



**SISTEM KONTROL SUHU BERBASIS ARDUINO PADA
RUANG *GREENHOUSE* UNTUK PRODUKSI
FODDER JAGUNG HIDROPONIK**

SKRIPSI

oleh :

**Rizaldi Tri Yulianto
NIM 141710201021**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**SISTEM KONTROL SUHU BERBASIS ARDUINO PADA
RUANG *GREENHOUSE* UNTUK PRODUKSI
FODDER JAGUNG HIDROPONIK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh :

Rizaldi Tri Yulianto
NIM 141710201021

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, puji syukur kehadiratNya yang telah memudahkan segala urusan, semoga rahmat dan hidayah selalu mengiringi setiap langkah hamba dan berilah ampunan atas segala dosa hamba;
2. Rosulullah SAW, yang telah membimbing dan memperjuangkan umat manusia menjadi khalifah di bumi serta menjadi teladan untuk mencapai kebahagiaan di dunia maupun akhirat;
3. Orang tuaku tercinta, ibuku Okta Mariana dan ayahku Agus Tamaji terima kasih telah menjadi orang tua yang luar biasa dengan cinta dan perjuangannya selama ini;
4. Kakakku Rudi Dwi Septianto dan Adikku Rendi Syah Desrianto yang setia dengan dukungan dan nasehatnya serta seluruh keluarga yang tiada lelah memberikan semangat;
5. Almamaterku tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“(Ibrahim Berdoa), “Ya Tuhanku, berikanlah kepadaku ilmu dan masukanlah aku ke dalam golongan orang-orang yang saleh ”
(Terjemahan Q.S Asy-Syu’ara’: 83)

“ Dari Anas Ra bahwa Rosulullah SAW bersabda, barang siapa yang keluar untuk menuntut ilmu, maka ia berada di jalan Allah sampai ia kembali”
(HR. At-Tirmidzi no. 2647)

“Selayaknya seseorang untuk senantiasa bersungguh-sungguh dalam menyibukkan diri dengan ilmu baik dengan cara membaca, dibacakan ataupun membacakan kepada orang lain, menelaah, dan memberikan catatan-catatan”
(Al – Imam An Nawawi)

^{*)} Kementerian Agama Republik Indonesia. 2013. Al-Qur’an dan Terjemahnya Ar-Rahman.

^{**)} Imam An-Nawawi. 2011. Riyadhus Shalihin min Kalami Sayyidil Mursalin. Solo:Insan Kamil.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizaldi Tri Yulianto

NIM : 141710201021

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa, Skripsi berjudul “Sistem Kontrol Suhu Berbasis Arduino pada Ruang *Greenhouse* untuk Produksi *Fodder* Jagung Hidroponik” merupakan hasil karya sendiri, kecuali jika ada pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan kepada instansi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi laporan ini, sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta akan mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 31 Juli 2018

Yang menyatakan,

Rizaldi Tri Yulianto

NIM 141710201021

SKRIPSI

**SISTEM KONTROL SUHU BERBASIS ARDUINO PADA
RUANG *GREENHOUSE* UNTUK PRODUKSI
FODDER JAGUNG HDROPONIK**

Oleh

Rizaldi Tri Yulianto
NIM 141710201021

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sistem Kontrol Suhu Berbasis Arduino pada Ruang *Greenhouse* untuk Produksi *Fodder* Jagung Hidroponik” karya Rizaldi Tri Yulianto telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 31 Juli 2018

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto M. Eng.,
NIP. 196312121990031002

Bayu Taruna Widjaja Putra S.TP.,
M,Eng., Ph.D.
NIP. 198410082008121002

Tim Penguji:

Ketua

Anggota I

Ir. Setiyo Harri, M.S.
NIP. 195309241983031001

Dr. Azmi Saleh, S.T., MT.
NIP. 197106141997021001

Mengesahkan
Dekan

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 19680923 199403 1 009

RINGKASAN

Sistem Kontrol Suhu Berbasis Arduino pada Ruang *Greenhouse* untuk Produksi *Fodder* Jagung Hidroponik; Rizaldi Tri Yulianto; 141710201021; 2018; 48 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Hijauan pakan ternak (*fodder*) merupakan sumber pakan utama untuk ternak ruminansia. pada musim kemarau akan menjadi kendala produksi hijauan yang ada di alam karena jumlah menjadi terbatas. Alternatifnya yaitu menanam *fodder* secara hidroponik di dalam *greenhouse* menggunakan biji jagung yang harganya relatif murah. Di dalam *greenhouse* memungkinkan melakukan budidaya tanam hidroponik karena mudah perawatan, pemberian nutrisi dan kondisi lingkungan dapat dikendalikan oleh kontrol pendingin. Alat pendingin di dalam *greenhouse* dapat dimanfaatkan untuk memberi lingkungan yang optimal. Namun alat tersebut masih belum diketahui performanya. Tahapan pertama dari penelitian ini adalah perancangan sistem kontrol suhu, alat utama dari sistem kontrol adalah mikrokontroler arduino dan komponen pendukung lainnya. Komponen pendukung sistem kontrol adalah sensor, *ethernet shield*, modul SD card dan RTC (*real time clock*). Sedangkan kombinasi alat yang digunakan untuk pendinginan adalah alat pendingin tipe evaporasi dan kipas, pada pengujian performa suhu di dalam *greenhouse* yaitu menggunakan suhu optimal jagung 23°C - 27°C. Langkah berikutnya adalah membandingkan implementasi hasil yang diperoleh dari penanaman diluar dan dalam *greenhouse*. Penanaman *fodder* hidroponik dilakukan selama 9 hari sampai dengan panen, untuk meningkatkan produksi *fodder* dilakukan percobaan penambahan nutrisi AB mix dan organik. Hasil penelitian menunjukkan suhu maksimal di dalam *greenhouse* apabila tidak dipasang alat pendingin mencapai 33°C - 34°C. Sedangkan apabila digunakan kombinasi alat pendinginan mampu mencapai suhu 29°C - 31°C di siang hari. Hasil produksi *fodder* menunjukkan penanaman di dalam *greenhouse* lebih baik daripada diluar. Produksi di *greenhouse* mencapai 1498 gram dengan produktivitas 187,29%, produksi diluar hanya 1353 gram dengan produktivitas 169,13%. Sedangkan kombinasi nutrisi AB mix dan organik menghasilkan produktivitas yang tidak signifikan. Namun kecenderungan produksi tertinggi yaitu pada nutrisi organik 200 ml dengan produktivitas 198,29% dan nutrisi AB mix 200 ml sebesar 197,58%. Keseluruhan rata-rata penanaman *fodder* hidroponik yang dilakukan adalah 800 gram benih jagung menghasilkan produksi sebesar 1557,38 gram.

SUMMARY

Arduino Based Temperature Control System in the Greenhouse for Hydroponic Maize Fodder; Rizaldi Tri Yulianto; 141710201021; 2018; 48 Pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Fodder is the main source of feed for ruminant livestock. In the dry season will be a problem for fodder production in nature because a limited number. Fodder cultivation is an alternate method to plant hydroponic in the greenhouse to obtain cost effectiveness. The greenhouse allows conducting hydroponic cultivation because of its easy maintenance, the provision of nutrients and environmental conditions under controlled condition. Evaporative cooler and fan can be utilized to provide an optimal environment in the greenhouse, but the tool is still unknown performance. The first stage of this research was to design a temperature control system. The system is consist of the main component Arduino microcontroller and other support components. Control system support components are sensor, ethernet shield, SD card module and RTC (real time clock). The combination of tools used for cooling are evaporative cooler and fan, in testing the temperature performance in greenhouse that is using optimum temperature of corn 23°C - 27°C. Then, the second stage was comparing the yields implementation of plant obtained from greenhouse and open field. Hydroponic fodder planting is done for 9 days until post harvest, to increase the production of fodder experiment of addition of AB mix and organic nutrient. The results showed the maximum temperature in the greenhouse when not installed the cooler reach 33°C - 34°C. Whereas when used a combination of cooling tools capable of reaching the temperature of 29°C - 31°C in the morning. While the production of fodder shows planting in the greenhouse is better than open field. The yield obtained from greenhouse reached 1498 gram with productivity 187,29%, while production outside only 1353 gram with productivity 169,13%. While the combination of AB and organic nutrient yield productivity is not significant. However, the highest productivity trend is on organic nutrient 200 ml with productivity of 198,29% and nutrition of AB mix 200 ml equal to 197,58%. The overall average of hydroponic fodder planting is 800 grams of corn seed reached 1557,38 gram.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” Sistem Kontrol Suhu Berbasis Arduino pada Ruang *Greenhouse* untuk Produksi Jagung Hidroponik”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto M.Eng, dan Bayu Taruna Widjaja Putra S.TP.,M.Eng.,Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan arahan dalam pengerjaan skripsi ini;
2. Ir. Setiyo Harri M.Si, dan Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T selaku tim dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran dan arahan dalam perbaikan skripsi ini;
3. Segenap dosen, komisi bimbingan, teknisi laboratorium, dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah banyak membantu penyelesaian skripsi ini;
4. Ibunda Okta Mariana dan Ayahanda Agus Tamaji, serta Kakakku Rudi Dwi Septianto dan adikku Rendi Syah Desrianto yang telah merawat, memberikan doa, kasih sayang, dan semangat disetiap langkah;
5. Tim penelitian “Fodder Hidroponik Greenhouse” Ahmad Haris Hasanuddin Slamet dan Achmad Ivo Joan Pamungkas, terima kasih banyak atas bimbingan kerjasamanya dan dari awal penelitian hingga lulus bersama;
6. Sahabat-sahabatku TEP-B 2014 yang telah berbagi manis pahit bersama;
7. Teman-teman Mahasiswa FTP angkatan 2014 yang selalu LUAR BIASA;
8. UK-PSM Symphony Choir FTP UNEJ tempat berproses, berjuang dan mencari ilmu tambahan;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan, terima kasih banyak. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang

membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 31 Juli 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jagung	4
2.2 Hijauan Pakan Ternak	5
2.3 Syarat Tumbuh Temperatur Jagung	6
2.4 Hidroponik	6
2.5 Greenhouse	8
2.5.1 Sistem Kontrol <i>Greenhouse</i>	9
2.5.2 Mesin Pendingin Evaporasi	10
2.6 Mikrokontroler	10
2.6.1 Arduino	11
2.6.2 <i>Ethernet Shield</i>	12
2.6.3 Modul SD Card	13
2.6.4 Modul DS3231 (RTC).....	14
2.6.5 <i>Relay</i>	14
2.6.6 Sensor	14
2.7 Pupuk (Nutrisi)	15

BAB 3. METODOLOGI	18
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Tahapan Penelitian	19
3.3.1 Rancangan Operasional	19
3.3.2 Rancangan Fungsional.....	20
3.3.3 Rancangan Struktural	21
3.3.4 Pembuatan <i>Source Code</i>	21
3.3.5 Simulasi Rangkaian.....	22
3.3.6 Pembuatan Unit Rangkaian	22
3.3.7 Pengujian Unit Kontrol.....	22
3.3.8 Penanaman Hidroponik	22
3.3.9 Pengambilan Data	23
3.4 Analisis Data	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Rancangan Sistem Kontrol Pendingin	26
4.1.1 Simulasi Sistem Kontrol.....	26
4.1.2 Program Arduinio.....	27
4.2 Hasil Pengujian Unit Kontrol	29
4.3 Performa Alat Pendingin	32
4.3.1 Penurunan Suhu didalam <i>Greenhouse</i>	34
4.3.2 Performa Alat Pendingin Selama Penanaman	35
4.4 Sensor Kelembaban dan Cahaya	36
4.5 Penyimpanan Data Otomatis	37
4.6 Proses Penumbuhan <i>Fodder</i> Hidroponik	39
4.7 Produksi <i>Fodder</i> Hidroponik	40
4.7.1 Perbedaan Tempat Penanaman	40
4.7.2 Produksi <i>Fodder</i> Hidroponik dalam <i>Greenhouse</i>	42
BAB 5. PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kadar kalori, protein, dan karbohidrat berbagai bahan	4
3.1 Rancangan percobaan penanaman	24
4.1 <i>Listing</i> komponen pendukung dalam program arduino	27
4.2 <i>Listing void setup</i> program arduino	28
4.3 <i>Listing void loop</i> program arduino	28
4.4 <i>Listing source code</i> LCD	29
4.5 <i>Listing source code ethernet shield</i>	30
4.6 <i>Listing source code</i> modul RTC	30
4.7 <i>Listing source code</i> modul SD card	31
4.8 Hasil uji anova	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Fodder</i> jagung hidroponik	5
2.2 Skema kontrol suhu	9
2.3 Mesin pendingin evaporasi	10
2.4 Mikrokontroler arduino	11
2.5 <i>Ethernet shield</i>	12
2.6 <i>Website</i> resmi thingspeak	13
2.7 Modul SD card	13
2.8 Modul RTC DS3231	14
2.9 Sensor DHT dan LDR	15
3.1 Tahapan penelitian	19
3.2 Ilustrasi penggunaan sistem kontrol	20
3.3 Struktur <i>greenhouse</i>	21
4.1 Simulasi sistem kontrol	26
4.2 Informasi nilai sensor pada LCD	29
4.3 Grafik suhu pada <i>web</i> thingspeak	30
4.4 Penyimpanan dalam kartu memori	31
4.5 Distribusi suhu tanpa kontrol	32
4.6 Distribusi suhu dengan kontrol	33
4.7 Penurunan Suhu didalam <i>Greenhouse</i>	33
4.8 Distribusi suhu selama penanaman	35
4.9 Distribusi kelembaban	36
4.10 Distribusi intensitas cahaya	37
4.11 Penyimpanan <i>online</i> melalui <i>web</i> thingspeak	37
4.12 Penyimpanan <i>offline</i> berupa teks	38
4.13 Hasil <i>upload</i> data pada <i>server</i> API thingspeak FTP UNEJ	39
4.14 Pertumbuhan <i>fodder</i> hidroponik selama 9 Hari	40
4.15 Perbandingan produksi <i>fodder</i>	41
4.16 <i>Fodder</i> hidroponik di dalam <i>greenhouse</i> berbagai nutrisi	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Penanaman <i>Fodder</i> Hidroponik.....	49
Lampiran 2. Pengenceran dan Pembuatan Nutrisi	49
Lampiran 3. Rekap Data Produksi <i>Fodder</i> Hidroponik.....	50
Lampiran 4. Sistem Kontrol didalam dan diluar <i>Greenhouse</i>	51
Lampiran 5. Komponen Sistem Kontrol.....	51
Lampiran 6. <i>Greenhouse</i>	51
Lampiran 7. Kombinasi Alat Pendingin	52
Lampiran 8. <i>Website Thingspeak</i>	52
Lampiran 9. <i>Source Code</i> Pemrograman Arduino	52
Lampiran 10. Perhitungan Analisis Anova	57
Lampiran 11. Estimasi Perhitungan Kapasitas Alat Pendingin.....	59

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sumber pakan ternak ruminansia adalah hijauan, baik yang berasal dari rumput-rumputan maupun daun. Sedangkan produktivitas ternak ruminansia sangat ditentukan oleh ketersediaan pakan yang berkualitas secara cukup dan berkesinambungan. Unsur rumput dan legum sangat dibutuhkan agar dapat melengkapi nutrisi yang dibutuhkan ternak. Oleh karena itu perlu dilakukan budidaya rumput yang berproduksi tinggi dan tahan terhadap kekeringan (Koten *et al.*, 2013).

Pengaruh iklim dan kondisi ekologi sangat menentukan ketersediaan hijauan pakan ternak di suatu wilayah sehingga hijauan tidak dapat tersedia sepanjang tahun. Pada musim hujan produksi hijauan melimpah sebaliknya di musim kemarau jumlah hijauan di alam sangat terbatas. Ketersediaan hijauan secara kualitas dan kuantitas juga dipengaruhi pembatasan penggunaan lahan masih harus bersaing dengan tanaman pangan (Harahap dan Ali, 2015:6-7). Solusi yang dapat digunakan adalah menanam hijauan/*fodder* jagung secara hidroponik di dalam *greenhouse*.

Bangunan *greenhouse* dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman pertanian seperti tanaman hias, buah-buahan, dan hidroponik. *Greenhouse* juga dapat berperan penting dalam produktivitas pertanian, karena dengan *greenhouse* terdapat kondisi lingkungan yang dapat dikendalikan seperti suhu dan kelembaban. Penggunaan *greenhouse* dalam budidaya tanaman merupakan salah satu cara untuk memberikan lingkungan yang mendekati optimum bagi pertumbuhan tanaman (Alahudin, 2013).

Suhu merupakan salah satu parameter keberhasilan produksi tanaman. Apabila suhu terlalu tinggi dan panas yang berlebihan akan menyebabkan tanaman kehilangan banyak air dan layu (Pambayun dan Sumarna, 2016). Oleh karena itu, meningkatkannya suhu di dalam *greenhouse* dapat menimbulkan efek

negatif bagi tanaman. Salah satu cara untuk mengendalikan suhu yaitu dengan memasang alat pendingin dan sistem kontrol suhu didalam *greenhouse*.

Menurut Suryani (2015:62) pemberian larutan hara yang teratur juga sangat penting pada hidroponik dan kebutuhan tanaman akan unsur hara berbeda beda menurut tingkat pertumbuhan dan jenis tanaman. Selain itu pemberian unsur hara N akan memberikan kualitas dan meningkatkan kerentanan penyakit pada tanaman untuk memastikan produksi yang berkelanjutan (Putra *et al.*, 2018).

Penelitian mengenai tanaman *fodder* hidroponik dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan musim kemarau yang membuat minimnya jumlah pakan hijauan. *Fodder* ditumbuhkan menggunakan benih jagung yang harganya relatif murah dan terjangkau di pasaran sehingga dapat diproduksi dengan mudah. *Greenhouse* berperan sebagai tempat penanaman jagung hidroponik, namun belum ada pengujian terkait dengan kontrol pendinginan ini sehingga performanya belum diketahui. Alat pendinginan yang digunakan yaitu pendingin tipe evaporasi dan kipas, kedua kombinasi alat ini digunakan untuk menurunkan suhu di dalam ruang *greenhouse*. Peranan sistem kontrol dan performa alat pendingin diharapkan dapat memberi kondisi lingkungan yang optimal bagi tanaman, selain itu peranan variasi nutrisi untuk tanaman diharapkan mampu meningkatkan produksi *fodder* jagung hidroponik.

1.2 Perumusan Masalah

Kekurangan pakan hijauan di musim kemarau menyebabkan masalah bagi usaha produksi ternak, sedangkan di musim hujan jumlah hijauan melimpah. Alternatif solusi adalah dengan menanam *fodder* secara hidroponik di dalam *greenhouse*, karena penanaman di dalam *greenhouse* tidak terlalu bergantung pada musim. Pada *greenhouse* digunakan rancangan mikrokontroler arduino sebagai sistem kontrolnya. Alat pendingin di dalam *greenhouse* dapat dimanfaatkan untuk memberi lingkungan yang optimal. Namun alat tersebut masih belum diketahui performanya.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian dibatasi dengan penggunaan sistem kontrol menggunakan mikrokontroler Arduino uno dan alat pendinginan berupa kipas dan pendingin evaporasi. Sedangkan peningkatan produksi *fodder* jagung dilakukan dengan pemberian pupuk AB mix dan organik.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Merancang dan melakukan pengujian sistem kontrol suhu menggunakan mikrokontroler Arduino
- b. Mengetahui hasil performa alat pendingin di dalam *greenhouse*
- c. Mengetahui produksi *fodder* jagung didalam dan diluar *greenhouse*.
- d. Mengetahui produksi *fodder* didalam *greenhouse* dengan berbagai pemberian nutrisi.

1.5 Manfaat

- a. Memberikan informasi mengenai produksi *fodder* secara hidroponik menggunakan sistem kontrol suhu di dalam *greenhouse*.
- b. Menambah penerapan ilmu yang diajarkan dan mengembangkan ilmu dari perkuliahan sehingga mampu menambah pengetahuan peneliti maupun pembaca.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jagung

Jagung merupakan salah satu jenis bahan makanan yang mengandung sumber hidrat arang yang dapat digunakan untuk menggantikan beras, karena jagung memiliki kalori yang hampir sama dengan kalori yang terkandung pada padi. Kandungan protein yang dimiliki benih jagung sama dengan benih padi, sehingga jagung dapat pula menyumbangkan sebagian besar kebutuhan protein yang diperlukan manusia. Kandungan karbohidratnya juga mendekati karbohidrat padi, berarti jagung juga memiliki nilai gizi yang mendekati nilai gizi padi (Aak, 1999:11). Tabel 2.1 adalah tabel kandungan kadar kalori, protein dan karbohidrat yang terdapat pada berbagai bahan makanan:

Tabel 2.1 Kadar kalori, protein, dan karbohidrat berbagai bahan makanan (dalam 100 gram)

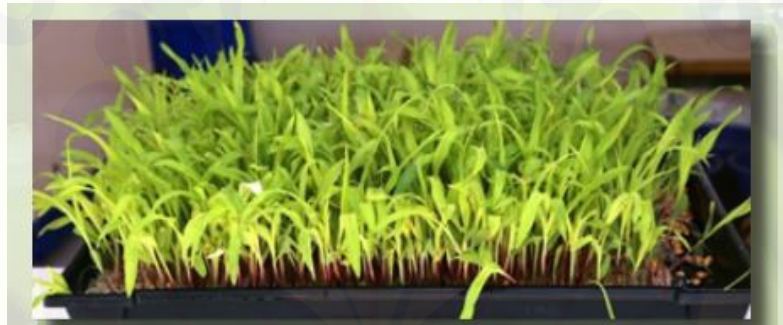
Bahan Mentah	Kadar Kalori	Kadar Protein (gram)	Kadar Karbohidrat (gram)
Beras/padi	350 kal	8	73
Jagung	320 kal	8	63
Ubi kayu basah	136 kal	1,2	32
Gaplek tepung	352 kal	1,5	85
Ketela rambat	125 kal	1,8	28
Kentang	85 kal	2	19
Sagu	341 kal	-	85
Cantel	304 kal	9	58

Sumber : (Aak, 1999:12-13)

Berdasarkan Tabel 2.1 ternyata nilai dari ketiga unsur gizi pada jagung mendekati atau hampir sama dengan ketiga unsur gizi yang terkandung dalam padi atau beras. Atas dasar kandungan tersebut jagung dapat diolah menjadi berbagai masakan dengan bentuk penyajian yang memikat. Variasi penyajian menarik ini dapat meningkatkan permintaan komoditi jagung dari para konsumen.

2.2 Hijauan Pakan Ternak (*Fodder*)

Hijauan pakan ternak adalah jenis tanaman budidaya maupun alam yang umum dipergunakan sebagai hijauan makanan ternak terdiri dari jenis rerumputan, peperduan/semak, dan pepohonan. Cukup banyak pilihan tersedia bagi spesies hijauan berpotensi tinggi diantaranya rumput alam/lapangan meliputi : rumput para, rumput benggala, rumput kolonjono, rumput buffel, dan lain-lain. Perpaduan lainnya dari limbah tanaman pangan pertanian antara lain jerami, jagung, kedelai, kacang tanah, ubi jalar, ubi kayu, dan lain-lain (Harahap dan Ali, 2015:7). Menurut Putra dan Soni (2017) Teknologi SPAD 502, spektrometer NDRE dan CCCI dapat digunakan untuk mengidentifikasi kandungan nitrogen pada daun, dalam kalibrasi alat tersebut mampu memperoleh hasil korelasi yang baik, Gambar 2.1 adalah *fodder* jagung yang ditanam dengan hidroponik.



Gambar 2.1 *Fodder* jagung hidroponik (Jemimah *et al.*, 2016)

Fodder jagung hidroponik adalah pakan ternak dengan memanfaatkan benih jagung yang ditumbuhkan menggunakan teknologi hidroponik. *Fodder* hidroponik memiliki keunggulan yaitu kandungan protein yang cukup tinggi 10 – 17% daripada hijauan lain yang merupakan nutrisi yang ideal untuk ternak (Jemimah *et al.*, 2016). Juharis (2017) melakukan penelitian mengenai jagung hidroponik bahwa kandungan protein kasar dan lemak kasar *fodder* jagung dengan umur panen yang berbeda menunjukkan hasil terbaik pada umur 11 hari dan lemak kasar 7 hari. Kandungan klorofil dari daun dapat diukur dengan teknologi kamera NIR-R dan NIR-RED dengan SPAD 502. Alat tersebut dapat memperkirakan kandungan klorofil pada daun dengan korelasi yang baik (Putra dan Soni, 2017).

2.3 Syarat Tumbuh Temperatur Jagung

Iklim yang dihendaki oleh sebagian besar tanaman jagung adalah daerah beriklim sedang hingga beriklim subtropis/tropis yang basah. Sedangkan untuk faktor temperatur yang dihendaki tanaman jagung adalah 21°C hingga 34°C (Badan Pengkajian Teknologi Pertanian NAD, 2009). Akan tetapi temperatur yang optimum adalah antara 23°C sampai dengan 27°C. Hal ini tidak menjadi *problem* yang berarti untuk areal pertanaman jagung di Indonesia. Di Jawa Timur yang terkenal banyak diusahakan tanaman jagung mempunyai suhu 25°C – 27°C. Daerah tersebut cocok untuk pertanaman jagung, bahkan menjadi daerah penting di Indonesia.

Temperatur di suatu daerah sangat erat hubungannya dengan ketinggian tempat. Semakin tinggi suatu daerah, suhu udara akan semakin turun. Temperatur daerah-daerah merupakan salah satu syarat tumbuh tanaman jagung. Pada proses perkecambahan benih memerlukan suhu yang cocok, sebab kehidupan embrio dan pertumbuhan kecambah perlu suhu kira-kira 30°C (Aak, 1999:40-41).

2.4 Hidroponik

Secara sederhana hidroponik adalah budidaya tanaman tanpa tanah, tetapi menggunakan air atau larutan unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Jemimah *et al.*, 2015). Sebagian besar nutrisi tanaman dipasok oleh nutrisi pupuk, bukan oleh media tempat tanaman tumbuh. Ada beberapa pilihan sistem berkecambah secara hidroponik seperti sistem NFT (*Nutrient Film Technique*) dan sistem fertigasi. Dengan memilih pilihan yang tepat sesuai kebutuhan akan menjadi kunci sukses berbudidaya hidroponik. Menurut Herwibowo dan Budiana (2014:20) pilihan metode hidroponik ada enam yaitu :

a. Sistem NFT (*nutrient film technique*)

Sistem ini adalah teknik pemberian larutan nutrisi melalui aliran yang sangat dangkal. Air yang mengandung semua nutrisi terlarut akan diberikan secara terus menerus selama 24 jam. Idealnya kedalaman aliran sirkulasi dalam sistem harus tipis, seperti kata *film* yang berarti tipis atau sedikit. Hal ini untuk

memastikan untuk memastikan perakaran selalu mendapatkan air dan nutrisi. Sistem ini memberikan limbah oksigen kepada akar tanaman.

b. NFT sistem terbuka

Secara umum sistem NFT dilakukan di dalam *greenhouse*, Namun juga dapat dilakukan diluar *greenhouse*. Secara prinsip sama, metode hidroponik sederhana yang bekerja mengalirkan air, oksigen, dan air secara terus menerus dengan ketelabalan arus kurang lebih 3 mm. Tanaman disangga sedemikian rupa sehingga akar tanaman menyentuh nutrisi yang diberikan.

c. Sistem fertigasi

Sistem ini merupakan yang paling banyak digunakan dalam dunia pertanian. Sistem ini merupakan pengembangan dari *drip irrigation* (irigasi tetes), tanaman disiram dengan meneteskan air. Modifikasinya pada sistem fertigasi adalah tanaman tidak hanya diberikan pengairan berupa tetesan air, tetapi air yang diteteskan juga telah dicampur dengan nutrisi.

d. Sistem sumbu

Teknik ini memanfaatkan gaya kapilaritas pada sumbu untuk mengantarkan air dan nutrisi ke akar tanaman sehingga akar dapat menyerap semua unsur hara yang disediakan. Metode ini sangat mudah karena pembuatannya tidak membutuhkan peralatan yang banyak.

e. Aeroponik

Teknik ini merupakan hidroponik yang menggunakan teknologi tinggi. Seperti pada sistem NFT, media tanamnya udara. Akar akar menggantung di udara dikabutkan oleh air nutrisi. Pengabutan biasanya dilakukan oleh *nozzle* beberapa menit sekali. Karena akar terekspos di udara, akar akan lebih cepat mengering jika pengabutan terganggu. Oleh karena itu air dan nutrisi disemprotkan akan masuk kembali ke bak penampung untuk disemprotkan kembali.

f. *Floating hydroponic*

Metode ini merupakan budidaya sayuran dengan cara menanamkan sayuran pada lubang *styrofoam* yang mengapung diatas permukaan larutan nutrisi dalam suatu bak penampung atau kolam sehingga akarnya akan mengapung atau

terendam dalam larutan nutrisi. Pada sistem ini, larutan nutrisi tidak disirkulasikan, tetapi dibiarkan mengapung pada bak.

2.5 Greenhouse

Greenhouse merupakan bangunan yang memiliki struktur atap dan dinding yang bersifat tembus cahaya. Cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman dapat masuk ke rumah tanaman sehingga tanaman terhindar dari kondisi yang tidak menguntungkan. Di dalam *greenhouse*, parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yaitu cahaya matahari, suhu udara, kelembaban udara, pasokan nutrisi, kecepatan angin, dan konsentrasi karbondioksida dapat dikendalikan dengan mudah (Suryani, 2015:148-149)

Greenhouse dengan atapnya yang tembus cahaya difungsikan untuk memanipulasi kondisi lingkungan agar tanaman didalamnya dapat berkembang secara optimal. Menurut Suryani (2015:150) Manipulasi lingkungan dilakukan dalam dua kondisi yaitu:

a. Menghindari kondisi yang tidak dihendaki

Kondisi lingkungan yang tidak dihendaki antara lain :

- 1) Ekses radiasi sinar matahari seperti sinar ultraviolet dan sinar inframerah.
- 2) Suhu dan kelembaban yang tidak sesuai.
- 3) Kekurangan dan kelebihan curah hujan.
- 4) Gangguan hama dan penyakit.
- 5) Tiupan angin yang terlalu kuat sehingga dapat merobohkan tanaman.
- 6) Tiupan angin dan serangga yang menyebabkan kontaminasi penyerbukan.
- 7) Ekses polutan akibat polusi udara.

b. Menciptakan kondisi yang dihendaki

Sedangkan kondisi lingkungan yang dihendaki antara lain :

- 1) Kondisi cuaca yang mendukung rentang waktu tanam lebih panjang.
- 2) Mikroklimat suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman.
- 3) Suplai air dan pupuk dapat dilakukan secara berkala dan terukur.
- 4) Sanitasi lingkungan sehingga tidak kondusif bagi hama dan penyakit.

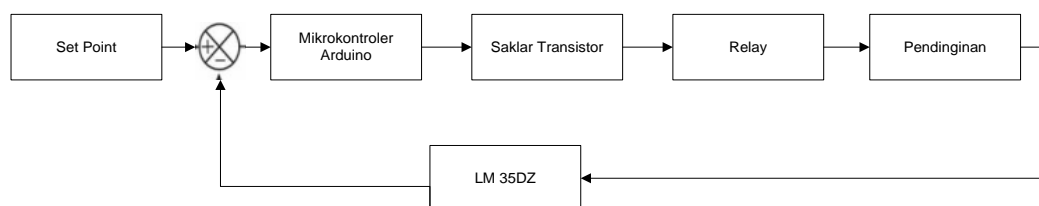
- 5) Kondisi nyaman bagi terlaksananya aktivitas produksi dan pengawasan mutu.
- 6) Bersih dari eksek lingkungan seperti polutan dan minimnya residu pestisida.
- 7) Hilangnya gangguan fisik oleh angin maupun hewan.

2.5.1 Sistem Kontrol *Greenhouse*

Semua kebutuhan di dalam *greenhouse* yang digunakan mengontrol iklim mikro adalah penggunaan aktuator pada sistem kontrol. Pada umumnya aktuator yang bekerja secara saklar ON/OFF adalah kipas, pompa, lampu, pemanas, dan *cooling pad*. Penggunaan sistem kontrol *greenhouse* yaitu dengan gabungan dari perangkat lunak dan perangkat keras. Perangkat lunak meliputi penggunaan program akuisisi data berupa perintah untuk mengontrol. Sedangkan perangkat keras umumnya adalah sensor, mikrokontroler, saklar, komponen, dan aktuator. Kegunaan sistem kontrol lingkungan *greenhouse* ini adalah untuk mengontrol parameter iklim mikro seperti suhu, kelembaban, cahaya, dan kebutuhan air yang dapat secara berkala dilihat dengan observasi visual (Marhaenanto *et al.*, 2013).

Pambayun dan Sumarna (2016) melakukan penelitian mengenai sensor LM 35DZ akan dipasang dekat pada tumbuhan di dalam *greenhouse*. Cara kerja sistem kontrol tersebut yaitu pertama mengatur *set point* sebelum sistem berjalan dengan otomatis. Kemudian mikrokontroler akan menyimpan data hasil *set point* yang telah ditentukan dan melakukan eksekusi dengan menghidupkan atau mematikan *fan* dan *exhaust fan* melalui pensaklaran *driver ON/OFF*.

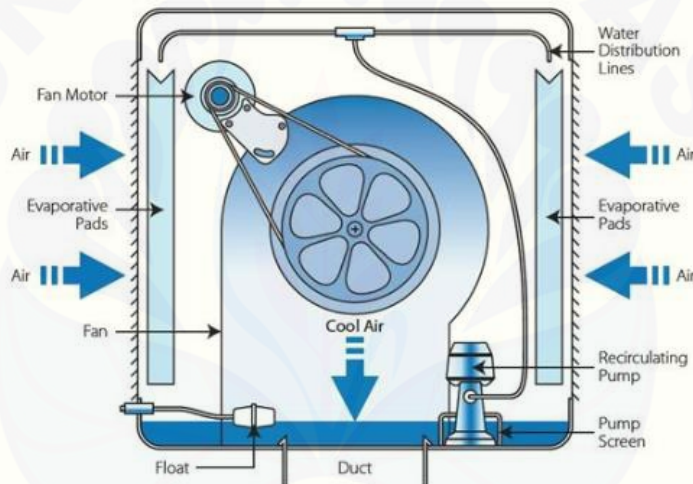
Perubahan suhu akibat pembuangan panas dari *exhaust fan* dan sirkulasi udara dari *fan* ini akan dideteksi oleh sensor suhu LM 35DZ. Apabila suhu udara di dalam *greenhouse* lebih tinggi dari *set point* maka mikrokontroler akan kembali memerintahkan *driver exhaust fan* dan *fan* pada posisi ON, sebaliknya apabila suhu ruangan sudah sesuai maka *exhaust fan* dan *fan* akan mati (*OFF*). Gambar 2.2 adalah skema pengontrolan suhu dengan mikrokontroler.



Gambar 2.2 Skema pengontrolan suhu

2.5.2 Mesin Pendingin Evaporasi

Pada umumnya mesin pendingin evaporasi bekerja dengan menghisap udara dari lingkungan, saat dihisap inilah udara bersinggungan dengan bantalan yang ditetesi air di sisi belakang (sisi hisap) *blower/fan*. Air membasahi bantalan yang menyerupai jala-jala di bagian atas dan sisa tetesan akan jatuh di *water tank* bagian bawah. Air disirkulasikan dari *water tank* ke bagian atas bantalan dengan bantuan pompa. Udara dingin yang keluar dari bantalan akan dihisap dan dihembuskan oleh *blower/fan* ke lingkungan, dan proses pendinginan pun berlangsung (Suryana *et al.*, 2014), Gambar 2.3 adalah mesin pendingin tipe evaporasi.



Gambar 2.3 Mesin pendingin evaporasi (Suryana *et al.*, 2014).

2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam suatu *chip*, yang didalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *input/output* dan perangkat pelengkap lainnya. Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi (Adi, 2010:105-106).

Menurut Andriano dan Darmawan (2016:9-10) mikrokontroler digunakan dalam sistem elektronik modern, seperti; sistem manajemen mesin mobil, *keyboard computer*, instrumen pengukuran elektronik, televisi, radio, telepon digital, *Microwave oven*, *printer*, *scanner*, kulkas, pendingin ruang, CD/DVD player, kamera, mesin cuci, robot, sistem otomasi, akuisisi data, keamanan, peralatan medis, mesin ATM, modem, router dan lain-lain.

2.6.1 Arduino

Arduino adalah suatu perangkat *prototype* elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah untuk digunakan. Perangkat ini ditujukan bagi siapapun yang ingin memanfaatkan mikrokontroler secara praktis dan mudah. Berikut merupakan salah satu board arduino. Gambar 2.4 adalah *board* mikrokontroler arduino.



Gambar 2.4 Mikrokontroler arduino (Arduino, 2017).

Arduino dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor (cahaya, suhu, inframerah, ultrasonik, jarak, tekanan, kelembaban) dan dapat mengendalikan peralatan seperti lampu, dan aktuator lainnya. Kelebihan-kelebihan *board* arduino di antaranya adalah :

- a. Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya memiliki *bootloader* yang akan menangani program *upload* dari computer.
- b. Bahasa pemrograman relatif mudah (bahasa C), *software* Arduino dioperasikan dalam bentuk GUI (*Graphic User Interface*), IDE (*Integrated Development Environment*), memiliki *library* lengkap, gratis, dan *open source*.

- c. Komunikasi serial dan komunikasi untuk *upload* program menggunakan jalur yang sama yaitu USB, jadi hanya membutuhkan sedikit kabel (Andrianto dan Darmawan, 2016:15-19).

2.6.2 Ethernet Shield

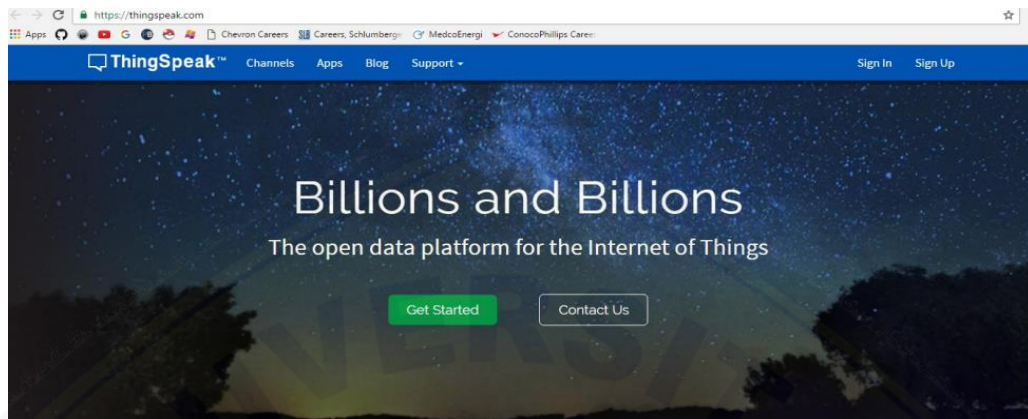
Ethernet Shield merupakan perangkat tambahan yang digunakan untuk menghubungkan Arduino ke dalam jaringan komputer atau internet. *Shield* ini memakai WIZnet W5100 *Ethernet Chip* yang dapat memberi kemudahan untuk membuat Arduino dapat diakses secara *online*. Penggunaan *Shield* ini disertai *library Arduino* untuk menulis *sketch*. Dalam menggunakan perangkat ini cukup dengan menancapkan *shield* di atas Arduino Uno yang ada. Begitupun untuk pemrogramannya cukup menghubungkan Arduino dengan komputer via USB sebagaimana memprogram Arduino seperti biasa, serta menghubungkan *ethernet shield* dengan komputer atau *hub* atau *router*, dapat menggunakan kabel UTP Cat5 dengan konektor RJ45 (Dinata dan Sunanda, 2015). Gambar 2.5 adalah perangkat *ethernet shield*.



Gambar 2.5 Perangkat *Ethernet shield*

API *Thingspeak* merupakan tampilan antarmuka yang bersifat *open source* (gratis) untuk menyediakan data yang masuk, catatan waktu, dan keluaran (*output*) pada penggunaannya. *Thingspeak* bekerja dengan cara menampilkan catatan berupa gambar atau grafik, data tersebut didapatkan menggunakan sensor untuk pengambilan data. Data dikirim dan diterima menggunakan website resmi

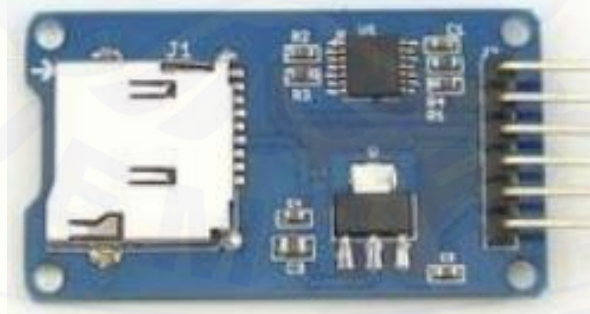
api.Thingspeak.com (Maureira *et al.*, 2014). Gambar 2.6 adalah tampilan beranda website *api.Thingspeak.com*



Gambar 2.6 Website resmi Thingspeak

2.6.3 Modul SD Card

Modul (*MicroSD Card Adapter*) adalah modul pembaca kartu *Micro SD*, melalui sistem *file* dan *SPI* antarmuka driver, *MCU* untuk melengkapi sistem file untuk membaca dan menulis kartu *Micro SD*. Pengguna *Arduino* langsung dapat menggunakan *Arduino IDE* dilengkapi dengan kartu *SD* untuk menyelesaikan inisialisasi kartu perpustakaan dan membaca-menulis (Indoware, 2013). Gambar 2.7 adalah modul *SD card* untuk media penyimpanan data.



Gambar 2.7 Modul SD card

Fitur modul ini adalah sebagai berikut:

- Mendukung kartu *Micro SD*, kartu *Micro SDHC* (kartu kecepatan tinggi)
- Tingkat konversi papan sirkuit yang antarmuka level untuk 5V atau 3.3V
- Power supply adalah 4.5V ~ 5.5V, regulator tegangan 3.3V papan sirkuit

- d. Komunikasi antarmuka SPI antarmuka standar
- e. Empat M2 lubang sekrup posisi untuk kemudahan instalasi

2.6.4 Modul DS3231 (RTC)

Modul RTC merupakan modul pencatat waktu secara terus menerus (*real time*) yang pada dasarnya sama seperti jam tangan. Alat bekerja dengan baterai dan akan membuat alat bekerja secara terus menerus selama ada arus listrik. Dengan menggunakan RTC penggunaannya dapat menjelajahi waktu secara berkelanjutan meskipun USB pada mikrokontroler telah dicabut. Penggunaan *library* RTC pada aplikasi Arduino IDE dapat menunjukkan keterangan secara lengkap meliputi tahun, bulan, hari, jam, menit dan detik (Cooper, 2018). Gambar 2.8 adalah contoh modul RTC tipe DS3231.



Gambar 2.8 Modul RTC DS3231

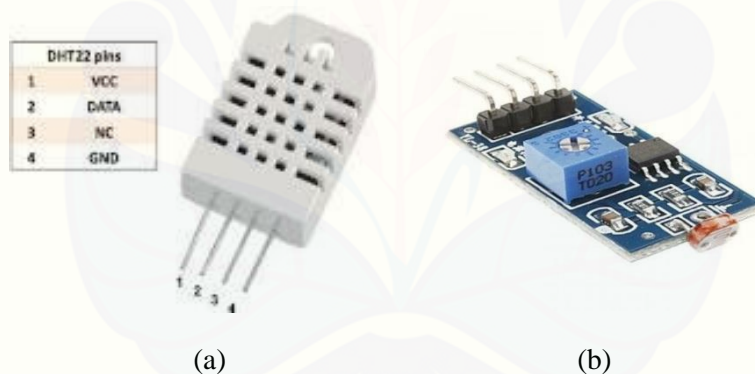
2.6.5 Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang memiliki fungsi yang hampir sama dengan saklar/*switch*, komponen ini bekerja sebagai saklar mekanik yang digerakkan oleh energi listrik. *Relay* menggunakan gaya elektromagnetik untuk membuka atau menutup kontak. Salah satu keutamaan *relay* dalam dunia industri adalah untuk implementasi logika kontrol dalam suatu sistem diantaranya *switch*, *timer*, *counter*, dan lain lain (Wicaksono, 2009).

2.6.6 Sensor

Suhu dan kelembaban merupakan beberapa parameter pengukuran yang digunakan dalam proses akuisisi data. Salah satu jenis famili sensor yang digunakan dalam pengukuran suhu dan kelembaban dalam satu waktu adalah sensor DHT. Sensor ini terdiri dari beberapa varian yang sering digunakan yaitu DHT 11 dan DHT 22. Sensor ini cukup banyak dipilih karena data keluaran yang dihasilkan sudah dalam bentuk digital sehingga tidak memerlukan konversi dari sinyal analog (Saptadi, 2014).

LDR merupakan salah satu jenis resistor yang disebut sebagai fotoresistor. Nilai hambatan LDR dipengaruhi oleh cahaya yang diterima dari lingkungan sekitar. Resistansi LDR dapat berubah-ubah tergantung pada intensitas cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri (Kurniawan *et al.*, 2013). Gambar 2.9 adalah sensor DHT 22 dan modul sensor LDR.



(a) Foto sensor DHT 22; (b) Modul sensor LDR

Gambar 2.9 Sensor DHT dan LDR

2.7 Nutrisi (Pupuk)

Senyawa yang mengandung unsur hara yang diberikan pada tanaman disebut dengan pupuk. Suatu pupuk umumnya terdiri dari komponen-komponen yang mengandung unsur hara, zat penolak air, pengisi, pengatur konsistensi, kotoran, dan lain-lain (Jumin, 2014:99-100). Berdasarkan penelitian Tompo (2017) bahwa produksi bahan kering dan bahan organik *fodder* jagung dari media hidroponik, menunjukkan hasil yang tidak berbeda namun kecenderungan adanya

peningkatan produksi bahan kering dan bahan organik pada perlakuan dan pemberian nutrisi pupuk organik cair. Dalam penelitian ini menggunakan pupuk organik cair dan pupuk AB mix untuk hidroponik

Menurut Suryani (2015:105-106) larutan hara untuk pemupukan tanaman hidroponik diformulasikan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pupuk yang dapat digunakan tanaman hidroponik harus memiliki tingkat kelarutan yang tinggi. Beberapa unsur hara yang dibutuhkan tanaman hidroponik adalah unsur hara makro primer, sekunder dan mikro :

a. Unsur hara makro meliputi :

- 1) Nitrogen (N) diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif (memperbesar, mempertinggi, menghijaukan daun) dan menyusun klorofil.
- 2) Phospor (P), untuk pertumbuhan akar, pembungaan, dan pemasakan. Unsur P juga berfungsi penyusun inti sel, lemak dan protein.
- 3) Kalium (K), mempengaruhi kualitas (rasa, warna, dan bobot), menambah daya tahan tanaman terhadap kekeringan, penyakit, mempercepat pertumbuhan, pembentukan protein dan karbohidrat.

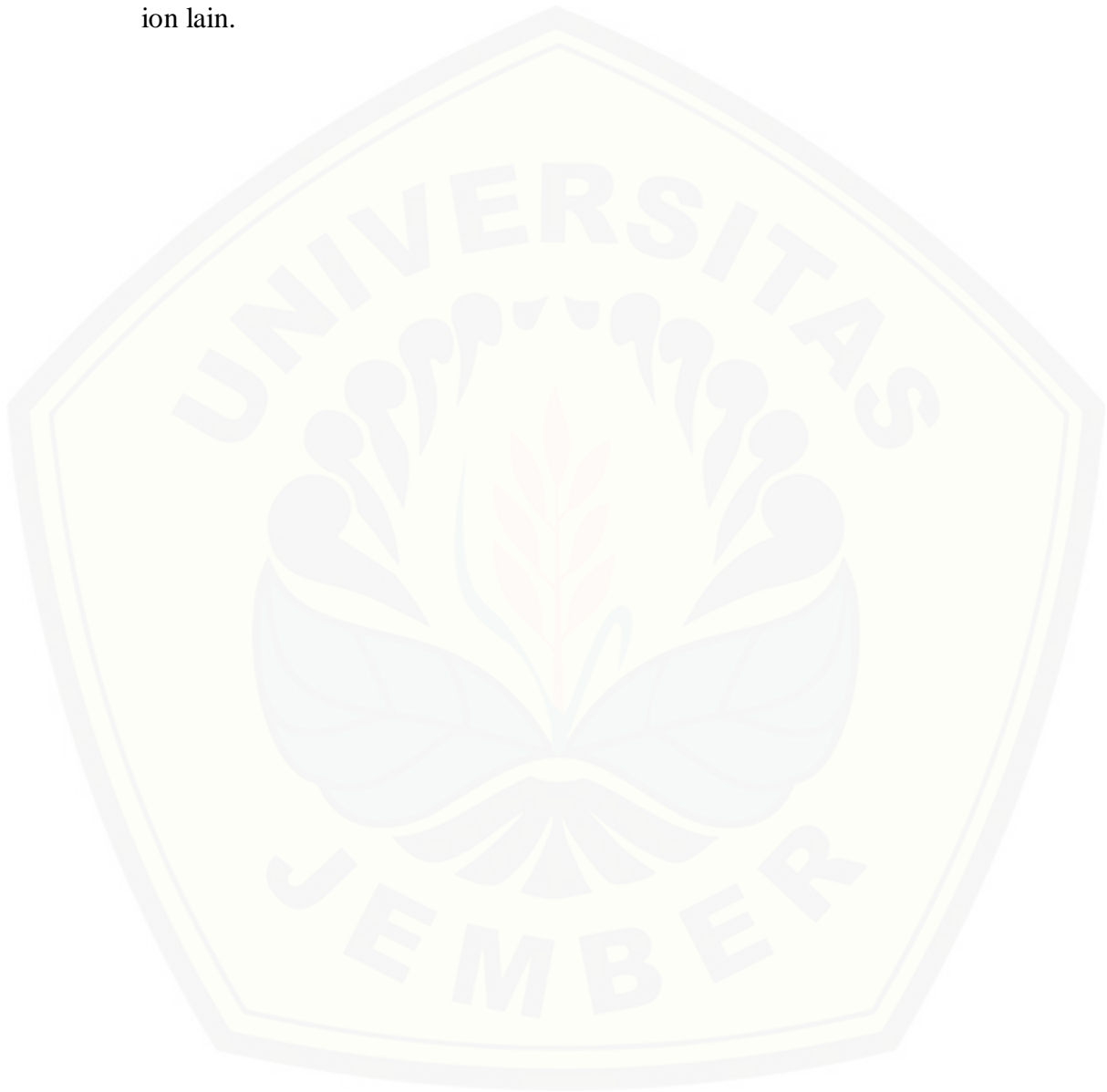
b. Unsur hara makro sekunder meliputi :

- 1) Kalsium (Ca), berfungsi dalam menyusun klorofil, enzim untuk metabolisme karbohidrat, dan memperkuat sel meristem.
- 2) Magnesium (Mg), berfungsi sebagai transfortasi fosfat, menciptakan rasa hijau pada daun, membentuk karbohidrat, dan lemak.
- 3) Sulfur (S), sangat penting untuk vitamin pada tanaman.

c. Unsur hara mikro meliputi :

- 1) Ferrit (Fe), berfungsi untuk pembentukan klorofil
- 2) Mangan (Mn), berfungsi sebagai penyusunan klorofil, perkecambahan, dan pemasakan buah.
- 3) Tembaga (Cu), berfungsi membantu pembentukan klorofil
- 4) Seng (Zn), membantu pertumbuhan dengan membentuk hormone tumbuh.
- 5) Boron (B), mengangkut karbohidrat ke tubuh tanaman, menghisap unsur kalsium, dan perkembangan bagian-bagan tanaman.

- 6) Molibdenum (Mo), berfungsi mengikat N oleh mikroba dan katalisator untuk mereduksi N.
- 7) Klor (Cl), berfungsi sebagai pemindah hara, meningkatkan osmosis sel, mencegah kehilangan air yang tidak seimbang dan memperbaiki penyerapan ion lain.



BAB 3. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di *Greenhouse*, Laboratorium Enotin Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan bulan Maret 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

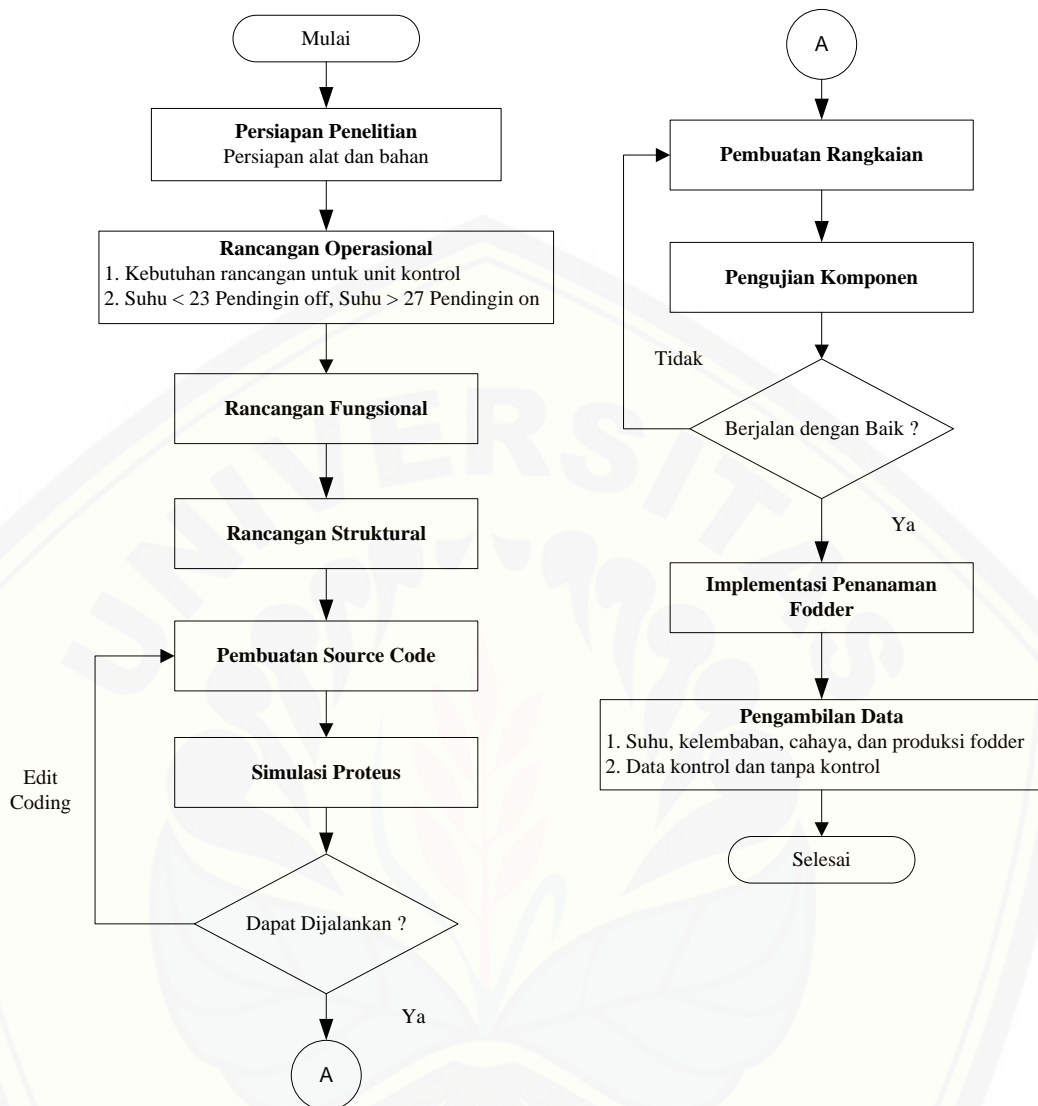
- a. *Greenhouse* dan *box* kontrol
- b. Nampan ukuran 35 x 50 cm
- c. Timbangan digital
- d. Penggaris 30 cm
- e. Ember untuk perendaman
- f. *Software* Autocad 2007, Arduino IDE, *Microsoft Excel* dan Proteus 8.6.
- g. Alat pendingin evaporasi dan kipas.
- h. Sensor DHT22 (suhu dan kelembaban) dan *load light sensor* (sensor cahaya)
- i. *Ethernet shield*, modul RTC, modul SD card dan kartu memori

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Air
- b. Benih jagung mutiara varietas DK
- c. Nutrisi organik dan AB mix

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan melalui beberapa tahapan. Gambar 3.1 berikut ini adalah tahapan penelitian yang ditampilkan pada diagram alir:



Gambar 3.1 Tahapan penelitian

3.3.1 Rancangan Operasional

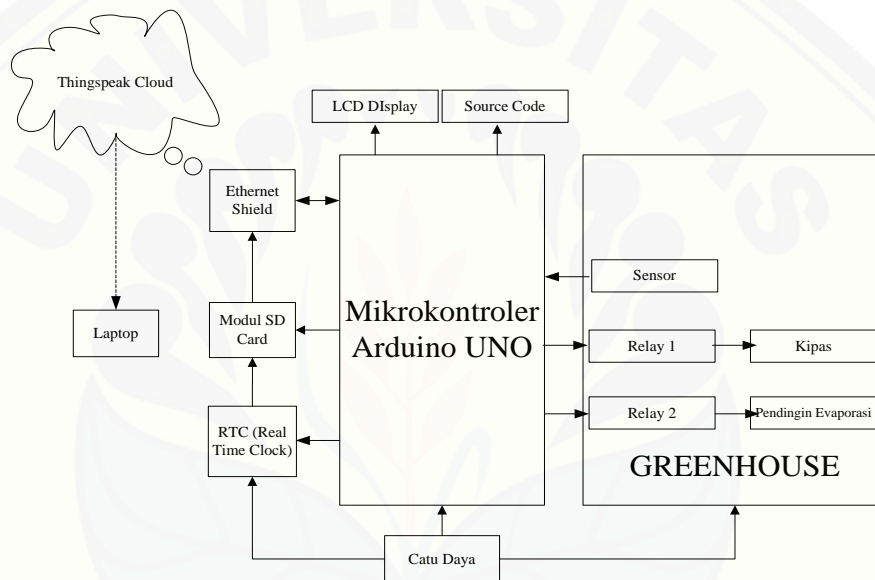
Pada perancangan sistem kontrol suhu di *greenhouse* menggunakan beberapa komponen utama yaitu mikrokontroler arduino, sensor, *ethernet shield*, modul SD card, dan alat untuk menurunkan suhu di dalam *greenhouse*. Untuk membuat pendingin dapat bekerja secara otomatis dengan batas tertentu, menggunakan relay sebagai *driver* ON dan OFF.

Mikrokontroler akan mengatur suhu dan kelembaban di ruangan dengan memerintahkan *relay* untuk menyalakan atau mematikan skalar. Jika suhu di atas

27°C maka pendingin (kipas dan pendingin evaporasi) di dalam *greenhouse* akan hidup untuk menurunkan suhu yang diinginkan yaitu 23°C - 27°C. Apabila suhu dibawah 23°C maka pendingin akan mati secara otomatis.

3.3.2 Rancangan Fungsional

Pada perancangan fungsional menggunakan beberapa komponen utama. Gambar 3.2 adalah ilustrasi penggunaan keseluruhan komponen sistem kontrol suhu.



Gambar 3.2 Ilustrasi penggunaan sistem kontrol

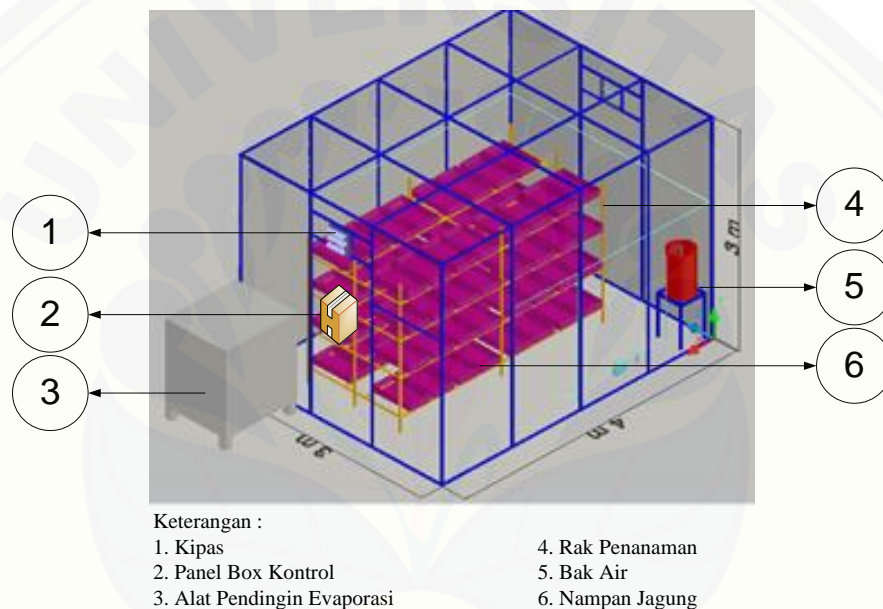
Fungsi dari komponen tersebut adalah sebagai berikut :

- Greenhouse* berfungsi sebagai tempat budidaya tanaman *fodder* hidroponik
- Catu daya berfungsi sebagai sumber listrik yang dibutuhkan
- Mikrokontroler Arduino sebagai pengendali seluruh komponen
- Sensor berfungsi sebagai pendeteksi suhu, kelembaban, dan cahaya di dalam *greenhouse*. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah DHT22 dan sensor cahaya (*load light sensor*)
- Display* berfungsi untuk menampilkan informasi dalam bentuk LCD
- Relay* berfungsi sebagai penyambung dan memotong arus
- Pendingin dan kipas berfungsi sebagai penurun suhu di ruang *greenhouse*

- h. *Ethernet* digunakan untuk menghubungkan Arduino ke *Thingspeak cloud*.
- i. RTC digunakan untuk menampilkan waktu dan tanggal pengambilan data.
- j. Penyimpanan data pada rangkaian ini menggunakan SD card dan *ethernet* untuk *monitoring* data secara *online* dengan laptop.

3.3.3 Rancangan Struktural

Semua komponen yang digunakan diletakkan pada *greenhouse*. Gambar 3.3 adalah struktur bangunan *greenhouse* untuk pemasangan sistem kontrol suhu dan penanaman hidroponik.



Gambar 3.3 Struktur bangunan *greenhouse*

Posisi alat pendingin evaporasi yang berfungsi menurunkan suhu berada samping bangunan, sedangkan posisi kipas yang digunakan untuk mengatur kelembaban berada diatas. Posisi sensor pada ruang *greenhouse* didekat rak penanaman *fodder*. Sehingga letak sensor akan lebih dekat terhadap perubahan suhu dan kelembaban yang terjadi. Mikrokontroler Arduino dan komponen pendukung lainnya diletakkan di depan bangunan *greenhouse* untuk memudahkan pengontrolan namun dilindungi oleh kotak agar terlindung dari hujan.

3.3.4 Pembuatan *Source Code*

Pembuatan *source code* pada mikrokontroler yaitu menggunakan *software* Arduino IDE 1.6.5 berbasis *open source*. Penggunaan *software* ini menggunakan bahasa C, pada umumnya *source code* dalam program adalah program deklarasi, *void setup*, dan *void loop*.

3.3.5 Simulasi Rangkaian

Percobaan pembuatan rangkaian dilakukan dengan cara simulasi, *source code* yang telah dibuat pada proses sebelumnya dimasukkan pada *software Proteous* sehingga dapat dilihat apakah pembuatan *source code* dan percobaan pembuatan rangkaian telah berhasil dilakukan.

3.3.4 Pembuatan Unit Rangkaian

Rangkaian unit kontrol dibuat berdasarkan kebutuhan komponen-komponen yang digunakan. Pembuatan untuk kebutuhan pengambilan data dibuat 2 unit rangkaian, pembuatan rangkaian yang utama adalah untuk rangkaian didalam *greenhouse* yang terkontrol oleh mikrokontroler dan alat pendinginan. Sedangkan pembuatan kedua adalah rangkaian diluar *greenhouse*, rangkaian dibuat sederhana tanpa relay dan kontrol, hanya untuk perekaman data saja.

3.3.5 Pengujian Unit Kontrol

Komponen – komponen yang akan digunakan pada sistem kontrol dilakukan pengujian keberfungsian untuk memastikan semua komponen berjalan dengan baik. Komponen utama yang dilakukan pengujian antara lain *ethernet shield*, modul SD card, RTC (*real time clock*), sensor dan *display LCD*.

3.3.6 Penanaman *Fodder* Hidroponik

Penanaman hidroponik pakan ternak ini dilakukan dengan cara menumbuhkan benih jagung pada nampan. Kemudian benih jagung yang ditebar merata akan tumbuh tunas dan daun hijau segar yang digunakan untuk hijauan pakan ternak. Berikut merupakan tahapan penanaman *fodder* hidroponik :

a. Persiapan bahan

Mempersiapkan benih jagung dan direndam selama 24 jam. Kemudian benih jagung disortir dan dipilih yang baik 533 gram (berat benih setelah dilakukan perendaman adalah 800 gram per nampan) sebanyak 24 nampan, 21 nampan di dalam *greenhouse* dan 3 nampan di luar *greenhouse*.

b. Penyemaian dan penanaman benih jagung

Benih jagung yang telah direndam, kemudian ditebar pada nampan secara merata. Kemudian tutup nampan dengan kain hitam selama 3 hari agar kondisi biji tetap gelap dan tidak terkena cahaya matahari untuk menjaga kelembaban benih jagung. Hari berikutnya akan memasuki fase penanaman selama 6 hari.

c. Penyiraman dan nutrisi

Penyiraman dilakukan setiap hari untuk memenuhi keperluan mineral dan nutrisi jagung. Penyiraman dilakukan langsung pada nampan benih jagung yaitu sebanyak 300 ml setiap nampan selama 3 kali sehari. Pemberian nutrisi dilakukan dengan melarutkan dengan dosis standar pupuk, untuk pupuk organik 2 ml dilarutkan dengan 1 liter air, sedangkan AB mix 5 ml untuk 1 liter air. Sedangkan pemberian nutrisi dilakukan sesuai dosis tiap perlakuan.

d. Pemanenan

Panen dilakukan pada hari ke – 9 saat benih jagung ditebar merata pada nampan. Karena pada hari ke – 9 daun telah sangat lebat dan banyak. Pemanenan dapat langsung mengangkat atau mengambil hijauan yang ada pada nampan

3.3.6 Pengambilan Data

Data yang diperoleh selama penelitian yaitu data dari mikrokontroler Arduino berupa data suhu, kelembaban, cahaya diluar dan didalam *greenhouse*. Pada penelitian pendahuluan akan dilakukan perekaman data tanpa kontrol selama 24 jam untuk mengetahui suhu di dalam *greenhouse* namun tanpa menghidupkan alat pendinginan, kemudian hari berikutnya akan dibandingkan dengan *greenhouse* yang telah terkontrol alat pendinginan sesuai dengan *set point* pemrograman. Selama penanaman (9 hari) data akan direkam otomatis,

perekaman data dilakukan setiap interval 1 detik pada penyimpanan *offline* (SD card) dan 1 menit pada penyimpanan *online* (*Thingspeak*).

Sedangkan penanaman *fodder* hidroponik diperoleh data produksi berupa produksi biomassa jagung hidroponik setelah dipanen. Produktivitas benih jagung dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan jagung hingga panen. Berikut adalah rumus produktivitas benih:

$$P(\%) = \frac{A}{B} \times 100 \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

P = Produktivitas tanaman

A = Berat tanaman setelah panen

B = Berat benih jagung

3.4 Analisis Data

Data pada sensor yang didapatkan selama penelitian disajikan dalam bentuk grafik dengan interval 30 menit. Pada penggunaan kapasitas alat pendingin akan diestimasi menggunakan kebutuhan volume ruang *greenhouse* berdasarkan penggunaan pendingin pada AC. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan analisis Anova berkaitan dengan hijauan yang dihasilkan dari 800 gram benih jagung dan berjumlah 7 perlakuan dilakukan selama 3 kali pengulangan. P0 dan P7 merupakan penanaman tanpa nutrisi untuk membandingkan penanaman di dalam dan luar *greenhouse*. Tujuan analisis anova adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan nyata antara setiap perlakuan dan dosis yang digunakan pada P0 – P6. Tabel 3.1 adalah rancangan yang akan dilakukan saat penelitian :

Tabel 3.1 Rancangan percobaan penanaman *fodder* jagung

Rak	Rancangan Percobaan						
1	P1U3	P2U1	P4U1	P3U3	P5U2	P1U1	P0U3
2	P0U2	P4U2	P0U1	P6U3	P2U3	P6U2	P1U2
3	P3U2	P2U2	P6U1	P3U1	P5U1	P4U3	P5U3

Keterangan :

P = Perlakuan

U = Ulangan

P0 : nampan dan tanpa pupuk (dalam *greenhouse*)

P1 : nampan dan 100 ml pupuk AB mix

P2 : nampan dan 200 ml pupuk AB mix

P3 : nampan dan 300 ml pupuk AB mix

P4 : nampan dan 100 ml pupuk organik cair

P5 : nampan dan 200 ml pupuk organik cair

P6 : nampan dan 300 ml pupuk organik cair

P7 : nampan dan tanpa pupuk (luar *greenhouse*)

Data produksi yang didapatkan akan disajikan dalam bentuk grafik batang dan tabel analisis anova satu arah. Ketentuan anova adalah, jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima, jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_1 diterima dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Hipotesis dirumuskan sebagai berikut :

H_0 : Tidak terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan pupuk organik, AB mix dan dosis yang digunakan untuk produksi *fodder*

H_1 : Terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan pupuk organik, AB mix dan dosis yang digunakan untuk produksi *fodder*

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai sistem kontrol pendingin berbasis arduino untuk produksi *fodder* dapat disimpulkan bahwa :

- a. Rangkaian sistem kontrol suhu berbasis Arduino dengan penggunaan komponen pendukung sensor, *relay*, modul SD card, *ethernet shield* dan RTC (*real time clock*), yang digunakan pada *greenhouse* telah diuji dan mampu bekerja dengan baik
- b. Penggunaan alat pendingin evaporasi (*evaporative cooler*) dengan kapasitas 115,5 watt dan kipas dengan kapasitas 99 watt sebagai aktuator belum mampu mengoptimalkan suhu ruang *greenhouse* terutama pada siang hari, karena pendingin hanya mampu menurunkan suhu 1°C - 3°C di dalam ruang *greenhouse*. Sehingga suhu yang dihasilkan masih diatas batas suhu optimal.
- c. Penanaman didalam *greenhouse* menunjukkan hasil yang lebih baik daripada penanaman yang dilakukan diluar *greenhouse*, dengan selisih menunjukkan 145,34 gram produksi atau 18% lebih besar.
- d. Penanaman didalam *greenhouse* dengan pemberian nutrisi menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan, dengan rata rata produksi *fodder* setiap nampan sebesar 1557,38 gram .

5.2 Saran

Kombinasi alat pendingin evaporasi dan kipas masih memiliki kelemahan yaitu suhu yang dihasilkan masih berada diatas 27°C pada ruang *greenhouse* terutama pada siang hari. Sehingga apabila ingin menurunkan suhu agar lebih dingin masih diperlukan kapasitas alat pendingin yang lebih besar. Sedangkan nutrisi AB mix dan organik tidak mampu meningkatkan produksi secara signifikan, oleh karena itu perlu studi nutrisi dan dosis lebih lanjut mengenai cara agar produksi *fodder* segar untuk pakan ternak dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aak . 1999. *Teknik Bercocok Tanam Jagung*. Yogyakarta: Kanisius.
- Adi, A.N. 2010 *Mekatronika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Alahudin, M. 2013. Kondisi termal bangunan *greenhouse* dan *screenhouse* pada Fakultas Pertanian Universitas Musamus Merauke. *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha*. ISSN 2089-6697. Vol II, No.1.
- Andrianto, H. dan A. Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung.
- Arduino. 2015. Arduino Board UNO. [serial online]. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. [29 November 2017].
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta. 2016. Hidroponik Sayuran di Perkotaan. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NAD. 2009. Budidaya tanaman jagung. Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh.
- Cooper, T. 2018. DS 1307 Real Time Clock Breakout Board Kit. Adafruit Learning System. Adafruit Industries.
- Dinata dan Sunanda. 2015. Implementasi wireless monitoring energi listrik berbasis database. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. Fakultas Teknik. Universitas Bangka Belitung
- Edi, S. 2014. Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans poir*). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi. ISSN 2302 – 6472. Vol. 3, No. 1.
- Harahap, A. E. dan A. Ali. 2015. *Bioteknologi Pakan*. Yogyakarta: ASWAJA Presindo.
- Herwibowo, K. dan N. S. Budiana. 2014. *Hidroponik Sayuran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Jemimah, R., P. T. Gnanaraj., T. Muthuramalingam., dan T. Devi. 2016. *Hydroponic Green Fodder Production*. Tamil Nadu Veterinary and Animal Science University.
- Juharis, N. 2017. Perbedaan Umur Panen Terhadap Kandungan Protein Kasar dan Lemak Kasar *Fodder* Jagung dengan Sistem Hidroponik. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Peternakan Universitas Hassanudin.
- Jumin, H. B. J. 2014. *Dasar-dasar Agronomi*. Jakarta: PT Rajagrafindo Perada

- Koten, B.B., R. D. Soetrisno., N. Ngadiyono, dan B. Soewigyo. 2013. Penampilan produksi hijauan hasil tumpangsari arbila (*Phaeolus lunatus*) berinokulum rhizobium dan sorgum (*Sorghun bicolor*) pada jarak janam arbila dan jumlah baris sorgum. *Sains Pertenakan*. ISSN 1693-8828.Vol.11, No.1.
- Kurniawan, E., C. Suhery., dan D. Triyanto. 2013. Sistem penerangan otomatis dengan sensor cahaya berbasis mikrokontroler. *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tannjungpura*. ISSN 2338-493x Vol.1 No.2.
- Marhaenanto, B. dan Singh, K. 2002. Development of a computer based *greenhouse* environment controller. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*.
- Marhaenanto, B., P. Soni., dan V. M. Salokhe. 2013. Development of an internet based greenhouse control system. *International Agricultural Engineering Journal*. Vol. 22, No. 3.
- Maureira, M. A, G., D. Oldenhof., dan L. Teernnstra. 2014. *Thingspeak* an API and Web Service for The Internet Of Things. LIACS. Leiden University.
- Nusa, M, I. 2015. Teknologi pendingin evaporasi untuk memperpanjang umur simpan buah dan sayuran segar. Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian UMSU Medan.
- Pambayun, R.R. dan Sumarna. 2016. Otomatisasi pengendalian suhu pada *greenhouse*. *Jurnal Fisika*. Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Patil, K. B. N. Kiran., dan R. Srinath. 2016. Internet Of Things For *Greenhouse* Gas Detection System. *International Research Journal Of Engineering and Technology*. The National Institute of Engineering College, Mysuru. India.
- Putra dan Soni. 2017. Evaluating NIR-Red and NIR-Red edge external filters wih digital cameras for assessing vegetation indices under different illumination. *Infrared Physics & Technology*. Agricultural System and Engineering (IRJET.NET), School of Environment. Resources and Development, ASIAN Institute of Taechnology. Pathumthani, Thailand.
- Putra dan Soni. 2017. Enhanced broadband greenness in assessing chlorophyll a and b, carotenoid, and nitrogen in robusta coffe plantation using digital camera. *Precision Agriculture* (2018) 19:238-256.
- Putra, B.T.W., P. Soni., E. Morimoto., dan Pujiyanto. 2018. Estimating biophysical properties of coffe (*Coffea canevora*) plants with above canopy field measurements using cropsec. *International Agrophys*. Agricultural System and Engineering, School of Environment. Resources

and Development, ASIAN Institute of Taechnology. Pathumthani, Thailand.

Santoso, H. 2015. Panduan praktis arduino untuk pemula. Ebook gratis. www.elangsakti.com [29 November 2017].

Saptadi, A. H. 2014. Perbandingan akurasi pengukuran suhu dan kelembaban udara antara sensor DHT 11 dan DHT 22. Jurnal Intofel Vol.6 No.2. Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto.

Soni, P., V. M. Salokhe dan H. J. Tantau. 2005. Effect of screen mesh size on vertical temperature distribution in naturally ventilated tropical greenhouse. Biosystem Engineering. School of Environment. Resources and Development, ASIAN Institute of Taechnology. Pathumthani, Thailand.

Suryana, I.N., Suarnadwipa, I.N. dan H. Wijaksana. 2014. Studi eksperimental pendingin evaporative portable dengan pad berbahan spon ketebalan berbeda. Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika. Universitas Udayana.

Suryani, R. 2015. *Hidroponik Budidaya Tanaman Tanpa Tanah Mudah, Bersih, dan Menyenangkan*. Yogyakarta: Arcitra

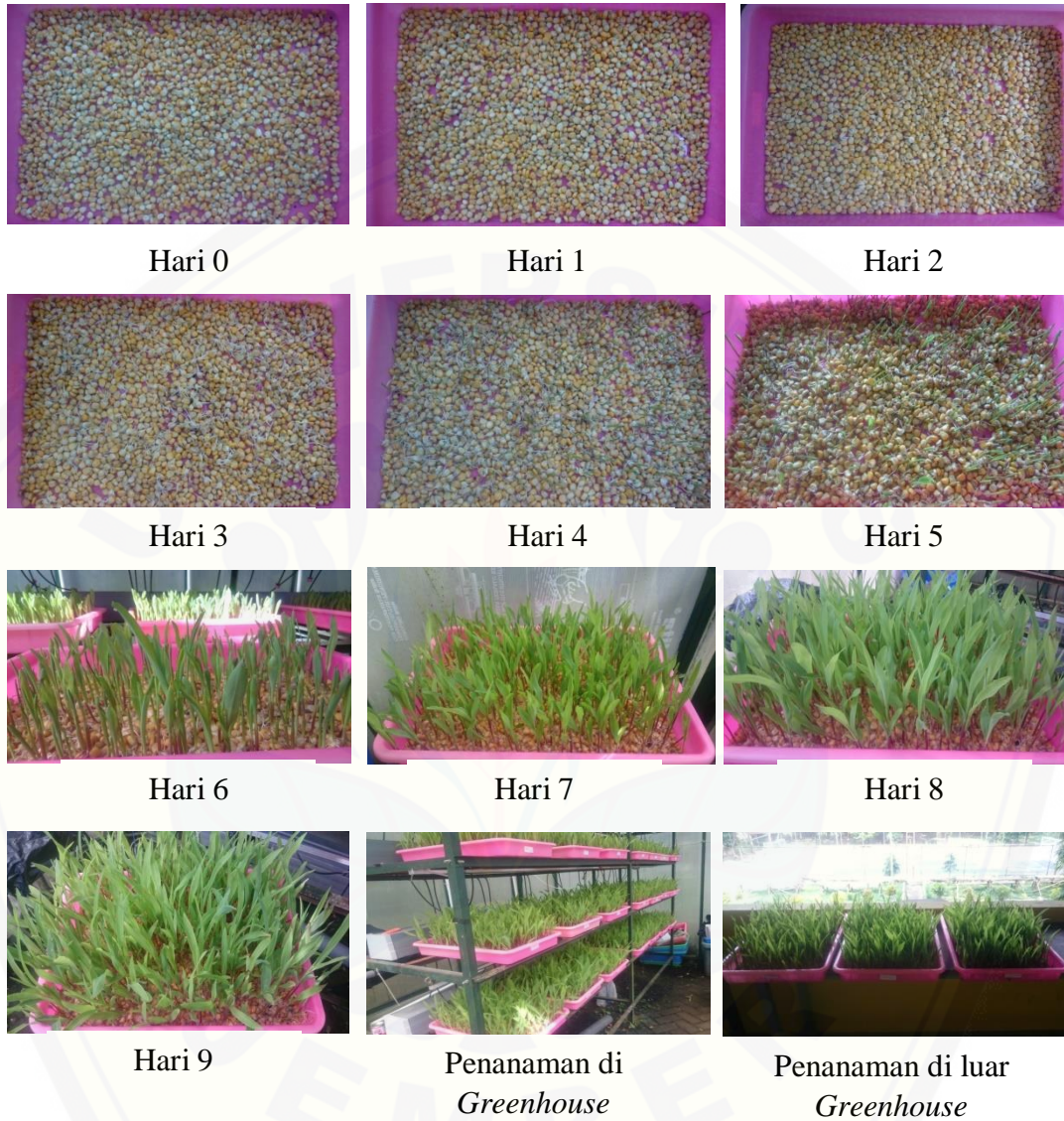
Tompo, E. 2017. Produksi bahan kering dan bahan organik *fodder* jagung media hidroponik dengan penambahan nutrisi yang berbeda. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Peternakan Universitas Hassanudin.

Warman., Syawaluddin., I. S. Harahap. 2016. Pengaruh perbandingan jenis larutan hidroponik dan media tanam terhadap pertumbuhan serta hasil produksi tanaman sawi (*Brassica juncea. L*) *drif irrigation system*. Jurnal Agrohita. Vol.1,No.1.

Wicaksono, H. 2009. Prinsip relay dan aplikasi. Jurnal Teknik Elektro. Universitas Kristen Petra.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penanaman Jagung Hidroponik



Lampiran 2. Pengenceran dan Pembuatan Pupuk AB mix dan Organik



Lampiran 3. Rekap Produksi *fodder* Hidroponik

No	LABEL	BERAT	HARI 0	HARI 1	HARI 2	HARI 3	HARI 4	HARI 5	HARI 6	HARI 7	HARI 8	HARI 9
1	P0U1	340	1140	1161	1276	1287	1318	1382	1588	1635	1758	1836
2	P0U2	344	1144	1178	1191	1198	1206	1362	1525	1677	1708	1814
3	P0U3	343	1143	1190	1200	1206	1215	1354	1548	1639	1748	1872
4	P1U1	343	1143	1200	1200	1205	1221	1383	1570	1601	1708	1849
5	P1U2	341	1141	1200	1214	1216	1249	1302	1570	1653	1722	1896
6	P1U3	344	1144	1197	1211	1212	1221	1381	1553	1604	1797	1877
7	P2U1	345	1145	1198	1218	1220	1248	1308	1500	1644	1732	1904
8	P2U2	344	1140	1160	1179	1187	1223	1389	1581	1679	1821	1966
9	P2U3	343	1143	1196	1206	1212	1246	1309	1577	1670	1852	1904
10	P3U1	344	1144	1191	1197	1209	1210	1358	1514	1656	1710	1730
11	P3U2	341	1141	1160	1176	1204	1240	1306	1593	1676	1890	1926
12	P3U3	342	1142	1204	1213	1218	1220	1384	1563	1603	1722	1881
13	P4U1	343	1143	1203	1219	1221	1235	1384	1571	1668	1877	1930
14	P4U2	344	1144	1175	1186	1201	1209	1368	1530	1688	1742	1779
15	P4U3	344	1144	1190	1202	1205	1215	1328	1530	1636	1847	2050
16	P5U1	346	1146	1190	1195	1196	1216	1371	1540	1686	1798	1844
17	P5U2	344	1144	1203	1215	1222	1270	1343	1512	1678	1765	1914
18	P5U3	342	1142	1177	1189	1190	1200	1399	1564	1626	1846	2033
19	P6U1	340	1140	1149	1165	1171	1182	1368	1500	1654	1746	1901
20	P6U2	343	1143	1180	1189	1196	1229	1399	1584	1693	1802	1953
21	P6U3	344	1144	1200	1192	1198	1201	1357	1533	1691	1715	1873
22	P1	344	1144	1169	1177	1179	1189	1256	1446	1517	1671	1716
23	P2	346	1146	1154	1161	1166	1190	1266	1425	1549	1641	1742
24	P3	345	1145	1161	1176	1178	1186	1241	1464	1580	1600	1636

Lampiran 4. Sistem Kontrol

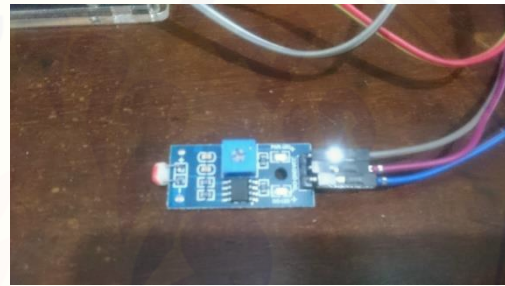


Sistem Kontrol dalam *Greenhouse* dan luar *Greenhouse*

Lampiran 5. Komponen Sistem Kontrol



Arduino Uno



Sensor LDR



Sensor DHT 22

Lampiran 6. *Greenhouse* FTP Universitas Jember



Struktur *Greenhouse*



Rak Penanaman

Lampiran 7. Kombinasi Alat Pendingin



Kipas

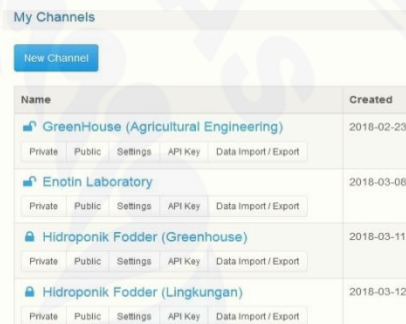


Pendingin Evaporasi

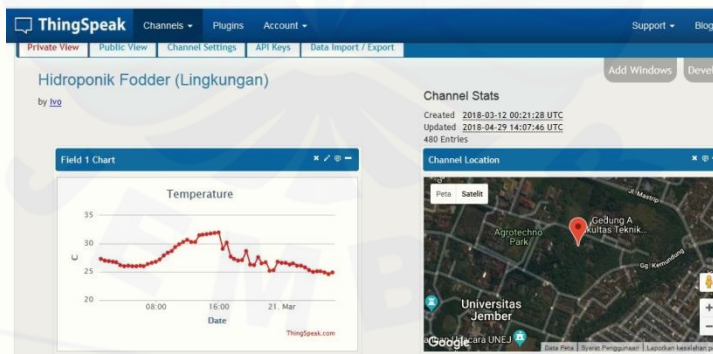
Lampiran 8. Website *Thingspeak*



Login Thingspeak



Pembuatan Channel



Tampilan Web Thingspeak

Lampiran 9. Source Code Pemrograman Arduino

```
#include <SPI.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Ethernet.h>
#include <DHT.h>
```

```
#include <SD.h>
#include <DS3231.h>
DS3231 rtc(SDA, SCL);
const int DHTPIN 2;
const int DHTTYPE DHT22;
const int LDRpin A1;
const int LDRValue = A1;
const int CS_PIN = 4;
const int Relay1= A2;
const int Relay2= A3;
const int Relay3= A0;

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal lcd(10, 9, 8, 7, 6, 5);

byte mac[] = { 0xD4, 0xA8, 0xE2, 0xFE, 0xA0, 0xA1 };
byte mac[] = { 0xD4, 0x28, 0xB2, 0xFF, 0xA0, 0xA1 };
char ThingspeakAddress[] = "172.16.0.2";
String writeAPIKey = "ZI6VMEV17NN9V9IE";
const int updateThingspeakInterval = 16* 1000;
long lastConnectionTime = 0;
boolean lastConnected = false;
int failedCounter = 0;

File myFile;
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
EthernetClient client;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  startEthernet();
  rtc.begin ();

  Serial.print("Memasang Kartu Memori...");
  if(!SD.begin(4)) {
    Serial.println("Masukan Kartu Memori!");
    return;
  }
  Serial.println("Kartu Memori Terbaca dengan Baik,");

  myFile = SD.open("DATA.txt", FILE_WRITE);
  if (myFile) {
    Serial.println("Memasukan Data ke Kartu Memori");
    myFile.println("Humidity, Temperature, Lux");
  }
}
```

```
myFile.close();

pinMode (Relay1, OUTPUT);
pinMode (Relay2, OUTPUT);
pinMode (Relay3, OUTPUT);

lcd.begin(16,2);
lcd.print("Greenhouse TEP");
}

void loop() {
  char t_buffer[10];
  char h_buffer[10];
  char i_buffer[10];
  float t = dht.readTemperature();
  float h = dht.readHumidity();
  float i = analogRead(LDRValue);
  String temp=dtostrf(t,0,2,t_buffer);
  String humid=dtostrf(h,0,2,h_buffer);
  String light=dtostrf(i,0,2,i_buffer);
  myFile = SD.open("DATA.txt", FILE_WRITE);
  if (myFile)
  {
    Serial.print(rtc.getTimeStr());
    Serial.print(" ");
    Serial.print("");
    Serial.print(rtc.getDateStr());
    Serial.print(" ");
    Serial.print(h);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("");
    Serial.print(t);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("");
    Serial.println(l);
    myFile.print(rtc.getTimeStr());
    myFile.print(" ");
    myFile.print("");
    myFile.print(rtc.getDateStr());
    myFile.print(" ");
    myFile.print(h);
    myFile.print(" ");
    myFile.print("");
    myFile.print(t);
    myFile.print(" ");
    myFile.print("");
```

```
myFile.println(l);
myFile.close();
}
else
{
  Serial.println("Gagal membuka Memori");
}
delay(1000);

if (client.available())
{
  char c = client.read();
  Serial.print(c);
}

// Disconnect from Thingspeak
if (!client.connected() && lastConnected)
{
  //Serial.println();
  Serial.println("...disconnected.");
  Serial.println();
  client.stop();
}
if (!client.connected() && (millis() - lastConnectionTime >
updateThingspeakInterval))
{
  updateThingspeak("field1="+temp+"&field2="+humid+"&field3="+light);
}
if (failedCounter > 3 ) {
  startEthernet();
}
lastConnected = client.connected();
if (t>27) {
  digitalWrite (Relay2, HIGH);//kipas
}
else if (t<23)
{
  digitalWrite (Relay2, LOW);
}
if (t>27)
{
  digitalWrite (Relay3, HIGH);//blower
}
else if (t<23)
{
  digitalWrite (Relay3, LOW);//blower
```

```
}
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print ("RH:");
lcd.print (h);
lcd.print (" T:");
lcd.print (t);
}
void updateThingspeak(String tsData)
{
  if (client.connect(ThingspeakAddress, 80))
  {
    client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
    client.print("Host: 103.241.206.51:443\n");
    client.print("Connection: close\n");
    client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+writeAPIKey+"\n");
    client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
    client.print("Content-Length: ");
    client.print(tsData.length());
    client.print("\n\n");
    client.print(tsData);
    lastConnectionTime = millis();
    if (client.connected())
    {
      Serial.println("Connecting to Thingspeak...");
      Serial.println();
      failedCounter = 0;
    }
    else
    {
      failedCounter++;
      Serial.println("Connection to Thingspeak failed (" + String(failedCounter,
DEC) + ")");
      Serial.println();
    }
  }
  else
  {
    failedCounter++;
    Serial.println("Connection to Thingspeak Failed (" + String(failedCounter,
DEC) + ")");
    Serial.println();
    lastConnectionTime = millis();
  }
  delay (60000);
}
void startEthernet()
```

```

{
  client.stop();
  Serial.println("Connecting Arduino to network...");
  Serial.println();
  delay(5000);
  if (Ethernet.begin(mac) == 0)
  {
    Serial.println("DHCP Failed, reset Arduino to try again");
    Serial.println();
  }
  else
  {
    Serial.println("Arduino connected to network using DHCP");
    Serial.println();
  }
  delay(1000);
}

```

Lampiran 10. Perhitungan Analisis ANOVA

No	Perlakuan	Pengulangan			Total	Rata2
		U1	U2	U3		
0	P0	1496	1470	1529	4495.00	1498.33
1	P1	1506	1555	1533	4594.00	1531.33
2	P2	1559	1622	1561	4742.00	1580.67
3	P3	1386	1585	1539	4510.00	1503.33
4	P4	1587	1435	1706	4728.00	1576.00
5	P5	1498	1570	1691	4759.00	1586.33
6	P6	1561	1610	1529	4700.00	1566.67
Total					32528.00	
Rata-rata Umum						1557.39

		Rumus	Hasil
1	Jumlah Perlakuan		7
2	Jumlah Ulangan		3
3	Faktor Koreksi (FK)	$FK = \frac{(\text{Grand Total})^2}{\text{Perlakuan} \times \text{Ulangan}}$	50384323
4	Derajat Bebas (dB) Perlakuan	$dB_{\text{Perlakuan}} = \text{Perl} - 1$	6
5	Derajat Bebas (dB) Galat	$dB_{\text{Galat}} = \text{Perl} (\text{Ulangan} - 1)$	14

6	Derajat Bebas (dB) Total	$dB_{Total} = (Perl \times Ulang) - 1$	20
7	Jumlah Kuadrat Total (JKT)	$JK_T = \Sigma X^2 - FK$	111688.95
8	Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)	$JK_P = \frac{\Sigma Per^2}{Ulang - 1} - FK$	25206.95
9	Jumlah Kuadrat Galat (JKG)	$JK_G = JK_T - JK_P$	86482.00
10	Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)	$KT_P = \frac{JK_P}{Perlakuan - 1}$	4201.16
11	Kuadrat Tengah Galat (KTG)	$KT_G = \frac{JK_G}{Perl (Ulang - 1)}$	6177.29
12	F Hitung	$F_{Hitung} = \frac{KT_P}{KT_G}$	0.67

Keterangan :

1. Jumlah Perlakuan = 7 (P0 – P6) Penanaman didalam greenhouse

2. Jumlah Ulangan = 3

3. Faktor Koreksi = $\frac{(Gr Total)^2}{Perlakuan \times Ulangan} = \frac{(32528)^2}{7 \times 3} = 50384323.05$

4. DB Perlakuan = Perlakuan - 1 = 7 - 1 = 6

5. DB Galat = Perlakuan (Ulangan - 1) = 7 (3-1) = 14

6. DB Total = (Perl x Ulang)-1 = 21-1 = 20

7. $JK_T = (\Sigma X) - FK = (1496)^2 + (1470)^2 + (1529)^2 + (1506)^2 + (1555)^2 + (1533)^2 + (1559)^2 + (1622)^2 + (1561)^2 + (1386)^2 + (1585)^2 + (1539)^2 + (1587)^2 + (1435)^2 + (1706)^2 + (1498)^2 + (1570)^2 + (1691)^2 + (1561)^2 + (1529)^2 - 50384323.05 = 111688.95$

8. $JK_P = \frac{(\Sigma X)^2}{Ulangan-1} - FK = \frac{(4495)^2 + (4594)^2 + (4742)^2 + (4510)^2 + (4728)^2 + (4759)^2 + (4700)^2}{3-1} - 50384323.05 = 25206.95$

9. Jumlah Kuadrat Galat = JKT - JKP = 111688.95 - 25206.95 = 86482

$$10. \text{ Kuadrat Tengah Perlakuan} = \frac{JKP}{Perl-1} = \frac{25206.95}{7-1} = 4201.16$$

$$11. \text{ Kuadrat Tengah Galat} = \frac{JKG}{Perl (\text{ulang}-1)} = \frac{86482}{7 (3-1)} = 6177.29$$

$$12. \text{ F Hitung} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{4201.16}{6177.29} = 0.67$$

Sumber Keberagaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuarat Tengah	F Hitung	F Tabel
Antara Kelompok	25206.95	6	4201.16	0.67	2.85
Dalam Kelompok	86482.00	14	6177.29		
Total	111688.95	20			

Lampiran 11. Estimasi Perhitungan Kapasitas Pendingin

1. Kipas Exhaust dengan asumsi efisiensi sebesar 75% selama 1 hari operasi (20jam).

$$\text{Voltase (V)} = 220$$

$$\text{Arus (I)} = 0,6 \text{ Ampere}$$

$$\text{Daya (P)}_{in} = V \times I = 220 \times 0,6 = 132 \text{ watt.}$$

$$\text{Maka Daya (P)}_{out} = 132 \text{ watt} \times 0,75 = 99 \text{ watt}$$

$$E = P \times t = 99 \text{ watt} \times 72000 \text{ s} = 7.128.000 \text{ Joule} = 7128 \text{ KJ.}$$

2. Evaporative Cooler dengan asumsi efisiensi sebesar 75% selama 1 hari operasi (20jam).

$$\text{Voltase (V)} = 220$$

$$\text{Arus (I)} = 0,7 \text{ Ampere}$$

$$\text{Daya (P)}_{in} = V \times I = 220 \times 0,7 = 154 \text{ watt.}$$

$$\text{Maka Daya (P)}_{out} = 154 \text{ watt} \times 0,75 = 115,5 \text{ watt}$$

$$E = P \times t = 115,5 \text{ watt} \times 72000 \text{ s} = 8.316.000 \text{ Joule} = 8316 \text{ KJ.}$$

$$\text{Energi yang dikeluarkan pendingin per Jam} = (7128+8316)/20 = 772 \text{ KJ/Jam}$$

3. Perhitungan Kebutuhan Energi untuk menurunkan Suhu didalam Ruang

- a. Kebutuhan BTU = $\frac{(P \times L \times T)}{3} \times 500 = \frac{(3 \times 3 \times 3)}{3} \times 500 = 4500 \text{ BTU/h}$
- b. Energi yang dibutuhkan untuk mendingin ruang adalah 4500 BTU/h atau dalam bentuk Joule adalah 4725 KJ/Jam.
- c. HP yang dibutuhkan untuk mendinginkan ruang *greenhouse* adalah $\frac{1}{2}$ PK atau 375 watt/jam, berdasarkan penggunaan HP pada AC untuk mendinginkan ruangan.
- d. Perbandingan dengan kapasitas pendingin adalah kapasitas yang dihasilkan hanya sebanyak 214,5 watt dan 772 KJ/Jam.

