

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Contoh Implementasi IoT	7
Tabel 2.2. Tabel Kelembaban pada Tanah.....	11
Tabel 2.3 Tabel Karakteristik Sensor pH.....	16
Tabel 3.1 Tabel Wiring Perangkat.....	25
Tabel 3.2 Tabel Komponen dan Fungsi	25
Tabel 3.3 Tabel Spesifikasi ESP32	26
Tabel 3.4 Tabel Wiring ESP32 dengan Sensor-sensor	26
Tabel 3.5 Tabel Spesifikasi DHT11	27
Tabel 3.6 Tabel Wiring DHT11 ke ESP32	27
Tabel 3.7 Spesifikasi Sensor Soil Moisture Capacitive	28
Tabel 3.8 Tabel Wiring Sensor Moisture ke ESP32	28
Tabel 3.9 Spesifikasi Sensor pH	28
Tabel 3.10 Wiring Sensor pH ke ESP32.....	29
Tabel 3.11 Wiring Sensor NPK ke ESP32.....	29
Tabel 3.12 Spesifikasi LCD 16x2	29
Tabel 3.13 Wiring LCD 16x2 ke ESP32.....	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Tanaman stroberi merupakan tanaman subtropis yang mempunyai adaptasi dengan baik di daerah tinggi. Walaupun Stroberi bukan tanaman dari Indonesia tetapi sangat digemari di dunia. Ciwidey, Kabupaten Bandung, merupakan wilayah yang budidaya stroberi sangat banyak, akan tetapi tidak dibarengi dengan teknologi yang bisa memantau keadaan tanah dan keadaan tanaman stroberi di wilayah tersebut.

Di dalam tanah terdapat banyak unsur hara contohnya Nitrogen, Posfor, dan Kalium sebagai unsur hara makro. Tanah yang kekurangan unsur hara dapat mengakibatkan tanaman stroberi menjadi tidak subur, daunnya menjadi kuning, kualitas buahnya menurun, bahkan bisa menyebabkan gagal panen. Unsur hara pada tanah menjadi hal yang sangat penting dalam kesuburan tanaman. Pada setiap tanaman memerlukan paling sedikit 16 unsur agar pertumbuhan tanaman normal[1]. Terpenuhinya unsur hara merupakan hal yang wajib untuk dilakukan melalui penambahan pupuk secara berkala karena ketersediaan unsur hara di alam sangat terbatas.

Badan Penelitian Tanaman Jeruk dan Subtropika menyatakan Bahwa syarat pertumbuhan dari tanaman stroberi meliputi curah hujan 600 s.d 700 mm/tahun, penyinaran matahari 8-10 jam, temperatur udara 17-20°C, kelembaban udaranya 80 s.d 90%, pH tanah antara 5,4 s.d 7,0 dan ketinggian tempat pembudidayaan stroberi adalah 1000-1500 MDPL(Meter Diatas Permukaan Laut)[2]. Kemudian unsur hara yang ideal untuk pertumbuhan stroberi adalah unsur nitrogen lebih besar dari unsur fosfor dan malium karena nitrogen berpengaruh terhadap hasil produksi dibandingkan unsur makro yang lain[3]. Maka dari itu perlu diadakan pemantauan secara rutin agar kondisi tanah pada tanaman stroberi tidak menurun.

Penelitian terkait monitoring unsur hara tanah telah dilakukan dengan membuat alat untuk mempermudah pengecekan kandungan pada tanah. Alat tersebut menggunakan teknik *image processing* untuk monitoring perkebunan[4]. Metode tersebut kurang efektif karena keakuratan untuk mengetahui kondisi tanah

sangat lemah. Selain itu ada juga alat Dengan menggunakan sensor NPK yang dimodifikasi dan dihubungkan dengan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, lalu data yang diterima akan dikirimkan melalui internet menggunakan antares LR-ESP 201 Board[5]. Tetapi metode tersebut kurang efektif karena hanya bisa mengukur kandungan Nitrogen, Fosfor dan Kalium

Pada penelitian tugas akhir ini, dirancang alat monitoring otomatis menggunakan sensor NPK yang dimodifikasi untuk mendeteksi kandungan unsur hara pada tanah, sensor pH untuk mendeteksi kadar keasaman pada tanah, sensor kelembaban tanah dan sensor suhu udara untuk mendeteksi suhu pada luar ruangan. Sensor-sensor tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler ESP-32 lalu data yang diterima akan dikirimkan ke platform *firebase* kemudian data tersebut akan diproses pada aplikasi mobile. Dengan alat yang dirancang akan memudahkan petani stroberi untuk memantau kandungan unsur hara tanaman yang berguna untuk memaksimalkan pemberian pupuk. Dengan diadakannya penelitian ini masalah pada tanaman stroberi dapat diminimalisir agar tidak terjadi gagal panen.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dideskripsikan pada latar belakang dan penelitian sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana melakukan perancangan sistem monitoring unsur hara tanah, pH tanah, kelembaban tanah dan suhu menggunakan ESP32?
2. Bagaimana membuat alat yang bisa memonitoring kandungan unsur hara pada tanah yang terintegrasi dengan Firebase?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Dari rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat melakukan perancangan sistem monitoring unsur hara, pH, kelembaban tanah dan suhu menggunakan ESP32
2. Membuat alat yang mampu mengukur kadar unsur hara, pH, kelembaban tanah dan suhu yang terintegrasi dengan Firebase.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini berfokus pada:

1. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah suhu udara, kelembapan tanah, pH tanah dan unsur hara (N,P,K) yang terdapat pada tanah meliputi nitrogen, posfor dan kalium
2. Alat yang dirancang menggunakan platform Firebase untuk penerimaan data monitoring dan akan ditampilkan oleh *mobile Apps*.
3. Pengujian alat dilakukan pada perkebunan stroberi yang diambil beberapa sample.
4. Kalibrasi alat dilakukan pada pot yang telah berisi tanah gembur yang telah ditambahkan pupuk.
5. Menggunakan mikrokontroler ESP32.
6. Menggunakan platform Firebase untuk penyimpanan data.

1.5. Metode Penelitian

Dalam pembuatan alat ini, Metode yang digunakan merupakan metode waterfall. Metode tersebut cocok untuk digunakan dalam perancangan alat monitoring unsur hara tanah karena tahap demi tahap dilakukan secara berurutan dan setiap tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum lanjut ke tahap berikutnya.

Tahapan-tahapan tersebut digambarkan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap pertama merupakan tahap studi literatur yang dimana penulis mencari informasi dari jurnal, buku, web ataupun dari literatur lain mengenai alat serupa. Setelah mencari informasi tersebut penulis mengamati semua yang perlu dikembangkan dan dipertahankan pada alat yang akan dirancang.

2. Desain Sistem dan Perangkat

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan sebelumnya, selanjutnya penulis merancang sistem dan perangkat. Perancangan sistem menggunakan blok diagram dan data flow diagram.

3. Perakitan Alat

Pada Tahap ini penulis merakit alat secara keseluruhan yang telah terimplementasikan sistem.

4. Pengujian

Setelah alat dirakit, alat tersebut akan diuji apakah sensor berfungsi dengan baik atau tidak dan diuji juga keakuratan pembacaannya.

5. Integrasi Software

Pada tahap ini alat yang telah jadi dan berfungsi sesuai yang diharapkan akan diintegrasikan dengan software untuk menampilkan data yang memudahkan pengguna.

6. Penerapan Alat

Pada tahap penerapan alat ini tidak dilakukan oleh penulis.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa topik pembahasan yang disusun secara sistematis sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**
Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, Batasan masalah dan sistematika penulisan.
- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**
Bab ini berisi teori teori yang digunakan dalam tugas akhir ini.
- **BAB III PERANCANGAN SISTEM**
Bab ini menjelaskan tentang desain sistem, diagram blok alat, desain perangkat keras, desain case dan flowchart sistem.
- **BAB IV HASIL DAN ANALISIS**
Bab ini berisi langkah-langkah pengujian alat dan analisisnya
- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**
Bab ini berisi tentang kesimpulan dari semua tahap yang sudah dilakukan dan saran sistem yang perlu dikembangkan dikemudian hari

BAB II

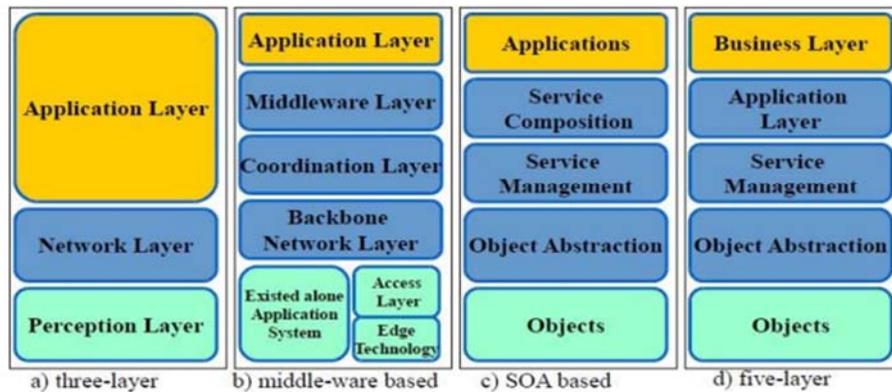
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Internet of Things (IoT)*

IoT (Internet of things) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. IoT diperkenalkan pertama kali oleh kevin ashton pada tahun 1999. IoT mempunyai kemampuan berbagi data, remote control, dan lain-lain. Semua itu tersambung dengan internet dan selalu aktif[6]

2.1.1. **Arsitektur Internet of Things**

Internet of Things dapat membuat berbagai macam proses menjadi lebih efisien, antara lain dalam hal penggunaan asset, produktivitas karyawan, supply chain dan inovasi produk. Berikut gambar dari arsitektur IoT:



Gambar 2.1 Arsitektur Internet of Things

Dari gambar 2.1 terdiri beberapa layer yaitu:

1. *Three Layer*

Three Layer ini terdapat perception Layer yang berfungsi sebagai lapisan fisik yang memiliki sensor sebagai indentifikasi objek parameter. Network Layer digunakan untuk menghubungkan perangkat jaringan dalam mengirim dan memproses data keserver. Application layer untuk

memberikan layanan aplikasi khusus pengguna berupa media internal yang digunakan, misalnya smarthome[7]

2. Middle ware based

Middle ware based merupakan suatu basis yang bertindak menjembatani perangkat lunak dengan perangkat keras antara data data. Layer ini menyediakan *Application Programing Interface (API)* sebagai layanan komunikasi, manajemen data dan layanan cloud.

3. *Service Oriented Architecture (SOA)*

SOA ini menyediakan layanan modul independent antar uka yang dapat diakses dengan perangkat lunak yang dinamis. Layer ini berorientasi dalam database jaringan IOT dengan system basis data relasional untuk betukar data antara berbagai jenis perangkat.

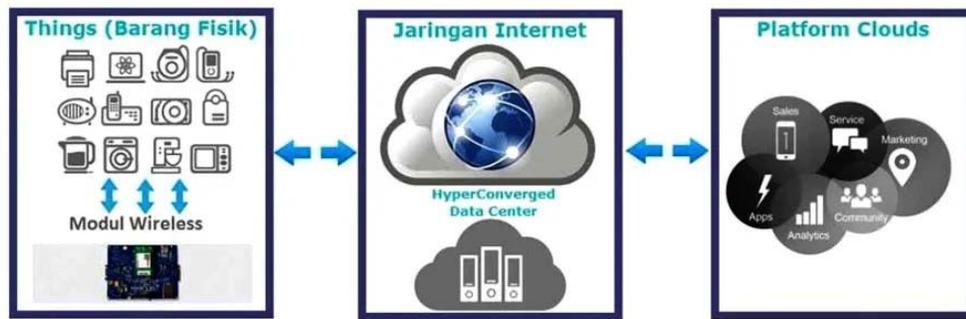
4. *Five layer*

Pada layer ini menyediakan layanan lapisan transport sebagai media pemindahan data sensor dari lapisan persepsi ke lapisan pengolahan data melalui jaringan nirkabel, Bluetooth dan lain-lain. Lapisan terdapat *business Layer* untuk mengelola seluruh *system IOT* termasuk aplikasi, model bisnis, laba atau privasi pengguna.

2.1.2. Cara Kerja Internet of Things

Konsep IoT mengacu pada 3 elemen utama pada arsitekturnya yaitu barang fisik yang dilengkapi modul IoT, perangkat koneksi ke internet seperti modem atau router dan cloud data center sebagai tempat penyimpanan data dan aplikasi.

Dasar prinsip kerja perangkat IoT adalah benda di dunia nyata diberikan identitas unik dan dapat di representasikan dalam bentuk data disebuah sistem komputer[8]. Cara kerja internet of things yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana setiap perintahnya menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internet lah yang menjadi penghubung diantara dua interaksi mesin tersebut. Manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung[8].



Gambar 2.2. Cara Kerja IOT

2.1.3. Implementasi Internet of Things

Mesin atau robot dibuat agar memudahkan manusia dalam setiap pekerjaannya, pada awalnya mesin dibuat hanya untuk membantu manusia dan dioperasikan secara manual, seiring berjalannya waktu mesin tersebut bisa melakukan pekerjaannya sendiri tanpa bantuan manusia (otomatis). Dalam perkembangannya pemanfaatan mesin menemui kendala jarak dan waktu. Jarak yang begitu jauh menyebabkan mesin tidak akan bisa berinteraksi dengan mesin lainnya. Gagasan tersebut menjadi dasar penerapannya internet of Things, semua mesin dengan pengenalan IP address dapat menggunakan jaringan internet sebagai media komunikasi. Tabel dibawah merupakan Contoh implementasi IoT dalam beberapa bidang.

Tabel 2.1 Tabel Contoh Implementasi IoT

Implementasi IoT bidang pengawasan	Pemasangan CCTV di lampu merah yang memudahkan dalam pengawasan jalan raya dan pelanggaran lalu lintas
Implementasi IoT bidang medis	Pemasangan sensor detak jantung pada pasien yang terhubung ke ruang pusat control untuk memonitoring keadaan pasien secara otomatis.
Implementasi IoT bidang Keamanan	Pengamanan rumah atau kantor menggunakan kamera CCTV yang bisa dikontrol dimanapun dan kapanpun

2.2.Tanah

Tanah adalah benda alami yang terdapat di permukaan bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan dan bahan organik berupa pelapukan sisa tumbuhan dan hewan yang menjadi medium tanaman dengan sifat-sifat tertentu yang terjadi akibat gabungan dari faktor-faktor alami, iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan[9]

2.2.1. Unsur Hara Tanah

Layaknya manusia tanaman memerlukan makanan untuk keberlangsungan pertumbuhannya yang biasa disebut unsur hara. Manusia menggunakan bahan organik untuk makan, tanaman menggunakan bahan anorganik untuk mendapatkan energi dan untuk pertumbuhannya.

Mengutip dari jurnal teknik budidaya tanaman[4], Unsur hara terbagi menjadi dua macam yang pertama unsur makro dan unsur mikro. Unsur hara makro dibutuhkan cukup banyak dalam tanaman yang terdiri dari nitrogen, fosfor, kalium, magnesium dan kalsium. Selain itu ada unsur hara mikro yang kebutuhan untuk tanaman hanya sedikit yang terdiri dari boron, tembaga, zinc, ferro, molibdenum, mangan, klor, natrium, cobalt, Silicon dan nikel. Masing-masing unsur tersebut berperan dalam pertumbuhan tanaman, untuk uraiannya sebagai berikut:

1. Nitrogen

Unsur nitrogen dibutuhkan dalam jumlah besar karena berperan sebagai pembentukan sel tanaman, jaringan, dan organ tanaman. Fungsi utama nitrogen untuk tanaman adalah sebagai bahan sintesis, klorofil, protein, dan asam amino. Unsur ini merupakan hara makro utama yang dibutuhkan dalam jumlah banyak oleh tanaman. Nitrogen merupakan bagian penting dari protein, protoplasma, klorofil, dan asam nukleat [10].

Gejala yang tampak adalah pertumbuhan tanaman lebih kerdil, warna daun menjadi merah hingga pertulangan daun juga berwarna merah. Persentase muncul bunga sangat sedikit dan ukuran buah juga relatif lebih kecil[10].

2. Fosfor

Fosfor merupakan komponen penyusun dari beberapa enzim dan protein untuk proses transfer energi. Selain itu, fosfor juga berperan dalam pertumbuhan benih, akar bunga dan buah[11].

Bagi tanaman berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar dan pembentukan system perakaran(pembelahan sel). Gejala kekurangan P akan mengakibatkan perakaran kurang, daun bercabang, selain itu daun berubah warna menjadi keunguan, yang dimulai dari tepi daun dengan pola yang tidak merata. Gejala ini terlihat pada daun yang sudah tua[10]

3. Kalium

Unsur kalium berperan sebagai pengatur proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis, akumulasi, translokasi, transportasi karbohidrat dan mengatur distribusi air dalam jaringan dan sel. Jika kekurangan unsur kalium pada tanaman menyebabkan daun seolah terbakar dan akan gugur. Gejala defisiensi K (Kalium) terlihat pada daun tua, nekrosis ringan di tepi daun berwarna kuning agak merah [10]

Menurut Prof. Dr. Ir. Suntoro, M.S. dari Fakultas pertanian Universitas Sebelas Maret menjelaskan beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. Terdapat 16 unsur hara, tetapi unsur yang paling utama yaitu nitrogen, posfor dan Kalium
2. Kita harus mengetahui hal-hal sebagai berikut:
 - Jumlah dalam tanah
 - Ketersedian unsur haranya
 - Gejala kekurangan dan kelebihan unsur hara tersebut
3. Permasalahan ketersediaan unsur N
 - Unsur N merupakan unsur hara makro esensiil yang dibutuhkan dalam jumlah banyak
 - Ketersediaannya dalam tanah sedikit
 - Proses yang menyebabkan kehilangannya unsur N dari tanah 70 persen menguap keudara.
4. Permasalahan ketersediaan hara P
 - Tidak tersedia dalam tanah

- Mineralisasi bahan organik
 - Ketersediaan dipengaruhi pH
5. Masalah ketersediaan K rendah
- Tidak tersedia: 90-98% K ada dalam mineral
 - Tambat tersedia: Ion K tersekap

2.2.2. Jenis-Jenis Tanah

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan dataran rendah dan tinggi yang memungkinkan banyak jenis-jenis tanah di Indonesia. berikut adalah jenis-jenis tanah yang ada di Indonesia:

1. Tanah Humus adalah tanah yang sangat subur terbentuk dari lapukan daun dan batang pohon di hutan hujan tropis.
2. Tanah Pasir adalah tanah yang bersifat kurang baik bagi pertanian yang terbentuk dari betuan beku serta batuan sedimen yang memiliki butir kasar dan berkerikil.
3. Tanah Podzolit adalah tanah subur yang umumnya berada di pegunungan dengan curah hujan yang tinggi dan bersuhu rendah.
4. Tanah Vulkanis adalah tanah yang terbentuk dari pelapukan materi letusan gunung berapi yang subur mengandung zat hara yang tinggi. Jenis tanah vulkanik dapat dijumpai di sekitar lereng gunung berapi.
5. Tanah Aluvial / Endapan adalah tanah yang dibentuk dari lumpur sungai yang mengendap di dataran rendah yang memiliki sifat tanah yang subur dan cocok untuk lahan pertanian.
6. Tanah Laterit adalah tanah tidak subur yang tadinya subur dan kaya akan unsur hara, namun unsur hara tersebut hilang karena larut dibawa oleh air hujan yang tinggi. Contoh: Kalimantan Barat dan Lampung.
7. Tanah Mediteran adalah tanah yang sifatnya tidak subur yang terbentuk dari pelapukan batuan kapur. Contoh: Nusa Tenggara, Maluku, Jawa Tengah dan Jawa Timur.
8. Tanah Organosol adalah jenis tanah yang kurang subur untuk bercocok tanam yang merupakan hasil bentukan pelapukan tumbuhan rawa. Seperti di rawa Kalimantan, Papua dan Sumatra.

2.2.3. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah adalah jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah yang berada di atas water tabel. Definisi lain menyebutkan bahwa jumlah air yang tersimpan di antara pori pori tanah sangat dinamis, disebabkan oleh suhu udara pada permukaan tanah[5]. Tingkat kelembaban yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan dan keadaan tanah yang kelembabannya tinggi mengakibatkan kesulitan dalam melakukan kegiatan permanen hasil pertanian yang menggunakan alat-alat mekanik [12]. Setiap tanaman memiliki kelembaban tanah dengan tingkat keidealan yang berbeda, contohnya pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.2. Tabel Kelembaban pada Tanah

Jenis Tanaman	Kelembaban ideal tanah
Cabe dan Tomat	40%-60%
Salada	30% - 50%
Seledri	40% - 60%
Terong	40% - 60%
Jagung	30% - 50%
Pepaya	30% - 50%
Anggur	30% - 50%
Melon	50% - 70%
Semangka	50% - 70%
Stroberi	40% - 60%
Timun	50% - 70%

2.2.4. pH Tanah

Kemampuan tanaman untuk melakukan proses penyerapan unsur hara dipengaruhi tingkat keasaman tanah atau pH. pH merupakan kependekan dari potential of hydrogen. pH tanah adalah suatu standar pengukuran tingkat keasaman atau kebasaan pada suatu tanah[13].

Sifat kimia tanah dapat dilihat dari nilai pH dan kandungan unsur hara yang terdapat di dalam tanah, dengan nilai pH optimum yaitu 7. Sifat biologi tanah berhubungan dengan aktivitas makhluk hidup yang ada di dalam dan permukaan

tanah, baik makhluk hidup yang paling kecil sampai yang besar[14] pH tanah sangat berpengaruh pada ketersediaan unsur hara pada tanah[11]. Ada tiga jenis pH yang mendasari karakteristik tanah dan biasanya menjadi acuan utama dalam bidang pertanian yaitu:

1. pH Netral

Tanah dengan pH netral berada pada angka 6,5 hingga 7,8. Tingkat keasambasaan ini merupakan pH ideal kandungan senyawa organik, mikroorganisme, unsur hara dan mineral-mineral dalam kondisi yang optimal [1].

2. pH Asam

kadar pH dalam tanah asam biasanya dimiliki oleh tanah gambut yang mempunyai kandungan hidrogen, aluminium dan belerang tinggi. Dalam kondisi tanah pH asam tanaman tidak mampu tumbuh dengan baik karena zat hara tidak dapat diserap oleh tumbuhan secara optimal[13]

3. pH Basa

pH tanah basa biasanya dimiliki oleh tanah didaerah pesisir pantai karena mengandung zat kapur. Tanah dengan pH basa memiliki kandungan ion magnesium, kalsium, kalium dan natrium lebih tinggi[13]

2.3. Suhu dan Kelembaban Udara

Selain pupuk, air dan cahaya, suhu dan kelembaban udara memiliki pengaruh yang tidak kalah penting dalam proses pertumbuhan tanaman. suhu yang tinggi akan merusak enzim sehingga metabolisme tanaman tidak berjalan dengan baik. Begitupun dengan suhu udara yang rendah bisa menyebabkan enzim tidak aktif dan metabolisme akan berhenti[15].

stroberi dapat tumbuh dan berkembang secara optimal pada kisaran suhu lingkungan antara 17- 20OC, akan tetapi berdasarkan hasil pengamatan tanaman stroberi masih dapat tumbuh dan berkembang pada suhu lingkungan rata-rata harian sebesar 22.55OC, hal ini terbukti dengan adanya pertumbuhan batang utama, jumlah daun dan hasil produksi buah oleh tanaman stroberi [16].

tanaman stroberi dapat tumbuh dengan optimal memiliki rata-rata kelembaban udara harian sebesar 81.06%, hal ini sesuai bahwa tanaman stroberi tumbuh optimal pada daerah yang memiliki kelembaban udara 80-90%[16]