

**MONITORING VPD (*VAPOR PRESSURE DEFICIT*) PADA
GREENHOUSE DENGAN VENTILASI ALAMI**

SKRIPSI

Oleh

**Muhammad Ivanka Apriyatama
2113053050**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**MONITORING VPD (*VAPOR PRESSURE DEFICIT*) PADA *GREENHOUSE*
DENGAN VENTILASI ALAMI**

Oleh:

Muhammad Ivanka Apriyatama

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat mencapai gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

MONITORING VPD (*VAPOR PRESSURE DEFICIT*) PADA *GREENHOUSE* DENGAN VENTILASI ALAMI

Oleh

Muhammad Ivanka Apriyatama

Greenhouse dengan ventilasi alami memiliki tantangan dalam menjaga kestabilan iklim mikro, terutama terkait suhu dan kelembapan udara yang memengaruhi nilai *Vapor Pressure Deficit* (VPD). Penelitian ini bertujuan untuk memantau dan menganalisis nilai VPD di dalam *greenhouse* dengan perlakuan pengkabutan (*fogging*) pada ketinggian berbeda, guna menentukan strategi terbaik dalam mengendalikan VPD. Penelitian dilakukan di Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung, menggunakan tiga perlakuan: tanpa *fogging* (T1F0), *fogging* pada ketinggian 50 cm (T2F50), dan 100 cm (T3F100) dari atas kanopi tanaman kangkung. Data suhu dan kelembapan dikumpulkan menggunakan sensor DHT22 dan *hygrometer*, lalu dianalisis untuk menghitung nilai VPD. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan *fogging* pada ketinggian 50 cm (T2F50) mampu menurunkan nilai VPD hingga rata-rata 0,97 kPa, yang berada dalam kisaran optimal (0,5–1,2 kPa) bagi pertumbuhan tanaman kangkung. Sebaliknya, kondisi tanpa *fogging* menghasilkan nilai VPD tertinggi (2,17 kPa) yang berpotensi menyebabkan stres tanaman. Uji statistik ANOVA dan BNT menunjukkan bahwa tinggi rendahnya *fogging* berpengaruh nyata terhadap nilai VPD, terutama pada kondisi cuaca panas terik. Dengan demikian, penggunaan *fogging* pada ketinggian 50 cm direkomendasikan sebagai perlakuan terbaik dalam pengendalian VPD di *greenhouse* kecil dengan tinggi 1,8 m dan lebar 2,1 m berventilasi alami.

Kata kunci : *Vapor Pressure Deficit* (VPD), *Fogging*, suhu, kelembapan, pertanian presisi.

ABSTRACT

MONITORING OF VAPOR PRESSURE DEFICIT (VPD) IN A NATURALLY VENTILATED GREENHOUSE

By

MUHAMMAD IVANKA APRIYATAMA

Greenhouses with natural ventilation face challenges in maintaining microclimate stability, particularly regarding air temperature and humidity, which directly affect the Vapor Pressure Deficit (VPD). This study aims to monitor and analyze VPD levels inside a greenhouse using fogging treatments at different heights, in order to determine the best strategy for VPD control. The research was conducted at the Department of Agricultural Engineering, University of Lampung, using three treatments: no fogging (T1F0), fogging at a height of 50 cm (T2F50), and 100 cm (T3F100) above the canopy of water spinach plants. Temperature and humidity data were collected using DHT22 sensors and a hygrometer, then analyzed to calculate VPD values. The results showed that fogging at 50 cm (T2F50) reduced VPD to an average of 0.97 kPa, which falls within the optimal range (0.5–1.2 kPa) for water spinach growth. In contrast, the no-fogging condition produced the highest VPD value (2.17 kPa), potentially causing plant stress. Statistical analysis using ANOVA and LSD tests indicated that fogging height had a significant effect on VPD values, especially under hot weather conditions. Therefore, fogging at 50 cm is recommended as the most effective treatment for VPD control in a small greenhouse (1.8 meters high and 2.1 meters wide) with natural ventilation.

Keyword : Vapor Pressure Deficit (VPD), Fogging, Temperature, Humidity, Precision agriculture

Judul Skripsi

: **MONITORING VPD (VAPOR PRESSURE DEFICIT) PADA GREENHOUSE DENGAN VENTILASI ALAMI**

Nama Mahasiswa

: **Muhammad Ivanka Apriyatama**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2054071004

Program Studi

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Ahmad Tusi, S.T.P., M.Si., Ph.D.
NIP. 198106132005011001

Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc.
NIP. 198905202015042001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

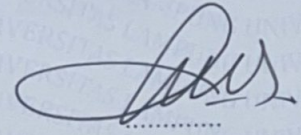
Prof. Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM.
NIP. 197801022003121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

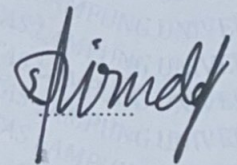
Ketua

: Ahmad Tusi, S.T.P., M.Si., Phd.

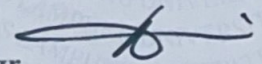


Sekretaris

: Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si. M.Sc.



Penguji Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr.

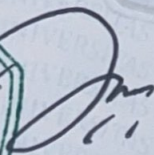


2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 30 Juli 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Muhammad Ivanka Apriyatama dengan NPM 2054071004. Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **1). Ahmad Tusi, S.T.P., M.Si., Ph.D.** dan **2). Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si. M.Sc.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 30 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Ivanka Apriyatama

NPM. 2054071004

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta, 17 April 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Ahmad Tobib, S.Ag., M.M., dan Ibu Nyai Mamaih. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 08 Cibubur Jakarta Timur dan lulus pada tahun 2013. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 233 Jakarta Timur dan lulus pada tahun 2016 serta pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di Madrasah Aliyah Negeri 2 Jakarta Timur pada tahun 2019.

Pada tahun 2020 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalu Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (SMMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti Organisasi/Lembaga Kemahasiswaan internal kampus Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai anggota Bidang Dana dan Usaha periode 2021-2022, dan juga aktif pada Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian (BEM FP) sebagai Ketua Badan Eksekutif Mahasiswa Periode 2023-2024. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 tahun 2023 di Desa Kegeringan, Kecamatan Batu Brak, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung selama 40 hari. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BSIP) Tanaman Industri dan Penyegar Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat dengan judul “Pengolahan Kopi Liberika (*Coffea liberica*) dengan Proses *Honey* di Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BSIP) Tanaman Industri dan Penyegar” selama 30 hari kerja pada bulan Juli-Agustus 2023.

Persembahan

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta kesehatan, kemudahan dan kelancaran dalam setiap langkah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini

Karya ini ku persembahkan untuk :

Kedua Orang Tua

*Bapak Ahmad Tobib dan Ibu Nyai Mamih
sebagai rasa terima kasih yang tiada terhingga ku
persembahkan karya ini kepada kedua orang tuaku yang telah
selalu mengupayakan segala yang dimiliki baik berupa materi,
tenaga, pikiran serta doa demi keberhasilanku.*

Adikku

*Muhammad Abil Fida Assandy dan Adifa Daania Khanza, yang selalu memberikan
doa, dukungan, semangat, dan senyuman yang tiada henti..*

Serta

“Kepada Almamater Tercinta”
Teknik Pertanian Universitas Lampung 2020

SANWANCANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. yang kita nantikan syafaat nya di akhirat kelak. Skripsi dengan judul

“MONITORING VPD (*VAPOR PRESSURE DEFICIT*) PADA *GREENHOUSE* DENGAN VENTILASI ALAMI merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak terjadi kesalahan dan kekurangan. Sehingga penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan semua pihak yang telah memberikan bantuan, doa, dukungan, dan bimbingan serta arahan dalam penyelesaian skripsi ini. Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi;
2. Prof. Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Ahmad Tusi, S.T.P., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
4. Ibu Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc. Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi saran, dan selalu memberikan dorong motivasi dan selalu menjadi pendengar keluh kesah penulis selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini;
5. Prof. Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik dalam proses

penyusunan skripsi ini;

6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya;
7. Panutanku, idolaku, dan Ayahku sendiri, Bapak Ahmad Tobib, S.Ag., M.M, beliau mampu mendidik penulis dengan caranya, dan selalu memberikan doa dan dukungan semangat serta motivasi penulis sampai penulis mampu menyelesaikan perjalanan studinya sampai sarjana
8. Pintu surgaku, Mamah Nyai Mamih, terimakasih sebesar-besarnya penulis berikan kepada pintu surgaku atas segala bentuk bantuan, doa, motivasi, dan dukungan lahir dan batin. Terimakasih selalu menjadi orang pertama alasan Penulis bertahan meski di tengah perjalanan penulis ada keputusan. Setiap doa yang mamah panjatkan dan setiap pengorbanan yang mamah lakukan, selalu, menjadi cahaya yang menerangi langkah penulis. Terimakasih sudah menjadi tempat penulis untuk pulang.
9. Adikku, Muhammad Abil Fida Assandy dan Adifa Daania Khanza yang telah memberikan semangat, motivasi, doa dan menjadi salah satu alasan kekuatan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Bunda Nungki dan Ayah Sis yang selalu menjadi rumah, orang tua, dan mentor selama penulis berada di kota perantuan.
11. Rekan seperjuangan Fitriasia Aura Ramadanti dalam kebersamaan penulis Kuliah Kerja Nyata (KKN), Praktik Umum (PU) dan penelitian;
12. Sahabat terbaik penulis dari awal kuliah yaitu Tegar Rachmmaddani Mukti, Rendi Kurniawan, Radila Berliana dan Intan Nuraini yang kebersamaan penulis selama perkuliahan.
13. Sahabat terbaik penulis Awan Faza Araku dan Edo Febryan yang selalu memberikan waktu dan tempat untuk mendengarkan semua isi hati penulis dan memberikan semangat, masukan, motivasi dan doa hingga sampai akhir hayat.
14. *Teammate* M.Adli Basman Hafizh yang selalu membuat hal baru dalam setiap pertemuan.
15. Adik Tingkat terbaik yaitu Kristian Gerenaldo Simamora, Mangihut Tua Harahap, dan M. Syauqi Al Ghozali yang selalu menemani penulis selama menjalani proses pra sama pasca skripsi ini.;

16. Keluarga besar *House Party*, Fahri Aldi Pramudya, S.T., Muhammad Fajar Kelana, S.Si., Muhammad Fikrie Prabowo, S.Pi., Abdillah Wira Dienussalim, S.Si., Syarif Anwar Said Al-Hamid, S.H dan Arjuna Rizkyko, S.Si.
17. Teman seperjuangan Zaki Ramadhan, Rio Edy Saputra Purba dan Teknik Pertanian 2020 yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuannya selama menempuh pendidikan;
18. Kepada Seseorang yang penulis tidak bisa penulis sebut namanya. Seseorang yang hadir di awal masa pendewasaan ini. Terimakasih kepada bayanganmu yang selalu ada pada pandangan penulis, walaupun tidak selalu ada untuk penulis namun senyumnya menjelma jeda di antara lelah dan ragu, parasnya menjelma keyakinan diantara kecewa dan keputusan dan beribu langkah perjuangan ini menjadikan dirimu sebagai motivasi yang tak pernah meminta untuk dikenang, tapi selalu menetap dalam tenang.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih belum sempurna. Karena itu, kritik dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembacanya

Bandar Lampung, 30 Juli 2025

Muhammad Ivanka Apriyatama

NPM. 2054071004

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
1.6 Batasan Masalah	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 VPD (<i>Vapor Pressure Deficit</i>).....	6
2.2 Suhu Udara.....	7
2.3 Kelembapan Udara.....	8
2.4 <i>Greenhouse</i>	9
2.5 Radiasi Matahari	10
2.6 Pertanian Presisi.....	11
2.7 Fase Generative.....	11
III. METEDOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Peneltian.....	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Metode Penelitian	14
3.4 Rancangan Penelitian.....	18
3.5 Parameter Penelitian	23

3.5.1. Suhu Dalam <i>Greenhouse</i>	23
3.5.2. Kelembapan Udara Dalam <i>Greenhouse</i>	23
3.5.3. Suhu Udara Luar	23
3.5.4. Kelembapan Udara Luar	23
3.6 Analisis Data	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Data VPD <i>Greenhouse</i> dan VPD Luar.....	25
4.2 Kondisi Cuaca Pengamatan	28
4.2.1. Nilai VPD Pada Cuaca Panas Terik	30
4.2.2. Nilai VPD Pada Cuaca Mendung.....	31
4.2.3. Evaluasi VPD (<i>Vapor Pressure Deficit</i>) Cuaca Ekstrem	32
V. KESIMPULAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian	14
2. <i>Flowchart</i> Pembuatan Sistem Monitoring	15
3. Skematik Sistem Monitoring.....	16
4. Pompa <i>Panasonic</i>	17
5. Denah <i>Greenhouse</i> (Tampak Atas).....	19
6. Sketsa Perlakuan T1F0.....	20
7. Sketsa Perlakuan T2F50.....	20
8. Sketsa Perlakuan T3F100.....	21
9. Grafik VPD Luar dan Dalam <i>Greenhouse</i>	25
10. Suhu dan Cuaca Selama Pengamatan.....	29
11. Grafik Nilai VPD Pada Cuaca Panas Terik.....	30
12. Grafik Nilai VPD Pada Cuaca Mendung.....	31
13. Pemasangan Atap <i>Greenhouse</i>	62
14. Pemasangan <i>Sprayer</i> dan Pembatas Perlakuan	63
15. Perakitan Alat Sensor DHT 22	63
16. Proses Kalibrasi Sensor	63
17. Proses Validasi Sensor	64
18. Proses Uji Kinerja Alat	64
19. Perlakuan T1F0	64
20. Perlakuan T2F50.....	65
21. Perlakuan T3F100	65

22. Pengukuran Suhu Luar dengan <i>Hygrometer</i>	65
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.Keterangan Metode yang Digunakan.....	18
2. Evaluasi nilai <i>vapor pressure deficit</i> cuaca ekstrim.....	32
3. Hasil Uji Anova Pada Evaluasi Cuaca Ekstrim.....	33
4. Hasil Uji BNT.....	33
5. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-1.....	44
6. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-2.....	45
7. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-3.....	46
8. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-4.....	48
9. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-5.....	49
10. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-6.....	50
11. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-7.....	52
12. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-8.....	53
13. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-9.....	54
14. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-10.....	56
15. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-11.....	57
16. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-12.....	58
17. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-13.....	60
18. Nilai <i>Vapor Pressure Deficit</i> Hari ke-14.....	61

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai bagian dari benua maritim dengan ciri khasnya berupa daratan yang dikelilingi laut, di mana aktivitas konveksi yang terjadi adalah bagian dari sirkulasi global (Nuryanto, 2012). Wilayah negara Indonesia berada di antara 6 °LU-11°LS dan 95°BT-141°BT dan merupakan wilayah tropis dengan 2 (dua) musim, yaitu : musim kemarau dan musim penghujan. Berdasarkan klasifikasi iklim Koppen, wilayah kepulauan Indonesia sebagai besar tergolong dalam zona iklim tropis basah dan sisanya masuk zona iklim pegunungan. (Gumilanggeng, 2013).

Pada daerah yang memiliki iklim tropis, suhu udara di dalam bangunan greenhouse tersebut memiliki suhu yang cenderung meningkat terkadang sampai melebihi interval suhu yang dapat ditolerir untuk pertumbuhan tanaman (Widyarti dkk, 2004). Kondisi alam pada daerah lingkungan yang beriklim tropis akan lembab dimana cuaca panas sepanjang tahun serta ditambahkan dengan kecepatan angin yang berkurang dominan dalam membentuk pola aliran yang baik mengakibatkan perbedaan suhu dalam *greenhouse* memiliki suhu luar sangat besar (Widyarti dkk, 2004) . Serta perlunya monitoring dan pengendalian lingkungan iklim mikro dalam *greenhouse*, seperti kondisi suhu dan kelembaban sesuai dengan pertumbuhan tanaman yang optimal, parameter iklim suhu dan kelembaban dapat menggambarkan nilai *vapor pressure deficit* (vpd, kehilangan uap air), Jika VPD (*vapor pressure deficit*) tinggi berarti transpirasi tinggi, karena VPD menarik air tanaman yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman, oleh sebab itu akan mempercepat metabolisme tanaman, sehingga mempercepat perkembangan. Serta sebaliknya apabila VPD rendah maka transpirasi tanaman akan juga rendah. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian

tentang monitoring dan evaluasi vpd dalam greenhouse dengan ventilasi alamiah (Iwaniak, 2021).

Pada VPD dalam *greenhouse* juga terdapat tekanan udara yang merupakan suatu unsur dan pengendali iklim yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi, karena tekanan udara memiliki peran sebagai penentu dalam penyebaran curah hujan. Tekanan udara juga merupakan tenaga yang bekerja untuk menggerakkan massa udara dalam setiap satuan luas tertentu (Siswanti, 2011). Perubahan tekanan udara akan menyebabkan perubahan pada suhu udara dan curah hujan. Tekanan udara berkurang dengan bertambahnya ketinggian tempat. Dengan demikian penyebaran curah hujan yang ada diseluruh permukaan bumi berhubungan sangat erat dengan sistem tekanan udara.

Kelembaban udara juga merupakan aspek dalam perubahan iklim yang berada di dalam *greenhouse* kelembaban udara yang merupakan uap air dan yang dipahami sebagai kumpulan banyaknya uap air yang berada di dalam udara atau juga pada bagian atmosfer (Swarinoto & Sugiyono, 2011). Kandungan uap air dalam udara hangat lebih banyak daripada kandungan uap air di dalam udara dingin. Jika kandungan uap air di udara mengalami pendinginan, maka akan terbentuk titik-titik air. Dengan demikian kelembaban udara memiliki hubungan yang sangat erat dengan tingkat curah hujan. Di dalam bidang pertanian teknologi budidaya tanaman secara hidroponik di dalam greenhouse memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan budidaya secara konvensional, diantaranya pertumbuhan dari tanaman dapat dipantau dan dikontrol, tanaman dapat berproduksi dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi, tanaman jarang terserang hama atau penyakit karena terlindungi, pemberian air irigasi dan larutan hara lebih efisien dan efektif, dapat diusahakan secara terus menerus tanpa tergantung kepada musim dan dapat diterapkan pada lahan yang sempit (Jones, 2014).

Pertanian presisi memiliki konsep manajemen pertanian berdasarkan observasi dan pengukuran parameter pertanian secara presisi yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan penanganan dengan tepat. Kebutuhan dalam mendapatkan data yang akurat dan pengelolaan yang tepat merupakan inti dari pertanian presisi. Serta tujuan utama dari pertanian presisi adalah menyesuaikan

sumber daya yang dimiliki dan kegiatan budidaya yang dilakukan oleh petani dalam kondisi tanah dan keperluan tanaman berdasarkan karakteristik spesifik lahan pertanian (Prabawa, dkk. 2009).

Smart farming juga bermakna sebagai pertanian yang *specific, manageable, adaptive, remarkable, traceable*. *Specific* dalam pertanian presisi ialah sistem, teknologi produksi, dan produk yang dihasilkan. *manageable* berarti dapat diterapkan dan dikelola oleh petani. *Adaptive*, berkenaan dengan sistem dan teknologi produksi di lokasi. *Remarkable* berarti mampu meningkatkan produktivitas efisien dan mendapatkan mutu produk dengan sangat nyata. *Traceable* menunjukkan proses kegiatannya dapat dilacak dengan mudah. Karena hal tersebut untuk membangun *smart farming*, pertanian presisi merupakan komponen penting dan langkah awal yang krusial (Jamil, 2023).

Dengan mempertimbangkan berdasarkan kepentingan pengelolaan iklim mikro yang akurat di dalam mendukung produktivitas dan efisiensi budidaya tanaman daun yang berada di wilayah beriklim tropis seperti Indonesia, maka penelitian ini di fokuskan dengan kegiatan monitoring dan analisis VPD di dalam *greenhouse* yang menggunakan sistem ventilasi alami. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menyediakan data lingkungan mikro yang lebih presisi sebagai dasar pengambilan keputusan dalam sistem pertanian presisi, serta menjadi referensi untuk pengembangan teknologi pengendalian iklim yang berkelanjutan dan adaptif terhadap variabilitas iklim lokal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana monitoring *vapor pressure deficit* terhadap pertumbuhan tanaman pada *greenhouse* dengan ventilasi alami dengan perlakuan menggunakan *fogging* dan tanpa *fogging*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Monitoring dan analisa VPD (*vapor pressure deficit*) dengan ventilasi alami pada *greenhouse*.
2. Monitoring dan analisa VPD (*vapor pressure deficit*) dalam *greenhouse* ventilasi alami dengan pengkabutan (*misting spray*).
3. Menentukan perlakuan terbaik terhadap penurunan nilai VPD (*vapor pressure deficit*) dalam *greenhouse* ventilasi alami dengan/tanpa pengkabutan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi perlakuan terbaik serta pengetahuan petani serta masyarakat terhadap VPD (*vapor pressure deficit*) *greenhouse* yang menentukan proses transpirasi dan fotosintesis tanaman dalam *greenhouse* dengan sistem budidaya hidroponik.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah VPD (*vapor pressure deficit*) atau tekanan uap dapat mempengaruhi masa tumbuh dari tanaman hortikultura yang berada pada *greenhouse* dengan ventilasi alami dengan 3 perlakuan tinggi *sprayer*.

1.6 Batasan Masalah

Bedasarkan pada tujuan yang ingin dicapai, penelitian ini memiliki batasan – batasan :

1. Alat yang digunakan pada penelitian ini merupakan pengukuran suhu menggunakan sensor suhu dan kelembapan, *hygrometer* serta pengaturan jarak tertentu antara ujung kanopi tanaman dengan *misting sprayer*
2. Penelitian dilaksanakan di *greenhouse* yang berada di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 VPD (*Vapor Pressure Deficit*)

Defisit tekanan uap (VPD) merupakan perbedaan antara jumlah kelembapan di kondisi udara dan beberapa kelembapan yang dapat ditampung udara saat kondisi udara itu jenuh. Ketika udara menjadi jenuh, air akan mengembun membentuk awan, embun, atau lapisan air yang berada di atas tumbuhan. Dengan hal terakhir ini yang mampu menjadikan *vapor pressure deficit* penting dalam regulasi yang berada pada bangunan rumah kaca. Pengukuran VPD (*vapor pressure deficit*) dengan cara suhu udara (T_a), kelembapan (RH) diamati oleh sensor dan termometer bola basah dan bola kering yang diletakan di tengah-tengah meja, VPD (*vapor pressure deficit*) dapat dihitung dengan suhu udara dan kelembapan relatif. VPD (*vapor pressure deficit*) telah dapat diartikan sebagian pendorong yang semakin penting bagi berfungsinya tanaman (Iwaniak, 2021), sebab VPD dapat mempengaruhi laju transpirasi tanaman, yang berkaitan erat dengan kondisi yang berada pada air tanaman.

perbedaan antara tekanan uap air pada saat jenuh dan tekanan uap air aktual pada suhu tertentu merupakan pendorong penting bagi kebutuhan air di atmosfer untuk tanaman (Rawson, 1997). Meningkatnya suhu udara meningkatkan tekanan uap air jenuh dengan laju sekitar 7% menurut hubungan Claiius-Clapeyron, yang akan mendorong peningkatan VPD jika kandungan uap air atmosfer sebenarnya tidak meningkat dengan jumlah yang sama persis dengan peningkatan uap jenuh. Sejumlah penelitian telah menunjukkan perubahan besar dalam kelembapan relati (rasio tekanan uap air aktual terhadap tekanan uap air jenuh) tidak hanya di wilayah benua yang terletak jauh dari kelembapan samudera (Pierce, 2013) tetapi

juga di wilayah lembab meskipun tren jangka panjang rata-rata global kelembaban relatif permukaan tanah masih tidak signifikan (Willett, 2008).

Perubahan VPD penting bagi struktur dan fungsi ekosistem darat, laju fotosintesis daun dan kanopi menurun ketika VPD di atmosfer meningkat akibat penutupan stomata (Fletcher, 2007). Sebuah studi baru-baru ini menyoroti bahwa peningkatan VPD, dibandingkan perubahan curah hujan, memiliki pengaruh yang besar terhadap produktivitas vegetasi (Konings, 2017). Peningkatan VPD sangat membatasi evapotranspirasi lahan di banyak bioma dengan mengubah perilaku stomata tanaman. Mengingat curah hujan global diperkirakan akan tetap stabil, perubahan VPD dan pengeringan tanah kemungkinan akan menghambat penyerapan karbon oleh tanaman dan penggunaan air di ekosistem darat (Novick, 2016).

Laju fotosintesis juga ditentukan melalui tingkat kelembapan udara yang direpresentasikan oleh VPD (*vapour pressure deficit*), atau sering disebut sebagai defisit tekanan uap. Laju fotosintesis cenderung menurun apabila terjadi peningkatan VPD. Peningkatan VPD menyebabkan penurunan konduktansi stomata, sehingga proses difusi karbondioksida terganggu yang menyebabkan penghambatan laju pada proses fotosintesis (Darmosarkoro *et al.*, 2001).

2.2 Suhu Udara

Suhu udara merupakan keadaan panas atau dinginnya udara atau juga bisa disebut temperatur (Siswanti, 2011). Keberagaman suhu udara di kepulauan negara Indonesia tergantung pada suatu ketinggian tempat. Suhu udara akan mengikuti ketinggian dari suatu tempat, apabila suatu tempat semakin tinggi maka yang akan terjadi suhu udara pada tempat tersebut akan semakin rendah (Lakitan, 1994).

Apabila suhu suatu tempat yang tinggi, maka kelembapan yang akan didapatkan akan rendah dan sebaliknya, apabila suhu rendah, maka kelembapan pada tempat tersebut tinggi. Dimana hal ini menyatakan bahwasanya antara suhu dan kelembapan juga berkaitan dan berpengaruh terhadap tinggi dan rendahnya curah hujan.

Keadaan suhu udara pada suatu tempat di permukaan bumi ditentukan dengan lamanya penyinaran matahari, semakin lama matahari memancarkan sinarnya disuatu daerah tertentu, makin banyak panas yang diterima. Keadaan atmosfer yang cerah sepanjang hari akan leboh panas daripada jika hari itu berawan sejak pagi. Selain faktor dari lamanya penyinaran ada juga faktor dari keadaan awan, keadaan awan yang berada di atmosfer akan meyebabkan berkurangnya radiasi matahari yang diterima di permukaan bumi. Karena radiasi yang akan mengenai awan, oleh uap air yang berada di dalam awan akan dipencarkan, dipantulkan, dan di serap. Setelah keadaan awan faktor selanjutnya yaitu keadaan permukaan bumi, perbedaan sifat darat dan laut akan dapat mempengaruhi penyerapan dan pemantulan radiasi matahari. Permukaan darat akan lebih cepat menerima dan melepaskan panas energy radiasi matahari yang akan diterima dipermukaan bumi dan akibatnya menyebabkan perbedaan suhu udara diatasnya. Dan faktor terakhir ialah kemiringan sinar matahari, suatu tempat yang posisi matahari berada tegak lurus di atasnya, maka radiasi matahari yang diberikan akan lebih besar dan suhu ditempat tersebut akan tinggi, dibandingkan dengan tempat yang posisi mataharinya lebih miring (Tanudidjaja, 1993).

2.3 Kelembapan Udara

Kelembaban udara adalah kondisi yang menyatakan banyaknya uap air dalam udara. Ketika udara mengandung banyak air, kelembaban dapat dikatakan tinggi. Tingginya jumlah air di udara terjadi karena uap air, jumlah uap air yang ditampung di udara tersebut sangat dipengaruhi oleh temperatur. Ketika temperatur udara rendah, uap air yang dibutuhkan untuk menjenuhkan udara sedikit. Kondisi tersebut terjadi ketika udara mulai jenuh. Pergerakan angin mempengaruhi temperatur ruangan dikarenakan adanya perbedaan tekanan. Udara yang dingin yang menyusut ketika malam hari dan memuai pada siang hari sehingga udara yang lebih ringan akan naik dan tergantikan dengan udara yang lebih dingin . terdapat enam faktor yang mempengaruhi kelembaban udara di suatu tempat yaitu, suhu, kualitas dan kuantitas penyinaran, pegerakan angin,

tekanan udara, vegetasi, dan ketersediaan air tanah diwilayah tersebut (Sankertadi 2013) & (Soegijono 1999).

Kelembaban udara ditentukan dari kandungan uap air di udara. Definisi tersebut dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif), kelembaban absolut maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban absolut adalah total masa uap air per satuan volume udara. Massa udara lembab adalah total massa dari seluruh gas-gas atmosfer yang terkandung termasuk uap air, jika massa uap air tidak diikutkan, maka tersebut massa udara kering (*dry air*) (Lakitan,1994).

2.4 Greenhouse

Greenhouse adalah suatu lingkungan tumbuh tanaman yang bersifat terkendali. Pengembangan greenhouse untuk budidaya hortikultura sangat penting sebagai penjamin keberhasilan tumbuh dari pengaruh lingkungan seperti suhu, kelembaban udara, intensitas matahari, dan hama penyakit. Penggunaan *greenhouse* dalam budidaya tanaman merupakan salah satu cara untuk memberikan lingkungan yang lebih mendekati kondisi optimum bagi pertumbuhan tanaman. *Greenhouse* dikembangkan pertama kali dan umum digunakan di kawasan yang beriklim subtropika. Penggunaan greenhouse terutama ditujukan untuk melindungi tanaman dari suhu udara yang terlalu rendah pada musim dingin. Mendefinisikan greenhouse sebagai suhu bangunan untuk membudidayakan tanaman,yang memiliki struktur atap dan dinding yang bersifat tembus cahaya. Jumlah cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman dapat masuk ke dalam greenhouse sedangkan tanaman terhidar dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, yaitu suhu udara yang terlalu rendah, curah hujan yang terlalu tinggi, dan tiupan angin yang terlalu kencang (Nelson 1978).

2.5 Radiasi Matahari

Radiasi matahari merupakan salah satu penentu produktivitas tanaman, penerimaan radiasi juga erat kaitannya dengan faktor musim, pada musim hujan, nilai yang dimiliki curah hujan dan keawanan menjadi meningkat serta lama penyinaran menjadi lebih singkat, sehingga wilayah yang memiliki keawanan yang tinggi bisa berpotensi mengalami penurunan produksi dan produktivitas. Radiasi matahari optimum yang akan dibutuhkan ketika tanaman melakukan proses fotosintesis adalah sekitar $209.3-558.2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ dan fotosintesis memerlukan maksimum pada intensitas cahaya $300 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (White dan Izquierdo, 1993).

Energi radiasi yang dapat dipancarkan oleh matahari tidak semua sampai ke permukaan, dari 100% radiasi yang dapat dipancarkan oleh sinar matahari, hanya 48-50% yang sampai secara langsung ke permukaan dan sinar yang bisa dimanfaatkan hanya pada gelombang sinar matahari tertentu (NASA Earth Observatory, 2008). Radiasi matahari yang sampai pada tanaman diefisienkan untuk tumbuh, berkembang dan juga melakukan produksi, sedangkan beberapa dipantulkan dan ditransmisikan ke permukaan bumi. Transmisi radiasi dipengaruhi oleh struktur kanopi, jenis tanaman, ukuran luas daun, angin dan sudut datang sinar matahari. Oleh karena itu defisit radiasi yang disebabkan oleh faktor naungan dan kondisi atmosfer dapat mempengaruhi distribusi radiasi surya dan memberikan respon terhadap tanaman (Feng *et al.*, 2014).

Radiasi matahari mempunyai sifat merambat dan dapat dipantulkan, sehingga radiasi yang ditransmisikan ke permukaan dapat dimanfaatkan oleh tanaman dengan adanya reflektivitas permukaan. Terdapat pada distribusi radiasi dari permukaan diharapkan mampu meningkatkan intersepsi radiasi dan efisiensi penggunaan radiasi pada tanaman dan peningkatan hasil tanaman yang positif karena adanya tambahan radiasi pantulan yang sampai ke tanaman (Meyer *et al.*, 2012).

2.6 Pertanian Presisi

Pertanian presisi merupakan sistem manajemen pertanian yang mempunyai tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan penggunaan sumber daya melalui peningkatan terhadap hasil atau berkurangnya input dan dampak lingkungan yang dapat merugikan serta mampu memanfaatkan teknologi informasi (Balafoutis *et al.*, 2017). Pertanian presisi juga sebagai kunci untuk menghasilkan hasil panen terbaik dan maksimal dengan penggunaan terhadap input yang tepat jumlah dan waktu, serta juga memperhatikan kepada kelestarian lingkungan, praktik pertanian presisi juga akan menyiratkan penerapan input pertanian yang tepat berdasarkan kebutuhan tanah, cuaca, dan tanaman untuk memaksimalkan produktivitas, kualitas dan juga keuntungan secara berkelanjutan (Pierce dan Nowak, 1999).

Pertanian presisi merupakan konsep pertanian yang menggunakan pendekatan sistem pertanian dengan masukan rendah (*low input*), efisiensi tinggi, dan berkelanjutan. Pertanian presisi ini juga memiliki hubungan yang erat dengan pemberian input sesuai kebutuhan tanaman, kondisi lokasi, waktu dan jumlah masukan. Oleh sebab itu, pertanian presisi menjadi jawaban atas keterbatasan sumber daya air, tanah, pupuk, tenaga kerja produktif, dan faktor produksi lainnya, agar peningkatan hasil dan kualitas produk pertanian dapat dicapai secara optimal. Hal ini didasarkan pada empat faktor yang paling terkait dalam penerapan pertanian presisi yaitu: pengurangan input, sistem pengendali yang disempurnakan, peningkatan efisiensi dan sistem informasi manajemen (Jamil, 2023).

2.7 Fase Generatif

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat terganggu oleh berbagai kondisi lingkungan yang kurang optimal (suboptimal). Lingkungan suboptimal tersebut dapat berasal dari unsur-unsur iklim dan dapat pula berasal dari tanah. Pada daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi sering terjadi genangan air bersifat temporer maupun berlangsung selama kurun waktu yang relatif panjang.

Genangan dapat menyebabkan gangguan metabolisme tanaman dan gangguan metabolisme akibat kelebihan air sesungguhnya disebabkan oleh defisiensi oksigen (Lakitan 1997)

Fase generative merupakan fase yang ditandai oleh lebih pendeknya panjang ranting dan ruas, lebih pendeknya jarak antara daun pada pucuk tanaman, dan pertumbuhan pucuk terhenti . pada fase ini akan terjadi pertumbuhan pembentukan dan perkembangan bunga dan buah. Besarnya penurunan pertumbuhan tanaman yang tergenang ditentukan oleh fase pertumbuhan tanaman dan durasi tanaman tercekam genangan. Tanaman yang rentan terhadap gangguan fisiologi akibat cekaman genangan dapat mempengaruhi pertumbuhan baik pada fase vegetatif maupun generatif (Eznit *et al.*2010).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

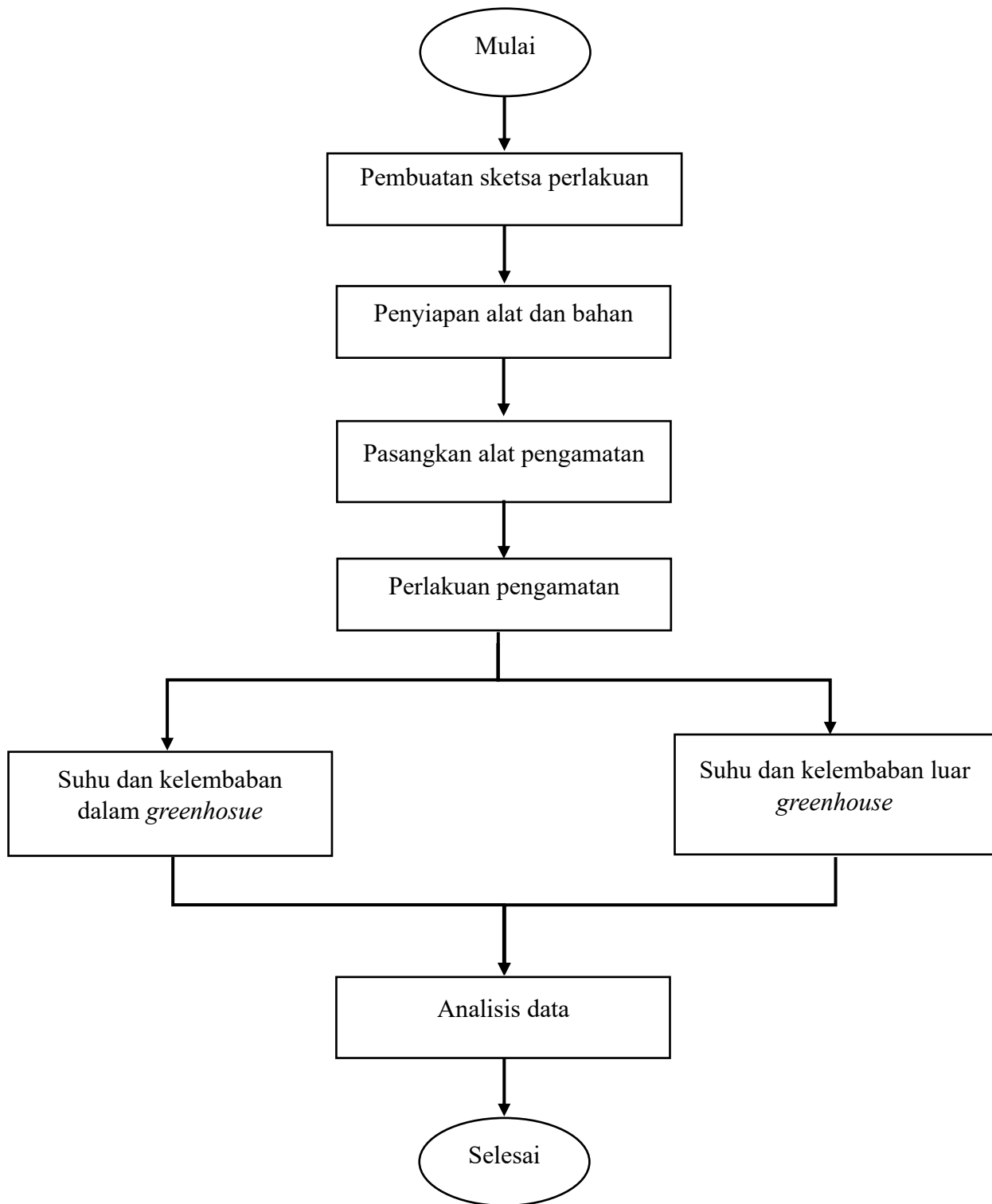
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024 hingga Februari 2025. Penelitian dilaksanakan di *greenhouse* dengan panjang 4,2 m, tinggi 1,8 m dan lebar 2,1 m dan bertempat di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

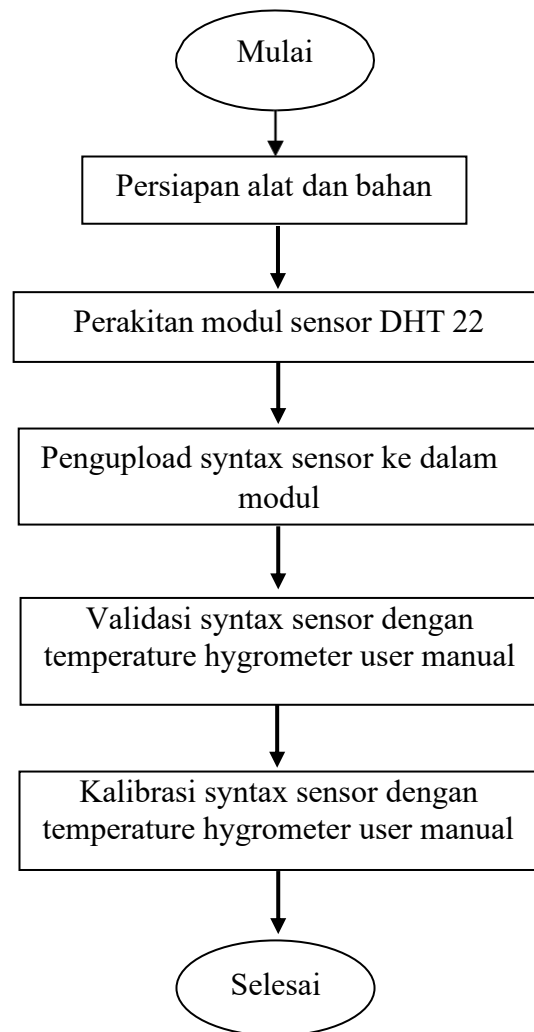
Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah ember, penggaris, pisau, tampah, paralon, plastik bening UV, gunting, polly bag, *sprayer*, pompa air, mikrokontroler sensor suhu dan kelembapan yang di akses dengan arduino, terminal dan aplikasi data BMKG serta bahan yang digunakan adalah tanaman kangkung, tanah, kompos, dan air.

3.3 Metode Penelitian

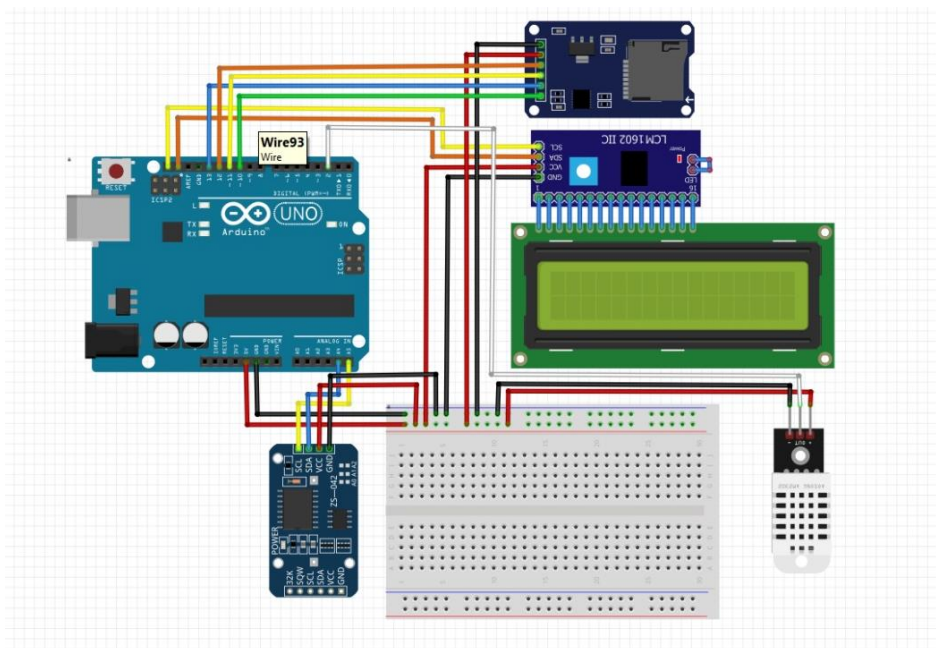
Metode penelitian ini diawali dengan studi literatur, pembuatan sketsa perlakuan, pembuatan tahapan metode, pengamatan dan analisis hasil.



Gambar 1. *Flowchart* tahapan penelitian



Gambar 2. *Flowchart* pembuatan sistem *monitoring*



Gambar 3. Skematik sistem *monitoring*

Pada penelitian ini dibuat sistem *monitoring* dengan sensor :

1. sensor DHT 22 mendeteksi suhu dan kelembapan udara di dalam *greenhouse*. Suhu dan kelembapan udara merupakan komponen dalam memprediksi nilai ET_0 . Suhu dan kelembapan udara yang ideal mempengaruhi pertumbuhan tanaman, apabila suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mengakibatkan tanaman, apabila didapatkan suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mengakibatkan tanaman kehilangan kemampuan fisiologinya sedangkan kelembapan yang terlalu rendah menyebabkan proses fotosintesis terganggu dan kekeringan tanaman dan juga berpengaruh terhadap VPD.
2. Sensor DHT 22 juga merupakan sensor yang juga mendeteksi suhu dan kelembapan dengan fitur yang sangat mendekati presisi tinggi.
3. Arduino yang berfungsi sebagai *mikrokontroler* utama yang mengendalikan seluruh sistem dengan membaca data dari sensor DHT 22, mengelola dan menyimpan data, mengatur komunikasi antara RTC, MMC, dan LCD.
4. RTC atau *Real Time Clock* yang memiliki fungsi memberikan waktu dan tanggal aktual yang akurat untuk pencatatan data dengan menyediakan informasi waktu.

5. MMC berfungsi sebagai media penyimpanan data dari hasil pembacaan sensor dengan menyimpan data suhu dan kelembapan yang disertai *timestamp* dari RTC.
6. LCD atau *Liquid Crystal Display* yang memiliki fungsi sebagai *display/output visual* untuk menampilkan data secara *real-time* dengan menampilkan suhu dan kelembapan secara langsung dan waktu serta tanggal dari RTC.
7. *Hygrometer* digunakan juga pada penelitian ini dengan fungsi sebagai pengukur suhu dan kelembapan luar dari *greenhouse*.

Pada penelitian ini menggunakan pompa dan *sprayer* :



Gambar 4. Pompa *Panasonic*

Kapasitas pompa *panasonic* model GP-129JXX pompa air listrik sumur dangkal 220 V~5 Hz, daya keluaran 125W arus masukan 1,55A.

- Kapasitas Air Min. (Ht:12m) : 18 L/menit
- Tinggi Total Maks : 27 m
- Daya Hisap : 9 m
- Suhu Air Maks. : 45°C
- Pipa Hisap : 1 inchi
- Pipa Dorong : 1 inchi

untuk penelitian ini menggunakan juga *spiyer* dengan spesifikasi :

- Material : Brass
- Diameter : 0.8 cm
- *Length* : 3.7 cm
4/7 connection capillary (5 mm diameter of the tube)
- *Flow* : 0.2 – 0.7 L / min
- *Spray Distance* : 1 – 4 M

Penelitian ini dilakukan menggunakan penentuan ukuran dari ventilasi greenhouse, penentuan tempat meja tanaman, penanaman terhadap tanaman hortikultura pada pencampuran bahan organik, dengan 3 pengamatan untuk mengukur suhu dan kelembapan pada greenhouse, pengukuran jarak antara ujung tanaman dengan *spiyer* pengamatan, dan analisis hasil.

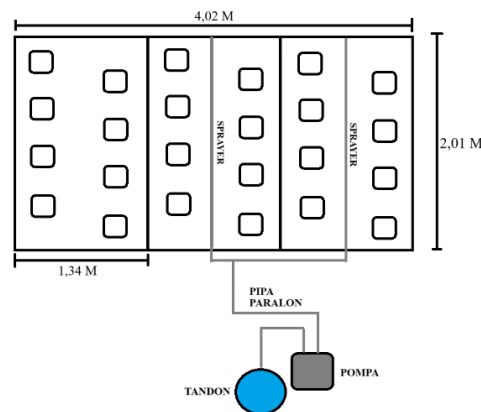
Serta penelitian ini memiliki 3 pengamatan dalam menentukan hasil yang akan diperoleh, dengan itu metode yang digunakan, 1) Tanaman Tanpa *Fogging*, 2) *Fogging* 50 cm dengan tanaman, 3) *Fogging* 100 cm dengan tanaman. Dan pada penelitian ini mempunyai 2 metode untuk menentukan hasil yang akan diperoleh dengan mengatur tinggi *spiyer* dengan tinggi 50 cm dan 100 cm di atas kanopi tanaman proses pengamatan.

Tabel 1. Keterangan Metode yang digunakan

No	Nama	Keterangan
1	Tanpa <i>Fogging</i>	T1FO
2	<i>Fogging</i> dengan tinggi 50 cm	T2F50
3	<i>Fogging</i> dengan tinggi 100 cm	T3F100

3.4 Rancangan Penelitian

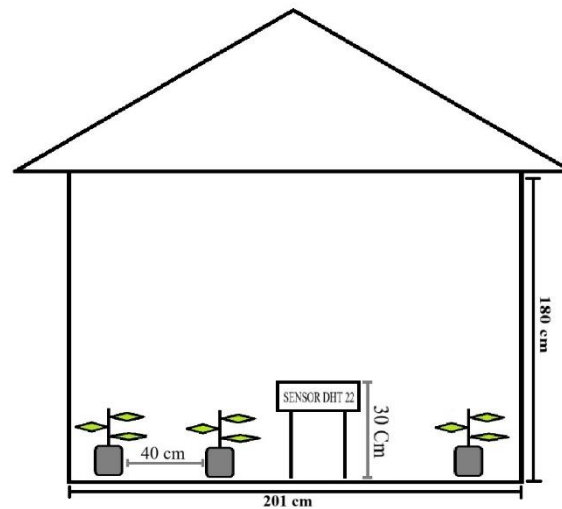
Penelitian ini menggunakan tiga tempat tanaman yang terletak pada 1 *greenhouse* di dalam, jaringan sistem *sprayer* / *fogging* dan sistem pengukuran dengan sensor DHT 22 yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan.



Gambar 5. Denah *Greenhouse* (Tampak atas)

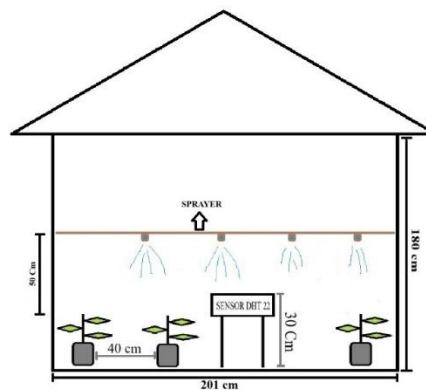
Pada *Greenhouse* terdapat 3 bagian tempat perlakuan yang dimana setiap tempat memiliki lebar dan panjang yang sama dengan yang lain, serta pada pembatas masing-masing perlakuan dibatasi dengan plastik *ultraviolet*. Area P1 merupakan bagian dalam perlakuan tanpa tanaman dan *sprayer*, Area P2 merupakan tempat perlakuan *sprayer* dengan ketinggian 50 cm, dan P3 adalah area yang menggunakan perlakuan *sprayer* dengan ketinggian 100 cm

Pada Gambar 5 menunjukan juga sketsa *misting sprayer* yang berada pada penelitian kali ini yang menggunakan satu pompa air dan 2 jalur *sprayer* yang dipakai untuk *sprayer* tidak sepenuh menyala, penggunaan *sprayer* dilakukan dengan 10 menit menyala dan 5 menit berhenti selama penelitian yang dimulai dari jam 11.00 WIB – 13.00 WIB, metode penelitian dengan menggunakan ketinggian 50 cm yang diukur dari atas kanopi tanaman pada perlakuan T2F50 sedangkan untuk perlakuan T3F100 merupakan perlakuan yang menggunakan ketinggian 100 cm dari atas kanopi. Pada perlakuan diatas masing-masing menggunakan ukuran *nozle* yang sama dengan keduanya serta jumlah untuk *nozle* yang digunakan untuk T2F50 dan T3F100 menggunakan 4 *nozle* dan penelitian ini menggunakan tandon penampung air dengan ukuran ember 10 liter dengan *nozle* ukuran 0,5 ml.



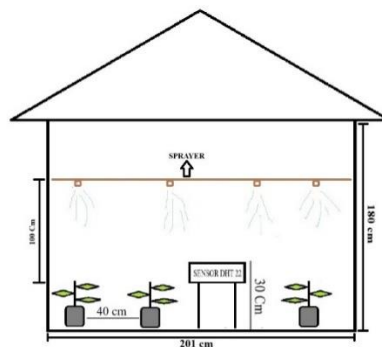
Gambar 6. Sketsa T1F0

Pada sketsa perlakuan pada Gambar 6 merupakan sketsa perlakuan T1F0, pada perlakuan T1F0 ini tidak menggunakan *misting spray* di atas kanopi tanaman kangkung, dan untuk jarak setiap tanaman dari perlakuan ini diberi jarak 40 cm di antara tanaman. Sensor yang digunakan adalah DHT 22 dan peletakan sensor dengan tinggi 30 cm dari dasar greenhouse, dengan lebar *greenhouse* 2,01 meter dan tinggi *greenhouse* 1,8 meter.



Gambar 7. Sketsa Perlakuan T2F50

Pada Gambar 7 merupakan perlakuan kedua yaitu T1F50 dan untuk perlakuan ini memiliki perbedaan dengan perlakuan T1F0, untuk perlakuan T1F50 menggunakan *misting spray* dengan tinggi 50 cm dari kanopi tanaman dan untuk peletakan sensor DHT 22 ini sama seperti perlakuan T1F0 yaitu 30 cm dari dasar *greenhouse*.



Gambar 8. Sketsa Perlakuan T3F100

Pada sketsa Gambar 8 merupakan sketsa dari perlakuan T3F100, perlakuan ini sama dengan perlakuan sebelumnya yaitu T2F50 dengan menggunakan *misting spray* tetapi dengan ketinggian yang berbeda. Pada perlakuan T3F100 memiliki ketinggian 100 cm dari dasar *greenhouse* dan untuk menyalanya *misting spray* pada dua perlakuan yaitu T2F50 & T3F100 dinyalakan 10 menit dan di berhentikan 5 menit selama perlakuan.

Perhitungan VPD dalam metode penelitian ini menggunakan input data suhu dan kelembapan, data yang akan diambil setiap pengamatan dalam penelitian ini akan di ambil selama 14 hari yang dimulai pada pukul 11.00 WIB – 13.00 WIB menggunakan sensor suhu dan kelembapan dan juga menggunakan data yang diambil melalui aplikasi BMKG.

Penelitian ini menggunakan sistem kabut yang merupakan salah satu metode yang paling efisien terhadap pertahanan status air daun yang baik selama keberlangsungan periode evaporasi yang kuat dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Arbel, 1999) & (Li, 2006), selama periode pengoperasian sistem kabut, tetesan air melayang di udara dan menjaga tingkat kelembapan udara yang tepat untuk menangani dehidrasi pada tanaman yang di sebabkan oleh tekanan panas, dan hasil dari sistem kabut mikro akan membantu mengurangi pembasahan dedaunan tanaman sekama pendinginan rumah kaca (Ohyama, 2008). Selain itu, sebagian besar sistem kabut sebelumnya dikontrol secara otomatis berdasarkan suhu atau kelembapan relatif. (Katsoulas, 2009).

Defisit tekanan uap merupakan indeks tingkat kebutuhan penguapan di atmosfer yang mempertimbangkan suhu udara dan kelembapan relatif. Telah di kemukakan bahwasanya pengaruh kelembapan paling baik diberikan dalam bentuk VPD antara daun dan udara yang merupakan variabel yang lebih tepat untuk menggambarkan respon fisiologis tanaman terhadap kelembapan (Aphalo, 1991) & (Bunce, 1997). VPD juga merupakan selisih, disebut defisit, antara jumlah kelembapan di udara dan seberapa banyak kelembapan yang dapat ditampung udara saat udara jenuh, oleh karena itu, regulasi VPD dapat diakui secara luas sebagai mempunyai potensi untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

$$SVP = 0.6108 \exp \left(\frac{17.27T}{T+237.3} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Uap air yang dapat ditahan pada suhu tertentu disebut tekanan uap saturasi (SVP). SVP ditentukan oleh suhu udara (T). Nilai SVP yang berada pada suhu udara dapat dihitung dengan persamaan. Ketika suhu atmosfer meningkat maka SVP meningkat, dan ketika suhu turun maka akan sebaliknya. Karena naik dan turunnya secara non-linier, maka digunakan rata-rata SVP pada dasarnya suhu udara maksimum dan minimum harian untuk periode tertentu. Jumlah uap air yang ditahan pada suhu saat ini dapat disebut tekanan uap aktif (AVP). Nilai AVP untuk kelembapan (RH) tertentu ditentukan oleh persamaan

$$AVP = SVP \frac{RH}{100} \dots\dots\dots (2)$$

Dan VPD dapat diperoleh hanya dengan menggunakan persamaan SVP dan AVP

$$VPD = SVP - AVP \dots\dots\dots (3)$$

3.5 Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian meliputi suhu dan kelembapan udara, dimana suhu dan kelembapan udara akan dilakukan setiap 2 menit dengan pengambilan suhu dan kelembapan antara; suhu dan kelembapan dalam *greenhouse* yang menggunakan sensor DHT 22 dan suhu dan kelembapan luar *greenhouse* menggunakan *hygrometer*.

3.5.1. Suhu Dalam *Greenhouse*

Pengukuran terhadap suhu lingkungan dilakukan dengan menggunakan sensor DHT 22. Pengukuran dilakukan selama penelitian dilakukan perlakuan data setiap 2 menit.

3.5.2. Kelembapan Udara Dalam *Greenhouse*

Kelembapan udara di dalam *Greenhouse* diukur menggunakan sensor yang sama dengan pengukuran suhu dengan sensor DHT 22. yang dilakukan dimana perekaman setiap 2 menit

3.5.3. Suhu Udara Luar

Pengukuran suhu udara luar *greenhouse* akan dilakukan dengan cara manual yang akan diambil data suhu udara tersebut dengan waktu 2 menit sekali, alat yang digunakan untuk mengukur suhu udara luar *greenhouse* adalah *hygrometer*.

3.5.4. Kelembapan Udara Luar

Pengukuran untuk kelembapan udara di luar *greenhouse* akan dilakukan menggunakan *hygrometer*, dan untuk pengambilan data kelembapan udara diambil dengan waktu 2 menit sekali dengan cara manual.

3.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan berupa data suhu dan kelembapan di dalam *greenhouse* yang akan diukur melalui sensor DHT 22, dan juga data suhu serta kelembapan di luar *greenhouse* yang akan diukur dengan *hygrometer*, dan setiap alat yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan di dalam maupun di luar diambil setiap 2 menit. Hasil yang telah diperoleh akan diolah untuk menentukan hasil dari tinggi/rendahnya VPD pada setiap metode yang dilakukan. Data hasil VPD yang didapatkan akan dibandingkan dengan setiap metode dan juga terhadap data suhu dan kelembapan di luar *greenhouse*, dan juga menggunakan analisis statistic uji ANOVA dan uji lanjut BNT.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian Monitoring VPD (*Vapor Pressure Deficit*) pada *Greenhouse* dengan Ventilasi Alami yaitu :

1. VPD (*Vapor Pressure Deficit*) merupakan selisih antara jumlah kelembapan di kondisi udara dan beberapa kelembapan yang dapat ditampung udara saat kondisi udara itu jenuh. Dari data pengamatan dapat diketahui bahwasanya nilai VPD (*Vapor Pressure Deficit*) dapat naik dan turun dengan suhu dan kelembapan yang relatif ,maka semakin tinggi suhu pada suatu *greenhouse* nilai VPD (*Vapor Pressure Deficit*) semakin tinggi juga. Semakin hangat udara, semakin banyak uap air yang bisa ditampung dan jika udara tidak penuh terisi uap air, maka ada ruang kosong.
2. Diantara kedua perlakuan yang menggunakan sistem pengkabutan, dapat diketahui bahwasanya untuk tinggi *sprayer* dari atas kanopi tanaman dapat mempengaruhi suhu dan kelembapan yang akan diterima oleh tanaman, jadi pengkabutan (*misting spray*) dapat menurunkan nilai VPD (*Vapor Pressure Deficit*) pada suatu *greenhouse*.
3. Dalam penelitian ini perlakuan terbaik terhadap penurunan nilai optimal VPD (*vapor pressure deficit*) adalah T2F50 karena perlakuan ini lebih dekat ke kanopi tanaman, sehingga efek pendinginan dan peningkatan kelembapan lebih langsung dirasakan oleh tanaman, dan T3F100 juga membantu menekan/menurunkan nilai VPD (*vapor pressure deficit*), tetapi efeknya lebih tersebar dan tidak seefektif ketinggian 50 cm.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk mempersiapkan alat sensorik yang lebih kuat untuk menahan suhu tinggi di *greenhouse*, pengamatan VPD secara berkesinambungan selama 12 jam dari jam 9 pagi sampai 3 sore dalam kondisi disekat menjadi tiga dengan sensorik diperbanyak untuk mengukur suhu seluruh area dan ditambahkan penggunaan tanaman dan pengaruh kontrol VPD terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- A. L. Fletcher, T. R. Sinclair, L. H. Allen Jr., 2007. *Transpiration responses to vapor pressure deficit in well watered 'slow-wilting' and commercial soybean*. Environ. Exp. Bot. **61**, 145–151.
- A. G. Konings, A. P. Williams, P. Gentine., 2017. *Sensitivity of grassland productivity to aridity controlled by stomatal and xylem regulation*. Nat. Geosci. **10**, 284–288.
- Agustini, V., Suharno dan S. Sufaati., 2010. Perkembangan Penelitian Mikoriza di Papua. Biologi Papua. 2:33–39.
- Aphalo PJ, Jarvis RG., 1991. *Do stomata respond to relative humidity*. Plant Cell Environ 14(1): 127-132.
- Arbel A, Yekutieli O, Barak M., 1999. *Performance of a fog system for cooling greenhouses*. J Agric Eng Res 72(2): 129-136.
- Argus., 2009. Pengertian dan Penggunaan Aplikasi VPD Argus Catatan, *Argus Control System Ltd. White Rock. Canada*.
- Ariyanti, L., Husein, S., & Hanif, A., 2022. *Pertumbuhan tanaman kangkung air (Ipomoea reptans Poir.) pada sistem hidroponik NFT dalam greenhouse*. Jurnal Kenanga, 12(1), 19–27.
- Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., Van Der Wal, T., Soto, I., Gómez-Barbero, M., Barnes, A., & Eory, V., 2017. *Precision agriculture technologies positively contributing to ghg emissions mitigation, farm productivity and economics*. Sustainability, 9(8), Article 1339.
- Barker JC, 1990. Pengaruh Kelembaban Siang dan Malam terhadap Hasil dan Kualitas Buah Tomat Rumah Kaca (*Lycopersicon esculen tummil.I*). J. Ilmu Hortikultura, 65(3), 323-331.
- Both, A.J., & Wheeler, E.F., 2002. *Principles of Evaluating Greenhouse Aerial Environments.*, New Jersey. Rutgers University.
- Bunce JA., 1997. *Does transpiration control stomatal responses to water vapour pressure deficit*. Plant Cell Environ 20(1): 131-135

- D. W. Pierce, A. L. Westerling, J. Oyler., 2013. *Future humidity trends over the western United States in the CMIP5 global climate models and variable infiltration capacity hydrological modeling system*. Hydrol. Earth Syst. Sci. **17**, 1833–1850.
- Ezint V, De la Pena R, Ahanchede A., 2010. *Flooding tolerance of tomato genotypes during vegetative and reproductive stages*. 9:1665-1678.
- Feng, Y., S. Huang, R. Gao, L. Weiguo, T. Yong, W. Xiaochun, W. Xiaoling, W. Yang., 2014. *Growth of soybean seedlings in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red:far-red ratio*. *Field Crops Res.* 15:245-253
- Gumilanggeng, E., 2013. Visualiasi Informasi Klasifikasi Iklim Koppen Menggunakan Metode Polygon Thiessen. *Skripsi*. Salatiga : FTI Universitas Kristen Satya Wacana.
- Gautier H., Guichard S., dan Tchamitchian ., 2001. Modulasi Persaingan Antara Buah dan Daun Melalui Permangkasan Bunga dan Pengasapan Air, serta Konsekuensinya Terhadap Pertumbuhan Daun dan Buah Tomat. *Sejarah Botani*, 88(4), 645-652.
- Hatfield JL, Prueger JH., 2015. Suhu ekstrem: dampak pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. *Cuaca dan Iklim Ekstrem* 10: 4–10.
- H. M. Rawson, J. E. Begg, R. G. Woodward., 1977. *The effect of atmospheric humidity on photosynthesis, transpiration and water use efficiency of leaves of several plant species*. *Planta* **134**, 5–10 (1977).
- Holder R. dan Cockshull KE, 1990. Pengaruh Kelembaban Relatif Terhadap Kekuatan Serbuk Sari dan Laju Pembentukan Buah Tomat Rumah Kaca Dalam Kondisi Suhu Tinggi. *Akta Pertanian*. Boreali-Barat. Dosa, 11, 1-20.
- Inayah, A. N., 2007. Analisa Lingkungan Dalam Bangunan Greenhouse Tipe Tunnel yang Telah Dimodifikasi di PT. Alam Indah Bunga Nusantara, Cipanas, Cianjur.
- Iwaniak, A, Janczukowicz, W, J., 2012. Tren baru dalam Teknik lingkungan, pertanian, produksi pangan, dan analisis. *Aplikasi sains*. 11, 2745.
- Jamil, A, dkk., 2023. Master Plan Pengembangan Pertanian presisi. Direktorat Jenderal Prasarana & Sarana Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.

- Juhaeti, T., 2014. Prospek dan teknologi budi daya beberapa jenis sayuran lokal.
- Jones, J.B.Jr., 2014. *Complete Guide for Growing Plants Hydroponically, South Carolina, CRC Press.*
- Jones JB., 2013. Petunjuk Menanam Tomat di Kebun dan Rumah Kaca. GroSystems, Anderson, SC, AS
- Katsoulas N, Baille A, Kittas C., 2001. *Effect of misting on transpiration and conductances of a greenhouse rose canopy.* Agric For Meteorol 106(3): 233-247.
- K. M. Willett, P. D. Jones, N. P. Gillett, P. W. Thorne., 2008. Recent changes in surface humidity: Development of the HadCRUH dataset. *J. Clim.* **21**, 5364–5383.
- K. A. Novick, D. L. Ficklin, P. C. Stoy, C. A. Williams, G. Bohrer, A. C. Oishi, S. A. Papuga, P. D. Blanken, A. Noormets, B. N. Sulman, R. L. Scott, L. Wang, R. P. Phillips., 2016. *The increasing importance of atmospheric demand for ecosystem water and carbon fluxes.* Nat. Clim. Chang. **6**, 1023–1027.
- Lakitan, B. 1994. Dasar-Dasar Klimatologi. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada., 2002. Dasar-Dasar Klimatologi. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Lakitan B., 1997. Fisiologi tanaman pada kondisi rizosfer kekurangan oksigen. Makalah Seminar Kenaikan Jabatan untuk Guru Besar Madya dalam bidang Ilmu Pertanian di Universitas Sriwijaya, Inderalaya. Ogan Ilir.
- Leonardi C., Baille A., dan Guichard S., 2000. Meprediksi Transpirasi Buah Tomat yang diberi Naungan dan Tidak diberi Naungan Pada Lingkungan Rumah Kaca. *Scientia Hort.*, 84(3), 297-307.
- Li s, Willits DH, Yunker CA., 2006. *Experimental studi of a high pressure fogging system in naturally ventilated greenhouse.* Acta Horti 719:393-400.
- Makkink, G.F., 1957. Testing the Penman formula by means of lysimeters. *J. Inst. Water Engineering* 11 (3): 277-288.
- Massinai, M. A., Hasanah, N., & Prodi, N., 2011. Analisis Perubahan Suhu Udara Permukaan Kota Makassar , 2-3. Melo, O. E. Komputerisasi Smart Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Bunga Krisan , 18.
- Meyer, G.E., E.T. Paparozzi, A.E. Walter-Shea, E.E. Blankenship, S.A. Adams., 2012. An investigation of reflective mulches for use over capillary mat

- systems for winter-time greenhouse strawberry production. *Amer. Soc. Agric. Biol. Engineers* 28:271-279.
- NASA Earth Observatory. 2008. Climate and Earth's Energy Budget. <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/EnergyBalance/page4.php>. [Juli 2017].
- Nuryanto, D.E., 2012. Keterkaitan Antara Monsun Indo-Australia Dengan Variabilitas Musim Curah Hujan di Benua Maritim Indonesia Secara Spasial Berbasis Hasil Analisis Data Satelit TRMM. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 13(2):91-102.
- Ohayama K, Kozai T, Toida H., 2008. Greenhouse cooling with continuous generation of upward-moving fog for reducing wetting of plant foliage and air temperature fluctuations: a case study. *Acta Hort (ISHS)* 797:321-326.
- Purnama, P. C., 2009. Perkembangan dan kandungan kapsaisin buah cabai merah (*Capsicum annum L.*) yang ditumbuhkan pada medium tanam tanah pantai. Universitas Gadjah Mada.
- Ruiz-Lau, N., F. Medina-Lara, Y. Minero García, E. Zamudio-Moreno, A. Guzmán-Antonio, I. Echevarría Machado, dan M Martínez-Estévez., 2011. Water Deficit Affects the Accumulation of Capsaicinoids in Fruits of *Capsicum chinense* Jacq. *HortScience*: .6(3), 487–492. doi:10.21273/hortsci.46.3.487.
- Sangkertadi., 2013. Kenyamanan Termis di Ruang Luar Beriklim Tropis Lembab. Alfabeta. Bandung.
- Shamshiri R., Ismail WIW, dan Ahmad D., 2014. Evaluasi Eksperimental Suhu Udara, Kelembaban Relatif dan Deficit Tekanan Uap di Lingkungan Produksi Tanaman Daratan Rendah Tropis. *Memajukan Lingkungan. Biol.*, 8(22), 5-13.
- Siswanti, K.Y., 2011. Model Fungsi Transfer Multivariat dan Aplikasinya untuk Meramalkan Curah Hujan Di Kota Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta : FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Soegijono., 1999. Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- S. Prabawa, B. Pramudya, I. W. Astika, R. P. A. Setiawan, and E. Rustiadi., 2009. "Sistem Informasi Geografis Dalam Pertanian Presisi Aplikasi Pada

Kegiatan Pemupukan Di Perkebunan Tebu,” in *Prosiding Seminar Nasional Himpunan Informatika Pertanian Indonesia 2009*.

Sumarni N, Muharam A., 2005. Budidaya Tanaman Cabai Merah. Balai Penelitian Tanaman sayuran. Pusat penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian. 39 hal.

Swarinoto Y.S., Sugiyono., 2011. Pemanfaatan Suhu Udara dan Kelembaban Udara dalam Persamaan Regresi untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan di Bandar Lampung. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12(3):271-281.

Tanudidjaja., 1993. Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa. Jakarta : Penerbit Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Triguui M., Barringtoni SF, dan Gauthier L., 1999. Pengaruh Kelembaban pada Tomat. *Eng. Pertanian Kanada*, 41(3), 135-140.

White, J.W., J. Izquierdo., 1993. Physiology of yield potential and stress tolerance. In A.V. Schoonhoven, O. Voysest (Eds.). *Common Beans: Research for Crop Improvement*. CAB International, Wallingford, UK.

Widyarti, M. Suhardiyanto, H. & Muliawati, I, S., 2004. Analisis laju ventilasi alam pada single span greenhouse, Cikabayan, Kampus IPB Darmaga, *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 18 (1).

Widyarti, M. Suhardiyanto, H. & Muliawati, I, S., 2004. *Analysis of Natural Ventilation on Faculty of Agricultural IPB's Multispan Greenhouse*, *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 18 (2).

Xu J., Li Y., Wang RZ, Liu W., dan Zhou P., 2015. Kinerja Eksperimental Sistem Bantalan Pendingin Evaporatif di Rumah Kaca di Iklim Subtropis Lembab. *Energi Terapan*, 138, 291-301.

Yu, C., Ying, Y., Wang, J., Nourain, J., & Yang, J., 2005. *Determining Temperature in Heating Greenhouse Pipe Using Proportional Integral Plus Feedforwarded Control and Radial Basic Function Neural Networks*. *Zhejiang University SCIENCE*, 6A(4), hal.265 – 269.

Zhang, D.; Du, Q.; Zhang, Z.; Jiao, X.; Song, X.; Li, J., 2017. *Vapour pressure deficit control in relation to water transport and water productivity in greenhouse tomato production during summer*. *Sci. Rep.*7, 43461.

Zulfa, V, Z., 2017. Optimasi Persebaran Suhu dan Kelembaban Pada Iklim Mikro *Greenhouse* Untuk Pertumbuhan Tanaman. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.