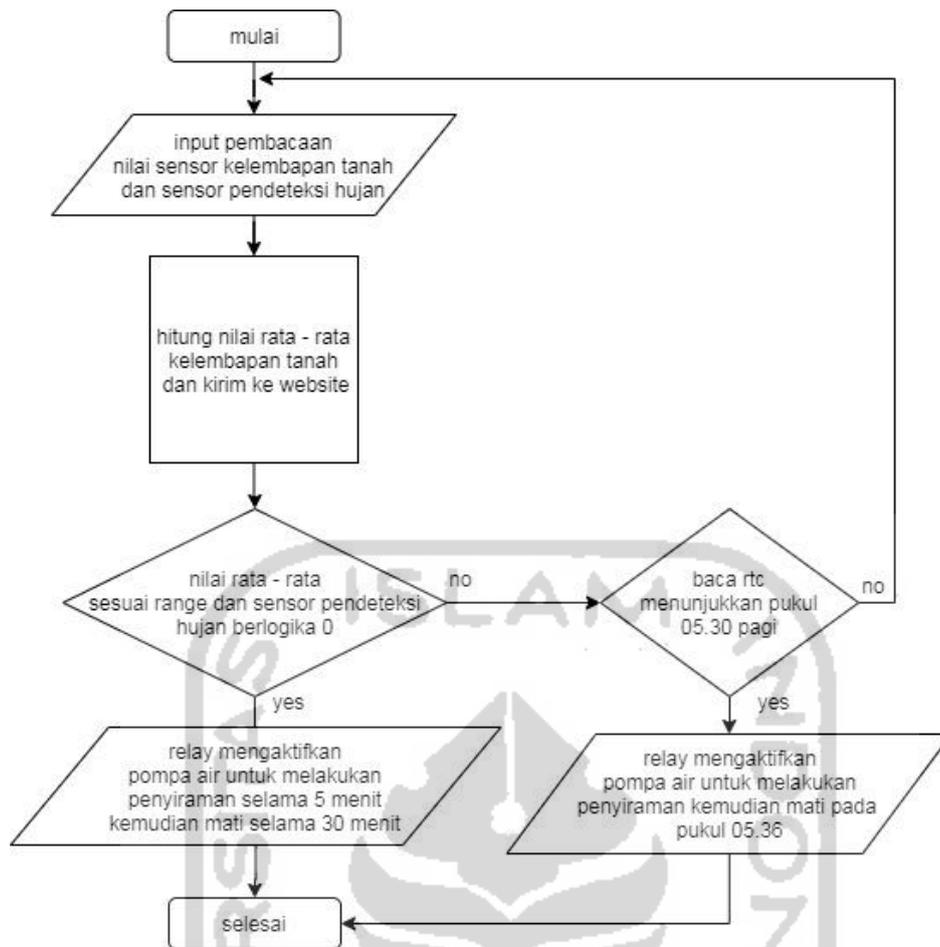
Sedangkan sensor pendeteksi hujan atau *rain sensor* merupakan sebuah sensor dengan keluaran berupa tegangan 0 volt yang mempresentasikan logika 0 dan 5 volt yang mempresentasikan logika 1. Saat terdapat air pada sensor tersebut maka sensor akan memiliki keluaran bernilai logika 0 dan apabila tidak terdapat air pada sensor tersebut maka sensor akan memiliki keluaran bernilai logika 1.

Terdapat dua sesi penyiraman yaitu sesi pertama dilakukan pada pukul 05.30 pagi, sesi kedua dilakukan setelah terjadinya hujan. Modul rtc digunakan untuk mengaktifkan *relay* untuk melakukan penyiraman pada pagi hari. Apabila rtc menunjukkan pukul 05.30, waktu tersebut kemudian diolah oleh arduino untuk mengaktifkan *relay* yang terhubung ke pompa air untuk melakukan penyiraman. Selanjutnya, ketika rtc menunjukkan pukul 05.36, waktu tersebut akan diolah oleh arduino untuk menonaktifkan *relay* yang telah aktif sebelumnya.

Data dari pembacaan sensor pendeteksi hujan dan sensor kelembapan tanah digunakan untuk mengaktifkan *relay* untuk melakukan penyiraman setelah hujan. Ketika kelembapan tanah bernilai diantara 90% - 95% yang merupakan nilai kelembapan tanah setelah terjadinya hujan dan nilai pembacaan sensor hujan bernilai logika 0 yang mengindikasikan terdapat sisa air hujan pada sensor tersebut, maka nilai hasil pembacaan kedua sensor akan diolah oleh arduino untuk mengaktifkan *relay* yang terhubung ke pompa air untuk melakukan penyiraman. Dengan rtc dan pengolahan hasil pembacaan kedua sensor tersebut, sistem penyiraman dapat tepat melakukan penyiraman yaitu pada pagi hari dan setelah terjadinya hujan. *Flowchart* dari kedua sistem pengaktifan *relay* dan *flowchart* keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.2 *Flowchart* pengaktifan *relay* pada pagi hari (a) dan setelah terjadinya hujan (b)



Gambar 3.3 *Flowchart* keseluruhan sistem

### 3.2 Bedeng

Pada penelitian ini terdapat dua bedeng yaitu bedeng otomatis dan bedeng manual. Kedua bedeng tersebut menggunakan metode penyiraman irigasi kabut serta menggunakan varietas bawang merah yang sama. Perbedaan antara bedeng otomatis dan bedeng manual yaitu bedeng otomatis menggunakan alat yang telah dirancang sedangkan bedeng manual tidak menggunakan alat tersebut atau dengan kata lain menggunakan pensakelaran manual untuk melakukan penyiraman. Kedua bedeng tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 Bedeng otomatis dan bedeng manual

### 3.3 Variabel dan pengukuran

Pada setiap bedeng bawang merah baik bedeng otomatis maupun bedeng manual diambil masing – masing 10 variabel untuk dibandingkan hama dan penyakit yang menyerang tanaman tersebut serta parameter pembanding pendukung lainnya yaitu berupa pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah batang, jumlah umbi, dan berat umbi yang dihasilkan. Penomoran variabel tanaman pada bedeng otomatis dan bedeng manual diletakkan menyebar pada bedeng. Penomoran tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut:



Gambar 3.5 Penomoran tanaman pada bedeng otomatis (a) dan bedeng manual (b)

Pengukuran pertumbuhan bawang merah dilakukan pada 10 variabel dari masing – masing bedeng yang telah ditentukan sebelumnya. Pertumbuhan bawang merah diukur dari daun yang paling tinggi dan paling tua. Pengukuran pertumbuhan tinggi dilakukan setiap hari pada bedeng manual maupun otomatis dari penanaman sampai masa panen. Hasil dari pengukuran kemudian dibandingkan dalam bentuk grafik.

### 3.4 Metode penyiraman irigasi kabut

Pada penelitian ini menggunakan metode penyiraman irigasi kabut. Metode irigasi tersebut dibuat dengan menggunakan selang drip pertanian. Selang drip pertanian selanjutnya diberi lubang dengan menggunakan jarum sehingga dapat mengembang dan memancarkan air secara terus menerus. Pada setiap bedeng baik bedeng otomatis maupun bedeng manual diberikan tiga selang drip yang berada pada kedua sisi bedeng dan tengah bedeng. Satu sama lain dari selang drip disambung dengan pipa plastik yang berukuran  $\frac{3}{4}$  inch. Pembuatan dan uji coba irigasi dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut:



Gambar 3.6 Pembuatan irigasi (a) dan uji coba irigasi (b)

### 3.5 Bibit dan penanaman

Bibit yang digunakan pada penelitian ini seberat 1 kg dengan varietas Nganjuk. Walaupun menggunakan varietas yang sama, kondisi bibit yang ditanam pada kedua bedeng tersebut berbeda. Bibit yang ditanam pada bedeng manual cenderung lebih besar dibandingkan bibit yang ditanam pada bedeng otomatis. Selain itu, jumlah bibit yang ditanam pada kedua bedeng tersebut juga berbeda. Jumlah bibit yang ditanam pada bedeng otomatis berjumlah 171 sedangkan bibit yang ditanam pada bedeng manual berjumlah 194. Dilakukan pemilahan bibit sebelum ditanam. Bibit yang digunakan yaitu bibit yang baik tanpa adanya cacat, tidak terindikasi penyakit, serta keras apabila ditekan. Penanaman bibit pada penelitian ini berjarak 18cm x 18 cm. Bibit dan proses penanaman dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut:



Gambar 3.7 Bibit (a) dan penanaman (b)

### 3.6 Pupuk

Pupuk yang digunakan pada kedua bedeng tersebut sama yaitu pupuk organik yang terbuat dari campuran sekam bakar (kulit padi yang dibakar), pupuk kandang, tanah halus, dan kapur pertanian dengan perbandingan 1 : 2 : 3 : 1. Pemupukan dilakukan dua kali selama penelitian.

Selain itu, dilakukan penyiraman urine kelinci saat tunas awal pada bibit bawang merah kedua bedeng tersebut.

### **3.7 Validasi sensor**

Validasi sensor dilakukan pada sensor pendeteksi hujan dan sensor kelembapan tanah. Validasi sensor kelembapan tanah dilakukan dengan membandingkan pembacaan nilai kelembapan tanah yang diukur dengan alat ukur kelembapan tanah dan nilai kelembapan tanah yang dibaca oleh sensor. Terdapat sampel tanah kering, selanjutnya alat ukur kelembapan tanah dan sensor kelembapan tanah diaplikasikan pada sampel tanah tersebut. Langkah berikutnya, sampel tanah diberi air sedikit demi sedikit dan diamati baik hasil pembacaan menggunakan alat ukur serta pembacaan menggunakan sensor.

Warna merah pada alat ukur mengindikasikan tanah dalam keadaan kering, warna hijau mengindikasikan tanah dalam keadaan sedang, dan warna biru mengindikasikan tanah memiliki kelembapan yang tinggi. Sedangkan keluaran sensor bernilai bit 1023 mengindikasikan tanah dalam keadaan kering dan nilai bit 0 mengindikasikan tanah memiliki kelembapan yang tinggi. Proses dan hasil pengukuran dapat dilihat di Gambar validasi sensor kelembapan tanah pada lampiran 3 dan Tabel hasil validasi sensor pada lampiran 4.

Sedangkan validasi sensor pendeteksi hujan dilakukan dengan mengamati pembacaan sensor sebelum dan sesudah sensor tersebut diberi sedikit air. Validasi sensor pendeteksi hujan dapat dilihat di Gambar validasi sensor pendeteksi hujan pada lampiran 5.

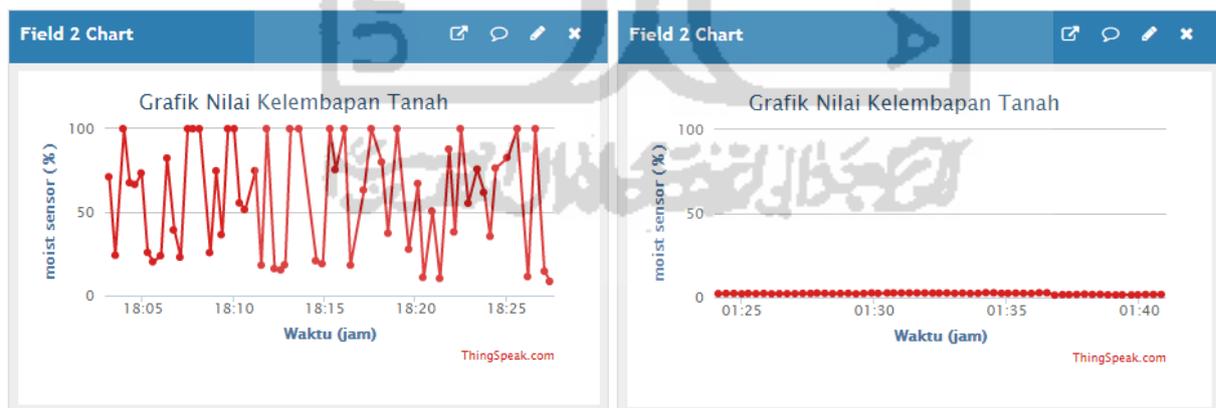
## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Sumber tegangan

Setelah alat selesai dirancang selanjutnya alat diaplikasikan pada bedeng otomatis bawang merah. Pengaplikasian alat tersebut dimulai dari awal penanaman bibit hingga masa panen. Selama pengaplikasian alat, ditemukan bahwasanya sumber tegangan dengan menggunakan baterai hanya mampu mensuplai daya pada arduino dan sensor dengan waktu yang sangat pendek. Tidak hanya itu, seiring habisnya tegangan yang dimiliki baterai untuk mensuplai, keakuratan pembacaan sensor semakin rendah. Terdapat sumber tegangan 5 volt dan 3.3 volt dari modul arduino. Hanya saja sumber tegangan 5 volt yang berasal dari arduino tersebut tidak cukup untuk mensuplai daya 4 sensor yang digunakan dalam penelitian ini.

Dengan demikian digunakan sebuah adaptor 12 volt 1 ampere untuk mensuplai arduino dan 4 sensor. Untuk mensuplai 4 sensor, tegangan 12 volt diturunkan menjadi 5 volt dengan sebuah regulator. Tentunya penurunan tegangan tersebut menyebabkan panas berlebih pada regulator. Untuk mengatasi panas tersebut ditambahkan sebuah kipas dengan ukuran 6 x 6 cm pada *case* alat. Kipas tersebut tidak hanya untuk mengatasi panas dari regulator tetapi juga untuk mendinginkan arduino serta komponen lain, dimana semua komponen tersebut beroperasi selama 24 jam tanpa henti. Perbandingan pembacaan sensor dengan sumber tegangan adaptor dan baterai dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



(a)

(b)

Gambar 4.1 Pembacaan sensor dengan sumber tegangan baterai (a) dan adaptor (b)

## 4.2 Sensor

Selama penelitian, sensor kelembapan tanah berfungsi sebagaimana mestinya. Hanya saja diperlukan pemeliharaan secara berkala untuk mencegah kerusakan pada sensor tersebut. Beberapa kerusakan yang terjadi pada sensor yaitu slot *male* sensor patah dikarenakan berkarat, terdapat jamur pada sensor, serta kabel yang putus. Kerusakan sensor dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Kerusakan sensor slot *male* patah (1 dan 3), jamur (2), dan kabel putus (4)

Selama penelitian sensor pendeteksi hujan berfungsi sebagaimana mestinya. Seperti sensor sebelumnya, sensor ini juga memerlukan pemeliharaan secara berkala untuk mencegah kerusakan pada sensor tersebut. Beberapa kerusakan yang terjadi yaitu slot pada sensor mengalami pengkaratan. Tidak hanya pada slot, pengkaratan juga terjadi pada papan sensor. Selain itu, terdapat sisa embun yang menempel pada sensor saat pagi hari. Sisa embun yang masih menempel dapat menyebabkan pembacaan sensor bernilai logika 0. Pengkaratan dan adanya embun dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut:



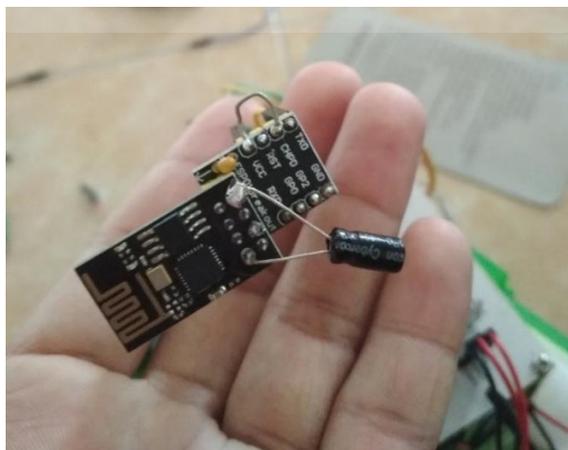
Gambar 4.3 Sensor pendeteksi hujan berkarat dan berembun

### 4.3 Modul wifi (ESP8266)

Banyak kendala berkaitan dengan *hardware* modul wifi (ESP8266-01) selama penelitian. Kendala pertama yaitu modul esp tidak praktis digunakan. Selain cukup memakan tempat, modul tersebut membutuhkan beberapa kebel penghubung untuk pengoperasiannya. Kondisi kabel penghubung juga mempengaruhi keberhasilan pengiriman data. Kabel yang terlihat baik dan terhubung (saat dilakukan pengecekan dengan multimeter) tidak menjamin keberhasilan dalam pengiriman data. Hal tersebut menjadi kendala dalam keberhasilan pengiriman data selain beberapa faktor yang lain.

Esp8266-01 membutuhkan arus yang cukup tinggi untuk dapat mengirimkan sebuah data ke *website ThingSpeak* dan beroperasi pada tegangan 3.3 volt. Terdapat dua opsi untuk mensuplai daya yang dibutuhkan modul tersebut. Opsi pertama, daya disuplai dengan sumber tegangan 3,3 volt yang berasal dari modul arduino. Opsi kedua, daya disuplai dari tegangan eksternal. Jika menggunakan sumber tegangan pada opsi pertama, tegangan yang disuplai oleh arduino tidak stabil. Selain itu, keluaran arus yang dihasilkan oleh arduino hanya 50 mA yang tentunya dibawah arus minimal yang dibutuhkan oleh modul. Dengan opsi tersebut, modul dapat mengirim data ke *website* hanya saja timbul panas berlebih.

Untuk opsi kedua, suplai eksternal didapatkan dari adaptor 12 volt 1 ampere yang telah diturunkan menjadi 3.3 volt dengan sebuah regulator. Tegangan yang dibutuhkan modul terpenuhi, hanya saja arus terlalu besar untuk modul tersebut sehingga modul beroperasi tidak sebagaimana mestinya. Menyediakan nilai arus yang sesuai dengan kebutuhan modul merupakan kendala tersendiri pada penggunaan modul tersebut. Pada penelitian ini, suplai yang digunakan untuk esp berasal dari 3.3 volt arduino dengan tambahan sebuah kapasitor 10 $\mu$ F yang dihubungkan antara VCC dan GND pada modul. Kapasitor tersebut berfungsi untuk mengurangi ketidakstabilan sumber tegangan yang berasal dari modul arduino. Pemasangan kapasitor pada modul dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut:



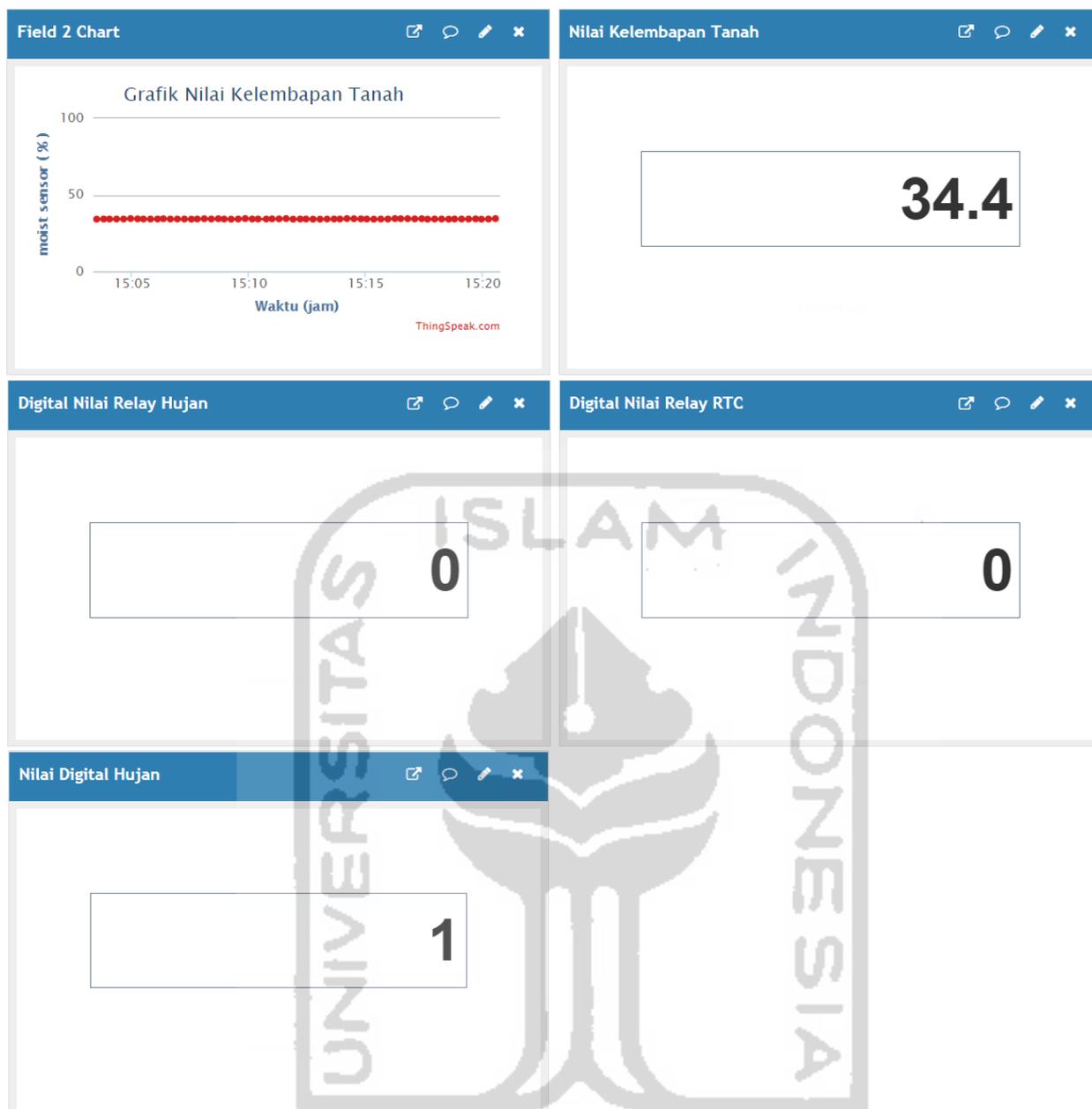
Gambar 4.4 Penambahan kapasitor pada modul wifi

Selama penelitian rtc bekerja dengan baik dan berfungsi sebagaimana mestinya. Waktu yang ditunjukkan rtc sesuai, tidak melambat maupun lebih cepat dari waktu sebenarnya. Rtc juga mempengaruhi keberhasilan modul wifi untuk mengirimkan data ke *website*. Tidak sesuai waktu yang ditunjukkan rtc dengan waktu yang sebenarnya mengakibatkan modul wifi gagal mengirim data ke *website*. Sehingga diperlukan pengaturan waktu apabila waktu yang ditunjukkan rtc tidak sesuai dengan waktu sebenarnya. Selain faktor – faktor yang telah dibahas sebelumnya, koneksi internet juga penting untuk diperhatikan. Dibutuhkan koneksi yang ekstra stabil dengan sinyal kuat untuk mengirim data. Hal tersebut sesuai kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh Arafat yang berjudul “Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis *Internet of Thing (IoT)* dengan ESP8266” [20]. Apabila koneksi tidak stabil, esp hanya dapat terhubung dengan internet tanpa berhasil mengirim data.

Keadaan esp sangat cepat berubah. Hal tersebut sesuai dengan pengamatan Rizki Priya Pratama pada penelitiannya yang berjudul “Implementasi dan Pengujian Modul ESP8266 dengan Aplikasi Android MQTT-Dash pada Jaringan MQTT” yang menyatakan selama 10 hari esp mengalami rata – rata *restart* sebanyak 268 kali [21]. Terkadang esp beroperasi dengan mudah tanpa kendala. Waktu berikutnya, dibutuhkan pengunggahan program kembali sehingga esp dapat beroperasi. Sering juga esp tidak dapat beroperasi sama sekali. Analisa penyebab esp tidak beroperasi dan perbaikan esp tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama. Dengan demikian, esp tersebut tidak cocok untuk digunakan pada penelitian yang memerlukan waktu yang cukup lama.

#### **4.4 Website ThingSpeak**

Terdapat perubahan dan penambahan data yang dikirim ke *website*. Data yang dikirim yaitu nilai rata – rata pembacaan kelembapan tanah, data sensor pendeteksi hujan, serta data *relay* yang berupa nilai logika 0 dan 1. Nilai logika 0 apabila *ralay* tidak aktif, nilai logika 1 apabila *relay* beroperasi atau aktif. Terdapat 5 *field* pada *website ThingSpeak*. *Field* 1 berisi data sensor pendeteksi hujan yang menampilkan pembacaan sensor yang berbentuk nilai logika dari sensor tersebut. *Field* 2 berisi data nilai rata – rata pembacaan sensor kelembapan tanah yang berbentuk grafik. *Field* 3 berisi data nilai logika *ralay* hujan (sakelar yang mengaktifkan sistem penyiraman setelah terjadinya hujan). *Field* 4 berisi data nilai logika *relay* rtc (sakelar yang mengaktifkan sistem penyiraman berdasarkan waktu yang telah diatur pada rtc). Sedangkan *field* terakhir berisi nilai rata – rata pembacaan sensor kelembapan tanah yang berbentuk angka yang memperjelas *field* 2. *Website ThingSpeak* tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Gambar tampilan *website ThingSpeak*

#### 4.5 Penyakit dan Hama

Selama penelitian ditemukan dua penyakit yang menyerang bawang merah yaitu layu fusarium dan bercak ungu. Bercak ungu menyerang daun bawang merah yang ditandai dengan sebuah bercak kecil berwarna putih sampai keabu – abuan. Apabila bercak tersebut semakin besar akan tampak bercincin – cincin berwarna keunguan dengan dikelilingi daerah berwarna kuning. Tahap selanjutnya, daerah tersebut meluas keatas maupun kebawah daun [22]. Penyakit tersebut meyebabkan patahnya daun serta terganggunya perkembangan umbi pada tanaman bawang merah [23]. Penyakit bercak dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut :



Gambar 4.6 Penyakit bercak ungu

Ciri – ciri tanaman terjangkit layu fusarium yaitu daun tanaman bawang merah akan menguning (berwarna kuning), daun yang mengecil, serta daun yang meliuk [24]. Layu fusarium berpengaruh terhadap berat umbi bawang merah [5]. Pada tanaman bawang merah yang masih muda penyakit ini menyebabkan kegagalan dalam pembentukan umbi. Pada tanaman bawang merah yang sudah tumbuh umbi, penyakit ini dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan umbi dan kebusukan pada umbi tersebut. Apabila sudah parah terjangkit penyakit tersebut, tanaman bawang merah akan mati [24].

Salah satu upaya pencegahan menyebarnya penyakit tersebut pada tanaman yang lain yaitu dengan mencabut tanaman yang terindikasi terinfeksi penyakit sedini mungkin [25]. Layu fusarium dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut:



Gambar 4.7 Penyakit layu fusarium

Berikut merupakan tabel jumlah penyakit bercak ungu dan penyakit layu fusarium yang menyerang tanaman bawang merah pada bedeng otomatis dan bedeng manual:

Tabel 4.1 Tabel penyakit dan hama yang menyerang

No	Nama	Jumlah		Keterangan
		Manual	Otomatis	
1.	Bercak ungu	62	11	
2.	Layu fusarium	29	25	

Berdasarkan tabel terdapat perbedaan yang cukup signifikan daun tanaman bawang merah yang terinfeksi bercak ungu antara bawang merah bedeng otomatis dan bawang merah bedeng manual. Ditemukan 62 kasus daun tanaman bawang merah bedeng manual terinfeksi bercak ungu, sedangkan pada bedeng otomatis ditemukan sebanyak 11 kasus daun tanaman bawang merah yang terinfeksi bercak ungu. Selain itu, ditemukan sebanyak 29 tanaman terinfeksi layu fusarium pada bawang merah bedeng manual dan 25 tanaman terinfeksi layu fusarium pada bawang merah bedeng otomatis.

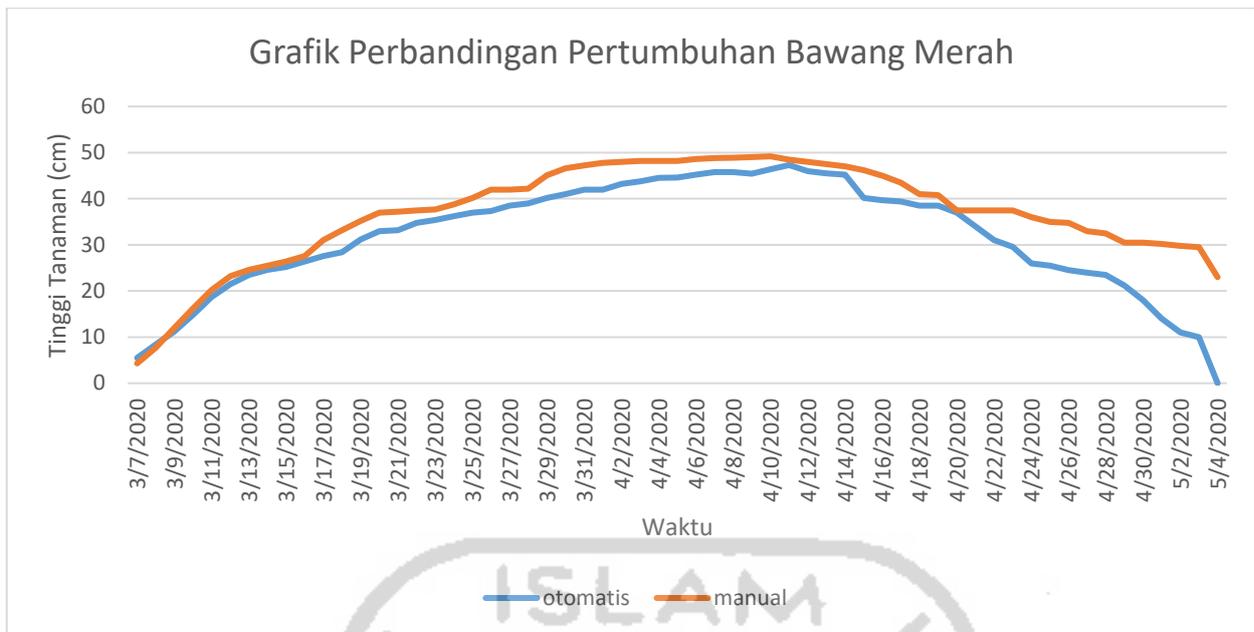
Selain penyakit, terdapat hama yang menyerang tanaman bawang merah. Hama yang menyerang tersebut yaitu ulat, belalang, dan kepik. Selama penelitian hama belalang dan kepik banyak ditemukan pada bedeng manual dibandingkan pada bedeng otomatis, sedangkan hama ulat ditemukan pada kedua bedeng. Hama yang menyerang tanaman bawang merah dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut:



Gambar 4.8 Hama yang menyerang bawang merah

#### 4.6 Pertumbuhan bawang merah

Penanaman bibit dilakukan pada tanggal 2 Maret 2020 dan berakhir atau panen pada tanggal 4 Mei 2020. Pada tanggal 4 Maret 2020, terlihat tumbuhnya akar. Pada tanggal 5 Maret 2020, telah tumbuh tunas. Pada tanggal 6 telah tumbuh beberapa tunas baru. Dan pada tanggal 7 Maret 2020, dimulai pengukuran pertumbuhan tanaman bawang merah tersebut. Perbandingan pertumbuhan tanaman bawang merah pada bedeng otomatis dan bedeng manual dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut:



Gambar 4.9 Grafik perbandingan pertumbuhan bawang merah bedeng otomatis dan manual

Terdapat kendala dalam pengukuran pertumbuhan bawang merah, yaitu mudah berubahnya keadaan tanaman bawang merah yang disebabkan oleh cuaca, hama, serta penyakit. Perubahan keadaan tanaman tersebut berlangsung sangat cepat, bahkan dalam hitungan jam. Faktor cuaca merupakan faktor terbesar cepatnya perubahan keadaan tanaman bawang merah tersebut, salah satunya yaitu lanas.

Berdasarkan grafik perbandingan pertumbuhan bawang merah, pertumbuhan bawang merah pada bedeng otomatis dan bedeng manual tidak jauh berbeda. Pada masa awal pertumbuhan, pertumbuhan tinggi bawang merah cukup signifikan dan berangsur – angsur menurun sampai masa panen. Pertumbuhan bawang merah pada bedeng manual lebih tinggi dibandingkan dengan bawang merah pada bedeng otomatis. Tetapi pada masa pertengahan, pangkal tanaman pada bedeng otomatis mengembang yang mengindikasikan dimulainya pertumbuhan umbi. Indikasi pertumbuhan umbi dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut:



Gambar 4.10 Perbandingan pangkal tanaman bawang merah bedeng otomatis (a) dan manual (b)

#### 4.7 Jumlah umbi, jumlah batang, dan berat bawang merah yang dihasilkan

Tabel 4.2 Tabel jumlah umbi, jumlah batang, serta berat umbi bawang merah pada bedeng otomatis dan bedeng manual

No. Tanaman	Otomatis			Manual			Keterangan
	Jumlah umbi	Jumlah batang	Berat (gram)	Jumlah umbi	Jumlah batang	Berat (gram)	
1.	14	11	20	27	20	55	
2.	14	16	26	15	12	25	
3.	15	12	35	19	20	26	
4.	19	18	31	-	-	-	Layu fusarium
5.	13	12	29	18	15	24	
6.	15	14	38	11	11	28	
7.	13	10	19	22	17	42	
8.	14	11	16	9	15	12	
9.	12	11	29	9	11	9	
10.	21	19	39	-	-	-	Tanaman kerdil
Total	150	134	282	130	121	221	
Rata-rata	15	13	28.2	13	12	22.1	

Tabel 4.3 Tabel keseluruhan hasil produksi bawang merah

No.	Bedeng	Jumlah produksi (gram)	Jumlah tanaman	Keterangan
1.	Otomatis	4165	171	
2.	Manual	4471	194	

Berdasarkan data yang diperoleh jumlah umbi yang dihasilkan bawang merah pada bedeng otomatis lebih banyak dibandingkan jumlah umbi yang dihasilkan bawang merah pada bedeng manual yaitu 150 umbi pada bedeng otomatis dengan rata – rata satu tanaman bawang merah menghasilkan 15 umbi dan 130 jumlah umbi pada bedeng manual dengan rata – rata satu tanaman bawang merah menghasilkan 13 umbi. Sama halnya dengan jumlah umbi, jumlah batang bawang merah yang dihasilkan bedeng otomatis lebih banyak dibandingkan jumlah batang bawang merah yang dihasilkan pada bedeng manual, yaitu berjumlah 134 batang pada bedeng otomatis dengan rata – rata satu tanaman bawang merah menghasilkan 13 batang dan 121 jumlah batang pada bedeng manual dengan rata – rata satu tanaman menghasilkan 12 jumlah batang.

Berat total yang dihasilkan oleh kedua bedeng tersebut memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Bedeng otomatis menghasilkan 282 gram dengan rata – rata satu tanaman bawang merah menghasilkan berat 28.2 gram sedangkan bedeng manual menghasilkan 221 gram dengan rata – rata satu tanaman bawang merah menghasilkan berat 22.1 gram. Selain itu, berat keseluruhan bawang merah bedeng otomatis memperoleh 4165 gram dengan jumlah total 171 tanaman. Pada bedeng manual, berat keseluruhan bawang merah yang didapatkan sebesar 4471 gram dengan jumlah total 194 tanaman. Hal tersebut membuktikan bahwa tanaman bawang merah pada bedeng otomatis lebih produktif dibandingkan dengan tanaman bawang merah pada bedeng manual. Penyebab hal tersebut tidak terlepas dari irigasi yang terjadwal pada bedeng otomatis [26], serta banyaknya hama dan penyakit yang menyerang tanaman bawang merah pada bedeng manual.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Alat otomatisasi penyiraman bawang merah dirancang dengan menggunakan satu buah Arduino Uno R3, tiga sensor kelembapan tanah, satu sensor pendeteksi hujan atau *rain sensor*, dua buah *solid state relay*, satu buah rtc, dan modul wifi (ESP8266-01) dengan sumber tegangan adaptor 12 volt 1 ampere.
2. Diperlukan pemeliharaan secara berkala pada modul, sensor, maupun komponen elektronika yang digunakan untuk mencegah kerusakan.
3. Diperlukan tambahan kapasitor yang terhubung antara VCC dan GND pada modul esp. Tidak hanya itu, dibutuhkan koneksi internet yang ekstra stabil serta kabel penghubung dengan kondisi yang prima demi keberhasilan pengiriman data.
4. Esp8266-01 tidak cocok digunakan pada penelitian yang cukup memakan banyak waktu karena seringnya gangguan yang dialami modul tersebut.
5. Nilai kelembapan tanah yang ditentukan sehingga dapat tepat melakukan penyiraman setelah terjadinya hujan bernilai 90% - 95% dengan nilai bit 102 – 51 sesuai dengan data Tabel hasil validasi sensor pada lampiran 4.
6. Tanaman bawang merah pada bedeng manual lebih rentan terkena penyakit dibandingkan tanaman bawang merah pada bedeng otomatis.
7. Hama yang menyerang tanaman bawang merah pada bedeng manual lebih bervariasi dibandingkan hama yang menyerang tanaman bawang merah pada bedeng otomatis.
8. Rata – rata tinggi tanaman bawang merah pada bedeng manual lebih tinggi dibandingkan tanaman bawang merah pada bedeng otomatis. Tetapi, tanaman bawang merah pada bedeng otomatis lebih cepat memulai pembentukan atau pertumbuhan umbi.
9. Tanaman bawang merah pada bedeng otomatis lebih produktif dibandingkan dengan tanaman bawang merah pada bedeng manual.

#### **5.2 Saran**

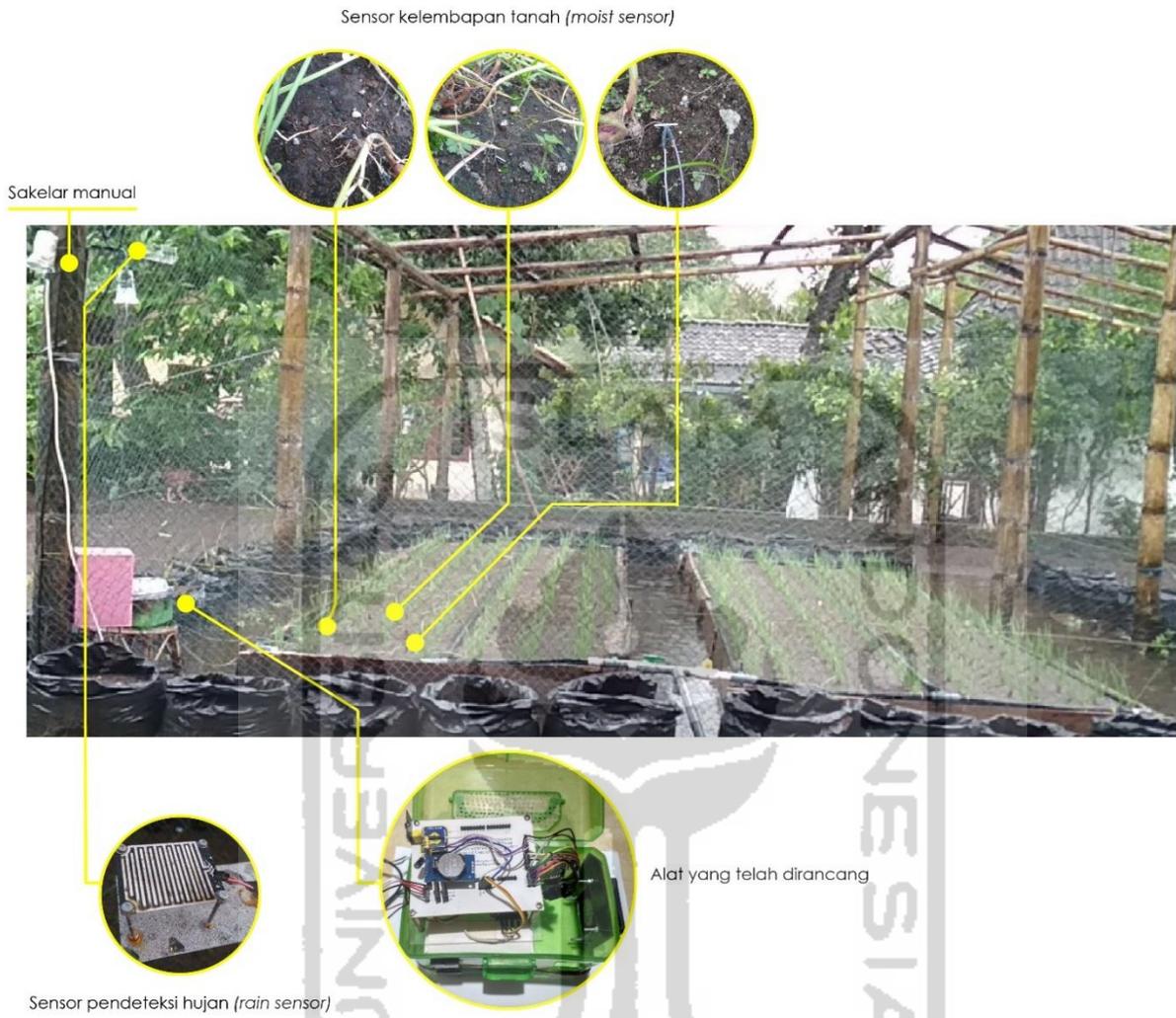
1. Untuk penelitian yang memakan cukup banyak waktu, dianjurkan menggunakan modul esp dengan jenis yang lain.
2. Perekaman data dilakukan mulai dari masa tanam sampai masa panen.

## DAFTAR PUSTAKA

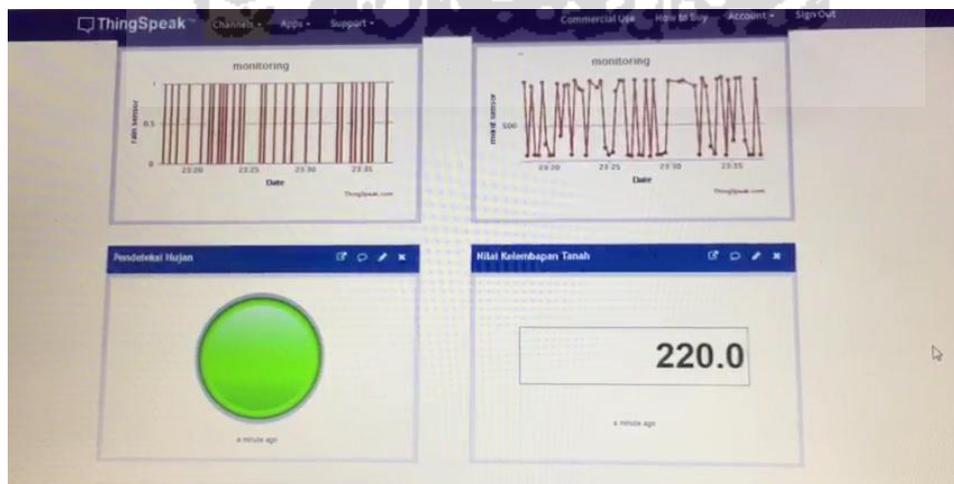
- [1] Aninom, "Penduduk 15 Tahun ke Atas Menurut Status Pekerjaan Utama 1986 - 2018," *Badan Pusat Statistik Nasional*, 2018. .
- [2] Anonim, *Inovasi Hortikultura Pengungkit Peningkatan Pendapatan Rakyat*, 9th ed. Jakarta: IAARD PRESS, 2015.
- [3] R. Purba and Y. Astuti, "Paket Teknologi Bawang Merah di Luar Musim Tanam di Pandeglang Banten," *AGRITECH*, vol. XV, no. 2, pp. 105–112, 2013.
- [4] Suwandi, "Teknologi Bawang Merah Off-Season : Strategi dan Implementasi Budidaya," *Balai Penelit. Tanam. Sayuran*, no. 517, p. 26, 2013.
- [5] A. Supriyadi, I. Rochdjatun S, and S. Djauhari, "Kejadian Penyakit pada Tanaman Bawang Merah yang Dibudidayakan Secara Vertikultur di Sidoharjo," *J. HPT*, vol. 1, no. 3, pp. 35–38, 2013.
- [6] E. L. Fitria, W. S. Dwi Yamika, and M. Santosa, "Pengaruh Biourin, EM4 dan Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Kondisi Ternaungi," *J. Produksi Tanam.*, vol. 5, no. 3, p. 481, 2017.
- [7] M. Ahmed, M. Amin, and I. El-Fiki, "Efficacy of Bioagents against *Alternaria porri* Incitant of Purple Blotch of Onion in Egypt," *Egypt. J. Phytopathol.*, vol. 45, no. 1, pp. 17–29, 2017, doi: 10.21608/ejp.2017.89518.
- [8] S. Salamiah, M. A. Ciptady, and C. Nisa, "Control of Fusarium Disease in Onion with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Mycorrhizae and Its Effect on Growth and Yield of Onion," *J. Wetl. Environ. Manag.*, vol. 7, no. 1, p. 23, 2019, doi: 10.20527/jwem.v7i1.184.
- [9] O. Wongmetha *et al.*, "The Selection of Onion Varieties for Off-Season Production," in *Proceedings of the Regional Symposium on Sustaining Small-Scale Vegetable Production and Marketing Systems for Food and Nutrition Security*, 2014, no. 8, pp. 117–124.
- [10] pid.ppmd.kemendesa, "Irigasi Kabut Untuk Lahan Pasir," 2018. <http://pid.ppmd.kemendesa.go.id/wp-content/uploads/2018/10/11.-Irigasi-Kabut-untuk-Lahan-Pasir.pdf> (accessed Feb. 04, 2020).
- [11] A. E. Wahyuni, "Pengembangan Perancangan Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Sel Braille Dengan Output Suara Berbasis Sensor Sentuh dan Mikrokontroler Arduino Uno Sub Pokok Bahasan Persegi, Persegi Panjang, dan Jajar Genjang," Universitas Jember, 2018.
- [12] C. Hasiholan, R. Primananda, and K. Amron, "Implementasi Konsep Internet of Things pada Sistem Monitoring Banjir menggunakan Protokol MQTT," vol. 2, no. 12, pp. 6128–6135, 2018.
- [13] J. Arifin, L. N. Zulita, and Hermawansyah, "PERANCANGAN MUROTTAL OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560," *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 1, p. 91, 2016.
- [14] S. J. Sokop, D. J. Mamahit, M. Eng, and S. R. U. A. Sompie, "Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *E-Journal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 5, no. 3, p. 14, 2016.

- [15] D. Sasmoko and Y. A. Wicaksono, "Implementasi Penerapan Internet of Things (IoT) pada Monitoring Infus Menggunakan ESP 8266 dan Web Untuk Berbagi Data," *J. Ilm. Inform.*, vol. 2, no. 1, p. 92, 2017.
- [16] D. R. Prasetya, "Perancangan dan Realisasi Prototipe Smart House System Menggunakan Smartphone Berbasis Android," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [17] I. F. Putro, "Buka Tutup Tirai Garasi Otomatis Dengan Sensor Hujan Serta Sensor LDR (Light Dependent Resistor) Berbasis Arduino Uno," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2017.
- [18] E. Y. Rosita Dewi, "Rancang Bangun Sistem Penyiram Sayur Sawi (*Brassica chinensis* L.) Menggunakan Sensor Kelembaban dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic," Universitas Jember, 2015.
- [19] V. D. K and M. Syaryadhi, "Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos," *KITEKTRO J. Online Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, p. 93, 2017.
- [20] Arafat, "Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan ESP8266," *Technologia*, vol. 7, no. 4, p. 267, 2016, doi: 10.1126/science.195.4279.639.
- [21] R. P. Pratama, "Implementasi dan Pengujian Modul ESP8266 dengan Aplikasi Android MQTT-Dash pada Jaringan MQTT," *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 12, no. 2, p. 163, 2018, doi: 10.32815/jitika.v12i2.292.
- [22] H. Nirwanto, *Estimasi Kehilangan Hasil Ekonomi Produksi Bawang Merah Terhadap Penyakit Bercak Ungu*, Pertama. Surabaya: UPN "Veteran" Jawa Timur, 2011.
- [23] H. Nirwanto, "Kajian Aspek Spesial Penyakit Bercak Ungu (*Alternaria porri* Cif. (EII)) pada Tanaman Bawang Merah," *J. Pertan. Mapeta*, vol. 10, no. 3, p. 211, 2008.
- [24] A. Supriyadi, I. Rochdjatun, and S. Djauhari, "Kejadian Penyakit pada Tanaman Bawang Merah Yang Dibudidayakan Secara Vertikultur di Sidoharjo," *J. HPT*, vol. 1, no. 3, p. 34, 2013.
- [25] Suwandi, "Teknologi Bawang Merah Off-Season : Strategi dan Implementasi Budidaya," *Balai Penelit. Tanam. Sayuran*, no. 517, p. 27, 2013.
- [26] B. Pejić, J. Gvozdanović-Verga, S. Milić, A. Ignjatović-Ćupina, D. Krstić, and B. Ćupina, "Effect of Irrigation Schedules on Yield and Water Use of Onion (*Allium cepa* L.)," *African J. Biotechnol.*, vol. 10, no. 14, pp. 2644–2652, 2011, doi: 10.5897/ajb10.1059.

# LAMPIRAN



Lampiran 1. Gambar alat dan pengaplikasiannya pada bedeng



Lampiran 2. Gambar tampilan *website ThinkSpeak*

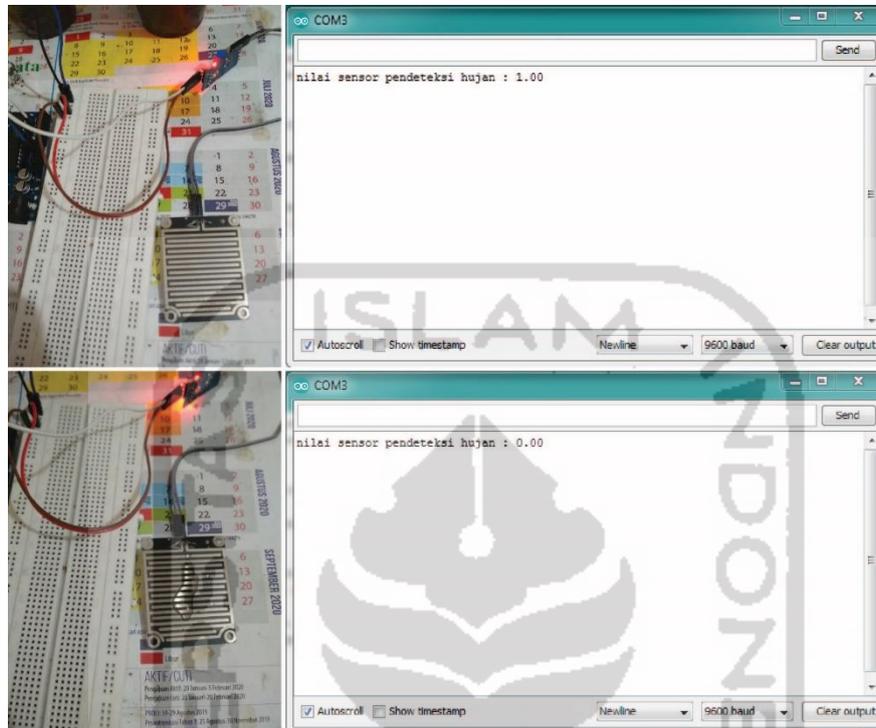


Lampiran 3. Gambar validasi sensor kelembapan tanah

Lampiran 4. Tabel hasil validasi sensor

No	Pembacaan alat ukur kelembapan tanah	Pembacaan sensor		Keterangan
		Bit	Konversi (%)	
1.	Dry	1023	0.0	
2.	Dry	965	5.67	
3.	Dry	932	8.90	
4.	Dry	762	25.51	
5.	Dry	554	45.85	
6.	Dry	520	49.17	
7.	Dry	501	51.03	
8.	Dry	481	52.98	
9.	Dry	459	55.13	
10.	Dry	428	58.16	
11.	Dry	397	61.19	
12.	Moist	382	62.66	
13.	Moist	370	63.83	
14.	Moist	358	65.00	
15.	Moist	349	65.88	
16.	Moist	329	67.84	
17.	Moist	291	71.55	
18.	Moist	274	73.22	
19.	Moist	258	74.78	
20.	Moist	232	77.32	
21.	Moist	220	78.49	
22.	Wet	198	80.65	
23.	Wet	156	84.75	
24.	Wet	140	86.31	
25.	Wet	127	87.59	
26.	Wet	102	90.02	
27.	Wet	98	90.42	
28.	Wet	76	92.57	
29.	Wet	67	93.45	
30.	Wet	51	95.01	
31.	Wet	38	96.29	
32.	Wet	29	97.17	

33.	Wet	13	98.73	
34.	Wet	8	99.22	
35.	Wet	4	99.61	
36.	Wet	2	99.80	
37.	Wet	1	99.90	
38.	Wet	0	100	



Lampiran 5. Gambar Validasi sensor pendeteksi hujan

```

#include <DS3231.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>

SoftwareSerial wifi(9,10); //Rx, Tx
String ip_host ="184.106.153.149";
boolean parsing = false;
String apiKey = "D1KZC74H2RGG5G6Q";

#define SSID_WIFI "mangga"
#define PASSWORD_WIFI "trada123"

int data1,data2,data3,rata_rata;
bool strhujan,strRtc,digital_hujan;

```

```

float kelembapan;
const int relay_hujan = 7;
const int relay_rtc = 8;

#define DEBUG true

void konek_ke_wifi() {
  String data = "AT+CWLAP=";
  data += SSID_WIFI;
  data += "\",\",";
  data += PASSWORD_WIFI;
  data += "\"";
  data += "\r\n";
  kirimPerintah(data, 10000, DEBUG);
}

unsigned long oldTime;

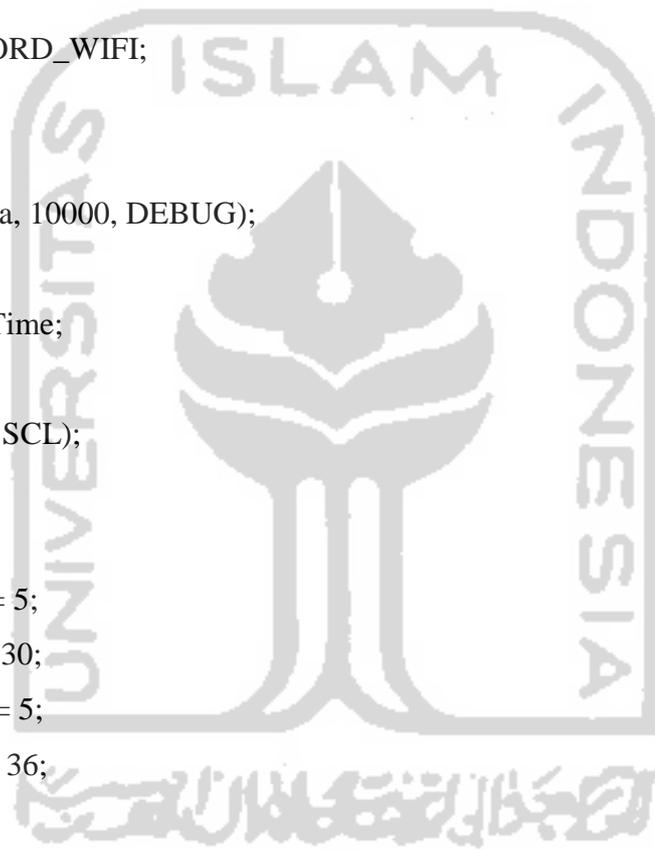
DS3231 rtc(SDA, SCL);
Time t;

const int OnHour = 5;
const int OnMin = 30;
const int OffHour = 5;
const int OffMin = 36;

//pendeclarasian
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  Serial.begin(9600);
  rtc.begin();
  pinMode(relay_hujan, OUTPUT);
  pinMode(relay_rtc, OUTPUT);

  Serial.print("Connecting to Wifi:"); //print the text to the lcd

```



```

wifi.begin(9600);
 kirimPerintah("AT+RST\r\n", 2000, DEBUG);
 kirimPerintah("AT+CWMODE=3\r\n", 1000, DEBUG); // Set ke AP / Client
 konek_ke_wifi();
 kirimPerintah("AT+CIPMUX=2\r\n", 1000, DEBUG);
 kirimPerintah("AT+CIFSR\r\n", 500, DEBUG);
 Serial.println("Wifi SIAP !!");
 }

```

String data;

```

//pembacaan sensor
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
 data1=analogRead(A0);
 data2=analogRead(A1);
 data3=analogRead(A2);
 digital_hujan=digitalRead(6);
 t = rtc.getTime();

 rata_rata = ((data1+data2+data3)/3);
 kelembapan= (100-((rata_rata/1023.00)*100));
 Serial.print("nilai rata rata = ");
 Serial.println(rata_rata);
 Serial.print("nilai kelembapan : ");
 Serial.print(kelembapan);
 Serial.println("%\t");
 Serial.print("digital hujan : ");
 Serial.println(digital_hujan);
 Serial.print(t.hour);
 Serial.print(" hour(s), ");
 Serial.print(t.min);
 Serial.print(" minute(s)");
 Serial.println(" ");
 delay(1000);

```

```

if((kelembapan<=95)&&(digital_hujan==0))//menyalakan relay hujan
{
digitalWrite(relay_hujan,HIGH);
strhujan=1;
Serial.println("Relay Hujan Hidup");
Serial.println("strhujan = 1");
delay(300000);//60x5x1000 5 menit

digitalWrite(relay_hujan,LOW);
strhujan=0;
Serial.println("Relay Hujan Mati");
Serial.println("strhujan = 0");
Serial.println("");
delay(1800000);//60x30x1000 30 menit
}

if(t.hour == OnHour && t.min == OnMin){
digitalWrite(relay_rtc,HIGH);
strRtc=1;
Serial.println("Relay RTC Aktif");
Serial.println("strRtc = 1");
}

else if(t.hour == OffHour && t.min == OffMin){
digitalWrite(relay_rtc,LOW);
strRtc=0;
Serial.println("Relay RTC Mati");
Serial.println("strRtc = 0");
}

    kirim_data();
}
String kirimPerintah(String perintah, const int waktu, boolean debug) {

```

```

String respon = "";
wifi.print(perintah);

long time = millis();
while ((time + waktu) > millis())
{
while (wifi.available())
{
char c = wifi.read();
respon += c;
}
}

if (debug) {
Serial.print(respon);
}
return respon;
}

void kirim_data(){
String cmd = "AT+CIPSTART=\"TCP\",\"";
cmd += ip_host;
cmd += "\",80";
wifi.println(cmd);
if (wifi.find("Error")) {
Serial.println("Koneksi eror");
return;
}

cmd = "GET /update?api_key="; // prepare GET string
cmd += apiKey;
cmd += "&field1=";
cmd += String(digital_hujan);
cmd += "&field2=";
cmd += String(kelembapan);

```



```

cmd += "&field3=";
cmd += String(strhujan);
cmd += "&field4=";
cmd += String(strRtc);

cmd += "\r\n\r\n";
//cmd += "\r\n";

//send data length
wifi.print("AT+CIPSEND=");
wifi.println(cmd.length());
if (wifi.find(">")) {
  Serial.print(">");
}
else {
  wifi.println("AT+CIPCLOSE");
  Serial.println("Koneksi Timeout");
  delay(2000);
  return;
}
kirimPerintah(cmd, 2000, DEBUG);
}

```

Lampiran 6. Program arduino yang digunakan pada penelitian

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	created_at	entry_id	field1	field2	field3	field4	latitude	longitude	elevation	status
2	2020-04-05 15:55:01 WIB	1	1	90	0	0				
3	2020-04-05 15:55:19 WIB	2	1	90	0	0				
4	2020-04-05 15:55:37 WIB	3	1	90	0	0				
5	2020-04-05 15:55:55 WIB	4	1	90	0	0				
6	2020-04-05 15:56:19 WIB	5	1	90	0	0				
7	2020-04-05 15:56:37 WIB	6	1	90	0	0				
8	2020-04-05 15:56:55 WIB	7	1	90	0	0				
9	2020-04-05 15:57:14 WIB	8	1	90	0	0				
10	2020-04-05 15:57:32 WIB	9	1	90	0	0				
11	2020-04-05 15:57:50 WIB	10	1	90	0	0				
12	2020-04-05 15:58:08 WIB	11	1	90	0	0				
13	2020-04-05 16:03:58 WIB	12	1	90	0	0				
14	2020-04-05 16:04:16 WIB	13	1	90	0	0				
15	2020-04-05 16:04:34 WIB	14	1	90	0	0				
16	2020-04-05 16:04:53 WIB	15	1	90	0	0				
17	2020-04-05 16:05:11 WIB	16	1	90	0	0				
18	2020-04-05 16:05:29 WIB	17	1	90	0	0				
19	2020-04-05 16:05:47 WIB	18	1	90	0	0				
20	2020-04-05 16:06:47 WIB	19	1	90	0	0				
21	2020-04-05 16:07:06 WIB	20	1	90	0	0				
22	2020-04-05 16:07:24 WIB	21	1	90	0	0				
23	2020-04-05 16:07:42 WIB	22	1	90	0	0				

Lampiran 7. Gambar Hasil impor data dari website ThingSpeak

Lampiran 8. Tabel pengukuran tinggi tanaman bawang merah pada bedeng otomatis

No	Tanggal	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Keterangan
1.	2/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Penanaman.
2.	3/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Penyiraman urine kelinci.
3.	4/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mulai tumbuhnya akar.
4.	5/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mulai terlihat tumbuhnya tunas.
5.	6/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tumbuh beberapa tunas baru.
6.	7/3/2020	5.9	4.4	4.9	5.5	5.3	6.4	6.5	5.2	3.7	3.9	Perhitungan dilakukan pada daun yang paling tua dan tinggi
7.	8/3/2020	10.2	8.1	8.5	8.4	8.4	8	10.2	8.3	7.3	7.4	Tanaman tumbuh dengan cepat.
8.	9/3/2020	14.6	12.8	11.2	11.2	10.2	11.4	14	10.3	10	12	Rata – rata pertumbuhan 2 sampai 4 cm, beberapa bertambah 5 cm.
9.	10/3/2020	18	16.6	13.6	14.8	13.5	15.2	17.2	12.5	12.4	6.5	Bibit yang terimbun tanah (semua tertimbun tanah) lebih lama dalam menumbuhkan tunas.
10.	11/3/2020	21.2	20.5	17.4	18.7	17.8	9.2	20.2	15.7	14.4	21.4	Tanaman tumbuh dengan cepat.
11.	12/3/2020	23	22.6	20.2	21.5	21.8	21.5	22	19.5	16.2	22.6	Pertumbuhan melambat. Rata – rata pertumbuhan 1 – 3 cm.
12.	13/3/2020	24	23.5	23	23.5	22.5	23.4	23.2	23	18.6	25.2	Pucuk daun tanaman nomor 9 mengering.
13.	14/3/2020	25.1	24.2	26.2	24.6	25.5	25	24.5	25.9	20	27.2	Dilakukan pemupukan.
14.	15/3/2020	26.2	25.6	28.1	25.2	27.2	26	26	27.3	21.1	29.8	Tanaman nomor 9 menguning.
15.	16/3/2020	27.4	27.9	29.8	26.4	28.6	27.8	28	29	22.2	30.3	Tanaman nomor 9 menguningtetapi tidak meluas.
16.	17/3/2020	30.2	30.8	31.2	27.6	30.3	29.8	32.2	31.5	24.4	36.6	
17.	18/3/2020	32	32.8	32	28.4	31.2	30.6	33.5	32.5	24.8	37.6	Daun nomor 7 patah.
18.	19/3/2020	33.2	34.1	34.5	31.2	32.4	32	34.6	33.2	25	38	Pucuk daun tanaman nomor 4 menguning.
19.	20/3/2020	34.2	35.5	37.6	33	34.2	33.4	35.5	36.3	25.5	39.2	
20.	21/3/2020	34.6	35.9	38.4	33.2	34.9	34	36.2	36.6	26.1	39.5	
21.	22/3/2020	35.4	36.5	39.6	34.8	36.2	35	34.8	37	22	40	Pucuk daun tanaman nomor 7 dan nomor 9 mengering.
22.	23/3/2020	36.5	36.6	40.5	35.4	36.4	35.6	34.4	37	21.2	41	
23.	24/3/2020	37.2	38	40.8	36.2	36.6	36.8	32	37.6	21	41.5	
24.	25/3/2020	38.2	39.7	41.2	37	38	38	30.8	37.5	19.5	42.2	Pucuk daun yang kering meluas.

25.	26/3/2020	39.4	40.6	41.7	37.3	40	38.5	25.5	36.6	16.5	42.6	
26.	27/3/2020	39.8	40.7	42	38.5	40.8	38.7	23.8	35.4	16.3	42.9	Daun tanaman nomor 2 nampak menguning dan kering.
27.	28/3/2020	41	40.8	42.5	39	41	39	22	34.5	13.6	43	Daun tanaman nomor 2 mengering.
28.	29/3/2020	43	41	42.8	40.2	41.8	39.2	21.7	21.4	13	43	Tanaman nomor 9 kuning sampai pangkal dan daun tanaman nomor 10 layu.
29.	30/3/2020	41.8	42.5	43.2	41	42.2	40.4	22	20.5	10	22	Daun tanaman nomor 10 layu dan menguning.
30.	31/3/2020	45	43.2	45	42	44.5	43	19.5	11.5	10	11.8	
31.	1/4/2020	32	43	46	42	45.1	43.8	0	11.5	9	0	Tanaman nomor 1 layu. Pucuk daun tanaman nomor 2 mengering. Tanaman nomor 7 layu sampai pangkal. Tanaman nomor 10 kering sampai pangkal dengan tanda -tanda dimakan ulat.
32.	2/4/2020	31.6	27.8	46.2	43.2	45.2	44	38	11	0	37.6	Tanaman nomor 7 diukur pada daun yang paling tua dan tinggi. Tanaman nomor 9 dan nomor 10 kering sampai pangkal.
33.	3/4/2020	29.8	25	47	43.8	45.6	44.8	39	10	30.8	38.5	Tanaman nomor 9 diukur pada daun yang paling tinggi dan tua dengan keadaan pucuk mengering. Tanaman nomor 9 diukur pada daun yang paling tinggi dan tua.
34.	4/4/2020	23.6	23.4	47	44.5	45.6	45.5	38.4	9	30.2	39.6	Pucuk daun tanaman nomor 7 dan nomor 9 mengering.
35.	5/4/2020	22.6	23	47.2	44.6	39.4	45.7	37.8	8.8	30	40.6	
36.	6/4/2020	21.7	22.5	47.4	45.2	34.5	46	36	0	28.2	17	Pucuk daun tanaman nomor 4 mengering. Daun tanaman nomor 7 layu dan kering. Daun tanaman nomor 8 kering sampai pangkal.
37.	7/4/2020	20	15.6	47.4	45.8	27.8	46.2	23	40	26.6	16.5	Pucuk daun tanaman nomor 4 kuning. Pucuk daun tanaman nomor 6 mengering. Tanaman nomor 10 layu (hampir kering sampai pangkal).
38.	8/4/2020	18.8	13	47.7	45.8	26.5	46.4	17	40.3	21.2	0	Pucuk daun tanaman nomor 4 dan nomor 6 mengering. Daun tanaman nomor 10 kering sampai pangkal.
39.	9/4/2020	18.2	12.4	47.7	45.4	25.2	47	16.2	37.6	21	38.5	Pucuk daun tanaman nomor 4, 6, dan 8 mengerin. Daun tanaman nomor 7 layu dan kering. Tanaman

												nomor 10 diukur pada daun yang paling tua dan tinggi.
40.	10/4/2020	18	12	47.8	45.4	25.2	47.3	15.5	37.2	20.5	38.7	
41.	11/4/2020	16.6	9.4	47.8	34	0	47.3	15	36	18.6	36.5	Daun tanaman nomor 4 daun kuning dan patah. Daun tanaman nomor 5 kering sampai pangkal. Pucuk daun tanaman nomor 8 dan nomor 10 mengering. Pucuk daun tanaman nomor 9 mengering dan menguning sampai pangkal.
42.	12/4/2020	15	0	47.8	33.2	44.9	46	13	28.8	17.8	34	Daun tanaman nomor 1 kuning sampai pangkal. Daun tanaman nomor 2 kering sampai pangkal. Tanaman nomor 5 diukur pada daun yang paling tua dan tinggi. Pucuk daun tanaman nomor 6 mengering. Daun tanaman nomor 7 kuning sampai pangkal.
43.	13/4/2020	0	40.6	46.5	30.8	45.2	45.5	0	27.3	14.5	32.5	Pucuk daun tanaman nomor 3 mengering.
44.	14/4/2020	45.6	41	45.5	29.5	45.4	45.2	41.2	27	12	30	Tanaman nomor 7 diukur pada daun paling tua dan tinggi dengan kondisi pucuk kering.
45.	15/4/2020	45.5	40.5	38.2	25.5	45.4	44.5	40.2	26	11.8	29.8	Pucuk daun tanaman nomor 1,2,7 mengering.
46.	16/4/2020	44	40	38.1	24	45.5	44.3	39.7	20.8	11.5	28.6	Daun tanaman nomor 1 layu. Daun tanaman nomor 10 layu sampai pangkal.
47.	17/4/2020	24.5	36.5	37	23	45.5	44.2	39.4	20.2	11.2	0	Daun tanaman nomor 1 patah karena bercak ungu.
48.	18/4/2020	24.5	35.5	36.8	21.6	45.5	43.8	38.5	20.2	0	34.5	Daun tanaman nomor 8 layu dan daun tanaman nomor 9 layu sampai pangkal.
49.	19/4/2020	23.5	35	36.8	21	45.5	43.2	38.5	0	39.5	34.6	Daun tanaman nomor 4 menguning. Daun tanaman nomor 8 kering sampai pangkal. Nomor 9 diukur pada daun yang paling tua dan tinggi.
50.	20/4/2020	19	35	36.2	0	44.8	43.2	37	39	39.5	34.7	Tanaman nomor 8 diukur pada tanaman yang paling tua dan tinggi dengan kondisi pucuk kering. Daun tanaman nomor 4 kering sampai pangkal.
51.	21/4/2020	19	34.5	34	46	44	43	34.5	36.2	39.6	30	Pucuk daun tanaman nomor 10 mengering dan layu.

52.	22/4/2020	18.8	33	33	46.2	21.5	42	31	35.5	39.7	29.5	Daun tanaman nomor 3 mengering. Daun nomor 5 patah karena bercak ungu.
53.	23/4/2020	17.5	33	26	46.4	21.5	42	29.6	34.5	39.8	-	Daun tanaman nomor 10 layu sampai pangkal.
54.	24/4/2020	15.2	26	20.5	44.5	14.5	42	19.5	31.5	41	26.8	Pucuk daun tanaman nomor 4 mengering.
55.	25/4/2020	14.5	25.5	20	42.5	-	42	17	30.5	41	26.5	Daun tanaman nomor 5 layu sampai pangkal.
56.	26/4/2020	13	24.5	18.5	41.5	41.5	41.8	15.5	29.5	41	24	
57.	27/4/2020	12	24	18.5	41	41.5	41.5	14.5	28.5	41.5	20	
58.	28/4/2020	11	23.5	17	40.7	41.5	41.5	14	28	41.3	19	
59.	29/4/2020	-	21.2	15.5	39.8	41.6	41.5	13.5	27	28.6	13	Daun tanaman nomor 1 kering sampai pangkal. Daun tanaman nomor 9 patah karena bercak ungu.
60.	30/4/2020	38.2	18	-	39.5	41.7	41.5	-	25	27	-	Daun tanaman nomor 3,7, dan 10 mengering sampai pangkal.
61.	1/5/2020	38.2	14	35.5	37	41.7	41.5	41.8	24	26.5	38	Tanaman nomor 3 dihitung pada daun yang paling tinggi dan tua dengan keadaan pucuk kering. Daun tanaman nomor 4 menguning.
62.	2/5/2020	38.5	11	35	35	41.7	40.5	42	21	23.5	40	
63.	3/5/2020	38.5	10	35	35	41.7	40.5	42	19.5	22	39	
64.	4/5/2020	38.6	-	34.5	35	35	39.6	42	19	20.5	38.5	Daun tanamn nomor 2 layu sampai pangkal. Daun tanaman nomor 5 patah karena bercak ungu.

Lampiran 9. Tabel pengukuran tinggi tanaman bawang merah pada bedeng manual

No	Tanggal	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Keterangan
1.	2/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Penanaman
2.	3/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Penyiraman urine kelinci.
3.	4/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mulai terlihat tumbuhnya akar.
4.	5/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mulai tumbuh tunas (hanya satu tunas).
5.	6/3/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tumbuh beberapa tunas baru.
6.	7/3/2020	4.3	5	3.8	5.3	4.4	6.1	3.5	5.5	6.1	4.6	Tinggi tanaman dihitung pada daun yang paling tinggi dan tua.
7.	8/3/2020	7.7	8	7.5	8.4	7.6	10.2	7	9	9.4	7.6	Tanaman tumbuh dengan cepat.
8.	9/3/2020	12	10.9	11.9	13	11.2	14	9.6	12.6	12	11.3	Rata – rata pertumbuhan tanaman bertambah 2 sampai 4 cm, beberapa tanaman bertambah 5 cm.

9.	10/3/2020	16.2	14.3	15.5	16.6	14	17.5	12	16	15.5	15.9	Bibit yang tertimbun tanah lebih lama dalam menumbuhkan tunas.
10.	11/3/2020	20.2	17	19.2	20.7	16.7	20.5	16.6	19.2	17.2	17.8	Tanaman tumbuh dengan cepat.
11.	12/3/2020	23.2	19.7	20.9	23.4	19.8	22	18.7	21.2	20.2	20.9	Pertumbuhan tanaman melambat. Rata – rata pertumbuhan tanaman 1 – 3 cm.
12.	13/3/2020	24.6	21.6	22.6	24.8	21.8	23.9	21.9	22.1	23.8	23.8	Salah satu ujung daun pada tanaman semakin mengering.
13.	14/3/2020	25.5	23	24.5	26.5	22.4	26.3	24.2	24.6	26.5	25.7	Dilakukan pemupukan tahap kedua dengan komposisi pupuk yang sama.
14.	15/3/2020	26.4	24.4	25.2	28.5	23.2	28.2	26.1	27.5	28.6	27.5	
15.	16/3/2020	27.6	25.3	27	29.8	24.4	30.2	28.2	30.2	30.1	28.6	
16.	17/3/2020	31	27	29	31.4	26.1	32.4	31.4	33	31.6	29.4	
17.	18/3/2020	33.2	28.4	30	32.2	26.5	34	32.8	33.9	32.2	29.8	Terjadi hujan.
18.	19/3/2020	35.2	28.9	32.2	33	28.2	34.6	34.2	34.1	33.2	30	Tanaman nomor 10 nampak lebih kuning dari yang lain.
19.	20/3/2020	37	31.8	35	33.8	29	34.6	36.5	34.6	34.3	30	Nomor 10 tidak mengalami pertumbuhan daun. Hanya saja, terdapat dua helai tunas tunas baru.
20.	21/3/2020	37.2	32.2	35.4	34.2	29.4	35.4	36.8	34.8	35.8	30	
21.	22/3/2020	37.5	34	36.5	36	32	35.5	38	31.6	36.9	27	Ujung daun tanaman nomor 8 dan nomor 10 kering.
22.	23/3/2020	37.7	34.5	37.6	37.8	32.5	36	38.3	31.2	37.4	26.6	
23.	24/3/2020	38.8	34.7	38	38.4	33.2	36.2	38.8	12	37.6	25.8	Patah karena bercak ungu pada tanaman nomor 8.
24.	25/3/2020	40.2	35.4	38.9	39.4	33.5	37	39.9	8	37.8	18.4	
25.	26/3/2020	42	37.2	39.5	40.5	33.7	32.4	40.8	0	39.5	7.5	Ujung daun tanaman nomor 6 mengering, dan daun pada tanaman nomor 8 kering sampai ke pangkal.
26.	27/3/2020	42	37.7	39.8	40.6	35.4	32	41.4	38.4	39.8	0	Pertumbuhan tanaman nomor 8 dihitung pada daun tertinggi dan tertua. Daun tanaman nomor 10 mengering sampai ke pangkal.
27.	28/3/2020	42.2	38.5	41.7	41	36.4	31.5	41.6	35.8	40.6	20.7	Pertumbuhan tanaman nomor 10 dihitung pada daun yang paling tua dan paling tinggi.
28.	29/3/2020	45.1	38.6	43.5	41.4	37	31.2	43.7	33	41	21	Ujung daun tanaman nomor 8 mengering.
29.	30/3/2020	46.6	39.8	44.5	41.4	37.5	30.7	45	19	41	21	
30.	31/3/2020	47.2	40.6	44.6	41.4	38	30.5	45.3	16	41.6	21	
31.	1/4/2020	47.8	40.8	44.8	42.2	38	30	45.4	16	42	21	
32.	2/4/2020	48	41.6	38	43.4	39	30	45.7	16	42.2	21	Ujung daun tanaman nomor 3 mengering.
33.	3/4/2020	48.2	41.7	36.6	45	39.4	29.8	45.8	12	42.3	21	

34.	4/4/2020	48.2	41.8	36.5	45.2	39.9	29.6	46.2	11	42.3	19.8	Ujung daun tanaman nomor 10 mengering.
35.	5/4/2020	48.2	42.4	36	45.6	40.2	28.8	46.5	9.6	42.4	15	
36.	6/4/2020	48.6	42.6	36	45.7	40.5	27.5	47.2	9.5	42.4	0	Daun pada tanaman nomor 10 layu dan mengering sampai ke pangkal.
37.	7/4/2020	48.8	42.3	35.6	46.2	40.5	27.5	47.5	0	42.4	16.5	Daun pada tanaman nomor 8 kering sampai pangkal dan pertumbuhan tanaman nomor 10 diukur pada daun yang paling tua dan paling tinggi.
38.	8/4/2020	48.9	42.5	35.4	46	40.6	27	47.8	42.5	42.4	18.8	Ujung daun tanaman nomor 4 mengering. Pertumbuhan tanaman nomor 8 diukur pada daun yang paling tua dan paling tinggi.
39.	9/4/2020	49	42.7	35.4	43.5	40.6	0	47.4	43.2	42	19.6	Ujung daun pada tanaman nomor 6 layu sampai ke pangkal. Ujung daun tanaman nomor 7 dan nomor 9 mengering.
40.	10/4/2020	49.2	43	35.2	43.5	40.8	46.2	47.4	43.6	42	19.6	Pertumbuhan tanaman nomor 6 diukur pada daun yang paling tua dan paling tinggi.
41.	11/4/2020	48.5	43.1	34.5	37.6	35.5	46.2	47	44	40.2	19.6	Ujung daun pada tanaman nomor 1, 5, dan 10 mengering.
42.	12/4/2020	48	43.2	34.3	36.3	34.5	46.2	47	34	0	19.4	Daun pada tanaman nomor 8 patah serta daun pada tanaman nomor 9 layu sampai ke pangkal (lanas).
43.	13/4/2020	47.5	43.2	33.2	22.8	33.4	45.5	44.2	34	34	18.2	Ujung daun pada tanaman nomor 2 dan 6 mengering. Daun pada tanaman nomor 4 layu dan mengering. Daun pada tanaman nomor 9 kering sampai ke pangkal.
44.	14/4/2020	47	43	31.5	0	33	42	44.2	34	34	17	Daun pada tanaman nomor 4 layu sampai ke pangkal.
45.	15/4/2020	46.2	42.2	31.4	38.2	32.8	41.2	43.2	23	36.4	0	Daun pada tanaman nomor 8 patah karena bercak ungu. Daun pada tanaman nomor 10 layu sampai ke pangkal.
46.	16/4/2020	45	21.8	27	38.2	32.4	40.5	42.5	23	36.6	23.8	Daun pada tanaman nomor 2 patah karena bercak ungu. Pertumbuhan tanaman nomor 10 diukur pada daun yang paling tua dan paling tinggi.
47.	17/4/2020	43.5	21	26.5	38.2	32	40	28	18	37.2	25	Daun tanaman pada nomor 7 patah karena bercak ungu.
48.	18/4/2020	41	20.2	26	0	31.2	38.3	26.5	14.5	37.4	25.2	Daun pada tanaman nomor 4 layu sampai ke pangkal (lanas).
49.	19/4/2020	40.8	20	26	37	31	38.2	18	0	37.5	25.5	Pertumbuhan tanaman nomor 4 diukur pada daun yang paling tinggi dan paling tua. Pangkal daun pada tanaman nomor 8 bercak ungu.

50.	20/4/2020	0	18.5	25.8	37	0	24	0	40	37.5	23	Tanaman nomor 1 kering sampai pangkal. Tanaman nomor 5 lanas. Tanaman nomor 6 layu dan menguning. Tanaman nomor 7 kering sampai pangkal. Tanaman nomor 8 diukur pada daun yang paling tinggi dan tua. Tanaman nomor 10 patah.
51.	21/4/2020	48	17	24.5	37	40.7	21.5	47.6	35.5	37.5	22.7	Tanaman nomor 1, 5, 7 diukur pada daun yang paling tua dan tinggi. Tanaman nomor 8 pucuk kering.
52.	22/4/2020	48.1	16.8	24	37	40.8	20.5	47.6	0	37.5	21.8	Tanaman nomor 8 lanas.
53.	23/4/2020	48.2	16.7	22.5	35.6	41	20.5	47.5	33	37.5	21.8	
54.	24/4/2020	48	0	20	26.2	40.6	15	47.5	31.8	36	19.5	Nomor 2 kering sampai pangkal. Nomor 9 pucuk kering.
55.	25/4/2002	47.8	42	18	23	40	13.5	47.5	28	35	18	Nomor 2 diukur pada daun yang paling tua dan tinggi (dalam keadaan pucuk kering).
56.	26/4/2020	47.8	41.8	15	-	39.2	0	47	23.5	34.8	17.5	Tanama nomor 1 pucuk kering. Tanaman nomor 2 bercak ungu. tanaman nomor 4 terindikasi moller (dilakukan pencabutan). Tanaman nomor 6 layu sampai pangkal dan bercak ungu. tanaman nomor 7 bercak ungu.
57.	27/4/2020	47.5	41.5	13.5	-	39.2	40.2	44	23	33	17	
58.	28/4/2020	47.5	41	13.5	-	39	40.2	44	22.8	32.5	17	Tanaman nomor 2, 6 dan nomor 7 pucuk kering.
59.	29/4/2020	47.5	41	11	-	38.5	39.4	44	18	30.5	16.5	
60.	30/4/2020	47.5	39.5	9	-	38	38.8	44	-	30.5	16	Tanaman nomor 8 lanas, dan ada beberapa tanaman pada bedeng manual mengering.
61.	1/5/2020	47.5	39.5	8	-	37.5	38.8	-	31.5	30.2	14.5	Tanaman nomor 7 layu sampai pangkal (lanas). Tanaman nomor 8 diukur pada daun yang paling tinggi dan tua dengan keadaan pucuk kering.
62.	2/5/2020	47.5	37.5	-	-	36.5	38.5	42.6	25	29.8	13.5	Tanaman nomor 3 layu sampai ke pangkal.
63.	3/5/2020	47.2	36.8	30	-	35	38	42.7	25	29.5	-	Nomor 3 diukur pada daun yang paling tua dan tinggi dengan keadaan pucuk kering. Nomor 5 dan nomor 8, layu serta bercak ungu. nomor 6 bercak ungu. nomor 9 pucuk mengering. Nomor 10 layu sampai pangkal (lanas).
64.	4/5/2020	46.8	36.5	30	-	-	38	35	-	23	24.5	Nomor 5 dan nomor 8 layu sampai pangkal (lanas).



Lampiran 10. Gambar bibit yang ditanam pada bedeng otomatis



Lampiran 11. Gambar bibit yang ditanam pada bedeng manual



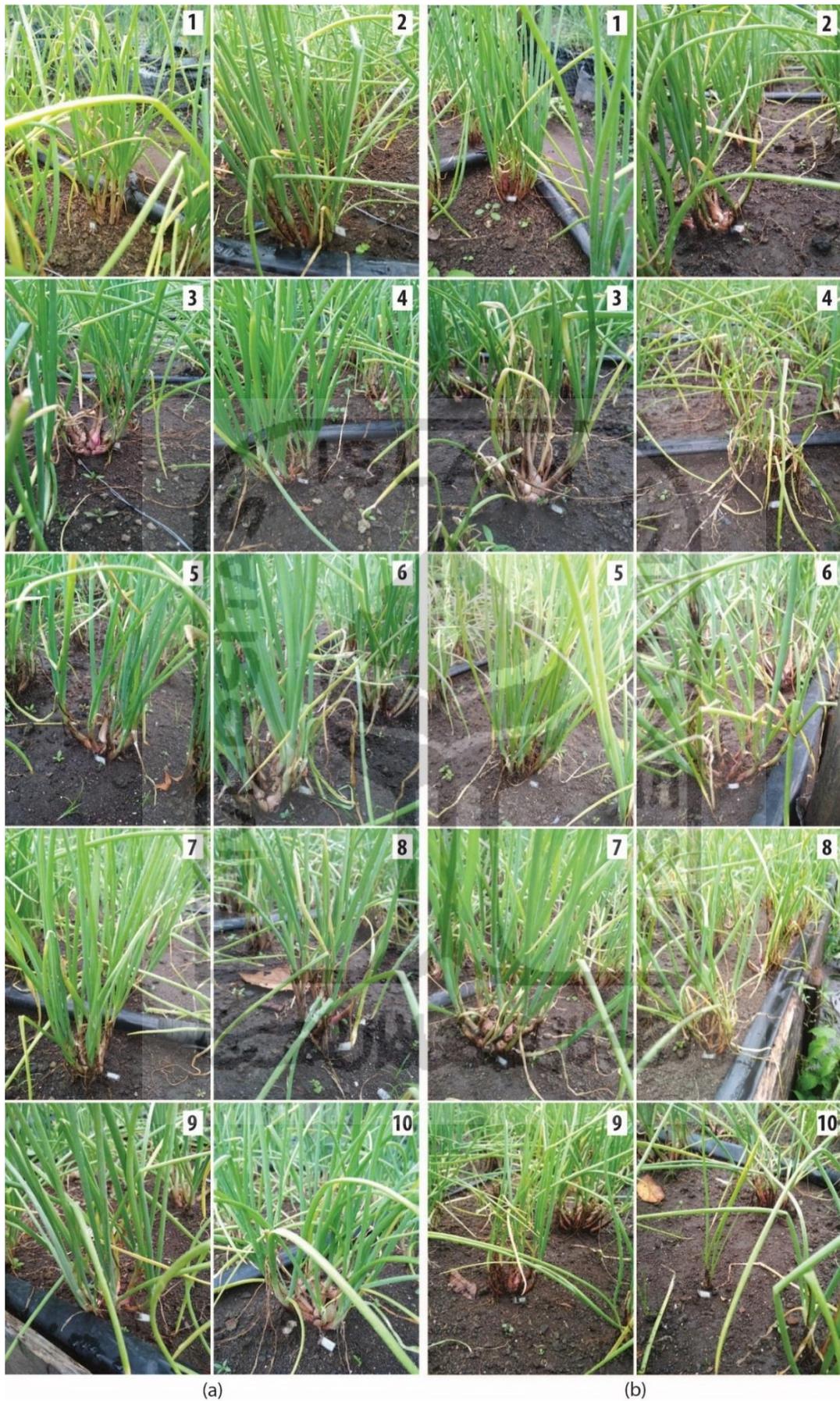
Lampiran 12. Gambar tunas tumbuh pada bedeng otomatis (a) dan manual (b)



Lampiran 13. Gambar beberapa tunas baru yang tumbuh pada bedeng otomatis (a) dan manual (b)



Lampiran 14. Gambar tunas awal pada bedeng otomatis (a) dan manual (b)



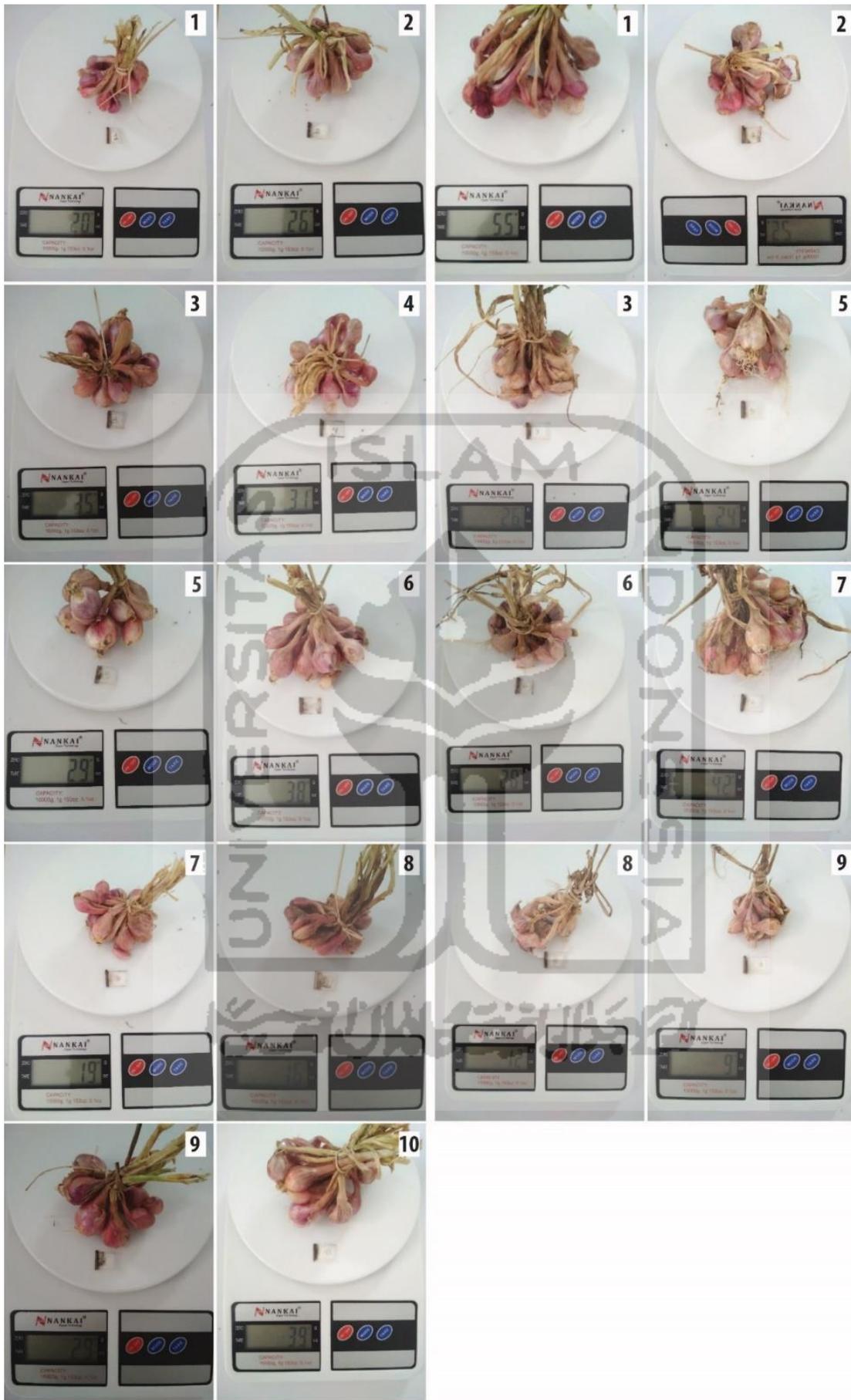
Lampiran 15. Gambar tanaman pada masa pertengahan pada bedeng otomatis (a) dan manual (b)



Lampiran 16. Gambar tanaman pada masa panen bedeng otomatis (a) dan manual (b)



Lampiran 17. Gambar hasil panen bawang merah yang sudah dibersihkan pada bedeng otomatis (a) dan manual (b)



(a)

(b)

Lampiran 18. Gambar penimbangan bawang merah pada bedeng otomatis (a) dan manual (b)



Lampiran 19. Gambar penimbangan total hasil bawang merah pada bedeng otomatis (a) dan manual (b)



Lampiran 20. Gambar pencabutan bawang merah terinfeksi layu fusarium pada bedeng otomatis (a) dan manual (b)

Lampiran 21. Tabel rincian biaya

No.	Nama Komponen	Jumlah	Harga satuan	Harga total	Keterangan
1.	Arduino Uno R3	1	100.000,-	100.000,-	
2.	Sensor kelembapan tanah (yl-69)	3	30.000,-	90.000,-	
3.	Sensor pendeteksi hujan (yl-83)	1	30.000,-	30.000,-	
4.	Real Time Clock (DS3231)	1	28.000,-	28.000,-	
5.	Esp 8266-01	1	27.500,-	27.500,-	
6.	2 solid state relay	1	45.000,-	45.000,-	
7.	Adaptor 12 volt 1 ampere	1	30.000,-	30.000,-	
8.	Kipas 6 cm x 6 cm	1	12.500,-	12.500,-	
9.	Kapasitor elektrolit 10 $\mu$ F	1	100,-	100,-	
10.	Kabel penghubung male to male	18	200,-	3.600,-	
11.	Kabel penghubung male to female	4	200,-	800,-	
12.	Regulator (lm7805)	2	1.500,-	3.000,-	
Total biaya				370.500,-	

Lampiran 22. Tabel ekonomis

No.	Bedeng	Jumlah produksi (kg)	Harga per kg (Rp.)	Pendapatan (Rp.)	Keterangan
1.	Otomatis	4.165	55.000,-	231.000,-	
2.	Manual	4.471	55.000,-	246.000,-	
Pendapatan total				477.000,-	

Noted : bibit yang digunakan sebanyak 1 kg dengan harag Rp.32.000,-

