

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN BAYAM BRAZIL
(*Aternanthera sissoo*) AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM
DENGAN KONTROL AIR OLEH ARDUINO UNO**

(Skripsi)

Oleh

**DONA RENATA
NPM 2054121012**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN BAYAM BRAZIL
(*Aternanthera sissoo*) AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM
DENGAN KONTROL AIR OLEH ARDUINO UNO**

Oleh

DONA RENATA

Skripsi

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

pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN BAYAM BRAZIL (*Aternanthera sissoo*) AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM DENGAN KONTROL AIR OLEH ARDUINO UNO

Oleh

DONA RENATA

Tanaman Bayam Brazil merupakan bayam baru yang berpotensi dikembangkan di Indonesia karena peluang pasar yang baik dan kebutuhan konsumen yang meningkat. Salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas tanaman dapat dengan pemberian bahan organik seperti pupuk organik. Jenis pupuk organik yang diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman ialah pupuk kandang ayam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pupuk kandang ayam dalam meningkatkan ketersediaan air yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bayam brazil. Penelitian dilaksanakan pada Januari-Juni di Rumah Kaca, Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 ulangan, yaitu Pupuk kandang ayam: P0 (Tanpa pupuk kandang ayam), P1 (Pupuk kandang ayam 10 ton/ha), P2 (Pupuk kandang ayam 20 ton/ha), P3 (Pupuk kandang ayam 30 ton/ha). Aditifitas data diuji menggunakan uji Tuckey, homogenitas data diuji menggunakan uji Bartlett. Selanjutnya dilakukan analisis ragam dan uji nilai tengah menggunakan uji DMRT (*Duncan multiple range test*) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis terbaik terdapat pada perlakuan pupuk kandang ayam 20 ton/ha pada beberapa variabel yaitu tinggi tanaman, berat segar tanaman, berat kering tanaman, lebar tajuk, dan jumlah daun. Dosis pupuk kandang ayam 30 ton/ha meskipun menyediakan lebih banyak nutrisi, tetapi dapat memberikan efek yang tidak diinginkan, yaitu tanah menjadi terlalu jenuh dengan air sampai terdapatnya lumut pada media tanam dan tidak menghasilkan pertumbuhan yang baik.

Kata kunci: pupuk kandang ayam, kadar air tanah, pertumbuhan dan produksi, bayam brazil, arduino uno

Judul Skripsi : **PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN BAYAM BRAZIL
(*Alternanthera sissoo*) AKIBAT
PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM
DENGAN KONTROL AIR OLEH
ARDUINO UNO**

Nama Mahasiswa : **Dona Renata**

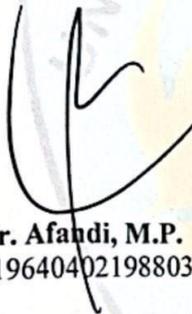
Nomor Pokok Mahasiswa : 2054121012

Program Studi : Agroteknologi

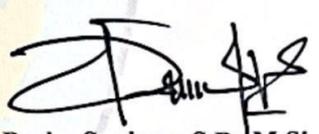
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,

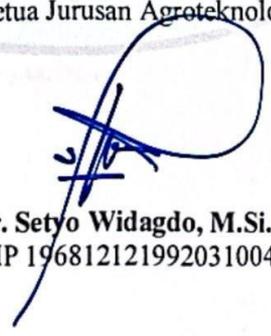


Dr. Ir. Afandi, M.P.
NIP 196404021988031019



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

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,

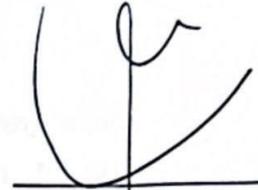


Ir. Setyo Widagdo, M.Si.
NIP 196812121992031004

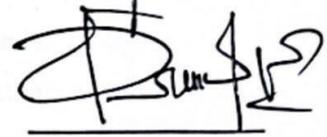
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

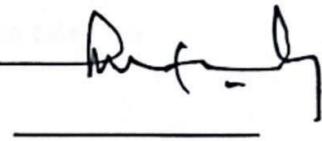
Ketua : Dr. Ir. Afandi, M.P.



Sekretaris : Purba Sanjaya, S.P., M.Si.



Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Hery Novpriansyah, M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 09 Desember 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN BAYAM BRAZIL (*Alternanthera sissoo*) AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM DENGAN KONTROL AIR OLEH ARDUINO UNO”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung 09 Desember 2024

Penulis:



Dona Renata
NPM 2054121012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Gisting pada 27 Desember 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari pasangan Bapak Mulyanto dan Ibu Rohani. Pendidikan penulis diawali dari SDN 2 Kutadalom pada 2006. Pada 2014, penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Gisting, Penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Talang Padang dan lulus pada 2020. Studi pendidikan tinggi penulis dimulai pada 2020 sebagai Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jurusan Agroteknologi melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN).

Penulis telah melaksanakan Praktik Umum di Balai Pelatihan Pertanian (Bapeltan) Lampung pada 2023 dan pada tahun yang sama penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Way Jambu, Kecamatan Pesisir Selatan, Kabupaten Pesisir Barat. Selama penulis menempuh pendidikan tinggi penulis aktif dalam organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) sebagai anggota Bidang Pengabdian Kepada Masyarakat Periode 2022/2023.

PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bayam Brazil (*Alternanthera sissoo*) Akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air Oleh Arduino Uno”**

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

1. Kedua orang tuaku tercinta: Ibu Rohani dan Ayah Mulyanto yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan ke tahap ini, yang mengorbankan segalanya untuk penulis, selalu memberi semangat, mengajari untuk selalu bersabar di setiap proses yang dilalui, dan pantang menyerah dalam menggapai target hidup, serta tiada hentinya selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis di setiap langkah;
2. Kakak, abang, dan adikku tersayang: Kak Mevia, Abang Megi, Jea yang selalu memberikan dukungan, do'a, motivasi semangat, dan selalu membantu penulis dalam hal apapun;
3. Kakak ipar dan keponakan-keponakan Ibung: Ka Nisa, Abang Yusuf, dan Adek Syaif yang sudah memberikan dukungan, hiburan, dan membantu penulis dalam hal apapun;
4. Dan yang terakhir sang penulis skripsi yaitu diri saya sendiri. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini melewati semua cobaan dalam menjalani hidup ini.

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S. Al-Baqarah: 286)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan)
(Q.S. Al-Insyirah: 6)

“Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah”
(Q.S. Al-Ghaafir :44)

SAWANCANA

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;
2. Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi yang telah memberikan saran, dukungan dan do'a;
3. Dr. Ir. Afandi, M.P. 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. Purba Sanjaya, S.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua penelitian. Terima kasih atas do'a, bimbingan, waktu, ide, kritik, saran, nasehat, kesabaran, dan dukungan kepada penulis;
5. Ir. Hery Novpriansyah, M.S., selaku Dosen Penguji yang sudah memberikan do'a, saran, kritik, dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi;
6. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada Ayah Mulyanto dan ibu Rohani tercinta. Terima kasih sudah sudah berkerja keras untuk mencari nafkah, dan selalu memberi perhatian penuh, kasih sayang, doa, dan motivasi, serta dukungan dari segi finansial sehingga penulis mampu menyelesaikan kuliah hingga akhir. Semoga ayah dan ibu selalu diberkahi Kesehatan, panjang umur, kebahagiaan, dan keberkahan oleh Allah SWT;
7. Kepada saudara tercinta penulis: Mevia Indriani S, Pd., M, Pd, Megi Dwi Nugraha, A. Md. dan Adek Jea Andesta yang selalu membersamai penulis;

Terima kasih untuk do'a, motivasi, dan dukungannya Terima kasih karena meluangkan waktunya untuk menjadi tempat, pendengar, dan pertolongan terbaik penulis sampai dapat menyelesaikan skripsi ini;

8. Sahabat sekaligus teman seperjuanganku "Mulei CC": Dara, Sofia, Aimas, Dea, Kalvina, Shalya, dan teman-teman Jurusan Agroteknologi 2020 yang telah kebersamai penulis sedari awal masa perkuliahan dalam susah senangnya menjadi Mahasiswa di Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
9. Teman-teman satu penelitianku: Dara dan Adam yang telah kebersamai penulis dalam penelitian ini. Terima kasih atas kerja sama, perhatian, semangat dan bantuan kepada penulis selama penelitian di Rumah Kaca Lab. Lapang Terpadu.

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

Bandar Lampung, 09 Desember 2024

Penulis

Dona Renata

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-----------|
| DAFTAR TABEL | iv |
| DAFTAR GAMBAR | i |
| 1.1 Latar Belakang | 3 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Kerangka Penelitian..... | 4 |
| 1.4 Hipotesis..... | 7 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 8 |
| 2.1 Deskripsi Tanaman Bayam Brazil | 8 |
| 2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Bayam Brazil..... | 9 |
| 2.3 Pupuk Kandang Ayam | 10 |
| 2.4 Fungsi Air bagi Tanaman | 11 |
| 2.5 Mikrokontroler Arduino Uno | 12 |
| III BAHAN DAN METODE | 14 |
| 3.1 Waktu dan Tempat | 14 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 14 |
| 3.3 Metode Penelitian | 15 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | 15 |
| 3.4.1 Penentuan Tata Letak Penelitian | 15 |
| 3.4.2 Perakitan Arduino Uno | 17 |
| 3.4.3 Pembuatan Petak Saluran Air | 17 |
| 3.4.4 Persiapan Media Tanam | 18 |
| 3.4.5 Kalibrasi Alat | 18 |
| 3.4.6 Persiapan Bibit dan Penanaman | 19 |
| 3.4.7 Pemeliharaan | 19 |
| 3.4.8 Pemanenan..... | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5 Variabel Pengamatan | 20 |
| 3.5.1 Tinggi Tanaman | 21 |
| 3.5.2 Jumlah Daun..... | 21 |
| 3.5.3 Berat Segar Tanaman | 21 |
| 3.5.4 Lebar Tajuk..... | 21 |
| 3.5.5 Berat Kering Tanaman | 21 |
| 3.5.6 Lebar Daun | 21 |
| 3.5.7 Panjang Akar | 21 |
| 3.5.8 Diameter Batang..... | 22 |
| 3.5.9 Bobot Basah Akar | 22 |
| 3.5.10 Berat Kering Akar | 22 |
| 3.5.11 Kadar Air Harian | 22 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 23 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 23 |
| 4.1.1 Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bayam Brazil..... | 25 |
| 4.1.2 Tinggi Tanaman | 26 |
| 4.1.3 Jumlah Daun..... | 27 |
| 4.1.4 Berat Segar Tanaman | 27 |
| 4.1.5 Lebar Tajuk..... | 28 |
| 4.1.6 Berat Kering Tanaman | 28 |
| 4.1.7 Lebar Daun | 29 |
| 4.1.8 Panjang Akar | 29 |
| 4.1.9 Diameter Batang..... | 29 |
| 4.1.10 Berat Basah Akar..... | 30 |
| 4.1.11 Berat Kering Akar | 30 |
| 4.1.12 Persen Kadar Air Tanah Harian | 30 |
| 4.2 Pembahasan..... | 31 |
| V SIMPULAN DAN SARAN | 37 |
| 5.1 Simpulan..... | 37 |
| 5.2 Saran | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 38 |
| LAMPIRAN | 43 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran | 6 |
| 2. Tata Letak Percobaan..... | 16 |
| 3. Tanaman Bayam Brazil pada 1 mst | |
| 4. Tanaman Bayam Brazil pada 2 mst..... | 25 |
| 5. Tanaman Bayam Brazil pada 3 mst..... | 25 |
| 6. Tanaman Bayam Brazil pada 4 mst..... | 25 |
| 7. Persen Kadar Air Tanah Harian..... | 31 |
| 8. Hubungan KA Basah dan Hasil Pengukuran Sensor 1..... | 55 |
| 9. Hubungan KA Basah dan Hasil Pengukuran Sensor 2..... | 55 |
| 10. Hubungan KA Basah dan Hasil Pengukuran Sensor 3..... | 56 |
| 11. Hubungan KA Basah dan Hasil Pengukuran Sensor 4..... | 56 |
| 12. Tanaman Berlumut pada Perlakuan 30 ton/ha..... | 57 |
| 13. Proses Pemberian Pupuk Kandang Ayam..... | 57 |
| 14. Pemberian Fungisida pada Tanaman Bayam Brazil..... | 58 |
| 15. Pemberian NPK pada Tanaman Bayam Brazil | 58 |
| 16. Pengamatan Lebar Daun..... | 59 |
| 17. Pengamatan Lebar Tajuk | 59 |
| 18. Pengamatan Tinggi Tanaman | 60 |
| 19. Pengamatan Jumlah Daun | 60 |
| 20. Pengamatan Nilai Kadar Air Tanah | 61 |
| 21. Pengamatan Berat Segar Tanaman Bayam Brazil | 61 |
| 22. Pengamatan Panjang Akar Tanaman Bayam Brazil..... | 62 |
| 23. Pengamatan Diameter Batang Tanaman Bayam Brazil..... | 62 |

| | | |
|-----|---|----|
| 24. | Pengamatan Berat Basah Akar Tanaman Bayam Brazil..... | 63 |
| 25. | Pengamatan Berat Kering Tanaman Bayam Brazil | 63 |
| 26. | Pengamatan Berat Kering Tanaman Bayam Brazil..... | 64 |
| 27. | Perakitan Mikrokontroler Arduino Uno..... | 64 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Sifat Fisik Tanah Lokasi Penelitian..... | 19 |
| 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bayam Brazil..... | 24 |
| 3. Rata-Rata Tinggi Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno..... | 26 |
| 4. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno..... | 26 |
| 5. Rata-Rata Berat Segar Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno..... | 27 |
| 6. Rata-Rata Lebar Tajuk Tanaman Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno..... | 28 |
| 7. Rata-Rata Berat Kering Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno..... | 28 |
| 8. Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Berat Kering Tanaman Bayam Brazil..... | 44 |
| 9. Uji Homogenitas Berat Kering Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno..... | 44 |
| 10. Analisis Ragam Berat Kering Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno..... | 44 |
| 11. Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Tinggi Tanaman Bayam Brazil | 45 |
| 12. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 45 |

| | | |
|-----|--|----|
| 13. | Analisis Ragam Tinggi Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 45 |
| 14. | Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Lebar Tajuk Tanaman Bayam Brazil | 46 |
| 15. | Uji Homogenitas Lebar Tajuk Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 46 |
| 16. | Analisis Ragam Lebar Tajuk Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 46 |
| 17. | Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Berat Basah Tanaman Bayam Brazil | 47 |
| 18. | Uji Homogenitas Berat Basah Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 47 |
| 19. | Analisis Ragam Berat Basah Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 47 |
| 20. | Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Jumlah Daun Tanaman Bayam Brazil | 48 |
| 21. | Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 48 |
| 22. | Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 48 |
| 23. | Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Lebar Daun Tanaman Bayam Brazil. | 49 |
| 24. | Uji Homogenitas Lebar Daun Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 49 |
| 25. | Analisis Ragam Lebar Daun Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 49 |
| 26. | Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Diameter Batang Tanaman Bayam Brazil | 50 |

| | | |
|-----|--|----|
| 27. | Uji Homogenitas Diameter Batang Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 50 |
| 28. | Analisis Ragam Diameter Batang Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 50 |
| 29. | Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Berat Kering Akar Tanaman Bayam Brazil | 51 |
| 30. | Uji Homogenitas Berat Kering Akar Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 51 |
| 31. | Analisis Ragam Berat Kering Akar Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 51 |
| 32. | Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Panjang Akar Tanaman Bayam Brazil | 52 |
| 33. | Uji Homogenitas Panjang Akar Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 52 |
| 34. | Analisis Ragam Panjang Akar Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 52 |
| 35. | Data Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno terhadap Berat Basah Tanaman Bayam Brazil | 53 |
| 36. | Uji Homogenitas Berat Basah Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 53 |
| 37. | Analisis Ragam Berat Basah Tanaman Bayam Brazil Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dengan Kontrol Air oleh Arduino Uno | 53 |
| 38. | Nilai Sensor Kelembaban Tanah 1 Modul..... | 54 |
| 39. | Nilai Sensor Kelembaban Tanah 2 Modul..... | 54 |
| 40. | Nilai Sensor Kelembaban Tanah 3 Modul..... | 54 |
| 41. | Nilai Sensor Kelembaban Tanah 4 Modul..... | 54 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bayam Brazil (*Alternanthera sissoo*) dikenal sebagai tanaman perdu dari famili *Amaranthaceae* berasal dari Brazil, dan Amerika Selatan. Jenis bayam ini merupakan bayam baru dan sedikit masyarakat yang mengenalnya. Bayam merupakan sayuran yang mengandung banyak gizi sehingga bayam disebut sebagai raja sayuran (*king of vegetables*), 20% kandungan bayam merupakan zat yang dibutuhkan dalam Angka Kebutuhan Gizi (AKG) (Sidemen *et al.*, 2017). Bayam brazil secara alami mengandung berbagai vitamin, antioksidan, P, Mg, Ca, Fe karaton, asam askorbat, serta imunomodulator. Oleh karena itu, bayam brazil menarik untuk diteliti karena berbagai kandungan yang bermanfaat bagi kesehatan, dan bayam ini juga menarik karena masih belum banyak yang membudidayakan tanaman ini. Adanya kandungan senyawa metabolit sekunder pada bayam brazil dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan yang dapat menghambat radikal bebas. Selain itu mengkonsumsi bayam secara rutin juga dapat mencegah peradangan dan iritasi mata (Astuti *et al.*, 2023).

Bayam brazil diyakini tidak menutup kemungkinan menjadi salah satu tanaman yang dapat dibudidayakan. Bayam brazil dapat menjadi tanaman pekarangan karena mudah diperbanyak tanamannya, salah satu caranya yaitu dengan stek. Bayam brazil dapat diolah menjadi *smoothies*, salad, keripik, pewarna makanan, sayur, dan campuran olahan sayur lainnya (Ellya *et al.*, 2021).

Tanah mempunyai fungsi utama sebagai tempat tumbuh tanaman. Kemampuan tanah sebagai media tumbuh akan dapat optimal jika didukung oleh kondisi fisika,

kimia, dan biologi tanah yang baik. Media tanam yang kurang subur untuk pertumbuhan tanaman, perlu upaya untuk meningkatkan produktivitasnya. Salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas tanaman dapat dengan pemberian bahan organik yaitu salah satu cara dengan menggunakan pupuk organik. Jenis pupuk organik yang diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat tanah dan hasil tanaman adalah pupuk kandang ayam (Sondari *et al.*, 2021). Secara fisik pupuk kandang ayam dapat memperbaiki sifat fisik tanah pada struktur, meningkatkan kesuburan, meningkatkan daya tahan terhadap ketersediaan air, dan menambah unsur hara tanaman. Secara biologi pupuk kandang ayam juga dapat memperbaiki kehidupan mikroorganisme tanah (Roohman *et al.*, 2018).

Melalui penambahan bahan organik pada media tanam juga berpengaruh terhadap porositas dan aerasi tanah yang dimana berkaitan dengan status kadar air dalam tanah. Penambahan bahan organik akan menambah jumlah pori-pori makro berisi udara yang diperlukan oleh akar tanaman dan organisme mikro dalam tanah sehingga membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Selain itu dengan penambahan pupuk organik akan meningkatkan kemampuan menahan air (Usman *et al.*, 2021).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi keberhasilan pertumbuhan tanaman ialah kondisi air. Air merupakan suatu komponen utama dalam penyusunan tumbuh tanaman. Air memiliki fungsi-fungsi pokok antara lain sebagai bahan baku fotosintesis, penyusun protoplasma yang sekaligus memelihara turgo sel, sebagai media dalam proses transpirasi, sebagai pelarut unsur hara, serta sebagai media translokasi unsur hara, baik di dalam tanah maupun di dalam jaringan tumbuh tanaman (Hartman *et al.*, 2002). Air yang terbatas akan menyebabkan penurunan produksi tanaman sayuran. Selain penggunaan teknologi yang inovatif, peningkatan produksi tanaman dapat dilakukan dengan melihat ketersediaan air untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, teknik pengelolaan air perlu secara spesifik dikembangkan untuk mengatasi penggunaan air sesuai dengan sistem produksi, serta perlu adanya pemanfaatan air dengan peraturan

yang tepat, agar jumlah maupun kualitas air yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman (Punusingon *et al.*, 2021). Oleh karena itu dalam budidaya tanaman bayam brazil perlu diketahui ketepatan jumlah air untuk memenuhi kebutuhan air agar dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bayam brazil. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengaplikasikan kadar air dari kapasitas lapang yang sesuai dengan kebutuhan tanaman adalah memanfaatkan teknologi IOT (Candra *et al.*, 2015).

Internet Of Things adalah salah satu inovasi teknologi yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar air kapasitas lapang pada tanah yang menjadi media tanam tanaman hortikultura. Mengetahui nilai kadar air dari kapasitas lapang tanah akan sangat berguna untuk dapat menentukan langkah atau penanganan terhadap tanaman budidaya. Hasil penelitian (Husdi, 2018) menunjukkan bahwa pengukuran kadar air dari kapasitas lapang menggunakan sensor kelembaban tanah dapat bekerja dengan baik dan menampilkan informasi nilai kadar air tanah. Memanfaatkan IOT dapat memberikan nilai efisiensi yang tinggi dalam penggunaan air karena bekerja berdasarkan kebutuhan air. kontrol otomatis juga dapat mengurangi rutinitas kerja dalam mengairi tanaman (Candra, 2015). Penelitian ini menggunakan teknologi mikrokontroler arduino sebagai alat bantu dalam penyiraman otomatis pada tanaman karena adanya sensor kelembaban tanah yang mampu mendeteksi kadar air dalam tanah sehingga dapat mencegah terjadinya kekurangan atau kelebihan air pada tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah sebagai berikut:

- (1) Apakah pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis yang berbeda dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman bayam brazil?
- (2) Apakah pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis yang berbeda dapat meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman bayam brazil?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- (1) Mengetahui pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bayam brazil (*Alternanthera sissoo*);
- (2) Mengetahui apakah pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis yang berbeda dapat meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman bayam brazil (*Alternanthera sissoo*).

1.4 Kerangka Pemikiran

Tanaman bayam brazil merupakan tanaman sayuran yang dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah panas atau dingin. Bayam brazil dapat dijadikan sebagai sumber vitamin. Apabila ditinjau dari aspek ekonomis dan bisnisnya, tanaman bayam brazil layak dikembangkan dan usahakan di Indonesia untuk memenuhi permintaan konsumen dan kebutuhan manusia yang semakin meningkat serta adanya peluang pasar yang baik (Astuti *et al.*, 2023). Tanaman ini merupakan salah satu dari famili *Amaranthaceae* yang memiliki teknis budidaya yang mudah sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan dan menjadi salah satu usahatani. Tanaman bayam brazil sendiri memiliki waktu tanam yang cukup singkat dan cepat untuk dipanen.

Penurunan kualitas tanah dapat mempengaruhi produksi dan pertumbuhan tanaman. Untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti mengurangi penggunaan pupuk kimia dan menggunakan pupuk organik seperti pupuk hijau, kompos, ataupun pupuk kandang. Beberapa di antara kotoran hewan yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik ialah kotoran ayam. Pupuk kandang ayam dapat mendorong perkembangan mikroorganisme yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Hal tersebut dikarenakan kotoran ayam memiliki kandungan unsur hara N, P, dan K yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang lainnya (Arifah, 2019). Pupuk kandang ayam

mempunyai potensi yang baik, karena dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Muhsin, 2003).

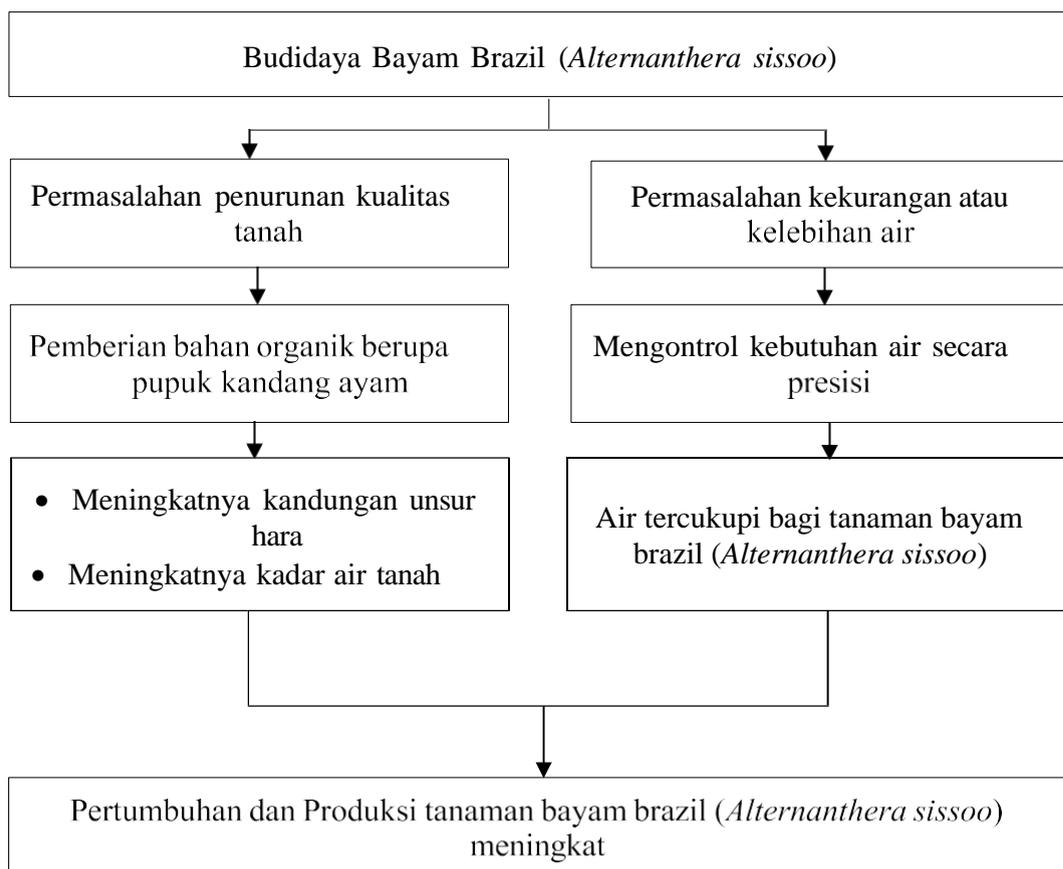
Pemberian pupuk kandang ayam dapat mempengaruhi peningkatan kapasitas menahan air. Pupuk kandang ayam, yang terkandung bahan organik membantu meningkatkan struktur tanah dengan meningkatkan kerapatan tanah, sehingga tanah lebih mampu menahan kelembaban dan mengurangi *run-off* air.

Penambahan pupuk kandang ayam, akan membuat kandungan bahan organik tanah meningkat, yang akan memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Hal tersebut termasuk dalam peningkatan porositas tanah, yang memungkinkan tanah menyerap dan menyimpan air (Rohman *et al.*,2018).

Pupuk kandang ayam mengandung berbagai nutrisi yang penting untuk tanaman. Tanaman yang sehat dan kuat lebih mampu menyerap air dari tanah secara efisien, sehingga meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman itu sendiri. Pupuk kandang ayam juga mampu meningkatkan aktivitas mikroba tanah. Mikroba ini membantu dalam proses dekomposisi bahan organik dan pembentukan humus, yang berkontribusi pada peningkatan kapasitas retensi air tanah (Damanik *et al.*, 2017).

Kekurangan atau kelebihan air dapat menghambat aktivitas tanaman dan akan menyebabkan produksi tidak optimal. Kondisi tanaman yang kekurangan air juga dapat menghambat laju fotosintesis, dan akan mengakibatkan turgiditas sel penjaga akan menurun kemudian akan menyebabkan stomata tertutup. Penutupan stomata akan menghambat proses fotosintesis pada tanaman bayam brazil (Mapegau, 2006). Mengontrol kadar air tanah pada budidaya bayam brazil perlu dilakukan untuk menghindari kekurangan dan kelebihan kadar air pada tanah, untuk itu perlu adanya teknologi yang mengontrol kadar air secara sesuai kebutuhan tanaman. Perkembangan teknologi pertanian dibidang IOT yang pesat mengakibatkan terdapat banyak alat yang dihasilkan, salah satunya ialah alat penyiraman secara otomatis. Salah satu alat yang dapat digunakan ialah arduino. Arduino merupakan alat yang dapat diprogram untuk menjalankan perintah.

Alat ini akan memudahkan dalam penyiraman pada media tanam. Arduino mempunyai kemampuan membaca sensor kelembaban sehingga didapatkan kadar air yang ada di dalam tanah. Informasi tersebut akan menentukan instruksi yang akan dikeluarkan oleh Arduino. Ketika kandungan air pada tanah dinyatakan melewati batas kering, arduino dapat menginstruksi untuk menghidupkan relay sehingga pompa dapat mengalirkan air ke area pertanaman (Setiobudio *et al.*, 2019). Tanaman sayuran pada perlakuan 70% kapasitas lapang menghasilkan jumlah daun dan bobot segar lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan 30% kapasitas lapang (Moctava *et al.*, 2013). Maka dari itu penelitian ini dibuat kadar air kapasitas lapang 20%-40% dengan tujuan melihat seberapa besar ketahanan air tanaman bayam brazil dengan kondisi tersebut. Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman bayam brazil (*Alternanthera sissoo*). Kerangka penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran.

1.5 Hipotesis

Hipotesisi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis yang berbeda meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bayam brazil (*Alternanthera sissoo*);
- (2) Pemberian pupuk kandang ayam meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman bayam brazil (*Alternanthera sissoo*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Bayam Brazil

Bayam Brazil (*Althernanthera sissoo*) merupakan tanaman sayuran berdaun yang berasal dari Brazil dan Amerika Selatan. Tanaman ini tergolong dalam Famili *Amaranthaceae* yang kini mulai dikenalkan di Indonesia. Bayam brazil memiliki daun yang dapat dikonsumsi mentah ataupun dimasak terlebih dahulu (Munanto, 2020). Bayam brazil memiliki kandungan vitamin dan mineral yang tinggi. Didalam 100 gram bayam mengandung tegana sebesar 21 Kkal, 92,9 gram air, 0,2 gram lemak, 2,7 gram karbohidrat, 2,1 gram protein, 1,4 gram abu, 0,7 gram serabut, 29 fosfor, 90 mg kalsium, 3,8 mg zat besi, 131 mg natrium, 385 mg kalium, 76,7 mg vitamin c, asam folat serta asam oksalat (Sidemen *et al.*, 2017).

Kandungan senyawa metabolit sekunder pada bayam brazil dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan yang dapat menghambat radikal bebas. Kandungan besi pada tanaman bayam brazil relatif tinggi dibandingkan sayuran lain, yang dimana sangat berguna bagi penderita anemia (Rizki, 2013). Tanaman bayam brazil termasuk ke dalam kingdom Plantae, Subkingdom Tracheobionta, Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Sub kelas Hamamedae, Ordo Caryphyllalles, Famili Amaranthaceae, Genus Althernanthera, dan Spesies *Althernanthera sisso* (Saparinto, 2013).

Bayam brazil memiliki morfologi tumbuh rendah atau memiliki postur yang tidak tinggi, bentuknya cenderung bulat dan berkerut, dan warna daun hijau. Bayam brazil ini dapat tumbuh setinggi 30-50 cm membentuk tumpukan rapi. Kebiasaan tumbuh ini membuat tanaman ini berguna untuk jalur tepi, terutama di tempat

yang teduh parsial karena cukup toleran terhadap naungan. Daun bayam brazil dengan lebar sekitar 2,0-4,5 cm, dan memiliki perakaran tunggang dengan panjang 20-40 cm. Daun bayam brazil berwarna hijau, mengkilap, tunggal, berbentuk hati (*cordate*) dengan tekstur daun berkerut, tepi daun bergelombang, ujung daun runcing (*acute*), dan daun bayam brazil tidak berlendir. Susunan daunnya ialah *folia decussate*, yaitu pada tiap lengkungan terdapat dua helai daun yang muncul saling berhadapan (Ellyaa *et al.*, 2021). Batang bayam brazil berbuku-buku dan mengandung air (*herbaceous*), tumbuh tinggi di atas tanah. Bunga bayam brazil keluar dari ketiak daun atau ujung-ujung tanaman yang tersusun dari malai yang tumbuh tegak. Warna bunga bayam brazil putih (Teatrawan *et al.*, 2022). Tanaman bayam brazil dapat berbunga sepanjang musim. Perkawinannya bersifat unisexual yaitu dapat menyerbuk sendiri maupun menyerbuk silang. Penyerbukan dapat berlangsung dengan bantuan angin dan serangga (Rukmana, 2004).

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Bayam Brazil

Tanaman bayam brazil dapat tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Tanaman ini dapat tumbuh dalam kondisi tanah yang subur, berpasir, maupun berbatu, dengan kelembaban udara yang tinggi. Tanah yang subur dan bertekstur gembur serta banyak mengandung bahan organik, dan drainase yang baik dan lembab paling disukai tanaman bayam. Bayam brazil mampu mentoleransi habitat dengan suhu yang paling tinggi mencapai 31°C dan kelembaban udara paling rendah 60% (Teatrawan *et al.*, 2022). Tanaman ini akan lebih mudah beradaptasi pada iklim yang mirip dengan daerah asalnya. Tanaman bayam brazil dapat tumbuh pada ketinggian ± 5 – 1.500 mdpl dan dapat tumbuh baik di dataran rendah dan dataran tinggi. Lokasi penanaman harus diperhatikan, kondisi lahan harus terbuka dan mendapatkan sinar matahari serta memiliki tanah yang gembur, subur, dan memiliki pH 6-7 (Rukmana, 2004). Tanaman bayam brazil ini dapat tumbuh dengan cepat asalkan tersedianya nitrogen yang terjaga, dan menyukai naungan sedang (50%), tetapi juga dapat mentolerir naungan yang berat dan paparan sinar matahari yang penuh.

2.3 Pupuk Kandang Ayam

Kotoran ayam merupakan salah satu pupuk organik yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara untuk diserap tanaman dari dalam tanah. Selain itu dengan pemberian kotoran ayam juga dapat mempengaruhi perbaikan aerasi tanah, peningkatan kapasitas penyimpanan hara tanah, peningkatan kapasitas retensi air, dan peningkatan ketahanan tanah sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah (Marlina *et al.*, 2015). Penggunaan kotoran ayam diprediksi dapat berpotensi dalam memperbaiki sifat fisik tanah dan meningkatkan siklus hara, seperti memberikan efek enzimatik atau hormonal langsung pada akar tanaman. Jika kesuburan tanah lempung berpasir rendah, pemupukan dengan kotoran ayam dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan kualitas hasil (Arifah, 2019). Menurut Maryanto *et al.* (2015), penambahan pupuk kandang sebagai media tanam dapat menambah unsur hara dalam tanah dan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan generatif dan vegetatif tanaman.

Pupuk kandang ayam juga mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium yang relatif lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang lainnya (Ade, 2008). Serta hormon auksin yang sangat baik untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Pupuk kandang ayam mengandung unsur hara N sebanyak tiga kali lipat dari pada pupuk kandang lainnya (Sutedjo, 2010). Kandungan nitrogen yang tinggi membuat pupuk kandang ayam dapat mempercepat proses pertumbuhan daun dan batang tanaman (Sinaga, 2019). Hal tersebut disebabkan karena kotoran padat pada hewan ternak tercampur dengan kotoran cairnya (Dermiyati, 2015). Senyawa kompleks yang terbentuk oleh pupuk kandang ayam tersebut dapat mengurangi ion-ion logam yang berpotensi menghambat penyediaan unsur hara yang dapat meracuni tanaman seperti Al, Fe, dan Mn (Roohman *et al.*, 2018).

Pemberian berbagai dosis pupuk kandang ayam dapat meningkatkan kemampuan kelarutan fosfor (P) dalam tanah karena menurunkan fiksasi fosfor (P) oleh kation asam, membuat ketersediaan fosfor (P) meningkat. Pupuk kandang ayam juga

mampu memperbaiki struktur tanah seperti aerasi, agregat tanah, dan daya memegang air. Struktur tanah yang baik dapat membuat pertumbuhan perakaran tanaman menjadi baik (Rasyid *et al.*, 2020).

2.4 Fungsi Air bagi Tanaman

Air merupakan salah satu komponen fisik yang penting dan diperlukan dalam jumlah yang banyak untuk mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena 85-90% bobot sel dan jaringan tanaman adalah air. Air berfungsi sebagai pelarut hara, penyusun protoplasma, dan bahan baku fotosintesis, yang dimana tanaman mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan energi cahaya (Taiz, 2010). Air juga dapat berperan sebagai media yang mengangkut nutrisi dan mineral dari tanah ke akar dan kemudian keseluruhan bagian tanaman. Proses ini penting untuk memastikan bahwa tanaman mendapatkan semua unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan yang sehat (Salisbury *et al.*, 1992). Air juga berfungsi sebagai regulasi suhu tanaman melalui proses transpirasi, dimana air menguap dari daun tanaman, membantu dalam mengatur suhu internal tanaman. Transpirasi juga membantu mengatur tekanan turgor sel-sel tanaman, yang penting untuk menjaga kekakuan dan bentuk sel (Steudle, 2000).

Kekurangan air akan menyebabkan tanaman menjadi kerdil, dan perkembangannya menjadi abnormal. Kekurangan yang terjadi berkepanjangan selama proses pertumbuhan akan menyebabkan tanaman menderita dan kemudian akan mati. Tanda awal yang terlihat lainnya ialah layunya daun-daun. Peristiwa tersebut disebabkan karena proses penyerapan air tidak dapat mengimbangi kecepatan penguapan air dari tanaman. Kekurangan air pada jaringan tanaman dapat mengakibatkan penurunan turgor sel, meningkatkan konsentrasi makro molekul serta mempengaruhi membrane sel dan potensi kimia air dalam tanaman (Kurniawan *et al.*, 2017).

2.5 Mikrokontroler Arduino UNO

Arduino uno merupakan sebuah papan (*board*) yang berisi mikrokontroler yang berukuran sebesar kartu kredit yang dilengkapi dengan sejumlah pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan peralatan lain. Arduino pertama kali diperkenalkan pada tahun 2005 oleh Massimo Banzil, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, dan David Mellis (Tullah *et al.*, 2019). Arduino merupakan *board* mikrokontroler yang berisi ATM328 memiliki 14 pin digital, 6 pin yang dapat digunakan sebagai output PWM, 6 pin analog, crystal asilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino dapat mendukung mikrokontroler dan dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Arduino dirancang untuk mengatur sistem irigasi, perlu juga disiapkan komponen-komponen pendukungnya seperti LCD, sensor kelembaban tanah, relay, dan pompa air (Wijaksono *el al.*, 2017).

Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis dalam proses berkerja Arduino UNO. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan sebuah center-postife plug yang panjangnya 2,1 mm ke power jack dari boaird. Kabel lead dari sebuah baterai dapat dimasukkan dalam header/kepala pn G round (Gnd) dan pn Vn dari konektor power. Boaird Arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6 - 20 Volt. Jika disuplai dengan yang lebih kecil dari 7 V pada board Arduino UNO bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih dari besar 12 V, volt regulator bisa kelebihan panas dan membahayakan boaird Arduino UNO (Mardika, 2019).

Mikrokontroler Arduino Uno dapat berkerja dengan baik dengan menyiram secara otomatis pada tanaman karena adanya sensor kelembapan tanah yang mampu mendeteksi kadar air dalam tanah, sehingga dapat mencegah terjadinya kekurangan atau kelebihan air pada tanah (Laia *et al.*, 2020). Hal tersebut juga selaras dengan penelitian Mandika (2019) bahwa sensor kadar air tanah berbasis

mikrokontroler Arduino UNO dapat berjalan dengan baik, yaitu menyalakan pompa pada saat kadar air tanah turun melewati nilai titik kritis dan mematikan pompa pada saat kadar air tanah naik melewati nilai kapasitas lapang.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai Januari 2024 sampai Juni 2024. Penelitian ini berlangsung di rumah kaca Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Secara detail, lokasi penelitian berada pada koordinat $05^{\circ}22'$ LS dan $105^{\circ}14'$ BT, pada ketinggian 148 m dpl.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa Arduino uno, breadboard, sensor kelembaban tanah, monitor, relay, kabel jumper, kabel bintik serabut, adaptor, pompa, selang air, alat semprot, alat tulis, cangkul, ember, gerinda, kabel bintik serabut, kotak pelindung alat, laptop, mikro sd, mistar ukur, nampan, obeng tespen min plus, oven, pisau tipis/cutter, sekop, soulder, spidol, tali rafia, timbangan digital, dan terminal colokan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air, media tanam (tanah, biochar 10 ton/ha, pupuk kandang ayam, NPK 16:16:16, dan dolomit), stek bayam brazil, lakban, lem tembak, paku, papan kayu, pestisida, plastik berwarna bening.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang dicobakan menggunakan 1 faktor yaitu dengan 4 taraf, yaitu:

P0 = Tanpa pupuk kandang ayam (kontrol)

P1 = Pupuk kandang ayam (10 ton/ha)

P2 = Pupuk kandang ayam (20 ton/ha)

P3 = Pupuk kandang ayam (30 ton/ha)

Percobaan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali dalam satuan percobaan. Data hasil penelitian diolah dengan menggunakan analisis ragam, sebelumnya diuji homogenitasnya dengan uji Bartlett dan aditivitas dengan uji Tuckey.

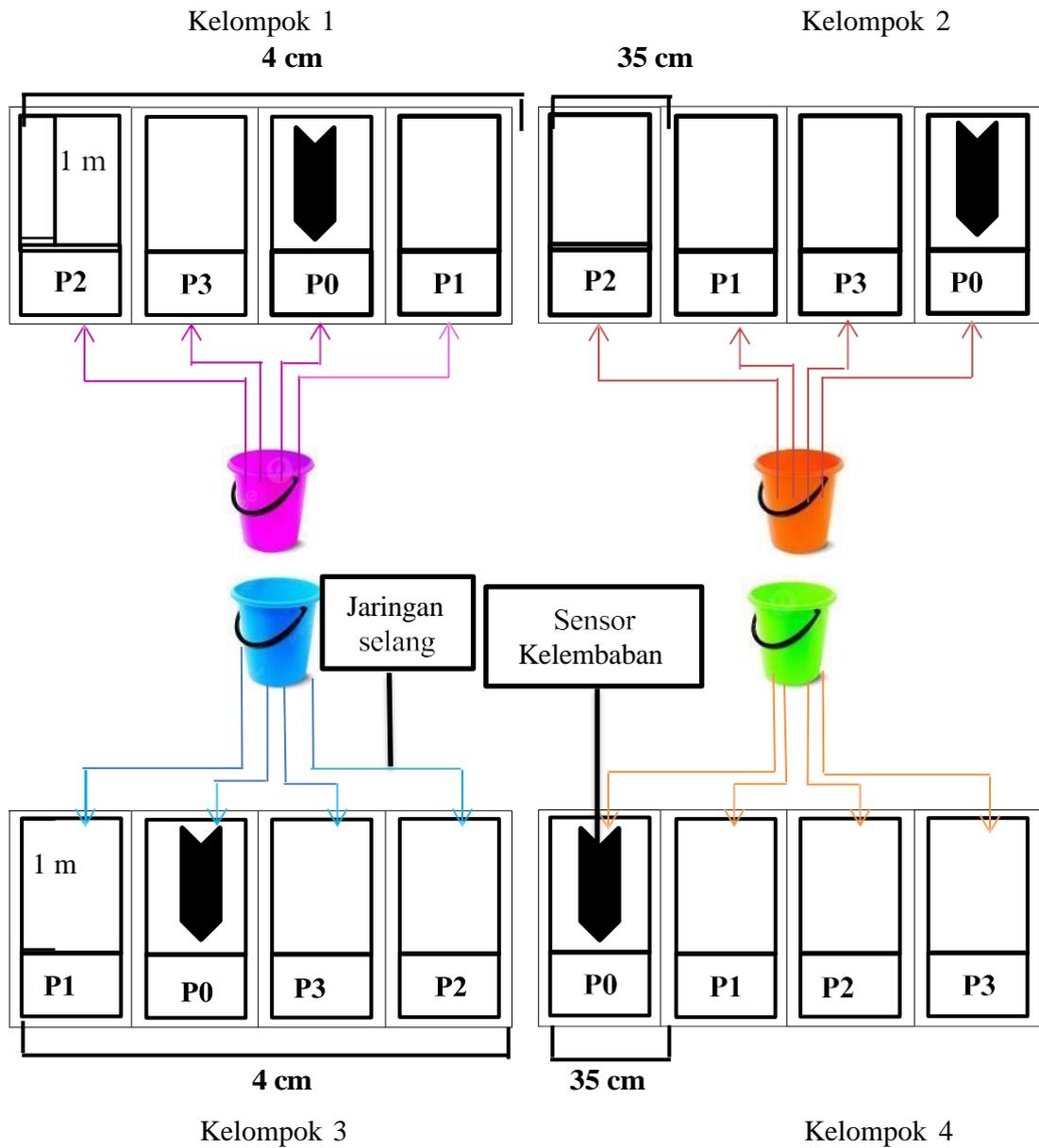
Apabila asumsi terpenuhi, dilakukan analisis ragam yang bila memiliki hasil nyata dilanjutkan analisis ragam dengan menggunakan uji DMRT (*Duncan multiple range test*) pada taraf signifikan 5%.

3.4 Persiapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan persiapan, yaitu penentuan tata letak, perakitan arduino, pembuatan petak dan saluran air, persiapan media tanam, kalibrasi alat, persiapan bibit dan penanaman, pemeliharaan, dan pemanenan.

3.4.1 Penentuan Tata Letak

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca dengan menggunakan 4 petakan dibagi menjadi 4 ulangan untuk setiap perlakuan. Setiap petakan perlakuan berukuran 140 cm x 100 cm, dengan petak ulangan 35 cm x 100 cm pada setiap perlakuan. Tata letak percobaan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tata letak penelitian.

Keterangan:

P0 = Tanpa pupuk kandang ayam (kontrol)

P1 = Pupuk kandang ayam (10 ton/ha)

P2 = Pupuk kandang ayam (20 ton/ha)

P3 = Pupuk kandang ayam (30 ton/ha)

3.4.2 Perakitan Arduino

Arduino UNO bersama komponen-komponen pendukungnya dirakit agar dapat saling terintegrasi dan berjalan dengan baik dan optimal. Langkah pertama yang dilakukan ialah menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Alat dan bahan yang diperlukan yaitu, arduino uno, breadboard, sensor kelembaban tanah, monitor, relay, kabel jumper, kabel bintang serabut, adaptor, kotak pelindung alat, dan pompa. Setelah arduino uno dan komponen-komponen pendukungnya terakit, langkah berikutnya adalah melakukan pemrograman arduino uno yang dibuat dengan menuliskan perintah dalam bahasa pemrograman. Selanjutnya, dilakukan pengujian program dan mengintegrasikan program dengan modul-modul agar dapat mengendalikan sistem sehingga menjadi satu kesatuan yang lengkap.

3.4.3 Pembuatan Petak Saluran Air

Petak perlakuan dibuat berbentuk kotak dengan memanfaatkan kayu bekas yang sudah tidak terpakai dengan panjang kotak 140 cm, lebar 100 cm dan tinggi kotak 30 cm. Petak perlakuan yang sudah jadi selanjutnya dialasi dengan plastik bening agar air tetap berada pada petak perlakuan, sehingga kita dapat mengatur cekaman air pada setiap petak perlakuan. Setelah itu setiap kotak dibagi empat kotak yang nantinya akan digunakan sebagai ulangan pada tiap perlakuan. Panjang tiap ulangan mencapai 35 cm². Saluran air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari selang dengan ukuran 1/4 inci dengan panjang 1,4 m yang digunakan sebagai aliran air. Sebelum digunakan selang dilubangi terlebih dahulu menggunakan solder agar besar lubang setiap sisi sama, jarak antar lubang kurang lebih 10 cm. Setelah selang terlubangi semua barulah selang di sabungkan dengan pompa air. Posisi selang pada setiap kotak harus mengelilingi lubang tanam, yang fungsinya agar setiap tanaman menerima air dengan porsi yang sama.

3.4.4 Persiapan Media Tanam

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang diambil dari lahan di sekitar LTPD Fakultas Pertanian Unila. Setiap petak percobaan berisi sekitar ± 126 kg tanah. Petak-petak yang telah diisi tanah kemudian diberi pupuk kandang ayam dan biochar dengan dosis biochar 10 ton/ha pada setiap petak. Pemberian pupuk kandang ayam dilakukan sesuai dengan perlakuan, yaitu P1 sebanyak 0,525 kg, P2 sebanyak 1,05 kg, dan P3 sebanyak 1,575 kg. Pupuk kandang ayam yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis pupuk kandang ayam petelur.

3.4.5 Kalibrasi Alat

Kalibrasi alat dilakukan dengan cara menguji sensor kelembaban tanah dengan tujuan didapatkan persamaan nilai sensor dengan nilai kadar air tanah. Kegiatan ini diawali dengan mengambil tanah di LTPD sebanyak 5 polibag dengan berat 500 gram, kemudian dilakukan pengeringan tanah dengan cara menjemur tanah selama kurang lebih 5 hari hingga tanah kering. Setelah itu, tanah dibasahi menggunakan air sebanyak 40%, 30%, 20%, 10%, 0% air. Kemudian 4 sensor ditancapkan secara berulang pada 5 polibag tersebut, dan dilakukan juga penimbangan untuk mendapatkan berat basah. Setelah itu, dilakukan pengovenan tanah dengan suhu 105°C selama 1×24 jam dengan tujuan mendapatkan nilai berat kering. Kadar air dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\theta_{wfc} = \frac{\text{berat basah} - \text{berat kering}}{\text{berat kering}} \times 100\% \quad (\text{Gustama, 2012})$$

Pengolahan data akan dilakukan dengan menyamakan nilai yang telah didapatkan sehingga didapatkan persamaan nilai sensor dan nilai kadar air tanah. Kemudian dibuat grafik regresi linier untuk mendapatkan rumus $y = ax + bx$ yang akan digunakan pada coding arduino IDE. Kadar air yang telah didapatkan akan di konversikan, dimana nilai kadar air 100% itu sama dengan nilai kadar air

kapasitas lapang 46%. Pada nilai kadar air 0% itu sama dengan nilai kadar air kapasitas lapang 26%. Hal ini dikarenakan menurut (Arimbi, 2011) bahwa nilai kadar air kapasitas lapang pada tanah di LTPD adalah 46%, sedangkan titik layu permanennya adalah 26%. Data sifat fisika tanah yang digunakan pada penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik Tanah Lokasi Penelitian

| | Kedalaman Tanah pada Zona Perakaran | |
|---|-------------------------------------|----------|
| | 0-20 cm | 20-40 cm |
| Pasir (%) | 39,30 | 35,24 |
| Debu (%) | 24,31 | 16,21 |
| Liat (%) | 36,39 | 48,55 |
| Kelas tekstur | Lempung berliat | Liat |
| Berat isi (γ_b) (g/cm ³) | 1,16 | 1,19 |
| Kapasitas lapang (θ_{fc}) (%V) | 38,85 | 45,90 |
| Titik layu (θ_{pwp}) (%V) | 22,20 | 26,23 |
| Air tersedia (θ_{AW}) (%V) | 16,65 | 19,67 |

Sumber: Arimbi, 2011; Lab. Ilmu Tanah, 2011; Lab. TSDAL, 2011.

3.4.6 Persiapan Bibit dan Penanaman Bayam Brazil

Tanaman bayam brazil diambil dari tanaman induknya berusia 2-3 bulan. Kemudian batang bayam brazil dipotong terlebih dahulu pada nodus ke-3 dari pucuk daun tertinggi. Penanaman bayam brazil dilakukan dengan jarak tanam 20 x 15 cm. Stek bayam brazil ditanam dengan mengikuti garis tanam yang telah ditentukan, dengan setiap lubang tanaman diisi oleh 1 stek bayam brazil.

3.4.7 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman bayam brazil terdiri dari penyiangan gulma, pemberian pupuk, pengendalian hama dan pengendalian penyakit.

3.4.7.1. Pengendalian Gulma

Penyiangan gulma dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh disekitar tanaman budidaya. Penyiangan adalah membersihkan rumput atau gulma disekitar tanaman bayam brazil. Kehadiran rumput liar dapat mengganggu pertumbuhan tanaman bayam. Pengendalian harus dilakukan pada waktu yang tepat, sehingga biaya, waktu, dan tenaga dapat lebih hemat. Waktu yang tepat untuk mengendalikan gulma adalah waktu periode kritis tanaman, yaitu periode di mana tanaman sangat peka terhadap faktor lingkungan.

3.4.7.2. Pemberian Pupuk

Pemupukan dilakukan sebanyak satu kali pemupukan anorganik (NPK) dengan dosis 150 kg/ha per petak perlakuan (35 x 100 cm) dilakukan pada 15 hst. Pengaplikasian pupuk dilakukan dengan cara disebar.

3.4.7.3. Pengendalian Hama dan Penyakit

Hama yang biasa ditemukan dalam budidaya bayam adalah ulat bulu, oteng-oteng dan belalang. Hama tersebut dapat dikendalikan dengan cara aplikasi insektisida atau dengan cara mekanik. Pengendalian penyakit juga dapat dilakukan dengan memberikan fungisida pada tanaman budidaya.

3.4.8 Pemanenan

Bayam brazil dapat dipanen pada 30 atau 35 hari setelah tanam. Bayam brazil dipanen dengan cara dicabut bersama akarnya. Tanaman bayam brazil yang dipanen adalah tanaman yang tingginya setidaknya 30 cm.

3.5 Variabel Pengamatan

Pengamatan dilakukan 7 hari setelah tanam atau dilakukan 1 minggu sekali hingga proses pemanenan. Tanaman sampel ditentukan secara acak, setiap ulangan petak percobaan diambil 5 sampel tanaman. Berikut ini merupakan variabel dalam pengamatan.

3.5.1. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman bayam brazil dilakukan pada 7 hari setelah tanam (hst), 14 hst, 21 hst, 28 hst, dan 35 hst. Tinggi tanaman diukur dari atas permukaan tanah sampai titik tumbuh menggunakan penggaris.

3.5.2. Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun dihitung secara manual meliputi seluruh daun yang telah membuka sempurna. Pengamatan dilakukan pada 5 tanaman sampel di setiap ulangan, saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam (hst), 14 hst, 21 hst, 28 hst, dan 35 hst.

3.5.3. Lebar Tajuk (cm)

Pengukuran lebar tajuk menggunakan penggaris yang dilihat dari diameter tanaman (mekar daun). Pengamatan dilakukan pada 5 tanaman sampel di setiap ulangan, saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam (hst), 14 hst, 21 hst, 28 hst, dan 35 hst.

3.5.4. Berat Segar Tanaman

Berat segar tanaman diukur dalam satuan gram (g) pada saat panen. Tanaman bayam yang telah dipanen kemudian dibersihkan dan ditimbang beratnya menggunakan timbangan digital.

3.5.5. Panjang Akar

Panjang akar dapat diperoleh dengan mengukur setiap sampel menggunakan penggaris/mistar ukur.

3.5.6. Diameter Batang

Pengukuran diameter batang dilakukan saat panen menggunakan jangka sorong. Diameter diukur di bagian batang terlebar yang mulus (tidak bertemu dengan buku batang). Pengamatan dilakukan pada 5 tanaman sampel di setiap ulangan.

3.5.7. Bobot Kering Tanaman (g)

Tanaman bayam brazil dibungkus menggunakan kertas dan diberi nama berdasarkan sampel, perlakuan, dan ulangan percobaan. Selanjutnya, dikering anginkan selama 4 hari hingga layu dan kadar airnya berkurang di rumah kaca LTPD. Sampel dioven pada suhu 80°C selama 2 hari. Penimbangan bobot kering dilakukan setelah pengovenan dengan menggunakan timbangan digital.

3.5.8. Bobot Kering Akar (g)

Akar yang telah dipisahkan dari tajuk tanaman bayam brazil kemudian dibungkus dengan koran. Setelah dibungkus lalu dimasukkan ke dalam bungkus tajuk. Selanjutnya, dikering anginkan selama 4 hari hingga layu dan kadar airnya berkurang di rumah kaca LTPD. Sampel dioven pada suhu 80°C selama 2 hari. Penimbangan bobot kering dilakukan setelah pengovenan dengan menggunakan timbangan digital.

3.5.9. Bobot Basah Akar (g)

Akar yang telah dipisahkan dari tajuk tanaman bayam brazil kemudian dicuci. Akar ditimbang bobot basah akarnya dengan menggunakan timbangan digital.

3.5.10. Lebar Daun (cm)

Jumlah daun tanaman kailan dihitung pada 7 hari setelah tanam (hst), 14 hst, 21 hst, 28 hst, dan 35 hst. Pengukuran diambil dari daun paling bawah hingga pucuk.

3.5.11. Kadar Air Harian

Pada tiap perlakuan dilakukan pengecekan kadar air tanah kapasitas lapang setiap harinya. Nilai kadar air tanah tersebut diambil dengan menggunakan alat bantu mikrokontroler arduino uno

IV. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa:

- (1) Pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis 20 ton/ha memberikan hasil terbaik pada beberapa variabel pengamatan. Variabel tersebut terdiri dari tinggi tanaman, berat basah, lebar tajuk tanaman, jumlah daun, dan berat kering tanaman. Tetapi pemberian pupuk kandang ayam juga berpengaruh tidak nyata terhadap beberapa variabel antara lain panjang akar, berat basah akar, berat kering akar, diameter batang, dan lebar daun;
- (2) Pupuk kandang ayam mampu meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman bayam brazil dari kadar air kapasitas lapang 43,58% hingga 55%. Pengamatan kadar air harian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kandang ayam 30 ton/ha menghasilkan peningkatan kadar air tertinggi.

5.2 Saran

Saran yang diberikan berdasarkan penelitian ini adalah:

- (1) Meningkatkan porositas media tanam seperti penambahan dosis biochar untuk mengurangi kejenuhan air;
- (2) Tempat dilakukan penelitian sebaiknya memiliki proteksi yang lebih baik terhadap hama dan penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, I. S. 2008. *Memfaatkan Kotoran Ternak*. Niaga Swadaya. Jakarta. 84 hlm.
- Ali, M. 2015. Pengaruh Dosis Pemupukan NPK terhadap terhadap Produksi dan Kandungan *Capsaicin* pada Buah Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) *Jurnal Agrosains: Karya Kreatif dan Inovatif*. 2(2): 171-178.
- Arifah, S. H., Astiningrum, M., dan Susilowati, Y. E. 2019. Efektivitas Macam Pupuk Kandang dan Jarak Tanam pada Hasil Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus*, L. Moench). *Junal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*. 4(1):38-42.
- Arimbi, D. 2011. Analisis Neraca Air Pada Lahan Bera di Plot Percobaan Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 45 hlm.
- Astuti, Y. T. M., Armanda, A. F. S., dan Ginting, C. 2023. Respon Bayam Brazil (*Alternanthera sissoo*) pada Aplikasi Sumber Cahaya Buatan dengan Media Pupuk Kandang Kambing dan Kompos *Eichhornia Crassipes*. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 23(3):375-384.
- Azizah, R., Subagyo., dan Rosanti, E. 2007. Pengaruh Kadar Air terhadap Laju Respirasi Tanah Tambak pada Penggunaan Katul Pagi sebagai *Priming agen*. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 12(2):67-72.
- Candra, H., Triyono, S., dan Tusi, A. 2015. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Otomatis pada Irigasi Tetes Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Ternik Pertanian Lampung*. 4(4):235-244.
- Damanik, M., Purba, S. T. Z., dan Sari Lubis, K. 2017. Dampak Pemberian Pupuk TSP dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfor serta Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala. *Jurnal Agroteknologi fp usu*. 5(3):638-643.
- Dermiyati. 2015. *Sistem Pertanian Organik Berkelanjutan*. Penerbit Plantaxia. Yogyakarta. 121 hlm.

- Ellyaa, H., Nurlaila., Nufita, N. S., Apriani, R. R., Mulyawan, R., dan Ismuhajarohb, B. N. 2021. Morfologi Daun Bayam Brazil (*Alternanthera sissoo*) Sebagai Pekarangan Belakang Sayur-Mayur. *Jurnal Internasional Ilmu Pertanian*. 5(2):56-59.
- Fauzi, M., Luhtfia, H. M., Qori, A. S. R., dan Nelis, H. 2022. Pengaruh Pupuk Bekas Mangot terhadap Tinggi, Jumlah Daun, Luas Permukaan Daun, dan Bobot Basah Tanaman Sawi Hijau. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 20(1):20-30.
- Gustam, A. 2012. Mempelajari Neraca Air (Water Balance) pada Lahan Budidaya Cabai di Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hamim. 2018. *Fisiologi Tumbuhan*. IPB Press. Bogor. 200 hlm.
- Hartati. 2000. Penampilan Genotip Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Hasil Mutasi Buatan pada Kondisi Stres Air dan Kondisi Optimal. *Agric Sci*. 2(2):35-42.
- Hartman, H. T., Dale, E. K., Davies, F. T., and Geneve, R. L. 2002. *Plant Propagation: Principles and Practices*. Sixth Edition. Prentice Hall. Englewood CLIFFS. Amerika Serikat. 647 hlm.
- Haryadi, J. 2013. *Fakta Buah dan Sayur yang berbahaya*. Niaga Swadaya. Jakarta. 126 hlm.
- Husdi. 2018. Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Arduino Uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*. 10(2):237-243.
- Hillel, D. 2004. *Introduction to Environmental Soil Physics*. Academic Press. Massachusetts. 485 hlm.
- Istiqomah, N. 2013. Aplikasi Pupuk Kandang Ayam pada Penyetekan Kunyit Putih. *ZIRAA'AH*. 37(2):6-13.
- Jacson, M. B., and Colmer, T. D. 2005. Response and Adaptation by Plants to Flooding Strees. *Annals of Botany*. 96(4):515-505.
- Kurniawan, D., Hanum, C., dan Siregar, L. A. M. 2017. Morfofisiologis Akar Melalui Interval Penyiraman, Pemberian Mikoriza dan Modifikasi Media Tanam pada Pembibitan Kakao (*Theobroma cacao* L.) *Jurnal Pertanian Tropika*. 4(3):209-218.
- Kramer. 1969. *Plant and Soil Water Relationship, a Modern Synthesis*. McGrawHill Co. Ltd New York (NY). 480 hlm.

- Laia, F., Amani, H., dan Taringan, D. 2020. Perencanaan Sistem Pengaturan Kadar Air dalam Tanah secara Otomatis pada Pembibitan Padi Berbasis Arduino UNO R3. *Agric Sic.* 2(2):35-42.
- Lingga, P., dan Marsono. 2003. *Petunjuk Penggunaa Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta. 150 hlm.
- Mandika, G. A., dan Rikie, K. 2019. Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah YI-69 Berbasis Arduino pada Media Tanam Pohon Gaharu. *Jurnal Joeict (Jurnal of Education and Information Communication Technology)*. 3(2):130-140.
- Mapegau. 2006. Pengaruh Cekaman Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max L. Merr*). *Jurnal Ilmiah Pertanian Kultura*. 41(1):44-46.
- Maryanto dan Rahmi, A. 2015. Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Varietas Permata. *Jurnal Agrifor*. 14(1):87-94.
- 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.
- Muhsin. 2003. Pemberian Takaran Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan Tanamn Jagung Akibat Residu Biochar pada *Top Soil* dan *Sub Soil* Tanah Ultisol. *Prosiding Forum Komunitas Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia 2018*. Aceh. 255-463.
- Nurhayati, D. R. 2021. *Peran Pupuk Kandang terhadap Tanaman Kacang Hijau (Vigna radita L.)*. Scopindo Media Pustaka. Surabaya. 111 hlm.
- Nurjanaty, N., Linda, R., dan Mukarlina. 2019. Pengaruh Cekaman Air dan Pemberian Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*). *Protobiont*. 8(3):6-11.
- Usman, A. I. A. H., Hartati, T. M., dan Hartono, G. 2021. Pengaruh Penggunaan Pupuk Kotoran Ayam dan KCI terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum L*) Varietas Topo di Inceptisol Ternate. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*. 19(1):41-50.
- Punusingon, G. F. H., Ludong, D. P. M., dan Rogi, J. E. X. 2021. Respon Evapotranspirasi Tanaman Padi (*Oryza Sativa L.*) Varietas Pertama dan Serayu terhadap Variasi Ketebalan Tanah Menggunakan Metode Sistem of Rice Intensification (SRI) di Desa Rasi, Kabupaten Minahasa Tenggara. *Eugenia*. 27(1):1-6.

- Rasyid, E. A., Hendarto, K., Ginting, Y. C., dan Edy, A. 2020. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Mentimun (*Cucumis sativus* L.) *Jurnal Agrotek Tropika*. 8(1):87-94.
- Rizki, F. 2013. *The Miracle of Vegetables*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 244 hlm.
- Rohman, M. F., dan Karnuawan, P. W. 2018. Pengaruh Komposisi Pupuk Urea dengan Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(12):2999-3005.
- Rukmana, R. 2004. *Bertanam Bayam dan Pengolahan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta. 39 hlm.
- Saidy, A. R. 2018. *Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi dan Metode Studi*. Lambung. Mangkurat University Press. Banjarmasin. 128 hlm.
- Salisbury, F. B., dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company. Marceline, Missouri. 224 hlm.
- Saparinto, C. 2013. *Grow your own vegetables Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Komsumsi Populer di Pekarangan*. Penebar Swadaya. Yogyakarta. 180 hlm.
- Satar, S. 2024. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia. Jambi. 75 hlm.
- Satria, I. C., Ihsan, M., dan Widiastuti, L. 2024. Pengaruh Kosentrasi dan Interval Waktu Pemberian POC Maggot BSF (*Hermetia illucens*) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Agrinus*.1(2):110-122.
- Setobudio, I., Haryanto, T., dan Mardika, A. 2019. Penggunaan Sensor Kelembaban Tanah dalam Irigasi Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 14(1):45-53.
- Setiobudio, R., dan Suharyanto, C. E. 2019. Sistem Irigasi Otomatis pada Tanaman Padi Menggunakan Arduino dan Sensor Kelembapan Tanah. *Jurnal Information Communication & Technology*. 18(1):1-10.
- Sidemen, I. N., Raka, I. D. N., dan Udiyana, P. B. 2017. Pengaruh Jenis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus sp*) pada Tanah Tegalan Asal Daerah Kubu, Karangsem. *AGRIMETA*. 7(13):31-40.
- Sinaga, A. A. P. 2019. Pengaruh Pemberian Berbagai Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Bayam. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara. Medan

- Sondari, N., Parlinah, L., dan Purnama, I. 2021. Pengaruh Perbandingan Media Tanam Pupuk Kotoran Ternak Sapi dan Tanah Terhadap Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*. L.) Varietas Bima Brebes. *Jurnal Agrotek Indonesia*. 6(1):19-27.
- Sutedjo. R. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. 150 hlm
- Steudle, E. 2000. Water Uptake by Plant Roots: an Integration of Views. *Journal of Experimental Botany*. 51 (350):839-849.
- Taiz, L., dan Zeiger, E. 2010. *Plant Physiology*. Sinauer Associates. Sunderland. 782 hlm.
- Teatrawan, I, A., Madyaningrana, K., Ariestanti, C. A., dan Prihatmo, G. 2022. Pemanfaatan Limbah Ampas *Coffea Canephora* sebagai Pupuk Pendukung Pertumbuhan *Altenanthera sissou* Growth. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*. 7(1):90-104.
- Tullah, R., Sutarman., dan Setyawan, A. H. 2019. Sistem Perairan Tanaman Otomatis Berbagai Mikrokontroler Arduino Uno pada Toko Tanaman Hias Yopi. *Jurnal Sisfotek Global*. 9(1):100-105.
- Wijaksono, M. F., dan Hidayat. 2017. *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*. Penerbit Informatika. Bandung. 357 hlm.
- Whalen, J. K., dan Chang, C. 2002. Phosphorus Accumulation in Cultivated Soils and Its Availability to Crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1-3):147-160.