

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Buah *strawberry* merupakan salah satu jenis buah-buahan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan memiliki banyak manfaat. Bagian yang dapat dimakan dari buah *strawberry* mencapai 96%. Buah *strawberry* tidak hanya dikonsumsi dalam keadaan segar tetapi dapat diolah menjadi selai, sirup, dodol, manisan, jus, *yogurt*, kue, dan bahan baku pembantu pembuat es krim. Buah *strawberry* memiliki kandungan gizi yang tinggi dan komposisi gizi yang cukup lengkap. Dalam setiap 100 gram buah *strawberry* segar mengandung energi 37 kalori, protein 0,8 g, lemak 0,5 g, karbohidrat 8,0 g, kalsium 28 mg, fosfat 27 mg, besi 0,8 mg, vitamin A 60 SI, vitamin B 0,03 mg, vitamin C 60 mg dan air 89,9 g. Selain mengandung berbagai vitamin dan mineral, buah *strawberry* terutama biji dan daunnya diketahui mengandung *ellagic acid* yang berpotensi sebagai penghambat kanker, mempercantik kulit, menjadikan gigi putih, menghilangkan bau mulut serta meningkatkan kekuatan otak dan penglihatan. Akar buah *strawberry* mengandung zat anti radang (Budiman dan Saraswati, 2008).

Tanaman *strawberry* (*Fragaria Chiloensis*) merupakan tanaman buah berupa herbal yang ditemukan pertama kali di Chili dan saat ini telah menyebar ke berbagai negara Amerika, Eropa, dan Asia termasuk di Indonesia. Tanaman *strawberry* biasanya tumbuh pada ketinggian minimal 600 mdpl, dengan suhu udara sekitar 17-20°C, kelembaban udara 80-90%, dan lama penyinaran 8-10 jam dalam sehari (Setiawan, 2018). Walaupun tanaman *strawberry* bukan tanaman asli Indonesia, namun tanaman *strawberry* dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik dalam

kondisi iklim seperti di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2020 produksi buah *strawberry* di Indonesia mencapai 8.532 ton, hal ini menunjukkan Indonesia mempunyai potensi untuk mengembangkan tanaman *strawberry* baik sebagai buah segar maupun hasil olahan. Karena permintaan pasar yang semakin meningkat, banyak daerah yang mulai membudidayakan tanaman *strawberry* meskipun daerah tersebut memiliki iklim yang kurang cocok dengan tempat tanaman *strawberry* biasa tumbuh. Salah satu cara untuk menyiasati kondisi iklim tersebut adalah dengan membudidayakan tanaman *strawberry* di dalam *greenhouse*.

*Greenhouse* merupakan sebuah bangunan konstruksi yang berfungsi untuk menghindari atau memanipulasi kondisi lingkungan agar tercipta kondisi lingkungan yang dikehendaki dalam pemeliharaan tanaman (Anwar, 2018). Beberapa kondisi lingkungan yang dapat dihindari dengan *greenhouse* adalah perubahan suhu dan kelembaban yang tidak menentu dan juga kekurangan ataupun kelebihan air bagi tanaman. *Greenhouse* dapat menciptakan kondisi suhu dan kelembaban udara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Jika suhu ataupun kelembaban udara tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman, hal itu akan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman tersebut (Widodo, 2014).

Saat ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangatlah pesat, mulai dari bidang otomotif, rumah tangga, hingga ke bidang pertanian. Salah satu perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada bidang pertanian adalah terciptanya sebuah sistem penyiraman tanaman secara otomatis. Sistem penyiraman otomatis ini memanfaatkan berbagai faktor lingkungan untuk menjalankannya, seperti suhu udara, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan waktu penyiraman

tanaman. Penggunaan sistem penyiraman otomatis pada *greenhouse* untuk tanaman *strawberry* dilakukan untuk meningkatkan fungsi dari *greenhouse* tersebut yaitu untuk menjaga serta mengatur suhu dan kelembaban udara didalam *greenhouse* agar tetap stabil dan sesuai dengan kebutuhan tanaman *strawberry*.

Oleh karena itu, pada penulisan Laporan Tugas Akhir Mahasiswa ini penulis mengambil judul “**Pengaplikasian Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Arduino Uno sebagai Pengatur Suhu dan Kelembaban Udara Relatif (*Relative Humidity*) pada Greenhouse untuk Tanaman Strawberry di PKK Agropark Lampung**” untuk mempelajari dan mengaplikasikan sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino Uno di PKK Agropark Lampung. Penulisan ini juga dilakukan untuk mengetahui apakah alat penyiraman otomatis ini dapat berfungsi dengan baik pada *greenhouse* tanaman *strawberry* di PKK Agropark Lampung.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan Laporan Tugas Akhir Mahasiswa ini antara lain:

- 1) mempelajari bagian-bagian dari alat penyiraman otomatis berbasis Arduino Uno sebagai pengatur suhu dan kelembaban udara relatif (*relative humidity*) pada *greenhouse* untuk tanaman *strawberry* di PKK Agropark Lampung;
- 2) mempelajari pengaplikasian alat penyiraman otomatis berbasis Arduino Uno sebagai pengatur suhu dan kelembaban udara relatif (*relative humidity*) pada *greenhouse* untuk tanaman *strawberry* di PKK Agropark Lampung; dan
- 3) menguji kinerja alat penyiraman otomatis berbasis Arduino Uno sebagai pengatur suhu dan kelembaban udara relatif (*relative humidity*) pada *greenhouse* untuk tanaman *strawberry* di PKK Agropark Lampung.

### 1.3 Kontribusi

Kontribusi dari penyusunan Laporan Tugas Akhir Mahasiswa ini antara lain:

- 1) bagi penulis, menambah ilmu pengetahuan serta memperluas wawasan;
- 2) bagi mahasiswa Mekanisasi Pertanian, sebagai tambahan bahan bacaan dan tambahan referensi mengenai mata kuliah Instrumentasi;
- 3) bagi Politeknik Negeri Lampung, sebagai tambahan referensi mengenai Pengaplikasian Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Arduino Uno untuk Mengatur Suhu dan Kelembaban Udara relatif (*relative humidity*) pada *Greenhouse* untuk Tanaman *Strawberry*;
- 4) bagi instansi PKK Agropark Lampung, sebagai solusi untuk mengatasi salah satu permasalahan yang ada pada *greenhouse* untuk tanaman *strawberry* yaitu untuk mencegah agar tanaman *strawberry* tidak layu ketika siang hari saat suhu udara sedang tinggi; dan
- 5) bagi masyarakat, memberikann informasi mengenai Pengaplikasian Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Arduino Uno untuk Mengatur Suhu dan Kelembaban Udara relatif (*relative humidity*) pada *Greenhouse* untuk Tanaman *Strawberry*.

### 1.4 Keadaan Umum Perusahaan

#### 1.4.1 Sejarah perusahaan

PKK Agropark Lampung pertama kali didirikan pada tahun 2014 dan secara resmi dibuka pada tahun 2015 dengan nama Hortipark Lampung. Hortipark diharapkan menjadi percontohan taman agro praktis, pembibitan dan wisata keluarga. Kemudian pada tahun 2020 Hortipark resmi berubah nama menjadi PKK

Agropark Lampung yang diresmikan secara langsung oleh gubernur Provinsi Lampung bapak Arinal Djunaidi dan ketua Tim Penggerak PKK Provinsi Lampung Ibu Riana Sari Arinal. Luas lahan PKK Agropark Lampung saat ini mencapai 13,2 hektar.

#### 1.4.2 Lokasi Perusahaan

PKK Agropark Lampung berlokasi di Jalan Sabah Balau, Kecamatan Tanjung Bintang, Lampung Selatan, Lampung (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Lokasi PKK Agropark Lampung

PKK Agropark Lampung berjarak 8,3 km dari kota Bandar Lampung dan memerlukan waktu sekitar 20 menit untuk sampai ke PKK Agropark Lampung menggunakan kendaraan bermotor. PKK Agropark Lampung juga berdekatan dengan berbagai tempat pendidikan, diantaranya Institut Teknologi Sumatera (ITERA) berjarak 4,6 km, UIN Raden Intan Lampung berjarak 3 km, SMK Negeri 7 Bandar Lampung berjarak 2,7 km, SMA Negeri 12 Bandar Lampung berjarak 2,4 km, SMP Negeri 21 Bandar Lampung 4 km, dan SD Negeri 1 Sabah Balau berjarak 1,2 km. lokasi PKK Agropark Lampung cukup strategis dan sesuai dengan tujuan dibukanya PKK Agropark Lampung yaitu sebagai lokasi wisata edukasi pertanian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Strawberry

#### 2.1.1 Sejarah Pembudidayaan Strawberry

*Strawberry* merupakan tanaman buah berupa herbal yang ditemukan pertama kali di Chili, Amerika. Salah satu spesies tanaman *strawberry* yaitu *Fragaria chiloensis L.* menyebar ke berbagai negara Amerika, Eropa, dan Asia. Selanjutnya spesies lain, yaitu *F. vesca L.* lebih menyebar luas dibandingkan spesies lainnya. Jenis *strawberry* ini pula yang pertama kali masuk ke Indonesia. Klasifikasi botani tanaman *strawberry* adalah sebagai berikut (BAPPENAS dalam Prihatman, 2000).

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i> (Berbiji tertutup)
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i> (Biji berkeping dua)
Ordo (bangsa)	: <i>Rosales</i>
Famili (suku)	: <i>Rosaideae</i>
Subfamili	: <i>Rosaceae</i>
Genus	: <i>Fragaria</i>
Spesies	: <i>Fragaria spp.</i>

*Strawberry* yang dapat ditemukan di pasar swalayan adalah hibrida yang dihasilkan dari persilangan *F. virginiana L. var Duchesne* asal Amerika Utara dengan *F. chiloensis L. var Duchesne* asal Chili. Persilangan itu menghasilkan hibrida yang merupakan *strawberry* modern (komersil) *Fragaria x annanassa var Duchesne*.

Adapun syarat pertumbuhan tanaman *strawberry* sebagai berikut (BAPPENAS dalam Prihatman, 2000):

a. Iklim

- 1) tanaman *strawberry* dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan 600-700 mm/tahun;
- 2) lamanya penyinaran cahaya matahari yang dibutuhkan dalam pertumbuhan adalah 8-10 jam setiap harinya;
- 3) *strawberry* adalah tanaman subtropis yang dapat beradaptasi dengan baik di dataran tinggi tropis yang memiliki temperatur 17-20°C; dan
- 4) kelembaban udara yang baik untuk pertumbuhan tanaman *strawberry* yaitu antara 80-90%.

b. Media Tanam

- 1) apabila ditanam di kebun, tanah yang dibutuhkan adalah tanah liat berpasir, subur, gembur, terdapat banyak bahan organik, tata air, dan udara baik; dan
- 2) derajat keasaman tanah (pH tanah) yang ideal untuk budidaya *strawberry* di kebun adalah 5,4-7,0 sedangkan untuk budidaya di pot adalah 6,5-7,0;

c. Ketinggian tempat

Ketinggian tempat yang memenuhi syarat iklim tersebut adalah 1.000-1.500 mdpl.

### 2.1.2 Jenis-jenis tanaman *strawberry* yang dapat dibudidayakan di Indonesia

*Strawberry* merupakan buah daerah *subtropic*, maka dari itu *strawberry* yang dibudidayakan di Indonesia merupakan hasil introduksi. Adapun varietas introduksi yang dapat ditanam di Indonesia antara lain sebagai berikut (Balitjestro, 2010):



a. *Sweet Charlie* (asal Amerika Serikat)

Varietas ini ditanam secara luas di dunia karena cepat berbuah, buah besar dengan warna jingga sampai merah, aroma tergolong kuat, sangat produktif, dan tahan terhadap serangan *Colletotrichum*.

b. *Oso Grande* (asal California)

Varietas ini sekarang digunakan secara luas di dunia. Ukuran buah sangat besar, buahnya padat, tengahnya bertekstur seperti busa, dan hasil panen tinggi.

c. *Tristar* (asal Amerika Barat)

Varietas ini memerlukan panjang hari netral. Ukuran buah medium sampai kecil, buah cocok untuk pengolahan makanan, dan tahan terhadap serangan penyakit *red stele* dan embun tepung.

d. Nyoho (asal Jepang Selatan dan Korea)

Secara umum, varietas ini memiliki penampilan buah sangat menarik, mengkilap, buah padat, sangat manis, dan sangat cocok untuk bahan baku kue.

e. *Hokowaze* (asal Jepang Utara)

Varietas ini memiliki hasil panen tinggi, aroma tajam, sedikit lunak, sangat rentan terhadap serangan *Verticillium* dan *antraknosa* serta tahan terhadap serangan penyakit embun tepung.

f. *Rosa Linda* (asal Florida)

Varietas ini memiliki hasil panen tinggi dengan aroma buah yang kuat. Varietas ini digunakan sebagai buah meja dan olahan.

g. *Chandler* (asal California)

Varietas ini telah ditanam secara luas didunia. Ukuran buah besar, hasil panen tinggi, dan tahan terhadap serangan virus.

### 2.1.3 Produksi *Strawberry* di Indonesia

Di Indonesia, daerah dengan produksi buah *strawberry* terbanyak adalah Provinsi Jawa Barat yaitu 5.955 ton/tahun diikuti Provinsi Bali dengan 668 ton/tahun dan di posisi ketiga yaitu Provinsi Jawa Timur dengan produksi 559 ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2020). Data selengkapnya mengenai provinsi penghasil buah *strawberry* di Indonesia sejak tahun 2016-2020 dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut (Badan Pusat Statistik, 2020):

Tabel 2.1 produksi buah *strawberry* di Indonesia pada tahun 2016-2020.

No	Provinsi	Produksi per tahun (ton)				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	Jawa Barat	7.575	6.746	6.296	4.758	5.955
2	Nusa Tenggara Barat	409	2.548	212	659	208
3	Bali	2.173	1.308	579	594	668
4	Jawa Timur	625	382	381	573	559
5	Sulawesi Selatan	264	246	268	400	199
6	Jawa Tengah	431	434	261	303	430
7	Sumatera Utara	235	297	233	102	61
8	Sumatera Barat	13	83	288	65	65
9	Bengkulu	34	11	0	27	28
10	Nusa Tenggara Timur	0	1	5	0	110
11	Jambi	318	4	0	0	0
12	Maluku	0	16	1	0	0
13	Papua	1	0	0	0	0
14	Riau	0	143	0	0	0
15	Aceh	0	0	0	12	63
16	Lampung	0	0	1	0	1
17	Sumatera Selatan	13	6	4	5	4
18	DI Yogyakarta	0	0	2	1	0
19	Sulawesi Tengah	0	0	0	2	1
Total		12.091	12.225	8.531	7.501	8.352

## 2.2 *Greenhouse*

### 2.2.1 Budidaya tanaman di dalam *greenhouse*

Budidaya tanaman di dalam *greenhouse* memiliki keunggulan berupa lingkungan mikro yang lebih terkontrol dan keseragaman hasil produksi pada tiap tanaman. Rancangan *greenhouse* berpengaruh besar terhadap lingkungan mikro di dalamnya. Salah satu parameter lingkungan mikro tanaman adalah suhu. Suhu yang tinggi dapat mempercepat evapotranspirasi tanaman yang akan mempercepat kehilangan air dan energi (Nurhazmi Usman, 2017). Contoh budidaya tanaman di dalam *greenhouse* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.1 Budidaya tanaman di dalam *greenhouse* (netpertanian.com, 2019)

Keuntungan pemakaian ventilasi alamiah adalah biaya yang relatif murah dan tidak diperlukan perawatan. Penempatan dan luas bukaan ventilasi sangat menentukan pergerakan udara di dalam *greenhouse* yang akan membantu penurunan suhu. Letak ventilasi dan bentuk *greenhouse* akan mempengaruhi pergerakan udara di dalamnya. Pergerakan udara tersebut dimanfaatkan untuk

memindahkan udara panas dari dalam *greenhouse*. Semakin banyak udara panas yang dikeluarkan akan membantu menurunkan suhu udara.

*Greenhouse* memiliki fungsi yaitu:

- 1) menghindari terpaan air hujan yang dapat merusak tanaman, karena air hujan dapat menyebabkan tumbuhan tersebut rusak atau mati, karena suhu diluar ruangan yang berbeda-beda;
- 2) menghindarkan lahan dari kondisi yang becek, jika lahan becek, maka struktur tanah akan berubah yang dapat menyebabkan pertumbuhan suatu tumbuhan dapat terganggu;
- 3) mencegah masuknya air hujan ke dalam media tumbuh (karena dapat mengencerkan larutan hara);
- 4) mengurangi intensitas cahaya yang masuk sehingga daun tidak terbakar pada saat terik. Ada dua fungsi atap plastik pada *greenhouse* yaitu menghindari panas terik, dan ketika matahari menyentuh atap *greenhouse* maka panas akan diserap dan akan dihasilkan pencahayaan yang dibutuhkan oleh tumbuhan yang ada didalamnya. Dalam hal ini, *greenhouse* biologi juga sudah memenuhi kriteria. Hanya saja atap *greenhouse* yang kurang bening sehingga kurang maksimal untuk menerima cahaya;
- 5) mengurangi tingkat serangan OPT. OPT sendiri merupakan organisme pengganggu tanaman seperti kutu dan lain-lain; dan
- 6) fotosintesis dapat berlangsung secara sempurna. Jadi, kualitas atap pada *greenhouse* berpengaruh pada proses fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan yang ada di dalam *greenhouse* tersebut.

### 2.2.2 Standar bangunan *greenhouse*

Perancangan *greenhouse* di kawasan tropis basah seperti di Indonesia, memiliki karakteristik dan fungsi yang berbeda dengan rancangan *greenhouse* di kawasan subtropis. Kawasan subtropis dengan empat musim, rumah tanaman memiliki peran penting sebagai fasilitas produksi sayuran daun, sayuran buah, dan bunga dengan prinsip penggunaan *greenhouse*, pemanenan panas radiasi matahari memungkinkan pertumbuhan tanaman pada musim dingin, karena suhu udara didalamnya dapat dijaga agar tidak terlalu rendah. Rumah tanaman atau *greenhouse* kawasan iklim tropis basah dirancang dengan fungsi utama sebagai pelindung tanaman dari gangguan lingkungan yang tidak sesuai dengan melindungi dari serangan hama penyakit, angin kencang, dan panas berlebihan.

#### a. Struktur *greenhouse*

##### 1) Tinggi

- a) tinggi bangunan minimum 3,4-4 m, ini agar udara tidak panas. Kisaran suhu yang baik 25°C-27°C dengan kelembaban minimum 50%; dan
- b) tinggi talang air 2,8-3 m untuk rumah dengan banyak atap (*multi span*) guna memberi keleluasaan mesin bebas bergerak.

##### 2) Pondasi

- a) pondasi harus dirancang kuat menahan beban ke atas, penggulingan, dan penurunan beban ke bawah;
- b) pondasi permanen harus disiapkan untuk material berupa kaca dan plastik berat;

- c) *greenhouse* yang ditutup dengan *polyethylene* biasanya tidak memerlukan pondasi yang kuat. Tetapi tiang pendukung harus di set pada pijakan kaki beton; dan
- d) untuk *greenhouse* terbuat dari kayu maka dinding beton yang diperkuat pada bagian bawah dengan tinggi 0,4 m harus dipersiapkan sebagai pendukung bangunan.

### 3) Ventilasi

Lebar ventilasi *greenhouse* yang harus dirancang adalah pembukaan 18%-29% dari lebar lantai. Ventilasi berfungsi agar udara panas keluar dengan lancar.

### 4) Rangka dan penutup

- a) rangka harus mampu menahan beban jeruji pembawa hingga 25 kg/m<sup>2</sup>;
- b) ranga harus mampu menahan tiupan angin maksimum 250 km/jam;
- c) material rangka dapat menggunakan baja, kayu dan aluminium;
- d) penutup harus cukup terang untuk meneruskan cahaya secara optimal;
- e) bersifat awet dan ekonomis;
- f) menahan beban merata dari tiupan angin hingga 150 km/jam; dan
- g) harus dipasang secara erat/pas.

### 5) Material penutupan

- a) kaca: dapat meneruskan cahaya, paling bagus;
- b) plastik *polyethylene*: melindungi atap dengan bagus dari hujan, harga murah, dan memerlukan sedikit komponen struktural;
- c) serat kaca (*fiberglass*): bersifat awet, kaku, dan tersedia dalam berbagai tingkat penerusan cahaya;

- d) plastik gelombang lembaran: perlindungan yang baik dari hujan, penerusan cahaya yang lebih bagus, plastik jenis ini memiliki harga, biaya perawatan, dan pemasangan tinggi; dan
- e) kasa (*screen*): kasa biasa digunakan untuk peneduhan, perlindungan dari dahan/ranting yang jatuh, tapi tidak bisa melindungi dari hujan. Kasa memiliki harga, biaya pemasangan, biaya perawatan yang rendah.

b. Bentuk atap *greenhouse*

Bentuk atap *greenhouse* memiliki beberapa jenis berdasarkan penampang melintang yaitu:

1) *Flat*

Tipe *flat* memiliki konstruksi sederhana digunakan untuk proses persemaian.

2) *Shed*

Tipe *shed* memiliki konstruksi atap miring yang bersandar pada dinding bangunan lain (*base wall*) dan ada juga yang tidak.

3) *Uneven span*

Tipe *uneven span* memiliki konstruksi bagian atap yang memiliki kemiringan berbeda pada tiap sisinya.

4) *Gable*

Tipe *gable* memiliki konstruksi atap berbentuk segitiga sama sisi, dan dinding berbentuk tegak.

5) *Venlo house*

Tipe *venlo house* memiliki konstruksi hasil dari modifikasi *gable* untuk digunakan secara komersil, dengan tiga atau empat atap *gable* dalam satu bentang.

6) *Mansard*

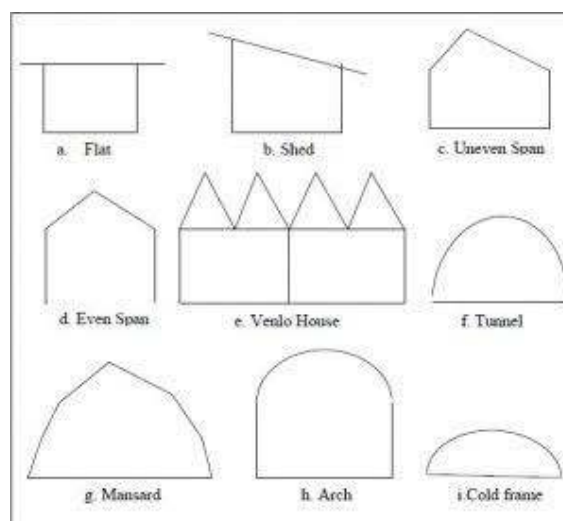
Tipe *mansard* memiliki konstruksi atap rumah berbentuk kurva lengkung yang terdiri dari beberapa segmen garis lurus agar memaksimalkan radiasi matahari yang akan diserap oleh *greenhouse*.

7) *Arch*

Tipe *arch* memiliki konstruksi atap berbentuk lengkung agar lebih mudah dalam hal pemasangan *plastic film* sebagai bahan dasar atapnya.

8) *Quonset dan Cold Frame*

Tipe *quonset* dan *cold frame* memiliki konstruksi hasil modifikasi dari tipe *arch*. Bentuk atap *greenhouse* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.2 Bentuk atap *greenhouse* (Kambing Joynim, 2021)

## 2.2.3 Syarat lokasi

Syarat lokasi untuk *greenhouse* di daerah tropis, hal ini sangat erat kaitannya dengan investasi, pertimbangan pemasaran, pengadaan sarana produksi,



infrastruktur serta industri pengolahan dan pemasarannya. Sehingga pembuatan *greenhouse* ini tidak bisa dilakukan sembarangan tanpa pertimbangan.

Adapun beberapa lokasi ideal yang dapat dijadikan tempat *greenhouse* harus memenuhi beberapa kriteria, diantaranya:

- 1) intensitas cahaya matahari yang cukup tinggi pada musim hujan;
- 2) suhu yang cukup dan mendukung, dalam arti tidak terlalu panas juga tidak terlalu dingin;
- 3) dekat dengan pusat keramaian/pasar;
- 4) dekat sumber air yang baik dan cukup sepanjang tahun;
- 5) dekat dengan instalasi listrik dan memiliki drainase yang bagus;
- 6) tempatnya harus datar tidak boleh mempunyai kemiringan;
- 7) tanah yang digunakan merupakan tanah yang tidak bergerak;
- 8) dekat dengan sarana penunjang seperti kantor, laboratorium, jalan besar (mudah dijangkau kendaraan) untuk mempermudah pengawasan dan penggunaannya; dan
- 9) *greenhouse* yang digabung dengan rumah tanaman lainnya sebaiknya di bangun arah Utara - Selatan agar penyinarannya merata sepanjang hari.

#### 2.2.4 Jenis dan tipe *greenhouse*

##### a. Jenis *greenhouse*

Jenis *greenhouse* adalah pembedaan ragam *greenhouse* berdasarkan material dominan yang digunakan. Pembedaan ini akan membawa pada perbedaan biaya pembangunan dan umur pakai *greenhouse*. *Greenhouse* yang biasa digunakan dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *greenhouse* bambu, *greenhouse* kayu dan *greenhouse* besi.

### 1) *Greenhouse* bambu

*Greenhouse* jenis ini umumnya dipakai sebagai *greenhouse* produksi. *Greenhouse* ini secara umum adalah jenis *greenhouse* yang paling murah biaya pembuatannya dan banyak dipakai oleh kalangan petani kita sebagai sarana produksi. Namun kelemahan dari *greenhouse* ini adalah umumnya yang relatif pendek dan bahan materialnya dapat menjadi media timbulnya hama. Karena kekuatan struktur dan juga masalah biaya, maka *greenhouse* bambu atapnya terbatas menggunakan plastik UV.

### 2) *Greenhouse* kayu

Lebih baik dari *greenhouse* bambu adalah *greenhouse* dengan material kayu, terutama jenis kayu yang tahan air, seperti ulin dan bengkirai. Dibanding *greenhouse* bambu umur pakai *greenhouse* kayu biasanya lebih panjang dan kondisi sanitasi lingkungan lebih baik. Beberapa jenis *greenhouse* kayu, bagian dinding bawah dibuat dari pasangan bata yang diplester. Jenis *greenhouse* ini bahan atapnya sudah lebih bervariasi bisa plastik, *polykarbonat*, PVC ataupun kaca.

### 3) *Greenhouse* besi

Dari segi umur pakai dan kualitas, maka yang terbaik adalah *greenhouse* yang menggunakan struktur besi, terlebih besi yang telah di treatment "*hot dipped galvanis*". Struktur yang baik akan mengurangi frekuensi perawatan sehingga tidak terjadi stagnan kegiatan, walaupun pada keadaan tertentu perlu dilakukan sanitasi, tetapi sanitasi yang terjadwal. Dengan struktur yang kuat, maka berbagai jenis tambahan peralatan/optional dapat dipasangkan pada jenis *greenhouse* besi, sehingga penggunaan *greenhouse* dapat dilakukan secara optimal.

b. Tipe *greenhouse*

Tipe bangunan *greenhouse* dapat dibedakan dari desainnya, dimana biasanya dibuat dengan memperhatikan kondisi iklim disekitarnya. Desain *greenhouse* daerah tropis ditandai dengan banyaknya bukaan ventilasi, karena masalah utama dari *greenhouse* di wilayah tropis adalah suhu udara yang terlalu tinggi akibat radiasi sinar infra merah. Sebaliknya pada daerah subtropis maupun daerah empat musim desain *greenhouse* lebih tertutup. Bukaan yang minimal ini dibutuhkan karena pada saat musim dingin udara hangat akibat radiasi infra merah dipertahankan tidak keluar. Jadi desain sebuah *greenhouse* sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Bagaimana sebuah *greenhouse* dapat memberikan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan tanaman terletak pada desainnya. Secara umum, bangunan *greenhouse* dapat dibedakan menjadi 3 tipe, antara lain:

1) Tipe *Tunnel*

Tipe ini dari depan tampak seperti lorong setengah lingkaran. Kelebihannya adalah memiliki struktur sangat kuat. Atapnya yang berbentuk melengkung kebawah merupakan bentuk yang sangat ideal dalam menghadapi terpaan angin. Sementara struktur busur dengan kedua kaki terpendam ketanah memegang bangunan lebih kuat.

Kelemahan dari tipe ini adalah minimnya sistem ventilasi. Jika digunakan pada daerah tropis dibutuhkan alat tambahan berupa exhaust fan atau *cooling system* untuk mengalirkan dan menurunkan suhu udara di dalam *greenhouse*.

2) Tipe *Piggy Back*

*Greenhouse* tipe ini banyak digunakan di daerah tropis, dapat dikatakan tipe ini adalah *tropical greenhouse*. Keunggulan tipe ini pada ventilasi udara yang

sangat baik. Banyak memiliki struktur bukaan, sehingga memberikan lingkungan mikroklimat yang kondusif bagi pertumbuhan tanaman.

Selain memiliki keunggulan, banyaknya struktur bukaan merupakan kelemahan dari tipe ini. Pada daerah dengan tiupan angin yang kuat *greenhouse* tipe piggy back kurang disarankan. Karena dengan banyaknya struktur terbuka menyebabkan struktur rentan terhadap terpaan angin. Selain itu dari segi biaya dengan penggunaan material atap sama, *greenhouse* tipe ini relatif lebih mahal dibanding tipe lain karena penggunaan material struktur lebih banyak.

### 3) Tipe Campman (*Single span* dan *Multispan*)

Desain tipe ini boleh dikatakan adalah campuran antara tipe tunnel dengan tipe *piggy back*. Dari desainnya terlihat tampak, bahwa tipe ini seakan-akan paduan (*hybrid*) antara tipe tunnel dengan tipe *piggy back*. Karena itu, tipe *greenhouse* ini memiliki kelebihan dari tipe *tunnel* dan tipe *piggy back*, yaitu strukturnya kuat tetapi tetap memiliki ventilasi yang maksimal.

Kelebihan lain dari tipe ini adalah beberapa unit *greenhouse* (*Single Span*) dapat disatukan menjadi satu blok *greenhouse* besar (*Multispan*) dimana hal ini sulit dilakukan pada *greenhouse* tipe *tunnel*, dibandingkan tipe *piggy back*, selain struktur lebih kuat biaya pembuatan tipe campuran ini lebih hemat. Sehingga pada bidang kegiatan yang membutuhkan *greenhouse* luas, maka tipe *multispan* adalah tipe yang paling sesuai.

## 2.3 Suhu udara

Suhu udara merupakan salah satu faktor atau parameter lingkungan yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Suhu udara di sekitar tanaman dipengaruhi oleh energi radiasi dari matahari, pindah panas konveksi, laju

evaporasi, intensitas radiasi matahari, kecepatan dan arah angin serta suhu udara lingkungan dilihat secara umum. Suhu udara secara tidak langsung berpengaruh terhadap proses fisik, mekanik dan kimiawi tanaman dan selanjutnya mengendalikan proses biologi dalam tanaman. Pada proses fisik tanaman, suhu udara yang terlalu tinggi dan terlalu rendah akan berdampak buruk bagi tanaman. Pada proses kimiawi tanaman, suhu udara di sekitar tanaman dipertahankan pada kondisi yang optimum. Apabila suhu udara terlalu rendah, maka proses kimiawi seperti pengangkutan unsur-unsur yang terkandung dalam media tanaman tidak akan terangkut seluruhnya karena sebagian jaringan pada tanaman akan mati yang akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan (Resti Nurianingsih, 2011).

#### **2.4 Kelembaban Relatif Udara**

Kelembaban Relatif udara (*relative humidity* / RH) adalah rasio antara tekanan uap air aktual pada suhu tertentu dengan tekanan uap air jenuh pada suhu tersebut. RH dipengaruhi oleh suhu udara dalam rumah tanaman dan laju migrasi uap air dari tanaman atau tanah ke udara karena adanya perbedaan tekanan uap diantara tempat-tempat tersebut.

Kelembaban yang terlalu rendah menyebabkan tingginya kehilangan air pada tanaman. Kelembaban yang terlalu tinggi menyebabkan tumbuhnya organisme-organisme yang tumbuh di tempat yang lembab seperti jamur dan lumut. Suhu dan kelembaban udara merupakan faktor lingkungan yang penting, karena berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dan berperan hampir pada semua proses pertumbuhan (Resti Nurianingsih, 2011).

## 2.5 Alat penyiraman otomatis berbasis Arduino Uno

Alat penyiraman otomatis berbasis arduino Uno merupakan suatu inovasi di bidang pertanian khususnya dalam hal irigasi pertanian. Alat penyiraman otomatis terdiri dari seperangkat Arduino Uno, sensor-sensor, dan *solenoid valve* sebagai bagian utamanya. Alat ini dapat bekerja dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan memanfaatkan keadaan suhu dan kelembaban yang dibutuhkan oleh tanaman. Ketika bacaan sensor kurang atau lebih dari batas yang ditentukan, maka hasil bacaan pada sensor akan diproses oleh arduino dan kemudian diteruskan untuk menghidupkan maupun mematikan *relay* yang terhubung ke *solenoid valve* (Chrisdian, 2021). Gambar alat penyiraman otomatis dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.3 Alat penyiraman otomatis (Chrisdian, 2021)

## 2.6 Adaptor

Adaptor merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengubah tegangan bolak balik (AC) yang tinggi menjadi tegangan searah (DC) yang lebih rendah.

Pada prinsipnya adaptor merupakan sebuah *power supply* atau catu daya yang telah disesuaikan voltasenya dengan peralatan elektronik yang akan di *supply*. Sebuah alat yang beroperasi pada voltase 12 Volt DC maka harus memiliki sebuah adaptor yang bertugas untuk mengubah voltase 220 Volt AC dari PLN menjadi 12 Volt DC. Jika tidak menggunakan adaptor, maka perangkat elektronik tersebut akan mengalami kerusakan karena tidak mampu menahan voltase yang terlalu tinggi.

Fungsi utama sebuah adaptor adalah untuk mengubah arus AC menjadi DC dengan besaran tegangan yang disesuaikan dengan kebutuhan beban atau peralatan listrik. Selain itu, fungsi lain dari sebuah adaptor ialah sebagai alat untuk menyambungkan sumber tegangan DC atau juga menjadi sebuah alternatif pengganti dari tegangan DC seperti baterai dan aki (Pintarelektro, 2020). Gambar adaptor dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.4 Adaptor (pintarelektro,2020)

## 2.7 Arduino Uno

Menurut Budiharto (2010) Arduino Uno adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *opensource*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk

memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*-nya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (*datasheet*). Gambar Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Bagian – bagian Arduino Uno:

- a. 14 pin *input/output* digital (0-13). Berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V;



Gambar 2.5 Arduino Uno (Budiharto, 2010)

- b. USB, berfungsi untuk:
  - 1) membuat program dari komputer ke dalam papan;
  - 2) komunikasi serial antara papan dan komputer;
  - 3) memberi daya listrik kepada papan; dan
  - 4) sambungan SV1 Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Q1-Kristal (*quartz crystal oscillator*).



- c. tombol *Reset* S1, untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan *microcontroller*;
- d. *In-Circuit Serial Programming* (ICSP). *Port* ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram *microcontroller* secara langsung, tanpa melalui *bootloader*. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan;
- e. IC 1 – *Microcontroller* Atmega. Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM, dan RAM;
- f. X1 – sumber daya eksternal. Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9 - 12V; dan
- g. 6 pin *input* analog (0-5). Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pininput antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino

Mikrokontroler	ATmega 328
Operasi tegangan	5 volt
Input tegangan	disarankan 7-11 volt
Input tegangan batasan	6-20 volt
Pin I/O digital	14 (6 bisa untuk PWM)
Pin analog	6
Arus DC tiap pin	50mA
Arus DC ketika 3,3 V	50mA
Memori Flash	32Kb (Atmega 328) dan 0,5Kb digunakan bootloader
SRAM	2Kb (Atmega 328)
EEPROM	1Kb (ATmega 328)
Kecepatan clock	16Hz

## 2.8 Modul *Relay*

Modul *relay* adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor dari posisi *on* ke *off* atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi listrik (Aldyrazor, 2020).



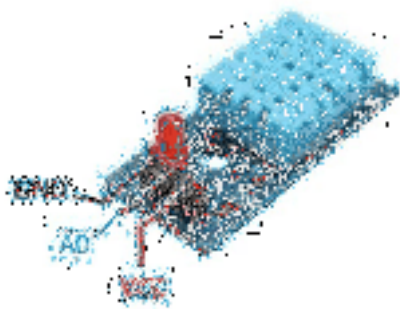
Gambar 2.6 Modul *relay* (Aldyrazor, 2020)

*Relay* memiliki beberapa fungsi, diantaranya:

- 1) sebagai saklar otomatis;
- 2) menjalankan fungsi logika dari mikrokontroler Arduino;
- 3) sarana untuk mengendalikan tegangan tinggi hanya dengan menggunakan tegangan rendah;
- 4) meminimalkan terjadinya penurunan tegangan;
- 5) memungkinkan penggunaan fungsi penundaan waktu atau fungsi time delay function;
- 6) melindungi komponen lainnya dari kelebihan tegangan; dan
- 7) menyederhanakan rangkaian agar lebih ringkas.

## 2.9 Sensor DHT 11

Sensor DHT 11 adalah modul sensor yang berfungsi untuk mengukur objek suhu dan kelembaban yang memiliki *output* tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Modul sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Kelebihan dari modul sensor ini dibanding modul sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal sensing objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi (Nyebarilmu, 2017).



Gambar 2.7 Sensor DHT 11 (nyebarilmu, 2017)

Sensor DHT 11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi. Sensor ini memiliki 4 kaki pin, dan terdapat juga sensor DHT 11 dengan breakout PCB yang terdapat hanya memiliki 3 kaki pin.