

**RESPONS PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN BAYAM MERAH
(*Amaranthus tricolor* L.) PADA BEBERAPA TARAF KADAR AIR
YANG DIKONTROL SECARA PRESISI MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

(Skripsi)

Oleh

**SZEINATTIE ARIEN ISTIQA
2114121060**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**RESPONS PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN BAYAM MERAH
(*Amaranthus tricolor* L.) PADA BEBERAPA TARAF KADAR AIR
YANG DIKONTROL SECARA PRESISI MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

Oleh

**SZEINATTIE ARIEN ISTIQA
2114121060**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencari Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

RESPONS PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.) PADA BEBERAPA TARAF KADAR AIR YANG DIKONTROL SECARA PRESISI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Oleh

SZEINATTIE ARIEN ISTIQA

Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) adalah salah satu tanaman hortikultura bernilai ekonomi tinggi sehingga berpotensi dikembangkan di Indonesia. Salah satu kendala utama dalam budidayanya adalah pengaturan pemberian air bagi tanaman yang diberikan dengan tidak sesuai, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh taraf kadar air yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil bayam merah yang dikontrol secara presisi menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, pada Mei sampai September 2025. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan empat taraf kadar air, yaitu P1 (20–40%), P2 (40–60%), P3 (60–80%), dan P4 (80–100%) kapasitas lapang dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali. Data dianalisis menggunakan uji homogenitas Bartlett dan uji aditivitas Tukey, selanjutnya dengan analisis ragam (ANARA) serta uji lanjut DMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan taraf kadar air memberikan nyata terhadap semua variabel pengamatan mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman. Perlakuan P3 dengan rentang kadar air 60–80% kapasitas lapang memberikan hasil pertumbuhan dan produksi paling optimal, ditandai dengan rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun, serta bobot segar dan kering tertinggi. Kadar air dengan pemberian terlalu rendah maupun terlalu tinggi menurunkan pertumbuhan dan hasil bayam merah

Kata kunci: Arduino Uno, bayam merah, kadar air, kapasitas lapang, pertumbuhan

ABSTRACT

GROWTH AND YIELD RESPONSES OF RED AMBER (*Amaranthus tricolor* L.) PLANTS TO SEVERAL WATER CONTENT LEVELS PRECISELY CONTROLLED USING AN ARDUINO UNO MICROCONTROLLER

By

SZEINATTIE ARIEN ISTIQA

*Red amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) is one of the horticultural crops with high economic value that has great potential for development in Indonesia. One of the main obstacles in its cultivation is irrigation management that is not in accordance with the plant's needs, thereby affecting growth and yield. This study aims to determine the effect of several levels of soil moisture content on the growth and yield of red amaranth, which is precisely controlled using an Arduino UNO microcontroller. The study was conducted at the Integrated Field Laboratory Greenhouse, Faculty of Agriculture, University of Lampung, from May to September 2025. The research design used a Randomized Block Design (RBD) with four water content treatments, namely P1 (20–40%), P2 (40–60%), P3 (60–80%), and P4 (80–100%) field capacity, each repeated four times. The data were analyzed using Bartlett's homogeneity test and Tukey's additivity test, followed by analysis of variance (ANOVA) and DMRT 5% post-hoc test. The results showed that differences in water content levels had a significant effect on all observation variables, namely plant height, number of leaves, fresh weight, and dry weight. Treatment P3 with a water content range of 60–80% field capacity yielded the most optimal growth and production results, characterized by the highest average plant height, number of leaves, and fresh and dry weight. Moisture content that was too low or too high reduced plant growth and yield.*

Keywords: *Arduino Uno, *Amaranthus tricolor* L., water content, field capacity, growth.*

Judul Skripsi

: **RESPONS PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.) PADA BEBERAPA TARAF KADAR AIR YANG DIKONTROL SECARA PRESISI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

Nama Mahasiswa

: *Szeinattie Arien Istiqqa*

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114121060

Jurusan

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian



MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,

Purba Sanjaya, S.P., M.Si
NIP 198805112019031012

Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

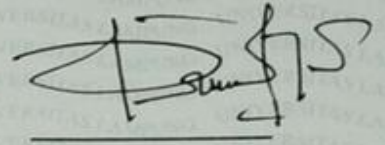
2. Ketua Jurusan Agroteknologi,

Ir. Setyo Widagdo, M.Si.
NIP 196812121992031004

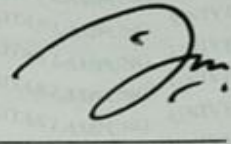
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji,

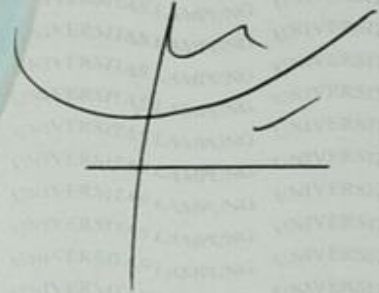
Ketua : **Purba Sanjaya, S.P., M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Afandi, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian,



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **11 Februari 2026**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Respons Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor* L.) pada Beberapa Taraf Kadar Air yang Dikontrol secara Presisi Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno”** merupakan hasil karya saya sendiri bukan karya orang lain. Beberapa bagian-bagian tertentu pada skripsi ini saya kutip dari karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan kaidah, norma, dan etika penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terdapat temuan bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan sanksi akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 11 Februari 2026
Penulis,



Szeinattie Arien Istiqa
2114121060

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Metro, Provinsi Lampung pada 19 Oktober 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari pasangan Bapak Endang Saputra dan Ibu Rini Murwati. Pada 2015, penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Kota Metro kemudian menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 4 Metro pada 2018. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 3 Metro pada 2021 dan melanjutkan pendidikan Strata 1 di Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berbagai kegiatan di kampus maupun di luar kampus. Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Gandri, Kecamatan Penengahan, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung pada 2024. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum di CV. Soebi Agrikultura Indonesia, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat pada Juli hingga Agustus 2024. Penulis Aktif dalam organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2023 sebagai anggota Pengembangan Minat dan Bakat. Penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Teknik Budidaya Tabulampot pada 2026.

PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Respons Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor* L.) pada Beberapa Taraf Kadar Air yang Dikontrol secara Presisi Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno”

Dengan penuh rasa syukur karya ini kupersembahkan sebagai ucapan terima kasihku untuk:

1. Kedua orang tua tercinta: Ibu Rini Murwati dan Ayah Endang Saputra yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan sampai tahap ini, yang sudah mengusahakan segalanya untuk penulis, selalu memberi semangat, mengajari untuk selalu berusaha, berdoa dan berserah di setiap proses yang dilalui. Serta tiada hentinya selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis di setiap langkah;
2. Kakak dan adik: Abang Akbar, A Fadil dan Syifa yang selalu memberikan dukungan, do'a, motivasi semangat, dan selalu membantu penulis dalam hal apapun;
3. Teman-teman yang sudah menjadi saudara kandung: Enuyy, Icus Bonay, Yuyun, Camon, Nisyul, Anggun, Darida dan Mba Ainun.

MOTTO

لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ

"Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya."

(Q.S. Yasin: 40)

*Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa
Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan*

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

Sabar, ikhlas dan khusnuzon

Akan ku buktikan semua doa dan harapannya (Rumah by Salma)

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya. Penyelesaian pembuatan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, doa dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Dosen Pembimbing Akademik;
2. Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi yang telah memberikan saran, dukungan dan do'a;
3. Purba Sanjaya, S.P. M.Si., selaku dosen Pembimbing Utama pada Penelitian ini. Terima kasih atas do'a, bimbingan, waktu, ide, kritik, saran, nasehat, kesabaran, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
4. Dr. Ir. Afandi, M.P., selaku dosen Penguji yang sudah memberikan do'a, saran, kritik, dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi;
5. Ibu tersayang dan tercinta yaitu Ibu Rini Murwati yang menjadi alasan untuk penulis sampai ditahap saat ini. Terima kasih banyak ya bu untuk doa, dukungan dan segala usaha yang ibu lakukan untuk penulis bisa menjadi sarjana. Meskipun terlambat tapi akan penulis usahakan untuk selesai dan menyanggah gelar Sarjana Pertanian. Semoga Allah SWT mendengarkan dan mengabulkan doa yang Arin panjatkan untuk Ibu;
6. Ayah tersayang dan tercinta yaitu Ayahanda Endang Saputra yang juga menjadi inspirasi untuk penulis sampai ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi. Terima kasih untuk setiap doa, semangat, ridho dan segala usaha yang sudah ayah lakukan sehingga penulis bisa menyelesaikan pendidikan ini.

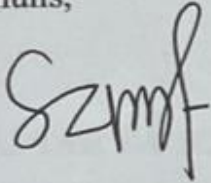
Semoga Allah SWT mendengarkan dan mengabulkan doa yang penulis panjatkan untuk ayah;

7. Kepada saudara sekandung dan sedarah: Abang Aqbar, A Fadil, Syifa dan Mba Inun yang kebersamai penulis dari kecil sampai saat ini. Terima kasih untuk do'a, motivasi, dan dukungannya;
8. Sahabat-sahabatku yang sudah seperti saudara kandung: Enuyy, Icus, Yuyun, Camon, Nisyul, Anggun dan Darida yang telah kebersamai penulis sedari bangku Sekolah Dasar dan Sekolah Menengah Atas (SMA). Terima kasih atas dukungan, semangat, motivasi serta bantuan yang diberikan kepada penulis. Meskipun sudah jarang bertemu, semoga kita selalu diberi kesempatan untuk bertemu kembali di waktu mendatang. Semangat mengejar cita-cita pren;
9. Sahabat sekaligus teman seperjuangan: Sipiwi, Ayu, Dorido, Mae, Tyara, Eve, Chrisna, Tyara, Ule, Okta, Fikri, Mpin dan teman-teman Jurusan Agroteknologi 2021 yang telah kebersamai penulis sedari awal masa perkuliahan dalam susah senangnya menjadi Mahasiswa di Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
10. Teman-teman satu penelitian: Afifah dan Desi yang telah kebersamai penulis dalam penelitian ini. Terima kasih atas perhatian, semangat dan bantuan kepada penulis selama penelitian di Rumah Kaca Lab. Lapangan Terpadu. Maaf ya pren banyak salahnya;
11. Adik sekaligus teman di masa akhir pendidikan yaitu Atta, Nia, dan Alija. Terima kasih ya sudah mau datang dan memberi bunga saat sempro. Semoga kalian selalu diberi kemudahan untuk menyelesaikan perkuliahan ini;
12. Teman di luar pulau Sumatera yaitu MNK. Terima kasih sudah menjadi teman berbagi cerita dan *thanks for your support*. Semoga kamu selalu dimudahkan segala urusan dan dikelilingi hal-hal baik;
13. Bule Lina dan Om Irfan, terima kasih yang sebesar-besarnya untuk bule dan om sudah membantu dalam banyak hal;
14. Terakhir tapi bukan akhir, untuk diri sendiri Szeinattie Arien Istiqah. Terima kasih yang setulus dan sedalamnya karena sudah mau berjuang sampai titik saat ini. Terima kasih sudah mau mengusahakan segalanya dengan maksimal. Maaf karena saat sedih, sakit dan kecewa cuman punya diri sendiri.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas saran, masukan, dan keluahan waktu dalam membantu penelitian dan menyelesaikan skripsi. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca dan terkhusus kepada penulis.

Bandar Lampung, 11 Februari 2026

Penulis,



Szeinattie Arien Istiqa

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Bayam Merah	7
2.2 Lingkungan Hidup Bayam Merah.....	8
2.3 Kandungan Gizi Bayam Merah.....	9
2.4 Mikrokontroler Arduino Uno.....	10
2.5 Irigasi Air untuk Pertumbuhan Tanaman.....	11
III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.4.1 Pembuatan Petak dan Saluran Air.....	14
3.4.2 Persiapan Media Tanam.....	15
3.4.3 Pembuatan Skema Rangkaian.....	15
3.4.4 Perancangan Perangkat Keras.....	16
3.4.5 Kalibrasi Alat	17
3.4.6 Pemasangan Komponen.....	20
3.4.7 Pengujian Alat.....	20

3.4.8	Penyemaian	20
3.4.9	Pindah Tanam.....	21
3.4.10	Pemeliharaan dan Perawatan Tanaman	21
3.4.11	Pemanenan	22
3.4.12	Variabel Pengamatan	22
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Hasil	24
4.1.1	Tinggi Tanaman.....	24
4.1.2	Jumlah Daun	25
4.1.3	Bobot Segar Tanaman	26
4.1.4	Bobot Kering Tanaman	27
4.1.5	Kadar Air Tanah Harian (%)	28
4.2	Pembahasan.....	29
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	35
	DAFTAR PUSTAKA	36
	LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai Batas Kadar Air Berdasarkan Kapasitas Lapang	18
2. Nilai Sensor Taraf Kadar Air berdasarkan Nilai Tertinggi dan Terendah	19
3. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam pada Setiap Variabel Pengamatan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah	24
4. Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah (cm)	25
5. Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah (helai).....	26
6. Hasil Uji Lanjut Rata-rata Bobot Segar Bayam Merah pada Setiap Perlakuan (gram).....	27
7. Hasil Uji Lanjut Rata-rata Bobot Kering Bayam Merah pada Setiap Perlakuan (gram).....	28
8. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 7 hst.....	45
9. Data Uji Homogenitas Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 7 hst.....	45
10. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 7 hst.....	46
11. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 14 hst.....	46
12. Data Uji Homogenitas Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 14 hst.....	47
13. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 14 hst.....	47
14. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 21 hst.....	48
15. Data Transformasi Arcsin \sqrt{x} Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Tanaman Bayam 21 hst.....	48

16. Data Uji Homogenitas Pengaruh Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 21 hst.....	49
17. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 21 hst.....	49
18. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 28 hst.....	50
19. Data Transformasi Arcsin \sqrt{x} Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 28 hst ..	50
20. Data Uji Homogenitas Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 28 hst.....	51
21. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Tinggi Bayam Merah 28 hst.....	51
22. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 7 hst.....	52
23. Data Uji Homogenitas Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 7 hst ..	52
24. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 7 hst ..	53
25. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 14 hst.....	53
26. Data Uji Homogenitas Pengaruh Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 14 hst.....	54
27. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 14 hst.....	54
28. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 21 hst.....	55
29. Data Transformasi Arcsin \sqrt{x} Pengaruh Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 21 hst.....	55
30. Data Uji Homogenitas Pengaruh Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 21 hst.....	56
31. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 21 hst.....	56
32. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 28 hst.....	57
33. Data Uji Homogenitas Pengaruh Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 28 hst.....	57
34. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Kadar Air terhadap Jumlah Daun Bayam Merah 28 hst.....	58
35. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Bobot Segar Bayam Merah.....	58

36. Data Uji Homogenitas Pengaruh Kadar Air terhadap Bobot Segar Bayam Merah.....	59
37. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Kadar Air terhadap Bobot Segar Bayam Merah.....	59
38. Data Pengamatan Pengaruh Taraf Kadar Air terhadap Bobot Kering Bayam Merah.....	60
39. Data Uji Homogenitas Pengaruh Kadar Air terhadap Bobot Kering Bayam Merah.....	60
40. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Kadar Air terhadap Bobot Kering Bayam Merah.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran Penelitian	6
2. Morfologi bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	8
3. Tata letak penelitian.....	15
4. Skema rangkaian penelitian.....	16
5. Korelasi antara nilai sensor dan kadar air tanah.....	18
6. Hasil pembacaan nilai taraf kadar air	19
7. Perubahan kadar air kapasitas lapang selama masa tanam.....	29
8. Pertumbuhan bayam merah di lapang	29
9. Persiapan media tanam tanah di lapang	42
10. Pengujian alat di lapang sebelum penanaman	42
11. Penyemaian benih bayam merah di media semai.....	42
12. Pindah tanam bayam merah setelah disemai	43
13. Penyiangan gulma di sekitar bayam merah.....	43
14. Pemupukan tanaman dengan pupuk urea	43
15. Kegiatan pemanenan bayam merah pada 28 hst	44
16. Pengukuran tinggi tanaman selama masa tanam.....	44
17. Penimbangan bobot segar tanaman setelah pemanenan.....	44
18. Penimbangan bobot kering tanaman setelah di oven	45
19. Rangkaian alat di lapang yang telah dirakit	45
20. Tanaman pada umur 7 hst.....	45
21. Bahasa pemrograman yang dimasukkan pada arduino.....	63
22. Lanjutan bahasa pemrograman yang dimasukkan pada Arduino	64
23. Lanjutan bahasa pemrograman yang dimasukkan pada Arduino	65
24. Lanjutan bahasa pemrograman yang dimasukkan pada Arduino	66

25.	Lanjutan bahasa pemograman yang dimasukkan pada Arduino	67
26.	Lanjutan bahasa pemograman yang dimasukkan pada Arduino	68
27.	Lanjutan bahasa pemograman yang dimasukkan pada Arduino	69

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bayam merah merupakan salah satu tanaman hortikultura yang dapat dikembangkan di Indonesia. Bayam merah menjadi sayuran yang banyak digemari oleh masyarakat terutama untuk dikonsumsi pada bagian daunnya (Khanam dan Oba, 2013). Selain untuk dikonsumsi bayam merah memiliki nilai yang cukup tinggi dari segi kandungannya. Menurut Djarwatiningsih dkk. (2017), bayam merah memiliki kandungan gizi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh seperti vitamin A (beta-karoten), vitamin C, riboflavin, thiamine, dan niacin serta beberapa mineral penting yaitu kalsium, zat besi, zink (seng), magnesium, fosfor, dan kalium.

Indonesia mengalami penambahan jumlah penduduk yang mencapai 278.696 juta jiwa pada tahun 2023 dari tahun 2022 sebanyak 275.773 juta jiwa menurut Badan Pusat Statistika (BPS). Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka permintaan pasar pada sektor pangan terutama sayuran juga akan semakin meningkat. Selain itu, pertumbuhan jumlah penduduk Indonesia yang pesat menjadikan kebutuhan tempat tinggal akan semakin meningkat. Jumlah tempat tinggal yang terus meningkat berpengaruh terhadap luas lahan pertanian yang akan semakin menurun sebagai dampak dari alih fungsi lahan (Gultom dkk., 2011). Menurut data laporan tahunan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2023) luas lahan panen bayam mengalami penurunan menjadi 46.810 ha dengan hasil panen 170.668 ton pada 2023 dari 47.049 ha dengan hasil panen 170.821 ton di 2022.

Hal yang dapat dilakukan untuk tetap memaksimalkan pertumbuhan sayuran ini yaitu dapat dilakukan dengan pemanfaatan lahan terbatas di wilayah perkotaan yang hasilnya dapat dikonsumsi pribadi. Pertumbuhan bayam merah di wilayah perkotaan dapat dioptimalkan dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan seperti sinar matahari, pH tanah, suhu, kelembaban dan kebutuhan air tanaman. Bayam merupakan tanaman yang membutuhkan banyak air karena mengandung lebih dari 80% air sehingga dalam budidaya bayam pengaturan air sangat penting, terutama saat awal benih ditebar (Ardiansyah, 2022). Air menjadi bagian terpenting dari sel dan jaringan tanaman karena sebagian besar jaringan tanaman terdiri dari air. Selain itu, air juga berfungsi sebagai pelarut hara mineral yang dibutuhkan bagi tanaman. Air berperan penting dalam melarutkan ion-ion dari sumbernya sehingga bisa diserap oleh tanaman dan masuk ke dalam jaringan tanaman (Hamim, 2008). Untuk meningkatkan hasil tanaman maka harus diketahui kebutuhan air bagi tanaman.

Pemanfaatan teknologi menjadi salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui kebutuhan kadar air yang tepat bagi tanaman yaitu dengan penggunaan *Internet of Thing* atau IoT. *Internet of thing* (IoT) adalah suatu konsep yang dirancang dengan tujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus (Panduardi dan Haq, 2016). Penggunaan IoT di pertanian dapat membantu untuk mengetahui kadar air kapasitas lapang pada tanah yang menjadi media tanam tanaman hortikultura dengan bantuan sensor kelembaban tanah sehingga budidaya dapat mencapai hasil maksimal. Kelembaban tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Ketidaksesuaian kelembaban tanah disebabkan oleh suplai air tidak diberikan dalam jumlah yang tepat (Adams dkk., 2012).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan dari latar belakang ini yaitu bagaimana pengaruh taraf pemberian air yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam

merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang dikontrol secara presisi menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh taraf pemberian air yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang dikontrol secara presisi menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.

1.4 Kerangka Pemikiran

Sayuran bayam merah mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dibandingkan dengan beberapa jenis bayam lainnya. Sebagai tanaman hortikultura bayam merah sudah banyak diminati oleh masyarakat karena memiliki kandungan gizi yang tinggi. Hal ini menyebabkan besarnya permintaan yang cukup tinggi dari beberapa supermarket, hotel dan restoran. Adapun harga untuk bayam merah bisa mencapai Rp. 15.000/ikat dibandingkan dengan bayam hijau yang memiliki harga Rp. 7.000/ikatnya. Jika ditinjau dari aspek klimatologis, aspek teknis, aspek ekonomis dan aspek sosialnya Indonesia memiliki kelayakan dalam budidaya bayam merah. Bayam merah jika dipelihara dengan baik dan syarat tumbuhnya terpenuhi, maka dapat diperoleh produksi 3,5–5 ton/hektar (Rahmat, 2008).

Budidaya bayam merah masih memiliki kendala. Kendala yang terjadi dapat disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal. Kendala yang dihadapi dalam budidaya tanaman bayam merah seperti faktor kurangnya pemahaman dalam pengendalian hama dan penyakit, selain itu rendahnya hasil juga dapat terjadi akibat teknis budidaya yang masih kurang diperhatikan (Juleha, 2004). Seperti pengaturan ketersediaan air untuk tanaman yang tidak sesuai dengan kebutuhannya. Pemberian air dengan sistem irigasi tertentu identik dengan jenis dan kebutuhan air pada setiap tanaman. Ketersediaan air bagi tanaman akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

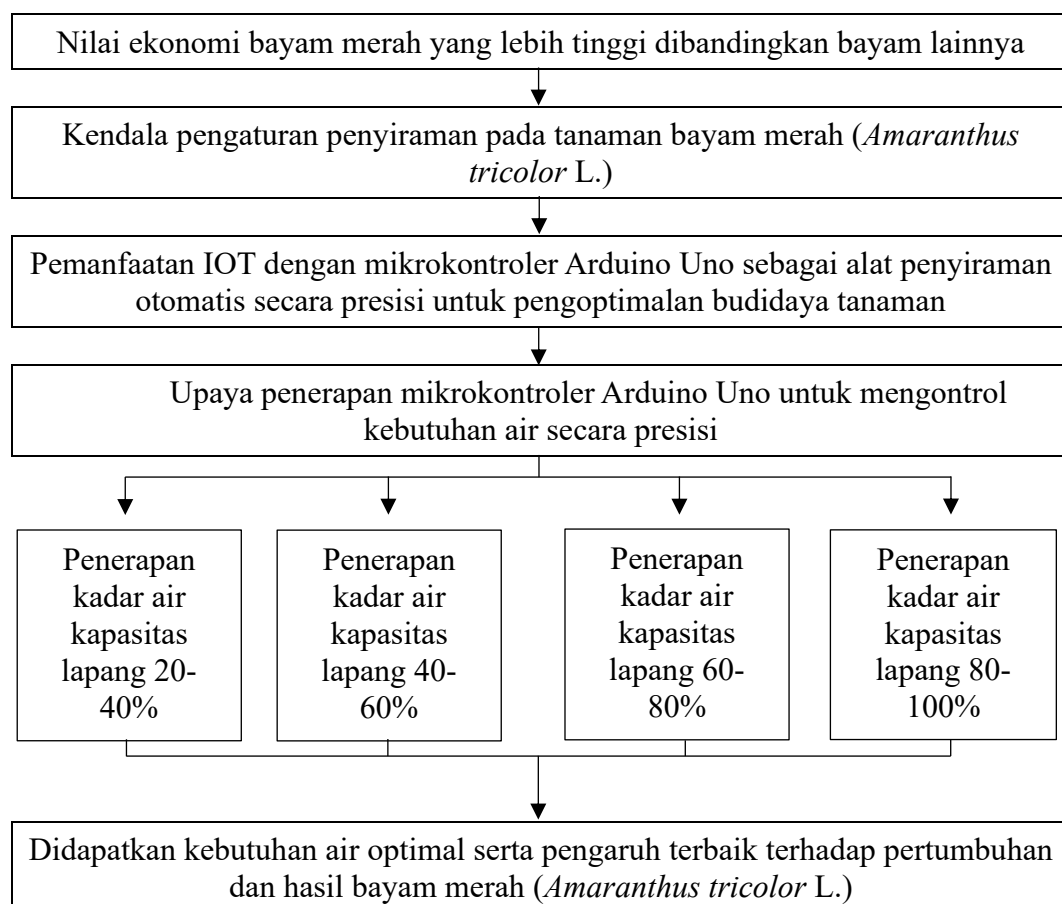
Bayam merah membutuhkan banyak air, terutama saat musim kemarau. Bayam merah tumbuh dengan baik pada tanah yang lembab dengan kelembaban di atas 60% (Rachmah dkk., 2020). Menurut Suwati dkk. (2019), pemberian air yang terlalu berlebihan pada tanaman bayam akan mengakibatkan tanaman bayam tumbuh lebih lama. Namun pemberian air yang terlalu sedikit juga akan mengakibatkan tanaman bayam pendek dan layu. Kondisi ini relevan dengan hasil penelitian Wiryono (2004) bahwa tanaman akan mengalami gangguan pertumbuhan karena jumlah oksigen yang terbatas pada daerah perakaran. Keterbatasan oksigen ini terjadi akibat pori-pori tanah dijenuhi oleh molekul air.

Hal yang dapat dilakukan untuk tetap mengoptimalkan hasil bayam merah yaitu dapat dilakukan dengan mengetahui kebutuhan air tanaman. Keadaan tanah yang lembab dapat membantu menjaga tanaman agar tidak mengalami kekeringan. Di era 4.0 saat ini penggunaan IoT menjadi sebuah wujud implementasi teknologi yang terus maju dan berkembang untuk dimanfaatkan dalam bidang pertanian. IoT bekerja dengan cara memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, setiap perintah argumen akan menghasilkan suatu interaksi. Adapun interaksi yang terjadi yaitu antara mesin dengan mesin dan terhubung otomatis tidak ada campur tangan seseorang dan tidak dibatasi jarak. Penghubung antara interaksi kedua mesin adalah internet, sementara tugas manusia hanya sebagai pengatur dan mengawasi alat tersebut bekerja secara langsung (Efendy, 2018).

Perkembangan teknologi di bidang pertanian seperti penggunaan IoT dapat dimanfaatkan sebagai alat penyiraman secara otomatis. Alat ini dapat digunakan untuk membantu dalam hal penyiraman tanaman bayam merah. Jumlah air penyiraman dapat diketahui dengan cara mengamati kadar air tanah, dimana hal ini dapat diketahui dengan memasang sensor kadar air pada sebidang tanah yang digunakan sebagai media tanam. Sensor kadar air tanah akan membaca level kadar air tanah yang kemudian akan mengirimkan sinyal digital menuju mikrokontroler Arduino Uno. Perangkat penyiraman akan bekerja berdasarkan nilai kelembaban tanah pada berbagai kadar taraf air, selanjutnya alat akan otomatis menyiram tanaman saat terdeteksi tingkat kelembaban tanah pada kadar

yang telah ditentukan. Adapun kadar air yang digunakan yaitu pada taraf 20%-40%, 40%-60%, 60%-80%, 80%-100%. Berapa banyak air yang harus diirigasikan tergantung dari jenis tanaman dan sebagai media tanam (Ardiansyah, 2022).

Petani dapat menentukan tindakan untuk meminimalisir kemungkinan kerusakan pada hasil pertanian yang disebabkan karena tidak dilakukannya *monitoring* secara terus menerus. Berdasarkan hal ini, perlu diterapkannya pengukuran kadar air dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno. Hasil penerapan beberapa level kadar air dari kapasitas lapang diharapkan mampu memberikan informasi kadar air dan pengaruh terbaik untuk budidaya tanaman bayam merah. Berikut diagram alir dari penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian.

1.5 Hipotesis

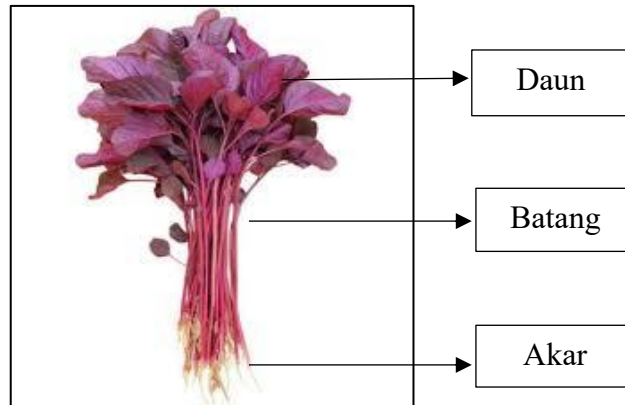
Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat pertumbuhan dan hasil bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) terbaik berdasarkan pengaturan kadar air yang dikontrol oleh mikrokontroler Arduino Uno.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Bayam Merah

Bayam merah merupakan salah satu tanaman hortikultura yang banyak dimanfaatkan bagian daun dan batangnya. Tanaman bayam merah juga seringkali dijadikan sebagai bahan makanan ringan seperti kripik bayam. Bayam merah salah satu varietas bayam cabut yang tergolong tanaman terna (perdu). Bayam merah berdasarkan susunan taksonominya diklasifikasikan kingdom (Plantae), subkingdom (Tracheobionta), super divisi (Spermatophyta), divisi (Magnoliophyta), kelas (Magnoliopsida), sub kelas (Hamamelidae), ordo (Caryophyllales), famili (Amaranthaceae), genus (*Amaranthus*), spesies (*Amaranthus tricolor* L.) (Saparinto, 2013).

Tanaman bayam merah secara morfologi memiliki ciri khas berupa daun dan batangnya yang berwarna merah keunguan. Bayam merah merupakan salah satu varietas bayam cabut yang tergolong tanaman terna (perdu) dengan ketinggian tanaman mencapai 1,5 m. Bayam merah pada umumnya memiliki daun yang berbentuk bulat telur dengan ujung agak meruncing, urat-urat daunnya jelas dan berwarna merah keunguan pada bagian tepi serta tengah daun. Warna merah yang terdapat pada bayam merah tersebut menunjukkan adanya kandungan pigmen yang dapat digunakan sebagai zat pewarna alami. Selain itu, bayam merah juga memiliki akar berupa akar tunggang dengan sistem perakaran yang menyebar dangkal pada kedalaman 20 cm hingga 40 cm (Rukmana, 2008). Morfologi bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.).

2.2 Lingkungan Hidup Bayam Merah

Bayam merah dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Ketinggian tempat yang optimum untuk pertumbuhan bayam yaitu kurang dari 1.400 m dpl. Tanaman ini memerlukan banyak cahaya matahari, untuk tumbuh dengan optimal. Waktu tanam yang baik ialah saat awal musim hujan atau pada awal musim kemarau. Keasaman tanah yang cocok untuk tumbuhnya bayam merah apabila ditanam pada tanah dengan derajat keasaman (pH tanah) sekitar 6-7. Apabila pH tanah kurang dari 6, biasanya tanaman bayam merah tidak akan tumbuh dengan optimal. Sementara itu, pada pH di atas 7, tanaman bayam merah akan mengalami klorosis, yaitu timbul warna putih kekuning-kuningan, terutama pada daun yang masih muda (Saparinto, 2013).

Kondisi iklim yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bayam adalah curah hujan yang mencapai lebih dari 1.500 mm tahun, cahaya matahari penuh dan optimal, , serta kelembaban udara 50-60% (Lestari, 2009). Menurut Saparinto (2013), tanaman bayam sangat reaktif dengan ketersediaan air di dalam tanah. Bayam termasuk tanaman yang membutuhkan air yang cukup untuk pertumbuhannya. Pertumbuhan bayam dapat tumbuh pada tanah liat asalkan tanah tersebut diberi pupuk kandang yang cukup. Tanaman bayam merah dapat ditanam secara mudah yaitu di kebun maupun di pekarangan rumah. Penanaman bayam merah yang

dilakukan di lahan luas dapat dilakukan pengadaan air dengan mengalirkan air lewat parit yang ada di antara bedengan. Untuk tanaman bayam merah di halaman rumah atau pekarangan yang sempit dengan lahan terbatas, apalagi di dalam pot, pemenuhan air dapat dilakukan dengan cara menyiraminya secara rutin sehingga dapat menjaga kelembaban tanah.

2.3 Kandungan Gizi Bayam Merah

Produksi bayam merah dari tahun ke tahun terus meningkat hal ini dikarenakan kesadaran masyarakat akan pentingnya mengonsumsi sayuran. Hasil penelitian Kuswardhani dkk. (2003) diketahui bahwa bayam merah sebagai tanaman sayuran daun banyak digemari oleh masyarakat Indonesia karena rasanya yang enak dan segar serta dapat membantu memperlancar proses pencernaan. Bayam merah memiliki nilai jual yang lebih tinggi dibandingkan dengan bayam hijau (Adelia dkk., 2013). Perbedaan utama kandungan bayam merah dengan bayam hijau adalah kandungan pigmen antosianin dan betasianin yang lebih tinggi pada bayam merah. Pigmen ini memberikan warna merah keunguan pada bayam merah. Selain itu, bayam merah lebih banyak mengandung kalsium dan vitamin B3 dibandingkan bayam hijau. Dalam 100 g bayam merah mengandung energi sebesar 50 kkal, 3 gr protein, 0,8 g lemak, 10 g karbohidrat, 520 mg kalsium, 2,2 g serat, 7 mg zat besi dan 62 mg vitamin C (Safitri, 2019).

Salah satu kandungan penting dalam bayam adalah zat besi. Zat besi diperlukan oleh tubuh untuk merangsang pembentukan sel-sel darah merah. Menyantap sayur bayam sama artinya dengan menjaga diri dari gejala-gejala penyakit kurang darah yang membuat tubuh menjadi lemas. Daun bayam baik untuk ginjal dan organ pencernaan karena kandungan seratnya cukup tinggi sehingga dapat mengatasi sembelit dan melancarkan buang air besar. Kandungan nutrisi yang ada di bayam dapat menurunkan kolesterol, gula darah, melancarkan peredaran darah dan menurunkan tekanan darah yang berlebihan. Bayam juga dapat menyapu bersih sisa darah kotor (Magdalena, 2006).

2.4 Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang sebagian besar komponennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut sebagai komputer dalam satu chip (Chamin, 2010). Mikrokontroler ini dirancang untuk melaksanakan satu atau beberapa tugas khusus (Phelia dkk., 2021). Arduino Uno adalah papan yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Papan ini dilengkapi dengan 14 pin input/output digital, di mana 6 pin di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, 6 pin input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, dan tombol reset (Kristiawan dkk., 2021). Semua pin ini memenuhi kebutuhan dasar untuk mikrokontroler dan papan ini bisa dihubungkan ke komputer melalui kabel USB atau menggunakan adaptor AC-DC atau baterai sebagai sumber tenaga. Arduino Uno, yang menggunakan mikrokontroler ATmega328 (Adhinata dkk., 2021), mencakup semua fitur yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler dan bisa dengan mudah dihubungkan ke komputer atau sumber daya lain seperti adaptor AC-DC atau baterai (Puspaningrum dkk., 2020).

Perancangan sistem irigasi berbasis Arduino, diperlukan berbagai komponen pendukung seperti sensor kelembaban tanah, LCD, relay, dan pompa air. Perancangan perangkat lunak untuk Arduino melibatkan pengaturan nilai batas atas dan bawah kelembaban tanah sebagai set point. Pemrograman dilakukan menggunakan software Arduino IDE, dengan cara memasukkan kode yang melibatkan fungsi-fungsi untuk LCD, relay, dan sensor (Putri, 2018). Sensor kelembaban tanah berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembaban dalam tanah, sementara relay digunakan untuk mengendalikan pompa air yang akan diaktifkan atau dinonaktifkan berdasarkan data dari sensor. LCD menampilkan informasi mengenai status kelembaban tanah dan operasi sistem irigasi. Sistem irigasi otomatis dapat dibuat untuk memastikan tanaman mendapatkan jumlah air yang tepat sesuai kebutuhan. Pemrograman yang tepat dan efisien sangat penting untuk memastikan bahwa sistem bekerja dengan lancar dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Arduino Uno dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan suplai daya eksternal. Pilihan sumber daya dilakukan secara otomatis saat Arduino Uno beroperasi. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan plug positif-tengah sepanjang 2,1 mm ke power pada board. Kabel baterai dapat dimasukkan ke header pin Ground (Gnd) dan pin Vin pada konektor daya. Arduino Uno dapat beroperasi dengan suplai eksternal antara 6 hingga 20 Volt. Namun, jika disuplai dengan tegangan kurang dari 7V, board Arduino Uno bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan tegangan lebih dari 12V, regulator voltase dapat menjadi terlalu panas dan merusak board Arduino Uno. Rentang tegangan yang direkomendasikan adalah antara 7 hingga 12 Volt (Mardika, 2019).

2.5 Irigasi Air untuk Pertumbuhan Tanaman

Irigasi dalam arti luas menjadi salah satu faktor penting dalam kegiatan usaha tani. Irigasi diartikan sebagai sebuah cara pemberian air, yang dilakukan baik secara alamiah ataupun buatan kepada tanah dengan maksud untuk memberi kelembaban yang berguna bagi pertumbuhan tanaman (Zulkarnain, 2018). Petani pada umumnya melakukan pengendalian kelembapan tanah dengan menyiram lahan atau media tanamnya di waktu pagi dan sore hari. Penyiraman secara manual tersebut dapat membuat tanah menjadi tidak seimbang tingkat kadar airnya, yang dapat menyebabkan tanah terlalu basah atau becek. Tingkat kelembaban tanah yang cocok untuk sebagian besar tanaman hortikultura berkisar antara 21%–80%. Namun, tingkat kelembaban yang optimal untuk beberapa jenis tanaman berkisar antara 50%–70% (Telaumbanua dkk., 2014).

Penyediaan air bagi tanaman merupakan kunci dalam pemanfaatan dan peningkatan produktivitas. Pertumbuhan dan perkembangan bayam merah harus didukung dengan keadaan air yang tersedia bagi tanaman. Akar tanaman akan menyerap air yang berasal dari dalam tanah. Air dibutuhkan tanaman untuk mempertahankan hidupnya dan dibutuhkan dalam skala yang besar. Pemberian air

untuk tumbuhan adalah salah satu hal penting untuk meningkatkan hasil tanaman (Hamin, 2008). Menurut penelitian Moctava dkk. (2013) menyatakan bahwa perlakuan 70% kapasitas lapang menghasilkan jumlah daun dan bobot segar sawi lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 30% kapasitas lapang. Menurut Jasminarni (2008), tanaman yang mengalami kekurangan atau kelebihan air pada suatu stadia pertumbuhannya akan berakibat pada tidak normalnya pertumbuhan dan penurunan produksi. Winarbawa (2000) menyatakan bahwa kekurangan air bagi tanaman untuk melangsungkan proses evapotranspirasi akan menghambat proses pertumbuhan lalu pada tingkat kritis dapat mengakibatkan kekeringan dan kematian tanaman. Kekeringan terjadi karena terjadi penurunan kandungan air tanah sampai pada titik kritis (titik layu permanen).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai Mei sampai September 2025 di Rumah Kaca Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan spesifik lokasi 05°22' LS dan 105°14' BT, pada ketinggian 148 m dpl.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah adaptor, alat semai, alat semprot, alat tulis, alat ukur kelembapan tanah, Arduino Uno, *breadboard*, cangkul, ember, kabel bintang serabut, kabel jumper, kotak pelindung alat, laptop, penggaris, obeng tespen min plus, oven, pisau tipis/*cutter*, pompa, DHT 22, relay, sekop, selang air, selotip, solder, spidol, selang ¼ in, tali rafia, timbangan digital dan terminal colokan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air, bahan tanam, benih bayam merah varietas Mira, papan kayu, pestisida nabati, plastik bening dan pupuk.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang dicobakan menggunakan satu faktor yaitu kadar air kapasitas lapang dengan presentase 20%-40% (P1), 40%-60% (P2), 60%-80% (P3) dan 80%-100% (P4) kapasitas lapang. Percobaan menggunakan 4 perlakuan dengan 4 ulangan setiap

perlakuan, sehingga terdapat 16 satuan percobaan. Setiap petak perlakuan memiliki ukuran 140 cm x 100 cm dan petak ulangan dengan ukuran 35 cm x 100 cm pada setiap perlakuan. Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji Barlett dan uji aditivitas dengan uji Tukey. Data selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANARA). Hasil analisis yang menyatakan berbeda nyata, selanjutnya dilakukan pemisahan nilai tengah dengan uji nilai tengah *duncan multiple range test* (DMRT) dengan taraf nyata 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dalam kegiatan ini meliputi beberapa hal yaitu kegiatan pembuatan petak dan saluran air, persiapan media tanam, pembuatan skema rangkaian, perancangan perangkat keras, pemasangan komponen, kalibrasi alat, perlakuan alat, penyemaian, penanaman dan pemeliharaan tanaman.

3.4.1 Pembuatan Petak dan Saluran Air

Petak perlakuan yang digunakan dibuat berbentuk kotak dengan memanfaatkan kayu bekas yang sudah tidak terpakai. Panjang kotak yaitu 140 cm, dengan lebar 100 cm dan tinggi kotak 30 cm. Petak perlakuan yang sudah jadi selanjutnya dialasi dengan plastik agar air dapat tetap selalu pada petak perlakuan. Setelah itu setiap kotak dibagi menjadi empat kotak yang nantinya akan digunakan sebagai ulangan pada tiap perlakuan dengan panjang tiap ulangan mencapai 35 cm².

Saluran air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari selang dengan ukuran $\frac{1}{4}$ inci dan panjang 1,4 m² yang digunakan sebagai aliran air. Sebelum digunakan selang dilubangi terlebih dahulu menggunakan solder dan dibuat setiap sisi sama, jarak antar lubang kurang lebih 10 cm. Setelah selang terlubangi semua selanjutnya disambungkan dengan pompa air. Posisi selang pada setiap kotak harus ditanam di tengah petak tanam yang fungsinya agar setiap tanaman menerima air dengan porsi yang sama. Tata letak penelitian disajikan pada Gambar 3.

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Kelompok 4
P3	P2	P3	P3
P1	P4	P2	P4
P4	P3	P1	P2
P2	P1	P4	P1

Gambar 3. Tata letak penelitian.

Keterangan:

P1: kadar air kapasitas lapang 20-40%

P2: kadar air kapasitas lapang 40-60%

P3: kadar air kapasitas lapang 60-80%

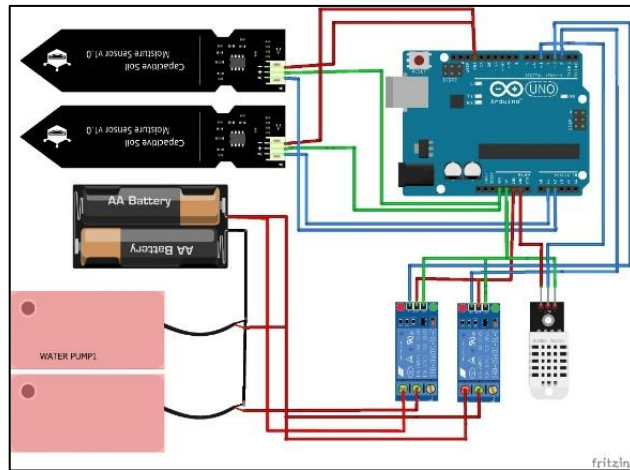
P4: kadar air kapasitas lapang 80-100%

3.4.2 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah tanah yang didapatkan dari lahan sekitar Lab. Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Tanah yang diambil dicampur dengan media yang tersedia.

3.4.3 Pembuatan Skema Rangkaian

Pembuatan skema rangkaian yang merupakan perpaduan beberapa komponen hingga menghasilkan *prototype*. Pada tahap ini, proses dimulai dari pemodelan *prototype* yakni pembuatan struktur penyiram tanaman otomatis dan pemilihan komponen elektronika yang digunakan. Skema rangkaian penelitian disajikan pada Gambar4.



Gambar 4. Skema rangkaian penelitian.

3.4.4 Perancangan Perangkat Keras

Rencana perangkat keras ini mencakup pengaturan input dengan menggunakan Arduino Uno yang dilengkapi dengan mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini memanfaatkan sensor kelembapan tanah V1.2 untuk mendeteksi nilai RH kelembapan tanah. Sumber daya tunggal digunakan *power supply switching* DC 5V 3A. Sistem ini juga melibatkan modul relay untuk mengatur arus listrik, modul pompa air untuk penyiraman tanaman, kabel *jumper male-female* yang sesuai untuk menyusun rangkaian, dan sebuah kotak rangkaian sebagai wadah untuk semua komponen sistem *prototype*.

Sensor kelembapan tanah V1.2 dalam pengoperasiannya akan mengirimkan data mengenai tingkat kelembapan tanah ke mikrokontroler pada Arduino Uno. Berdasarkan data ini, Arduino Uno akan mengaktifkan modul relay yang kemudian akan menghidupkan modul pompa air jika kelembapan tanah berada di bawah set point yang telah ditentukan. Pompa air akan menyirami tanaman hingga tingkat kelembapan tanah mencapai batas atas yang telah diatur, setelah itu modul relay akan mematikan pompa air. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis, memastikan tanaman mendapatkan penyiraman yang optimal tanpa intervensi manual. Seluruh komponen ditempatkan dalam kotak rangkaian yang dirancang untuk melindungi dan mengorganisir perangkat keras dengan aman.

3.4.5 Kalibrasi Alat

Kalibrasi alat dilakukan dengan menentukan hubungan antara persentase kadar air tanah dengan setiap pembacaan sensor. Langkah ini diawali dengan mengambil tanah dan dimasukkan ke dalam kaleng dengan ukuran yang sama. Penelitian menggunakan 4 taraf kadar air, sehingga diperlukan 4 sampel tanah untuk 4 sensor yang berbeda. Selanjutnya tanah yang ada di dalam kaleng dibasahi hingga seluruh ruang porinya terisi kemudian didiamkan semalam hingga air tidak menetes lagi dari tanah tersebut. Setelah itu, tanah ditimbang dan sensor ditancapkan pada tanah tersebut untuk mengetahui nilai sensor dan kadar air. Tanah dikeringkan dengan oven sebanyak 11 kali, pengovenan pertama yaitu 10 menit dengan suhu 105°C, setelah itu tanah didinginkan. Sampel tanah yang sudah dingin ditimbang dan diambil kembali nilai sensornya. Kemudian diikuti dengan sebanyak 10 kali pengovenan lagi dengan waktu, suhu dan cara yang sama. Pengovenan terakhir dilakukan selama 1x24 jam dengan suhu yang sama. Data seperti nilai sensor dan berat tanah diolah untuk mendapatkan nilai kadar air melalui metode gravimetrik. Sehingga akan mendapatkan persamaan nilai sensor dan nilai kadar air tanah yang akan dimasukkan ke dalam modul Arduino Uno. Kadar air dapat dihitung menggunakan metode gravimetrik (w):

$$w\% = \frac{M_w - M_p}{M_p} \times 100\%$$

Keterangan:

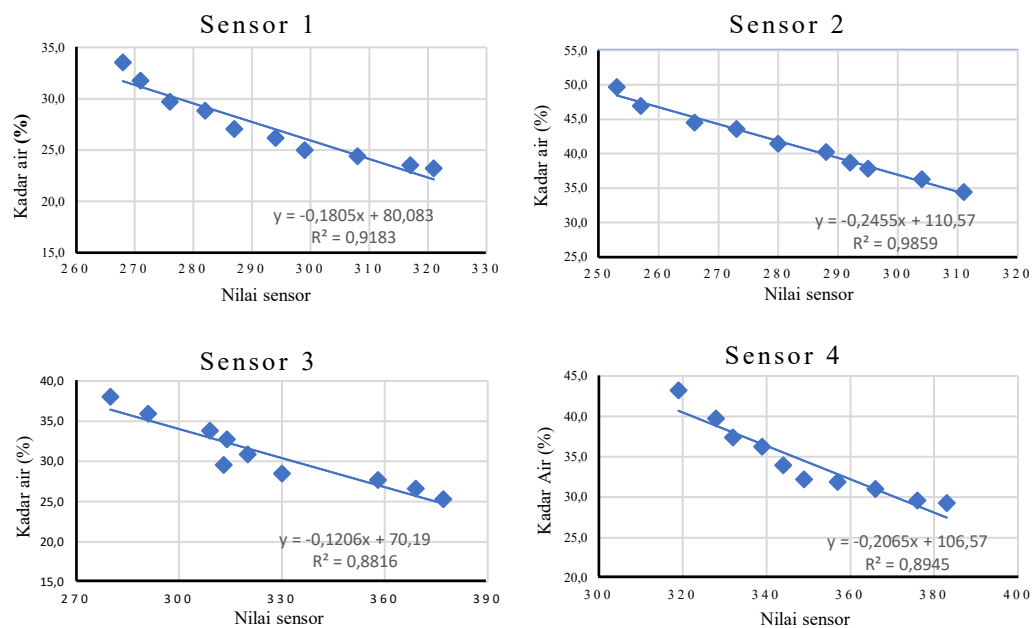
M_w = berat basah tanah (g)

M_p = berat kering tanah (massa padatan tanah) (g)

(Afandi, 2019).

Data nilai sensor dan nilai kadar air yang diperoleh selanjutnya dibuat grafik untuk mendapatkan nilai persamaannya. Persamaan nilai digunakan sebagai perhitungan dalam menentukan nilai taraf kadar air. Korelasi antara nilai sensor dan kadar air tanah di sajikan pada Gambar 6. Untuk menentukan taraf kadar air

perlu diketahui nilai kapasitas lapang dan layu permanen tanah yang digunakan. Tanah yang digunakan dalam penelitian memiliki tekstur liat dengan nilai kapasitas lapang 0,32-0,40 dan titik layu permanen 0,20-0,24. Berdasar ambang batas titik layu dan kapasitas lapang tersebut didapatkan nilai taraf kadar airnya. Berdasarkan nilai kapasitas lapang dan titik layu yang didapat, dihitung persamaannya dengan nilai kadar air. Persamaan kadar air gravimetrik dengan x sebagai nilai kapasitas lapang dan nilai titik layu, sehingga didapat nilai batas kadar air berdasarkan kapasitas lapang disajikan pada Tabel 1.



Gambar 5. Korelasi antara nilai sensor dan kadar air tanah aktual.

Tabel 1. Nilai Batas Kadar Air Berdasarkan Kapasitas Lapang

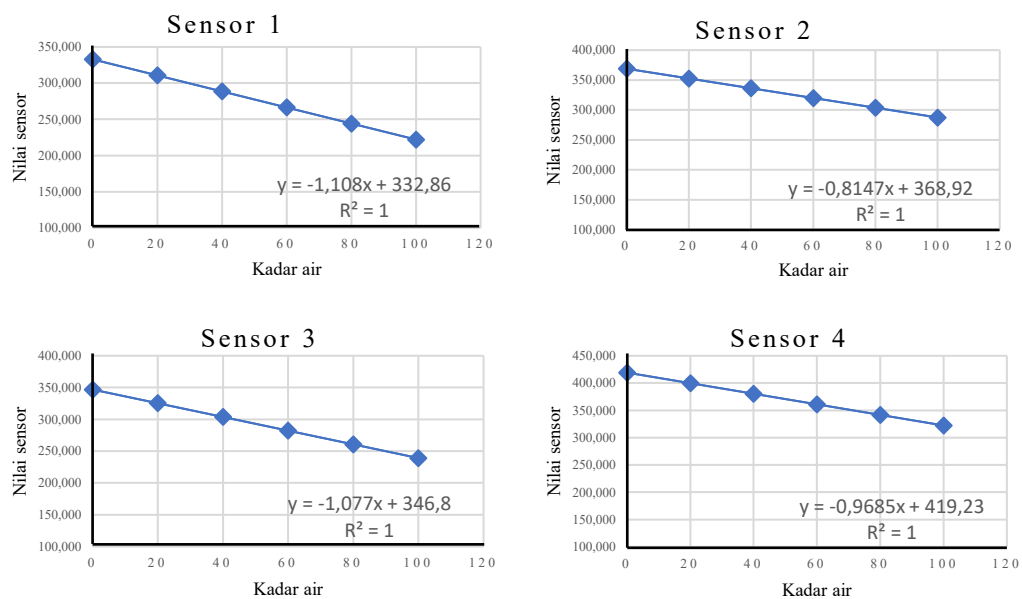
Sensor	Nilai Persamaan Sensor	
	20	40
1	332,864	222,061
2	368,921	287,454
3	346,801	239,101
4	419,225	322,373

Perlakuan dengan taraf kadar air 20-40%, 40-60%, 60-80%, dan 80-100% kapasitas lapang memiliki selang 20% di setiap perlakuan. Nilai sensor dicari per 20% berdasarkan batas nilai tertinggi dan terendah yang didapat dari perhitungan nilai kapasitas lapang dan titik layu. Nilai sensor taraf kadar air berdasarkan nilai tertinggi dan terendah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Sensor Taraf Kadar Air berdasarkan Nilai Tertinggi dan Terendah

Taraf Kadar Air	Sensor			
	1	2	3	4
0	332,864	368,921	346,801	419,225
20	310,704	352,627	325,261	399,855
40	288,543	336,334	303,721	380,484
60	266,382	320,041	282,181	361,114
80	244,222	303,747	260,641	341,743
100	222,061	287,454	239,101	322,373

Berdasarkan nilai masing-masing sensor yang telah didapatkan nilai kadar airnya, selanjutnya tiap sensor dibuat grafik persamaannya. Persamaan yang didapat dimasukkan ke dalam *coding* sesuai dengan sensor yang digunakan. Hasil pembacaan nilai taraf kadar air kapasitas lapang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil pembacaan nilai taraf kadar air kapasitas lapang.

3.4.6 Pemasangan Komponen

Komponen yang telah dipersiapkan selanjutnya akan dirakit dan dihubungkan di *breadboard* sesuai dengan skema yang telah direncanakan. Proses pemasangan dan penggabungan komponen alat dan bahan dilakukan sebagai berikut:

- (1) *Hardware* Arduino Uno dihubungkan dengan sensor kelembapan tanah V1.2 menggunakan kabel sesuai dengan panduan pemasangan pin antara Arduino dan modul sensor untuk memastikan pembacaan alat sesuai.
- (2) Modul pompa air kecil, *relay*, dan *converter* DC dihubungkan dengan Arduino menggunakan kabel jumper.
- (3) Pompa air dihubungkan dengan *hardware* Arduino menggunakan kabel jumper.
- (4) Aplikasi Arduino IDE di perangkat laptop dibuka untuk mulai menulis kode Arduino.
- (5) Program *prototype* ditulis dan disusun di laptop yang telah dilengkapi dengan perangkat lunak Arduino IDE.

3.4.7 Pengujian Alat

Tahap perlakuan alat dilakukan uji coba di lapangan, baik *hardware* dan *software*, serta instalasi pengairan. Perlakuan alat ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian hasil uji dengan tujuan awal dari penelitian agar alat menjalankan fungsinya sesuai dengan yang diharapkan.

3.4.8 Penyemaian

Bayam merah Mira disemai di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Media tanam yang digunakan dalam semaian ini yaitu media arang sekam yang diletakkan di *tray* semai. Penyemaian dilakukan selama dua minggu atau sampai saat bibit bayam merah sudah menghasilkan 3-4 helai daun.

3.4.9 Pindah Tanam

Bibit bayam merah ditanam setelah semua komponen penelitian dapat digunakan dan bibit sudah memiliki 3 helai daun. Jarak tanam bayam yaitu 20 cm x 15 lubang tanam sehingga terdapat 10 lubang tanam dengan kedalaman kurang lebih 3 cm. Apabila terdapat bibit bayam yang mati barulah dilakukan penyulaman.

3.4.10 Pemeliharaan dan Perawatan Tanaman

Perawatan dilakukan dalam penelitian untuk menjaga tanaman agar tetap tumbuh dengan baik. Adapun perawatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi penyiangan gulma, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit.

3.4.10.1 Penyiangan Gulma

Penyiangan gulma dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh di sekitar tanaman budidaya. Gulma merupakan tumbuhan yang hidup dengan sendirinya dan berpotensi merugikan tanaman budidaya. Waktu yang tepat untuk mengendalikan gulma adalah waktu periode kritis tanaman, yaitu periode di mana tanaman sangat peka terhadap faktor lingkungan.

3.4.10.2 Pemupukan

Pemupukan dilakukan sebanyak 1 kali yaitu pada waktu 14 hari setelah tanam. Pupuk yang digunakan yaitu pupuk urea dengan dosis rekomendasi 200 kg/ha. Adapun pemupukan dilakukan dengan cara ditabur.

3.4.10.3 Pengendalian Hama dan Penyakit

Hama yang biasa ditemukan dalam budidaya bayam adalah kutu putih, ulat bulu, oteng-oteng, dan belalang. Pengendalian hama yang ada ini dapat dilakukan dengan cara mekanik atau mengambil langsung dengan tangan. Penyakit yang

biasanya menyerang tanaman bayam adalah rebah batang. Penyakit tersebut dapat dikontrol dengan drainase yang baik, menjaga area tanaman tetap bersih dan mencegah tanaman menjadi terlalu lembab.

1.4.11 Pemanenan

Bayam sudah dapat dipanen saat usia 25 sampai 30 hari setelah tanam. Bayam dipanen dengan cara dicabut bersama akarnya. Tanaman bayam yang dipanen adalah tanaman yang tingginya setidaknya sudah mencapai 20 cm.

1.4.12 Variabel Pengamatan

Pengamatan mulai dilakukan 7 hari setelah tanam sampai panen. Variabel yang diamati dalam penelitian terbagi menjadi beberapa. Adapun hal yang diamati seperti tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar, bobot kering, kadar air tanah dan suhu kelembaban, serta kadar air harian.

3.4.12.1 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diukur dalam satuan centimeter (cm) menggunakan penggaris. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan saat tanaman sampel berumur 7, 14, 21, dan 28 hari setelah tanam. Pengukuran dimulai dari permukaan media pada pangkal batang tanaman sampai ujung tanaman.

3.4.12.2 Jumlah Daun

Jumlah daun dihitung secara manual meliputi seluruh daun yang telah membuka sempurna. Pengukuran dilakukan pada tanaman sampel saat tanaman berumur 7, 14, 21, dan 28 hari setelah tanam.

3.4.12.3 Bobot Segar Tanaman

Bobot segar tanaman diukur dalam satuan gram (g) pada saat panen. Tanaman bayam yang sudah dicabut lalu dibersihkan menggunakan air dari tanah yang masih tersisa. Selanjutnya tanaman ditimbang beratnya dengan menggunakan timbangan digital.

3.4.12.4 Bobot Kering Tanaman

Bobot kering tanaman diukur dalam satuan gram (g). Tanaman bayam yang telah dipisahkan dari akar kemudian dibungkus menggunakan kertas dan diberi nama berdasarkan sampel, perlakuan, dan ulangan percobaan. Selanjutnya sampel di-oven pada suhu 80°C selama 2x24 jam. Penimbangan bobot kering dilakukan dengan menggunakan timbangan digital.

3.4.12.5 Kadar Air Tanah dan Suhu Kelembaban

Pengecekan kadar air tanah, suhu, dan kelembaban setiap perlakuan dilakukan tiga kali dalam sehari yaitu pada pagi, siang dan sore hari. Adapun waktu pengecekan dilakukan pada pukul 07.00 WIB, 13.00 WIB, dan 17.00 WIB. Nilai kadar air tanah dicek melalui LCD.

3.4.12.6 Kadar Air Harian

Pengecekan kadar air harian dilakukan menggunakan sensor kadar air tanah portabel pada setiap perlakuan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini yaitu taraf kadar air 60-80% kapasitas lapang memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya melalui sistem kontrol otomatis Arduino Uno. Hal ini membuktikan bahwa kekurangan maupun kelebihan air dapat menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman.

5.2 Saran

Saran peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah:

- (1) Perlu ditambahkan bahan organik ke dalam media tanam untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme, serta membantu proses penyerapan unsur hara;
- (2) Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengombinasikan pemberian pupuk N, P, dan K dengan dosis yang sesuai kebutuhan tanaman dan kondisi media tanam;
- (3) Untuk menggunakan alat-alat yang lebih memadai seperti digunakannya kabel penyambung atau kabel jumper dan relay dengan kualitas terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, P. F., Koesriharti., dan Sunaryo. 2013. Pengaruh Penambahan Unsur Hara Mikro (Fe dan Cu) dalam Media Paitan Cair dan Kotoran Sapi Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(3): 48-58.
- Adhinata, F. D., Rakhmadani, D. P., Wibowo, M., dan Jayadi, A. 2021. A Deep Learning using DenseNet201 to Detect Masked or Non-masked Face. *Jurnal Informatika*. 9(1):115-121.
- Afandi. 2019. *Metode Analisis Fisika Tanah*. Aura. Bandar Lampung. 155 hlm.
- Ai, N, S., dan Banyo, Y. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11(2): 166-173.
- Al Bugdadi, R. 2026. Penyiraman pada Tanaman Cabai menggunakan Arduino Uno dan Sensor Kelembaban Tanah di SMK Negeri 1 Tanjung. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Digital*. 1(1): 17-24.
- Ardiansyah, P. 2022. Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L) pada Beberapa Taraf Kadar Air yang Dikontrol Secara Presisi menggunakan Mikrokontroler Arduino. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Laju Pertumbuhan Penduduk 2023. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Chamin, A. N. N. 2010. Penggunaan Microcontroller sebagai Pendeteksi Posisi dengan Menggunakan Sinyal GSM. *Jurnal Informatika*. 4(1): 430-439.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2023. Laporan Tahunan Tanaman Pangan 2023. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 160 hlm.
- Djarwatiningsih., Widiwurjani., dan Zulkarnaen, D. 2016. Penampilan Fenoipe Bayam Merah Akibat dari Pemberian Pupuk Urea dan Urine Sapi. *Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 14(1): 80-84.
- Gultom, F., Dan Harianto, S. Luntarnya Sektor Pertanian di Perkotaan. 2022. *Jurnal Analisa Sosiologi*. 11(1): 49-72.

- H. Fitriawan., K. A. D. Cahyo., S. Purwiyanti., dan S. Alam. 2020. Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 9 (1): 28-37.
- Herzog, M., Striker, G., Colmer, T. D., and Pedersen, O. 2016. Mechanisms of Waterlogging Tolerance in Wheat – A Review Ofroot and Shoot Physiology. *Plant, Cell and Environment*. 39(3): 1068-1086.
- Jasminarni., 2008. Pengaruh Jumlah Pemberian Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca Sativa* L.) di Polybag. *Jurnal Agronomi*. 12(1): 30-36.
- Khanam., dan Oba, S., 2013. Bioactives Substances in Leaves of Two Amaranth Species, *Amaranthus trico* or and *A. Hypochondriacus*. *Canadian Journal of Plant Science*. 9(3): 47-58.
- Kristiawan, N., Ghafaral, B., Borman, R. I., dan Samsugi, S. 2021. Sistem Pemberian Pakan dan Minuman Otomatis pada Ternak Ayam menggunakan SMS. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*. 2(1): 93-105.
- Kurniawan, B, A., Fajriani, S., dan Arifin. 2014. Pengaruh Jumlah Pemberian Air terhadap Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tembakau (*Nicotiana Tabaccum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(1): 59-64.
- Kurniasari, A. M. Adisyahputra, R. Rosman. 2010. Pengaruh Kekeringan pada Tanah Bergaram NaCl terhadap Pertumbuhan Tanaman Nilam. Jurusan Biologi FMIPA UI. Jakarta.
- Kuswardhani. 2003. *Fortifikasi Fe Organik dari Bayam (Amaranthus tricolor L) dalam Pembuatan Cookies untuk Wanita Menstruasi*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lestari, G. 2009. *Berkebun Sayuran Hidroponik di Rumah*. Prima Info Sarana. Jakarta. 117 hlm.
- Mardika, A. G., dan Rikie, K. 2019. Mengatur kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban tanah YL-69 berbasis Arduino pada media tanam pohon gaharu. *Jurnal of Education and Information Communication Technology*. 3(2): 130-140.
- Maulidiya, T., dan Suminarti, N. 2022. Pengaruh Volume dan Frekuensi Pemberian Air terhadap Lingkungan Mikro, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum*). *Journal of Agricultural Science*. 7(1): 17-27.

- Mishra., M. Chaturvedi., R. Arya., Ravi Pratap Singh., dan Gaurav Yadav. 2024. Stres Kelembaban Tanah Berlebih pada Jagung: Mekanisme Fisiologis dan Strategi Adaptasi . *International Jurnal Advanced Biochemistry*. 8(12): 201-211.
- Moctava, M. A., Koesriharti, dan Dawam, M. 2013. Respon Tiga Varietas Sawi (*Brassica rapa* L.) terhadap Cekaman Air. *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(2): 90-98.
- Panduardi, F., dan Haq, E. S. 2016. Wireless Smart Home System Menggunakan Raspberry Pi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*. 3(1): 320-325.
- Phelia, A., Pramita, G., Susanto, T., Widodo, A., Aditomo, R., Za, J., Alam, P., Ratu, L., Kedaton, K., dan Lampung, K. B. 2021. Peningkatan Pengetahuan Animasi Video Baitul Jannah. *Jurnal Cemerlang: Pengabdian pada Masyarakat*. 4(1): 98-108.
- Ponggele, E dan Jayanti, K. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus Spinusus* L) pada Berbagai Jenis Media Tanam. *Jurnal Agropet*. 12(1): 17-22.
- Pulungan, W, A., dan Allwine. 2024. Alat Penyiram Tanaman Berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Bisantara Informatika*. 8(2): 1-6.
- Puspaningrum, A. S., Firdaus, F., Ahmad, I., dan Anggono, H. 2020. Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas pada Perangkat Mobile Android dengan Sensor MQ-2. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*. 1(1):1-10.
- Putri, A. R. 2018. Model Otomatisasi Alat Penyiram Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dan Sensor Kelembaban Tanah Y1-69 pada Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Rachmah, F., Sukendi., dan Siregar, Y, I. 2022. Pengelolaan Usaha Tani Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) di Kota Pekanbaru. *Jurnal Lingkungan*. 4(2): 67-77.
- Rukmana, R. 2008. *Bayam, Bertanam dan Pengolahan Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta. 39 hlm.
- Rukmini, A. 2017. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*vigna radiata* L.) pada Kondisi Kadar Air Tanah yang Berbeda. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri. Malang.

- Safitri Y. 2019. Pengaruh Pemberian Jus Bayam Merah, Jeruk Sunkis, Madu terhadap Kadar Hemoglobin pada Ibu Hamil yang Mengalami Anemia di UPT Puskesmas Kampar Tahun 2019. *Jurnal Ners*. 3(2): 1-12.
- Sarif, P., Hadid, A., dan Wahyudi, I. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea. *e-Jurnal. Agrotekbis*. 3(5): 585-591.
- Sasmoko, D., dan Horman, R. 2020. Sistem Monitoring Aliran Air dan Penyiraman Otomatis pada Rumah Kaca Berbasis IoT dengan Esp8266 dan Blynk. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*. 4(1): 1-10.
- Saparinto, C. 2013. *Grow your own vegetables-panduan praktis menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Penebar Swadaya. Yogyakarta. 180 hlm.
- Shao, G. C., Lan, J., Liu., N., Guo, R. Q., dan She, D. L. 2013. Photosynthesis and Growth of Winter Wheat in Response to Waterlogging at Different Growth Stages. *Photosynthetica*. 51(3): 429-437.
- Sukma, K, W. 2015. Mekanisme Tumbuhan Menghadapi Kekeringan. *Jurnal Pemikiran Penelitian Pendidikan dan Sains*. 3(6): 186-194.
- Sun, Y., Wang, J., Wang, Q., and Wang, C. 2023. Responses of the Growth Characteristics of Spinach to Different Moisture Contents in Soil under Irrigation with Magnetolectric Water. *Agronomy*. 13(3): 1-19.
- Suwati. Budy, W. dan Andi, R. 2019. Efisiensi Penggunaan Air untuk Tanaman Bayam di Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Agrotek*. 6(1): 35-39.
- Telaumbanua, Mareli. 2014. Rancang Bangun Aktuator Pengendali Iklim Mikro Di Dalam Greenhouse Untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.). *Agritech*. 34(2): 17-25.
- Wachjar, A., dan Anggayuhlin, R. 2013. Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi Konsumsi Air Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) pada Teknik Hidroponik melalui Pengaturan Populasi Tanaman. *Jurnal Buletin Agrohorti*. 1(1): 127-134.
- Wijaya, K., Permana, A. Y., Hidayat, S., dan Wibowo, H. 2020. Pemanfaatan *Urban Farming* melalui Konsep Eco-Village di Kampung Paralon Bojongsoang Kabupaten Bandung. *Jurnal Arsitektur Arcade*. 4(1): 16-21.
- Zheng, C., Jiang, D., Liu, F., Dai, T., Jing, Q., and Cao, W. Effects of Salt and Waterlogging Stresses and Their Combination on Leaf Photosynthesis, Chloroplast ATP Synthesis, and Antioxidant Capacity in Wheat. *Plant Science*. 176(4): 575-582.

Zulkarnain, Iskandar. 2018. *Pengantar Pengolahan Tanah dan Irigasi*. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 133 hlm.

LAMPIRAN