

**SISTEM PENGUKURAN KUALITAS MEDIA PADA LARVA BSF (*BLACK SOLDIER FLY*) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN METODE *NAIVE BAYES***

**SKRIPSI**

Oleh:  
**MOHAMMAD FAISAL FAJAR FADILAH**  
**NIM. 18650095**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**SISTEM PENGUKURAN KUALITAS MEDIA PADA LARVA BSF  
(BLACK SOLDIER FLY) BERBASIS *INTERNET OF THINGS*  
MENGUNAKAN METODE *NAIVE BAYES***

**SKRIPSI**

Oleh:  
**MOHAMMAD FAISAL FAJAR FADILAH**  
NIM. 18650095

**Diajukan kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

SISTEM PENGUKURAN KUALITAS MEDIA PADA LARVA BSF  
(BLACK SOLDIER FLY) BERBASIS *INTERNET OF THINGS*  
MENGUNAKAN METODE *NAIVE BAYES*

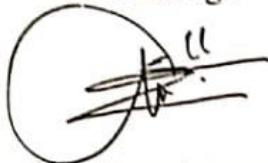
SKRIPSI

Oleh:

MOHAMMAD FAISAL FAJAR FADILAH  
NIM. 18650095

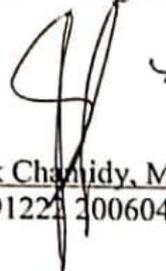
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal : 28 November 2022

Pembimbing I



Ajib Hanani, M.T  
NIDT. 19840731 20160801 1 076

Pembimbing II



Dr. Totok Chandy, M.Kom  
NIP. 19691221 200604 1 001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Dr. Fachri Kurniawan, M.MT., IPM  
NIP. 19771020 200912 1 001

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SISTEM PENGUKURAN KUALITAS MEDIA PADA LARVA BSF  
(BLACK SOLDIER FLY) BERBASIS *INTERNET OF THINGS*  
MENGUNAKAN METODE *NAIVE BAYES***

**SKRIPSI**

Oleh:

**MOHAMMAD FAISAL FAJAR FADILAH**  
NIM. 18650095

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Pada Tanggal: 5 Desember 2022

**Susunan Dewan Penguji**

Ketua Penguji : Juniardi Nur Fadila, M.Kom  
NIP. 19920605 201903 1 015

Anggota Penguji I : Johan Ericka Wahyu, M.Kom  
NIP. 19831213 201903 1 004

Anggota Penguji II : Ajib Hanani, M.T  
NIDT. 19840731 20160801 1 076

Anggota Penguji III : Dr. Totok Chamidy, M.Kom  
NIP. 19691222 200604 1 001

()  
()  
()  
()

Mengetahui,  
Ketua Proram Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Dr. Fachro Kurniawan, M.MT., IPM  
NIP. 19771020 200912 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohammad Faisal Fajar Fadilah

NIM : 18650095

Fakultas : Sains dan Teknologi

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Skripsi : Sistem Pengukuran Kualitas Media pada Larva BSF

*(Black Soldier Fly) Berbasis Internet of Things*

*Menggunakan Metode Naïve Bayes*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 5 Desember 2022

Yang membuat pernyataan



Mohammad Faisal Fajar Fadilah

NIM. 18650095

## **HALAMAN MOTTO**

“Tak perlu khawatir akan bagaimana alur cerita pada jalan ini, perankan saja,  
Tuhan ialah sebaik-baiknya sutradara.”

## HALAMAN PERSEMBAHAN

أَحْمَدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT

Shalawat serta salam kepada Rasulullah SAW

Dengan segenap hati, penulis mempersembahkan sebuah karya ini kepada:

Kedua orang tua penulis tercinta, Bapak Agus Sumartono (Almarhum) dan Ibu Ririn Mashuriyah serta keluarga dirumah yang selalu membimbing penulis, memberikan do'a, dukungan, serta motivasi yang tidak terhingga.

Dosen pembimbing Bapak Ajib Hanani, M.T dan Bapak Dr. Totok Chamidy, M. Kom yang telah membimbing penelitian ini dengan memberikan banyak pengarahan dan pengalaman yang berharga.

Bapak Juniardi Nur Fadila, M.T dan Bapak Johan Ericka Wahyu Prakasa, M.Kom, selaku Dosen Penguji yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis sehingga tercapai hasil skripsi yang lebih baik.

Segenap sivitas akademika Program Studi Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.

Saudara UFO (Angkatan 2018) yang menjadi teman diskusi dalam menuntut ilmu Penulis ucapkan “jazakumullah khairan katsiiraa”. Semoga ukhuwah tetap terjaga dan selalu diridhoi Allah SWT. Aamiin Ya Rabbal ‘Alamiin.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah penulis hanturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Sistem Pengukuran Kualitas Media Pada Larva BSF (Black Soldier Fly) Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Metode *Naive Bayes*” ini dengan lancar dan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik begitu juga keluarga, para sahabat dan para pengikutnya seluruh umat Islam.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan jazakumullah ahsanal jaza' kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ajib Hanani, M.T dan Dr. Totok Chamidy, M. Kom selaku dosen pembimbing Skripsi, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.

5. Juniardi Nur Fadilah, M.T dan Johan Ericka Wahyu Prakasa, M.Kom, selaku Dosen Penguji yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis sehingga tercapai hasil skripsi yang lebih baik.
6. Ajib Hanani, M.T selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan banyak motivasi dan saran.
7. Segenap sivitas akademika Program Studi Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
9. Anggota keluarga dan kerabat yang selalu memberikan do'a dan semangat kepada penulis.
10. Saudara UFO (Angkatan 2018) yang menjadi teman diskusi dalam menuntut ilmu.
11. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini baik berupa materiil maupun moril yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu tanpa mengurasi rasa hormat dan terimakasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga Skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Aamiin Ya Rabbal'Alamin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 7 November 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>المخلص .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Pernyataan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Masalah.....	9
<b>BAB II STUDI PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	10
2.2 Dasar Teori.....	12
2.2.1 Larva Black Soldier Fly (BSF) .....	12
2.2.2 <i>Naive Bayes</i> .....	14
2.2.3 <i>Internet of Things</i> .....	14
2.2.4 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.....	15
2.2.5 Sensor Suhu DHT11 .....	16
2.2.6 Sensor <i>Soil Moisture</i> YL-69 .....	18
2.2.7 LCD.....	18
2.2.8 Relay.....	19
<b>BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI.....</b>	<b>20</b>
3.1 Pengumpulan Data .....	20

3.1.1	Data Primer.....	20
3.1.2	Data Sekunder.....	20
3.2	Desain Sistem.....	21
3.2.1	Sistem.....	21
3.2.2	Metode <i>Naïve Bayes</i> .....	24
<b>BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>29</b>
4.1	Scenario Uji Coba.....	29
4.2	Hasil Pengujian.....	33
4.2.1	Pengujian Sensor.....	33
4.2.2	Pengujian <i>Naïve Bayes</i> menggunakan <i>Python</i> .....	40
4.3	Pembahasan.....	43
4.3.1	Kandang Larva BSF.....	44
4.3.2	Sistem <i>Hardware</i> .....	45
4.3.3.	Sistem <i>Software</i> .....	46
4.3.4	Perkembangan Larva BSF.....	49
4.3.5	Media Bekas Larva BSF.....	52
4.4	Integrasi Islam.....	53
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>55</b>
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Larva <i>Black Soldier Fly</i> .....	13
Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266 .....	16
Gambar 2.3 Sensor DHT11 .....	17
Gambar 2.4 Sensor <i>Soil Moisture</i> YL-69.....	18
Gambar 2.5 LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ).....	19
Gambar 2.6 Relay.....	19
Gambar 3.1 Ilustrasi Kandang Larva BSF Berbasis IoT.....	21
Gambar 3.2 Alur Sistem.....	22
Gambar 3.3 Desain Sistem.....	23
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Klasifikasi Metode <i>Naïve Bayes</i> .....	24
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Sensor <i>Soil Moisture</i> YL-69.....	35
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT11 .....	37
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Udara DHT11 .....	39
Gambar 4.4 Grafik Hasil Klasifikasi.....	41
Gambar 4.5 Kandang Larva BSF .....	44
Gambar 4.6 Instalasi Pendinginan dan Penghangatan Otomatis.....	44
Gambar 4.7 Rangkaian Komponen <i>Hardware</i> .....	45
Gambar 4.8 Halaman <i>Dashboard</i> .....	46
Gambar 4.9 Halaman <i>Calculation Naive Bayes</i> .....	47
Gambar 4.10 Halaman <i>Dataset</i> .....	47
Gambar 4.11 Halaman <i>Classification</i> .....	48
Gambar 4.12 Halaman <i>Variable</i> .....	48
Gambar 4.13 Halaman Label .....	49
Gambar 4.14 Fase Telur Larva BSF .....	49
Gambar 4.15 Fase Larva BSF .....	50
Gambar 4.16 Panen Larva BSF.....	50
Gambar 4.17 Grafik Perkembangan Larva BSF .....	50
Gambar 4.18 Pupuk Kasgot .....	51
Gambar 4.19 Pemanfaatan Pupuk Kasgot Pada Tanaman.....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor DHT 11 .....	17
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor <i>Soil Moisture</i> YL-69 .....	18
Tabel 3.1 Katergori Tiap Variabel .....	25
Tabel 3.2 Contoh Data <i>Training</i> .....	26
Tabel 3.3 Contoh Data <i>Testing</i> .....	26
Tabel 4.1 Data <i>Testing</i> .....	30
Tabel 4.2 <i>Confussion Matrix</i> .....	32
Tabel 4.3 Tabel Uji Sensor <i>Soil Moisture</i> YL-69 .....	34
Tabel 4.4 Tabel Uji Sensor Suhu DHT11 .....	36
Tabel 4.5 Tabel Uji Sensor Kelembaban Udara DHT11 .....	38
Tabel 4.6 Hasil <i>Confusion Matrix</i> .....	42
Tabel 4.7 Nilai <i>Confusion Matrix</i> .....	42

## ABSTRAK

Fadilah, Mohammad Faisal Fajar. 2022 “**Sistem Pengukuran Kualitas Media pada Larva BSF (*Black Soldier Fly*) Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Metode *Naive Bayes*”**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Ajib Hanani, M.T (II) Dr. Totok Chamidy, M.Kom

---

Kata Kunci : *Pengukuran Media, Larva BSF, Internet of Things, Naive Bayes.*

Timbunan sampah bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk serta pola konsumsi masyarakat. Konsep *biokonversi* menggunakan larva *black soldier fly* bisa menjadi solusi dalam mengatasi persoalan pengelolaan sampah organik. Dari permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu penerapan teknologi *Internet of Things*. Sistem yang diterapkan bertujuan agar sistem dapat mengetahui seberapa besar tingkat akurasi, presisi, *recall* dalam pengambilan keputusan nilai kualitas media menggunakan metode *Naive Bayes*. Ciri utama dari *Naive Bayes Classifier* ini adalah asumsi yang sangat kuat akan independensi dari masing-masing kondisi atau kejadian. Dari hasil penelitian yang dilakukan, sistem sudah berhasil dibangun sesuai rancangan penelitian, serta tujuan yang telah terpenuhi dalam menyelesaikan pembangunan *smart maggot*. Beberapa sensor yang digunakan pada penelitian diuji sehingga dapat diketahui kinerja sensor dengan mencari nilai *error* rata-rata. Ada 3 parameter yang diukur yaitu suhu diperoleh *error* rata-rata yaitu 1,6%, kelembaban udara diperoleh *error* rata-rata yaitu 2.03%, dan kelembaban tanah diperoleh *error* rata-rata yaitu 2,7%. Dengan mengukur menggunakan *Python* diperoleh *Confussion Matrix*, Sehingga hasil pengujian dari perhitungan metode *Naive Bayes* dapat mengetahui data berupa *accuracy, precision, recall*. Hasil persentasi *accuracy* diperoleh yaitu 92%, hasil rata-rata persentasi *precision* diperoleh yaitu 93%, hasil rata-rata persentasi *recall* diperoleh yaitu 92%. Kesimpulan menunjukkan hasil akurasi dari sistem yang diperoleh berhasil berjalan dengan baik.

## ABSTRACT

Fadilah, Mohammad Faisal Fajar. 2022 “**Media Quality Measurement System for BSF (Black Soldier Fly) Larvae Based on the Internet of Things Using the Naive Bayes Method**”. Thesis. Informatics Engineering Department, Faculty of Science and Technology. State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors: (I) Ajib Hanani, M.T (II) Dr. Totok Chamidy, M.Kom

---

Keywords: *Media Measurement, BSF Larvae, Internet of Things, Naive Bayes*

Piles of waste increase in line with population growth and consumption patterns. The concept of bioconversion using black soldier fly larvae can be a solution in overcoming the problem of organic waste management. From these problems, an application of Internet of Things technology is needed. The system implemented aims to allow the system to find out how much the level of accuracy, precision, recall in making decisions on media quality values uses the Naive Bayes method. The main feature of this Naive Bayes Classifier is the very strong assumption of the independence of each condition or event. From the results of the research conducted, the system has been successfully built according to the research design, as well as the goals that have been fulfilled in completing the development of the smart maggot. Several sensors used in this study were tested so that sensor performance can be determined by finding the average error value. There are 3 parameters measured, namely temperature obtained an average error of 1.6%, air humidity obtained an average error of 2.03%, and soil moisture obtained an average error of 2.7%. By measuring using Python, the Confussion Matrix is obtained, so that the test results from the calculation of the Naive Bayes method can find out the data in the form of accuracy, precision, recall. Accuracy percentage results obtained 92%, precision percentage average results obtained 93%, recall percentage average results obtained 92%. The conclusion shows the results of the accuracy of the system obtained have worked well.

## الملخص

فضيلة, محمد فيصل فجر. ٢٠٢٢ "نظام قياس جودة الوسائط ليرقات BSF (ذبابة الجندي الأسود) المستندة إلى الإنترنت باستخدام طريقة بايز السذاجة". فرضية. قسم هندسة المعلوماتية بكلية العلوم والتكنولوجيا. الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفون: (١) عجيب حناني ، متط (٢) د. توتوك جاميدي ، إم كوم

الكلمات المفتاحية: قياس الوسائط ، يرقات BSF ، إنترنت الأشياء ، بايز السذاجة.

تزداد أكوام النفايات تماشيًا مع النمو السكاني وأنماط الاستهلاك. يمكن أن يكون مفهوم التحويل الحيوي باستخدام يرقات ذبابة الجندي الأسود حلاً في التغلب على مشكلة إدارة النفايات العضوية. من هذه المشاكل ، هناك حاجة إلى تطبيق تكنولوجيا إنترنت الأشياء. يهدف النظام المنفذ إلى السماح للنظام بمعرفة مقدار مستوى الدقة والدقة والاستدعاء في اتخاذ القرارات بشأن قيم جودة الوسائط التي تستخدم طريقة بايز ساذجة. السمة الرئيسية لمصنف بايز ساذجة هذا هو الافتراض القوي لاستقلالية كل حالة أو حدث. من نتائج البحث الذي تم إجراؤه ، تم بناء النظام بنجاح وفقاً لتصميم البحث ، بالإضافة إلى الأهداف التي تم تحقيقها في استكمال تطوير البريقة الذكية. تم اختبار العديد من أجهزة الاستشعار المستخدمة في هذه الدراسة بحيث يمكن تحديد أداء المستشعر من خلال إيجاد متوسط قيمة الخطأ. تم قياس 3 معاملات ، وهي درجة الحرارة التي تم الحصول عليها بمتوسط خطأ ١.٦٪ ، ورطوبة الهواء حصلت على خطأ متوسط ٢.٠٣٪ ، ورطوبة التربة حصلت على خطأ متوسط ٢.٧٪. من خلال القياس باستخدام برمجة بايثون ، يتم الحصول على الارتباك مصفوفة ، بحيث يمكن لنتائج الاختبار من حساب طريقة بايز ساذجة معرفة البيانات في شكل دقة ودقة واسترجاع. تم الحصول على نسبة دقة النتائج ٩٢٪ ، دقة متوسط النتائج التي تم الحصول عليها ٩٣٪ ، معدل نسبة الاسترجاع ٩٢٪. يوضح الاستنتاج أن نتائج دقة النظام التي تم الحصول عليها عملت بشكل جيد.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Lalat Black Soldier Fly (BSF) mempunyai nama latin *Hermetia illucens*, serangga yang masuk pada ordo Diptera Famili Stratiomyidae, berasal dari benua Amerika yang telah menyebar ke bagian negara-negara tropis juga subtropis. Serangga dengan tahapan metamorfosis dari telur sampai larva dewasa membuat lalat hitam ini sebagai jenis serangga yang unik untuk diteliti. Larva BSF mempunyai kemampuan menguasai bahan organik lebih cepat dibandingkan dengan mikroba yang umumnya melalui pengomposan. Hal ini merupakan salah satu kelebihan larva BSF yang dapat diandalkan sebagai teknologi biologi dalam mengatasi banyaknya timbunan sampah yang ada pada lingkungan masyarakat.

Timbunan sampah bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk serta pola konsumsi masyarakat. Sampah merupakan bentuk konsekuensi dari adanya aktivitas alam juga manusia yang belum mempunyai nilai ekonomis. Tidak dapat dipungkiri, sampah terus selalu ada selama aktivitas kehidupan masih berjalan.

Salah satu bukti yaitu di Kota Pasuruan dibuktikan data (Badan Pusat Statistika Kota Pasuruan, 2018) bahwa jumlah banyaknya sampah anorganik mencapai 41,19% sedangkan jumlah sampah organik mencapai 58,81%. Dari adanya data tersebut dapat membuktikan sampah organik memiliki jumlah yang lebih banyak dari pada sampah anorganik. Hal tersebut memicu penyakit serta

membahayakan kesehatan masyarakat akibat sampah yang tertumpuk. Sehingga perlu adanya kesadaran masyarakat memanfaatkan teknologi untuk mengatasi masalah tersebut. Akibat dari kemajuan pada bidang sains dan teknologi terbukti sudah memberikan banyak kemudahan bagi kelangsungan hidup manusia. Menjadi kaum muslim sudah seharusnya mampu memanfaatkan teknologi sebaik mungkin bahkan membangun teknologi yang mampu berguna buat umat, bangsa serta agama. Dalam menjaga lingkungan yang sehat manusia seharusnya menjaga dan merawat lingkungan sekitar dengan baik. Allah berfirman dalam surat Al-Anbiya 80 yang berkaitan dengan teknologi:

شَكَرُونَ أَنتُمْ فَهَلْ بِأَسْكُكُمْ مِنْ لِيُحْصِنَكُمْ لَكُمْ لِبُؤْسٍ صُنْعَةٍ وَعَلَّمْنَاهُ

"Kami mengajarkan pula kepada Daud cara membuat baju besi untukmu guna melindungimu dari serangan musuhmu (dalam peperangan). Maka, apakah kamu bersyukur (kepada Allah)?." [Al-Anbiya: 80].

(Dan Kami ajarkan kepada Daud membuat baju besi) yaitu baju yang terbuat dari besi, dialah orang pertama yang menciptakannya dan sebelumnya hanyalah berupa lempengan-lempengan besi saja (untuk kalian) yakni untuk segolongan manusia (guna melindungi diri kalian) jika dibaca *Linuhshinakum*, maka *Dhamirnya* kembali kepada Allah, maksudnya, supaya Kami melindungi kalian. Dan jika ia dibaca *Lituhshinahum*, maka *Dhamirnya* kembali kepada baju besi, maksudnya, supaya baju besi itu melindungi diri kalian. Jika dibaca *Liyuhshinakum*, maka *Dhamirnya* kembali kepada Nabi Daud, maksudnya, supaya dia melindungi kalian (dalam peperangan kalian) melawan musuh-musuh kalian. (Maka hendaklah kalian) hai penduduk Mekah (bersyukur) atas nikmat karunia-Ku itu, yaitu dengan

percaya kepada Rasulullah. Maksudnya bersyukurlah kalian atas hal tersebut kepada-Ku (Al-Mahalli & As-Suyuti, 2020). Pada ayat tersebut dijelaskan bahwa Nabi Daud AS diberitahu Allah SWT perihal pembuatan baju pelindung yang bisa dipergunakan pada pertempuran. Dari pelajaran yang disampaikan oleh Allah kepada Nabi Daud bisa dilihat perkembangan pembuatan baju besi yang dibuat khusus untuk para prajurit pada peperangan yang mereka hadapi baik berupa pelindung kepala besi, rompi anti peluru serta lainnya, ini merupakan pengembangan dari adanya teknologi yang sudah berabad-abad Allah ajarkan pada nabi-Nya.

Selain sampah organik diolah menjadi kompos dan biogas, ada alternatif lain yang lebih menguntungkan dan cepat yaitu daur ulang sampah organik yang dilakukan menggunakan metode *biokonversi*. Adapun *biokonversi* merupakan suatu proses yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, ragi, serta larva yang bertujuan untuk mengubah sampah organik menjadi produk yang memiliki nilai tinggi. Konsep *biokonversi* bisa menjadi solusi dalam mengatasi persoalan pengelolaan sampah organik. Pemanfaatan larva BSF menjadi agen *bioeduksi* sampah organik sudah dibuktikan pada skala besar menggunakan kemampuan mereduksi sampah organik mencapai 200 ton per hari. Sebagai contoh gambaran, larva BSF 1 kg bisa mereduksi bungkil kelapa sawit sebanyak 3 kg. Sehingga per hari untuk mereduksi 200 ton sampah membutuhkan 66,7 ribu kg larva BSF. Karakteristik makan larva terbilang rakus sehingga menjadi lebih cepat dalam mengurai sampah organik dibandingkan dengan kemampuan mikroba dalam proses dekomposisi limbah organik (Fauzi, M., dan Muharram, L. H., 2019). Budidaya larva BSF adalah penerapan teknologi *biokonversi* dengan serangga.

Larva BSF bisa dimanfaatkan sebagai pengubah materi organik yang memiliki potensi ekonomi. Larva BSF berperan untuk mengdegradasi sampah organik, baik sampah yang berasal dari hewan maupun tumbuhan.

Selain digunakan untuk pembasmi sampah organik, larva BSF ini memiliki beberapa manfaat lainnya. Pertama yaitu sebagai pakan alternatif, larva umumnya dimanfaatkan sebagai pakan hewan ternak seperti unggas dan ikan. Larva BSF merupakan pakan ternak yang memiliki nilai unggul dikarenakan kandungan beberapa nutrisi pada larva yang baik untuk ternak. Kedua yaitu pupuk kasgot atau bekas *maggot*, kasgot adalah uraian dari sampah yang telah dimakan oleh larva BSF. Uraian smpah inilah digunakan sebagai pupuk tanaman karena pada pupuk kasgot terdapat beberapa unsur yang baik untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan kualitas hasil tanaman.

Larva BSF sangat rentan dengan perubahan suhu dan hal itu dapat membuat larva BSF mengalami penurunan daya tahan tubuh sebagai akibatnya bisa menyebabkan kematian. Suhu yang optimal bagi larva BSF pada kondisi Suhu 30°–38° C pada kandang (Putra, 2021), Dengan kelembaban udara optimum sekitar 60% - 70% (Holmes *et al*, 2012), dan kondisi kelembaban tanah 70% - 80% (Wahyuni *et al*, 2020), suhu tersebut sudah sesuai dengan standar yang dibutuhkan larva BSF.

Dari permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu penerapan teknologi *Internet of Things* untuk sistem pengontrolan media larva BSF. *Internet of things* atau disebut IoT adalah bagian dari pada adanya penerapan teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. Sehingga bisa dikatakan

bahwa *Internet of Things* (IoT) adalah ketika menyambungkan sesuatu (*things*) yang tidak dioperasikan oleh manusia (Dewi, 2014). Cara kerja *internet of things* adalah memanfaatkan sebuah argumentasi dari algoritma bahasa pemrograman yang sudah tersusun. Dimana, setiap argumen yang terbentuk menghasilkan sebuah interaksi yang membantu perangkat keras atau mesin dalam melakukan fungsi atau kerja. Sehingga, mesin tidak memerlukan bantuan dari manusia lagi dan bisa dikendalikan secara otomatis. Faktor terpenting dari jalannya program terletak pada jaringan internet yang menjadi penghubung antar sistem serta perangkat keras. Oleh karena itu, perlu adanya pemanfaatan teknologi *internet of things* pada kandang larva BSF untuk membantu dalam memonitoring dan mengontrol keadaan media larva BSF agar tetap optimal.

Sistem IoT yang akan diterapkan pada kandang larva BSF membutuhkan beberapa sensor sebagai data input. Sensor merupakan unsur yang menjadi pembeda dari IoT dengan mesin canggih yang lain. Sensor dapat mendefinisikan sebuah instrumen, yang bisa mengubah IoT dari jaringan standar yang cenderung pasif menjadi sistem aktif yang terintegrasi pada dunia nyata. Sistem IoT pada kandang larva BSF yang akan dibangun menggunakan sensor DHT11 sebagai pengukur suhu serta kelembaban udara, dan sensor *Soil Moisture* YL-69 sebagai pengukur kelembaban tanah yang dapat membantu dalam melakukan pengamatan terhadap kualitas media larva BSF agar kualitas media tetap optimal dan juga dapat membantu baik dari segi efisiensi waktu dan tenaga manusia.

Setelah mendapatkan data dari sensor, perlu adanya suatu metode klasifikasi untuk mengelolah data agar memperoleh nilai yang akan memberi aksi berupa

*output* pada media larva BSF. Metode atau *method* secara harfiah berarti cara. Metode berasal dari bahasa Yunani *metha* (melalui atau melewati) dan *hodos* (jalan atau cara), yang artinya metode adalah jalan atau cara yang harus dilalui untuk mencapai tujuan tertentu. Klasifikasi berasal dari bahasa latin yaitu *classis* yang artinya pengelompokan benda yang sama serta memisahkan benda yang tidak sama (Damono, 2001). Menurut istilah klasifikasi adalah proses membagi objek atau konsep secara logika kedalam klas-klas hirarki, subklas, dan sub-subklas berdasarkan kesamaan yang mereka miliki secara umum dan yang membedakannya. Klasifikasi secara umum juga diartikan sebagai kegiatan penataan pengetahuan secara universal kedalam beberapa susunan sistematis (Habsyi, 2012).

Adapun metode yang tepat pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *Naïve Bayes*. Keuntungan menggunakan metode *Naïve Bayes* yaitu metode ini hanya membutuhkan jumlah data *training* yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses pengklasifikasian. Metode *Naïve Bayes Classifier* merupakan sebuah metode klasifikasi yang berakar pada *Teorema Bayes*. Metode pengklasifikasian dengan menggunakan metode probabilitas dan statistik yg dikemukakan oleh ilmuwan Inggris Thomas Bayes, yaitu memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya sehingga dikenal sebagai *Teorema Bayes* (Widianto, 2012). Ciri utama dari *Naïve Bayes Classifier* ini adalah asumsi yg sangat kuat akan independensi dari masing-masing kondisi atau kejadian. *Naïve Bayes* terbukti memiliki akurasi dan kecepatan yang tinggi saat diaplikasikan ke dalam *database* dengan data yang besar (Prasetyo dalam Nugroho,

2013:3). Pada penelitian yang telah dilakukan (Devita *et al*, 2018) mengenai kecocokan isi artikel dengan sebuah tema jurnal menjadi faktor utama diterima tidaknya sebuah artikel. Hasil yang didapatkan menunjukkan metode *Naive Bayes* memiliki kinerja yang lebih baik dengan tingkat akurasi 70%, sedangkan metode *K-Nearest Neighbor* memiliki tingkat akurasi yang cukup rendah yaitu 40%.

Dengan menerapkan teknologi *Internet of Things* sistem pada kandang larva BSF diharapkan sebagai solusi untuk mempermudah pelaku budidaya larva BSF dalam proses pemantauan serta perngontrolan. Pada sistem kandang larva BSF berbasis *internet of things* terdapat tiga parameter yang dibutuhkan yaitu data suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah. Dari ketiga parameter tersebut kemudian akan diklasifikasi dengan menggunakan metode *Naive Bayes* untuk menentukan label dari kualitas media larva BSF. Untuk mengetahui suhu dan kelembaban udara akan dipantau dengan menggunakan sensor DHT11. Untuk mengetahui kelembaban tanah akan dipantau dengan menggunakan sensor *Soil Moisture YL-69*. Dengan teknologi *Internet of Things* sistem dapat memantau kualitas media larva BSF dengan jarak jauh dan memberi aksi kepada media agar kondisinya sesuai dengan kebutuhan larva BSF. Apabila suhu pada media larva BSF naik secara otomatis memberi aksi kipas angin nyala, apabila suhu pada media larva BSF turun secara otomatis memberi aksi lampu nyala sehingga media larva BSF sesuai akan tetap sesuai dengan kebutuhan larva BSF.

## 1.2 Pernyataan Masalah

Seberapa besar tingkat akurasi, presisi, *recall* dalam pengambilan keputusan nilai kualitas media pada sistem pengukuran kualitas media larva BSF menggunakan metode *Naive Bayes*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis seberapa besar tingkat akurasi, presisi, *recall* dalam pengambilan keputusan nilai kualitas media pada sistem pengukuran kualitas media larva BSF menggunakan metode *Naive Bayes*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan dalam mekanisasi pengolahan sampah dengan cara budidaya larva BSF sehingga dapat membantu upaya Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan dalam mengurangi sampah organik.
2. Membantu pembudidaya larva BSF yang mempunyai waktu sedikit dalam melakukan pengamatan, karena sistem yang dibangun mampu memberi informasi dan pengontrolan kondisi media secara otomatis.
3. Dengan sistem ini kualitas media larva BSF menjadi baik sehingga dapat dimanfaatkan kembali menjadi pupuk kasgot atau bekas *maggot*.

## 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem berfokus hanya terhadap budidaya larva BSF
2. Sistem menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler serta sensor yang digunakan mengacu pada NodeMCU
3. Sistem menggunakan 1 sensor suhu DHT11, dan 1 sensor kelembaban tanah sensor *Soil Moisture* YL-69
4. Pengujian ini menggunakan lampu sebagai alat untuk menaikkan suhu dan kipas angin sebagai alat untuk menurunkan suhu pada media larva BSF

## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam Penelitian yang telah dilakukan (Suciati dan Faruq, 2017) ditulis bahwa sampah organik seringkali menyebabkan bau dan penyakit. Belakangan ini, ditemukan kegiatan untuk mendaur ulang sampah organik dengan metode *biokonversi*. Umumnya, organisme yang berperan dalam proses *biokonversi* adalah bakteri, jamur, dan larva serangga. Larva serangga *Hermetia illucens/Black Soldier Fly* (BSF) ini sering dipergunakan menjadi agen biokonversi, serta lebih dikenal dengan istilah “*maggot*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis media pertumbuhan larva, dengan parameter biomassa larva, wadah, dan kondisi media tumbuh larva.

Penelitian yang telah dilakukan (Auliani *et al*, 2021) Pengelolaan sampah organik melalui budidaya larva dari lalat *Black Soldier Fly* adalah penerapan inovasi biokonversi untuk mengatasi persoalan sampah organik. *Maggot* (larva) BSF dapat mendegradasi sampah organik menjadi bahan makanan mereka dan larva BSF juga dapat dimanfaatkan menjadi pakan ternak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji aspek pengelolaan teknologi *biokonversi* sampah organik melalui budidaya larva BSF. Teknologi *biokonversi* ini mampu mengatasi permasalahan sampah dalam upaya mengurangi sampah organik.

Penelitian (Abidin dan Saragih, 2020) telah menghasilkan sebuah sistem pada kandang burung puyuh dengan menerapkan *Internet of Things* dan kecerdasan *Naive Bayes* di dalamnya. Membuat suatu alat untuk mengontrol suhu kandang

burung puyuh agar tetap dalam kondisi yang stabil. Serta mengurangi penggunaan listrik yang berlebih daripada lampu yang digunakan. Pada penelitian ini secara khusus dilakukan pengembangan sistem pada layer aplikasi dan layer servis di system berbasis *internet of thing* dengan melakukan penggunaan *platform Node-Red* dan pembuatan basis data local menampung data dari platform. Data dianalisis menggunakan salah satu metode data mining berupa metode *Naive Bayes*.

Penelitian yang telah dilakukan (Devita *et al*, 2018) mengenai kecocokan isi artikel dengan sebuah tema jurnal menjadi faktor utama diterima tidaknya sebuah artikel. Untuk itu diperlukannya sebuah metode klasifikasi dokumen yang dapat mengelompokkan artikel secara otomatis dan akurat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Naive Bayes* dan sebagai baseline digunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Metode *Naive Bayes* dipilih karena dapat menghasilkan akurasi yang maksimal dengan data latih yang sedikit. Sedangkan metode *K-Nearest Neighbor* dipilih karena metode tersebut tangguh terhadap data *noise*. Kinerja dari kedua metode tersebut akan dibandingkan, sehingga dapat diketahui metode mana yang lebih baik dalam melakukan klasifikasi dokumen. Hasil yang didapatkan menunjukkan metode *Naive Bayes* memiliki kinerja yang lebih baik dengan tingkat akurasi 70%, sedangkan metode *K-Nearest Neighbor* memiliki tingkat akurasi yang cukup rendah yaitu 40%.

Penelitian yang telah dilakukan (Putra, 2018) merancang sistem kandang *maggot BSF Internet of Things* menggunakan sensor otomatis. Pada penelitian ini belum memanfaatkan kecerdasan di dalamnya. Adapun penelitian ini membuat sistem monitoring serta kontrol suhu lampu untuk budidaya *maggot BSF* berbasis

*Internet of Things* sebagai pengontrol sistem. Dalam penelitian ini komponen utama yang digunakan yaitu Arduino UNO, Relay, Bluetooth HC-05, I2C LCD 16x2, Lampu, dan Modul DHT22. Cara kerjanya alat ini nantinya jika ingin memonitor suhu atau mengontrol lampu, menggunakan koneksi via *Bluetooth* dengan membuka aplikasi di smartphone. Hasil dari model sistem ini adalah mampu mempertahankan keseimbangan pada kondisi Suhu 30°–38° C, suhu tersebut sudah sesuai standar suhu yang dibutuhkan oleh larva BSF.

## **2.2 Dasar Teori**

Dasar teori merupakan sebuah konsep dengan pernyataan sistematis atau tertata rapi yang digunakan agar menjadi landasan kuat pada penelitian yang akan dilakukan peneliti.

### **2.2.1 Larva Black Soldier Fly (BSF)**

Larva *Hermetia Illucens* adalah larva yang dihasilkan serangga *Hermetia illucens* atau *Black Soldier Fly* yang akhir-akhir ini banyak dikembangkan untuk menjadi pakan ikan, unggas, dan hewan peliharaan. Larva BSF dikenal juga dengan *maggot*. Larva BSF mengandung protein tinggi yang berpotensi dijadikan pakan alternatif pengganti tepung ikan, bungkil kedelai, dan *meat bone meal*. Penggunaan larva sebagai bahan baku pakan mempunyai banyak keunggulan yaitu keberadaannya dapat ditemukan hampir diseluruh dunia, bisa mereduksi bahan organik, bisa hidup pada toleransi pH yang cukup luas, tidak membawa penyakit, masa hidup yang cukup lama (Indariyanti, 2018).

Siklus reproduksi lalat BSF dimulai dari pemilihan tempat bertelur yang lokasinya tidak jauh dari sumber makanan. Pada budidaya lalat BSF yang telah ada, daun pisang kering dijadikan sebagai media tempat penyimpanan telur. Peletakan telur dilakukan 2 hari setelah lalat betina kawin dengan jantan. Telur tersebut membutuhkan 3 - 4 hari untuk menetas menjadi larva. Dalam waktu 22 – 24 hari ke depannya, larva instar pertama akan berkembang sampai menjadi instar keenam (Barros-Cordeiro, Bao, & Pujol Luz, 2014).

Dalam siklus hidupnya lalat *Hermetia illucens* mempunyai beberapa stadia yaitu fase dewasa, fase telur, fase larva, fase prepupa, dan fase pupa (Diener, 2007). Siklus hidup lalat BSF membutuhkan total daur hidup selama 40 hari dimana fase telur akan terjadi selama 3 hari dilanjutkan 18 hari fase larva. Larva menuju tahap prepupa 14 hari, lalu tiga hari setelahnya akan menjadi pupa kemudian bertransformasi menjadi lalat dewasa yang bertahan selama 3 hari dan akan mati jika telah kawin. Untuk sekali bertelur mampu menghasilkan 500 sampai 900 telur dan kekhawatiran akan *over* populasi tidak akan terjadi karena predator sangat banyak (Fatmasari, 2017).



Gambar 2.1 Larva *Black Soldier Fly*

### 2.2.2 *Naive Bayes*

*Naive Bayes Classifier* adalah sebuah metode klasifikasi yang berakar pada *teorema Bayes*. Metode pengklasifikasian menggunakan metode probabilitas dan statistik yang ditemukan oleh ilmuwan asal Inggris bernama *Thomas Bayes*, metode dengan memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya sehingga dikenal sebagai *Teorema Bayes*. Ciri utama dari *Naive Bayes Classifier* ini adalah asumsi yang sangat kuat akan independensi dari masing-masing kondisi atau kejadian.

Menurut (*Olson Delen, 2008*) menjelaskan *Naive Bayes* untuk setiap kelas keputusan, menghitung probabilitas dengan syarat bahwa kelas keputusan adalah benar, mengingat vektor informasi objek. Algoritma ini mengasumsikan bahwa atribut objek adalah independen. Probabilitas yang terlibat dalam memproduksi perkiraan akhir dihitung sebagai jumlah frekuensi dari tabel keputusan. *Naive Bayes Classifier* bekerja dengan sangat baik dibandingkan model *classifier* lainnya.

$$P(H|X) = \frac{P(X|H) \cdot P(H)}{P(X)} \quad (2.1)$$

Keterangan:

X	= Data dengan <i>class</i> belum diketahui
H	= Hipotesis data adalah suatu <i>class</i> spesifik
P(H X)	= Probabilitas hipotesis H berdasarkan kondisi X
P(H)	= Probabilitas hipotesis H
P(X H)	= Probabilitas X berdasarkan kondisi hipotesis H
P(X)	= Probabilitas X

### 2.2.3 *Internet of Things*

Ekosistem *Internet of Things* atau disingkat dengan IoT terdiri dari perangkat pintar berkemampuan web yang menggunakan sistem tertanam

(*embedded system*), seperti prosesor, sensor, dan perangkat keras komunikasi, untuk mengumpulkan, mengirim, dan bertindak sesuai data yang mereka peroleh dari lingkungan mereka. Perangkat IoT berbagi data sensor yang mereka kumpulkan dengan menghubungkan ke *gateway* IoT atau *edge device* lainnya, dimana data dikirim ke komputer *cloud* untuk dianalisis secara lokal. Terkadang, perangkat ini berkomunikasi dengan perangkat terkait lainnya dan bertindak berdasarkan informasi yang mereka dapatkan satu dengan yang lain. Sebagian besar perangkat melakukan pekerjaan tanpa campur tangan manusia, meskipun orang masih dapat berinteraksi dengan perangkat tersebut, misalnya ketika saat mengkonfigurasinya, memberi mereka instruksi atau mengakses data. Konektivitas, jaringan dan protokol komunikasi yang digunakan pada perangkat yang mendukung web ini sangat tergantung pada spesifikasi aplikasi IoT yang digunakan. IoT juga dapat menggunakan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dan pembelajaran mesin (*machine learning*) untuk membantu membuat proses pengumpulan data lebih mudah dan lebih dinamis.

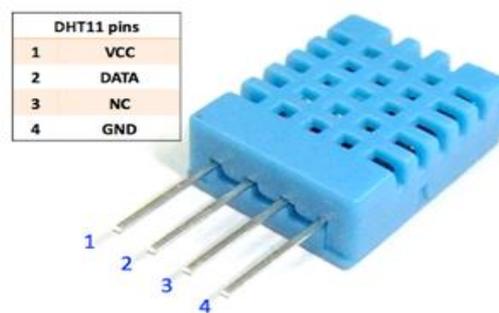
#### **2.2.4 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266**

NodeMCU adalah sebuah *open source* platform *Internet of Things* serta pengembangan kit menggunakan bahasa pemrograman untuk membantu dalam membuat *prototype* produk *Internet of Things* dan juga bisa menggunakan *sketch* dengan arduino IDE. Pengembangan kit didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1-Wire serta ADC (*Analog to Digital Converter*) semuanya dalam sebuah *board*. NodeMCU memiliki



IC kontroler. IC kontroler mengeluarkan *output* data dalam bentuk *single wire bi-directional*.

Sensor DHT11 memiliki dua versi, yaitu versi 4 pin dan versi 3 pin. Tidak ada perbedaan karakteristik dari 2 versi ini. Pada versi 4 pin. Pin 1 merupakan tegangan sumber, berkisar antara 3V sampai dengan 5V. Pin 2 merupakan data keluaran (*output*) Pin ke 3 adalah pin NC (*normally close*) dan pin ke 4 adalah *Ground*. Sedangkan pada versi 3 kaki, pin 1 merupakan VCC berkisar antara 3V sampai dengan 5V, pin 2 merupakan data keluaran dan pin 3 adalah *Ground*.



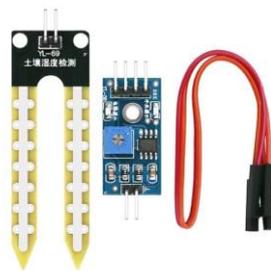
Gambar 2.3 Sensor DHT11

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor DHT 11

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Input	3 - 5V
Tegangan Arus	0.3mA, Iddle 60Ua
Periode Sampling	2 Detik
Output	Data Serial
Resolusi	16 Bit
Temperatur	0°C sampai 50°C (akurasi 1°C )
Kelembaban	20% sampai 90% (akurasi 5%)

### 2.2.6 Sensor Soil Moisture YL-69

*Soil moisture* sensor merupakan sensor yang dapat mendeteksi kelembaban pada tanah. Sensor ini terdiri dua *probe* untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). Sensor ini membantu untuk mengingatkan atau memantau tingkat kelembaban tanah.



Gambar 2.4 Sensor *Soil Moisture YL-69*

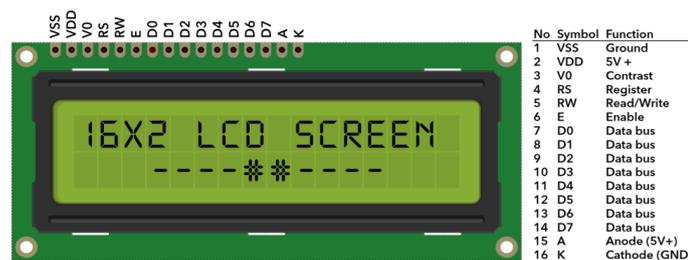
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor *Soil Moisture YL-69*

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Input	3.3V atau 5V
Tegangan Output	0 - 4.2V
Arus	35mA
Value Range ADC	1024 bit (Mulai dari 0 - 1023 bit)

### 2.2.7 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan jenis media tampilan dari bahan cairan kristal sebagai penampil utama. LCD 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32

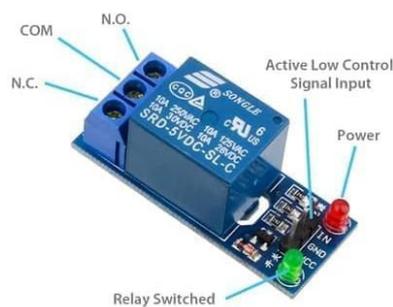
karakter yang terdiri dari 2 baris dengan tiap baris menampilkan 16 karakter. Arduino sebagai pengendali LCD secara *default* sudah ada *library* nya yaitu *LiquidCrystal.h*. LCD memiliki beberapa ukuran yaitu 8x1, 16x1, 16x2, 16x4, 20x4.



Gambar 2.5 LCD (*Liquid Crystal Display*)

### 2.2.8 Relay

Relay merupakan saklar atau *switch* yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (*coil*) dan Mekanikal (seperangkat kontak saklar). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) bisa menghantarkan listrik dengan tegangan lebih tinggi.



Gambar 2.6 Relay

## **BAB III**

### **DESAIN DAN IMPLEMENTASI**

#### **3.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang digunakan peneliti adalah kebutuhan dalam sistem media larva BSF. Adapun data yang diambil ada dua data yaitu data primer serta data sekunder. Data primer adalah data tangan pertama yang dikumpulkan peneliti sendiri. Data sekunder adalah data diambil dari peneliti yang lain.

##### **3.1.1 Data Primer**

Data yang digunakan peneliti adalah data yang diambil dari hasil mengamati serta melihat situasi yang berkaitan dengan persoalan penelitian. Maka peneliti mengambil beberapa data untuk digunakan dalam penelitiannya yaitu berupa suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah.

Data suhu dan kelembaban udara merupakan variabel data masukan yang digunakan oleh peneliti. Untuk mengetahui nilai data dari kelembaban udara dan suhu peneliti menggunakan sensor DHT11.

Data kelembaban tanah juga merupakan variabel data masukan yang digunakan oleh peneliti. Untuk mengetahui nilai data dari kelembaban tanah peneliti menggunakan sensor *soil moisture* YL-69.

##### **3.1.2 Data Sekunder**

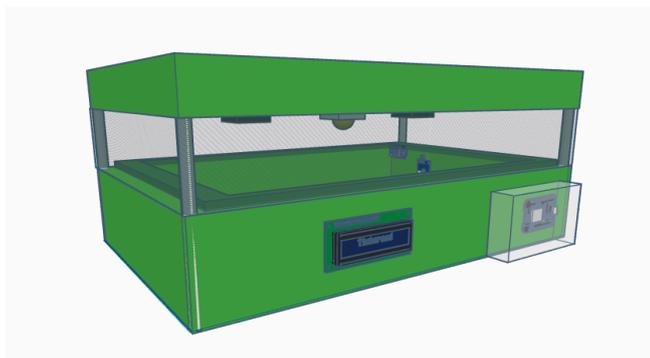
Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain yang telah ada atau sumber data penelitian yang diperoleh serta dicatat oleh pihak lain. Adapun sumber yaitu dari literatur dari jurnal dan laporan yang sudah tersusun sebagai

pendukung penelitian ini. Contoh data sekunder seperti laporan pemerintah berupa data sampah organik, data siklus tumbuh dan suhu optimal larva BSF yang diperoleh dari jurnal.

## 3.2 Desain Sistem

Perancangan sistem digunakan oleh peneliti untuk persiapan percobaan dan untuk mengidentifikasi komponen sistem informasi yang akan dirancang secara detail.

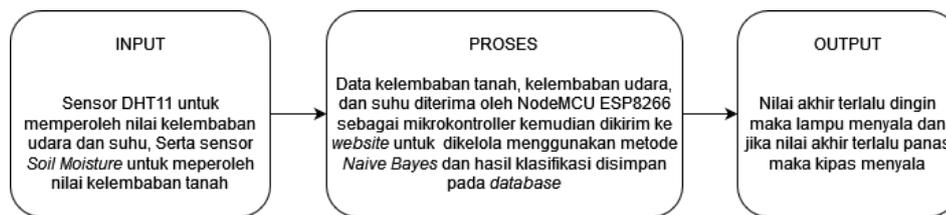
### 3.2.1 Sistem



Gambar 3.1 Ilustrasi Kandang Larva BSF Berbasis IoT

Pada Gambar 3.1 merupakan gambaran ilustrasi kandang larva BSF berbasis *Internet of Things* yang akan dibangun. Dengan perancangan sistem ini diharapkan bisa melengkapi sistem pada kandang larva BSF yang masih manual. Sistem ini bisa mengetahui data nilai suhu, nilai kelembaban udara, serta nilai kelembaban tanah. Selain itu, sistem ini juga bisa mengontrol suhu media larva BSF.

Alur sistem yang dibuat memiliki tujuan untuk memudahkan dalam mengetahui proses berjalannya suatu sistem yang dirancang. Adapun gambaran dari alur sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.2.

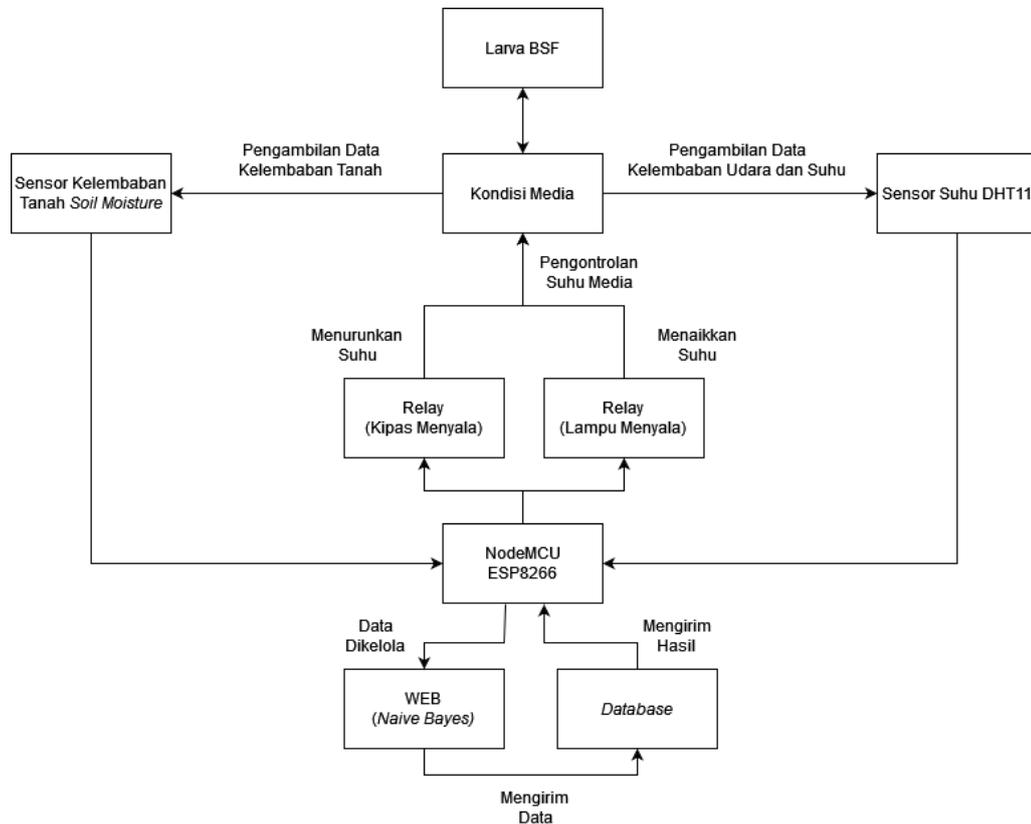


Gambar 3.2 Alur Sistem

Pada Gambar 3.2 data input berupa nilai suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah yang telah didapatkan dari sensor akan dikirimkan ke NodeMCU ESP8266. Kemudian data input diproses menggunakan metode *Naive Bayes* sehingga mendapatkan hasil klasifikasi dan data hasil klasifikasi tersebut disimpan ke *database*. Setelah itu label yang didapat dari hasil klasifikasi akan dibaca oleh NodeMCU ESP8266 sehingga dapat melakukan aksi berupa *output* pendinginan dengan menyalakan kipas atau penghangatan dengan menyalakan lampu atau tidak menyalakan keduanya ketika dalam keadaan optimal.

Untuk dapat menjalankan aksi *output* sesuai hasil klasifikasi, sistem akan melewati beberapa proses. Dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroller yang terhubung sensor suhu DHT11 dan sensor *soil moisture* YL-69 untuk mendapatkan data masukan. NodeMCU ESP8266 menerima data nilai suhu, nilai kelembaban udara, dan kelembaban tanah dari sensor, kemudian data tersebut dikelola pada web menggunakan metode *Naive Bayes* untuk mendapatkan hasil klasifikasi berupa label dan menyimpannya ke *database*. Setelah mendapatkan hasil klasifikasi berupa label maka NodeMCU ESP8266 memberikan aksi berupa *output* pendinginan atau penghangatan atau tidak keduanya. *Output* yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu label dingin, optimal, panas. Kemudian sistem merespon dengan melakukan pengontrolan suhu pada media larva BSF sesuai hasil klasifikasi

media secara otomatis. Adapun rancangan sistem yang akan dibangun terdapat pada Gambar 3.3.



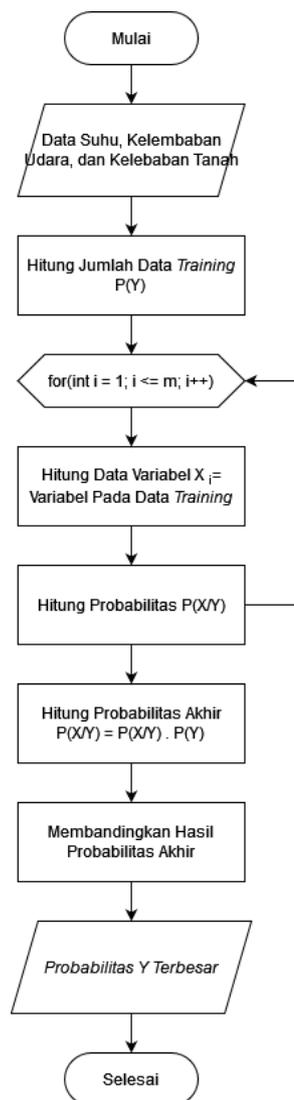
Gambar 3.3 Desain Sistem

Pada desain sistem Gambar 3.3 terdapat alur berjalannya sistem. Terdapat dua sensor yaitu sensor suhu DHT11 yang digunakan untuk membaca nilai suhu serta nilai kelembaban udara dan sensor *soil moisture* YL-69 digunakan untuk membaca nilai kelembaban tanah. Data masukan meliputi suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah yang didapatkan akan dikirim ke mikrokontroler Node MCU ESP8266. Kemudian data masukan dikelola oleh web menggunakan metode *Naive Bayes*. Setelah berhasil mendapat hasil klasifikasi maka data hasil klasifikasi disimpan ke *database*. Kemudian label hasil klasifikasi akan dibaca oleh NodeMCU ESP8266 dan merespon dengan aksi tidak mengaktifkan relay atau

mengaktifkan relay (lampu menyala atau kipas angin menyala) sesuai hasil klasifikasi media sehingga media tetap dalam keadaan optimal.

### 3.2.2 Metode Naïve Bayes

Pada proses klasifikasi dapat dilihat pada *flowchart* Gambar 3.4



Gambar 3.4 *Flowchart* Klasifikasi Metode Naïve Bayes

Pada Gambar 3.4 *flowchart* klasifikasi metode Naïve Bayes, terdapat beberapa tahap untuk memperoleh hasil klasifikasi. Tahap pertama yaitu nilai

kelembaban tanah, kelembaban udara dan suhu sebagai data input. Tahap berikutnya yaitu menghitung jumlah probabilitas Y (dingin, optimal, panas) atau label pada data *training*. Kemudian menghitung variabel X ke-*i*. Tahap selanjutnya yaitu menghitung jumlah probabilitas X terhadap kondisi Y. Proses tersebut dilakukan berulang pada setiap variabel X. Jika semua variabel X sudah dihitung maka langkah selanjutnya menghitung probabilitas akhir. Perhitungan probabilitas akhir yaitu Probabilitas X berdasarkan kondisi Y dikalikan dengan probabilitas X1, X2, X3. Dari hasil proses tersebut maka memperoleh nilai masing-masing probabilitas Y akhir. Kemudian membandingkan hasil probabilitas akhir untuk memperoleh probabilitas Y terbesar.

Pada Tabel 3.1 menunjukkan kategori yang dimiliki tiap variabel. Kemudian pada Tabel 3.2 merupakan contoh data *training* dan pengumpulan data secara primer dengan menampilkan data *training* sebanyak 10 baris. Dan pada Tabel 3.3 Merupakan data *testing* yang digunakan sebagai pengujian terhadap data *training*.

Tabel 3.1 Kategori Tiap Variabel

Variabel	Nilai	Keterangan
Suhu	<30°	Terlalu Dingin
	30°– 38°	Normal
	>38°	Terlalu Panas
Kelembaban Udara	<60%	Kurang
	60% - 70%	Cukup
	>70%	Lebih
Kelembaban Tanah	<70%	Kering
	70% - 80%	Cukup
	>80%	Basah

Tabel 3.2 Contoh Data *Training*

No	Suhu	Kelembaban Udara	Kelembaban Tanah	Label
1.	39°	75%	60%	Panas
2.	37°	78%	77%	Optimal
3.	29°	70%	78%	Dingin
4.	40°	59%	50%	Panas
5.	31°	69%	72%	Optimal
6.	27°	75%	87%	Dingin
7.	29°	70%	65%	Optimal
8.	27°	78%	90%	Dingin
9.	28°	79%	79%	Dingin
10.	26°	72%	86%	Dingin

Tabel 3.3 Contoh Data *Testing*

No	Kelembaban Tanah	Kelembaban Udara	Suhu	Label
1.	79%	75%	28°	?

Hasil perhitungan dari tabel data *training* dapat digunakan untuk mengklasifikasi kualitas media tabel *testing* yang dijabarkan seperti dibawah:

$$P(Y_i) = \frac{Y_i}{\sum_{j=1}^n Y_j} \quad (3.1)$$

Keterangan :

$Y_i$  = Label Y ke-i  
 $n$  = Jumlah Label  
 $i$  = 1, ..., m

a. Menghitung jumlah probabilitas variabel Y

$$P(Y = \text{Dingin}) = \frac{5}{10} = 0,5$$

$$P(Y = \text{Optimal}) = \frac{3}{10} = 0,3$$

$$P(Y = \text{Panas}) = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$P(X_i|Y_j) = \frac{X_i}{Y_j} \quad (3.2)$$

Keterangan :

$X_i$  = Label X ke-i  
 $i$  = 1, ..., m

b. Menghitung probabilitas variabel X terhadap variabel Y

$$P(X_1 = \text{Cukup} | Y = \text{Dingin}) = \frac{2}{5}$$

$$P(X_1 = \text{Cukup} | Y = \text{Optimal}) = \frac{2}{3}$$

$$P(X_1 = \text{Cukup} | Y = \text{Panas}) = \frac{0}{2}$$

$$P(X_2 = \text{Lebih} \mid Y = \text{Dingin}) = \frac{4}{5}$$

$$P(X_2 = \text{Lebih} \mid Y = \text{Optimal}) = \frac{1}{3}$$

$$P(X_2 = \text{Lebih} \mid Y = \text{Panas}) = \frac{1}{2}$$

$$P(X_3 = \text{Terlalu Dingin} \mid Y = \text{Dingin}) = \frac{5}{5}$$

$$P(X_3 = \text{Terlalu Dingin} \mid Y = \text{Optimal}) = \frac{1}{3}$$

$$P(X_3 = \text{Terlalu Dingin} \mid Y = \text{Panas}) = \frac{0}{2}$$

$$P(X_1 \dots X_m \mid Y_i) = \left( \prod_{j=1}^m P(X_j \mid Y_i) \right) P(Y_i) \quad (3.3)$$

Keterangan :

$Y_i$  = Label Y ke-i

$X_i$  = Label X ke-i

i = 1, ..., m

c. Membandingkan hasil probabilitas tiap label

$$P(X_1 = \text{Cukup}, X_2 = \text{Lebih}, X_3 = \text{Terlalu Dingin} \mid Y = \text{Dingin})$$

$$\frac{2}{5} \times \frac{4}{5} \times \frac{5}{5} \times \frac{5}{10} = 0,16$$

$$P(X_1 = \text{Cukup}, X_2 = \text{Lebih}, X_3 = \text{Terlalu Dingin} \mid Y = \text{Optimal})$$

$$\frac{2}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{3}{10} = 0,02$$

$$P(X_1 = \text{Cukup}, X_2 = \text{Lebih}, X_3 = \text{Terlalu Dingin} \mid Y = \text{Panas})$$

$$\frac{0}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{0}{2} \times \frac{2}{10} = 0$$

Dari perhitungan di atas diperoleh bahwa probabilitas terbesar adalah pada  $P(Y = \text{Dingin})$  maka dapat disimpulkan data pada contoh data *testing* yaitu label berada pada kelas Dingin.

## BAB IV

### UJI COBA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Scenario Uji Coba

Adapun pengujian kalibrasi yang dilakukan berguna untuk melihat sistem apakah dapat dinyatakan akurat. Dan untuk pengujian sensor dilakukan berguna untuk mengetahui akurasi sensor dengan cara membandingkan nilai sensor suhu DHT11 dengan alat ukur termometer *hygrometer clock* HTC-2 dengan spesifikasi suhu diluar ruangan (*outdoor*) antara -20-70 °C (-4-120 °F), suhu didalam ruangan (*indoor*) antara 0 - 50 °C (32 - 122 °F), dengan akurasi suhu  $\pm 1$  °C (1,8 °F) (15 - 35 °C), lainnya:  $\pm 2$  °C, resolusi suhu 0.1 °C / °F, serta kelembaban udara antara 10% - 99% RH, dengan akurasi kelembaban udara  $\pm 5\%$  RH (40 - 80%), lainnya:  $\pm 8\%$ , resolusi kelembaban udara 1% RH. Sensor *soil moisture* YL-69 dengan alat ukur *moisture meter* dengan spesifikasi kelembaban tanah antara 1 - 10 (1 - 3 *Dry*, 4 - 7 *Nor*, 8 - 10 *Wet*). Dari hasil percobaan tersebut nilai selisih antara sensor dengan alat ukur dapat diperoleh hasil perbandingannya. Untuk membandingkan akurasi nilai suhu dan nilai kelembaban udara pada sensor DHT11 dengan alat pengukur termometer. Sementara itu, untuk membandingkan akurasi nilai kelembaban tanah pada sensor *soil moisture* YL-69 dengan akurasi alat pengukur *moisture meter*. Setelah itu, untuk memperoleh hasil persentase *error* dapat menggunakan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ error} = \frac{|X-Y|}{Y} \times 100 \quad (4.1)$$

Keterangan:

% *error* = Persentase *Error*

X = Nilai Dari Sensor

Y = Nilai Dari Alat Ukur Termometer dan *Moisture* Meter

Data yang digunakan peneliti berupa data kelembaban tanah, data kelembaban udara, dan data suhu. Ketiga data tersebut akan dijadikan data yang akan diolah menggunakan metode *Naïve Bayes* sebagai pengujian terhadap metode yang diterapkan.

Data yang digunakan berjumlah 124 data dengan presentase 80% digunakan sebagai data *training* dan 20% digunakan sebagai data *testing*. Tabel data *testing* ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan data *training* ditunjukkan pada Lampiran 1.

Tabel 4.1 Data *Testing*

No	Suhu	Kelembaban Udara	Kelembaban Tanah	Label
1.	28	76	71	Dingin
2.	36	62	61	Optimal
3.	35	56	77	Optimal
4.	43	66	30	Panas
5.	22	81	86	Dingin
6.	20	69	31	Optimal
7.	35	76	69	Optimal
8.	20	58	45	Panas
9.	43	69	76	Panas
10.	23	42	82	Dingin

11.	31	35	64	Panas
12.	44	52	84	Optimal
13.	25	69	93	Dingin
14.	44	36	46	Panas
15.	35	62	93	Optimal
16.	31	65	72	Optimal
17.	27	68	80	Dingin
18.	30	73	77	Optimal
19.	32	80	89	Dingin
20.	39	74	84	Dingin
21.	40	85	78	Optimal
22.	41	85	69	Panas
23.	41	78	70	Optimal
24.	35	49	57	Panas
25.	24	40	72	Optimal

Pada pengujian metode *Naïve Bayes* dalam memprediksi kualitas media larva BSF memerlukan *confussion matrix* untuk mengevaluasi performa suatu algoritma. *Confussion matrix* merepresentasikan prediksi dan kondisi sebenarnya dari data yang dihasilkan oleh algoritma. Dengan adanya *confussion matrix*, maka *accuracy*, *preciission*, dan *recall* dapat ditentukan. Berikut ini pada Tabel 4.2. merupakan tabel *confussion matrix*.

Tabel 4.2 *Confussion Matrix*

		<b>TRUE</b>	<b>FALSE</b>
<b>Nilai Prediksi</b>	<b>TRUE</b>	(TP)	(FP)
	<b>FALSE</b>	(FN)	(TN)

Pada tabel *confussion matrix* terdapat *True Positive* (TP), *False Negatif* (FN), *False Positive* (FP), dan *True Negatif* (TN). Dari keempat prediksi tersebut memiliki pengertian yang berbeda, dimana *True Positive* (TP) merupakan jumlah data dengan nilai sebenarnya positif dan diprediksi benar oleh algoritma. *False Negatif* (FN) merupakan jumlah data dengan nilai sebenarnya positif dan diprediksi salah oleh algoritma. *False Positive* (FP) merupakan jumlah data dengan nilai sebenarnya negatif dan diprediksi benar oleh algoritma. Sedangkan *True Negatif* (TN) merupakan jumlah data dengan nilai sebenarnya negatif dan dinilai salah oleh algoritma (Febrianda dan Bhawiyuga, 2018).

*Accuracy* didefinisikan sebagai tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual. *Accuracy* ini diukur berdasarkan rasio jumlah data yang diprediksi benar oleh algoritma dengan jumlah data yang ada pada *dataset* (Prakasa dan Lhaksana, 2018).

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (4.2)$$

*Precision* adalah tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem. Presisi ini diukur berdasarkan rasio jumlah data bernilai positif yang diprediksi secara benar oleh algoritma dengan jumlah data yang diprediksi memiliki nilai positif oleh algoritma. (Prakasa dan Lhaksana, 2018).

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (4.3)$$

*Recall* adalah tingkat keberhasilan sistem dalam menentukan kembali sebuah informasi. *Recall* ini diukur berdasarkan rasio jumlah data berlabel positif yang diprediksi benar oleh algoritma dengan jumlah semua data yang berlabel positif pada *dataset* (Prakasa dan Lhaksana, 2018).

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4.4)$$

## 4.2 Hasil Pengujian

Hasil pengujian sistem perangkat keras dan perangkat lunak memiliki tujuan untuk mengetahui kelayakan sistem yang telah dibangun, guna mengetahui apakah sistem dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Selain melakukan pengujian terhadap sistem, pengujian metode yang sudah diimplementasikan pada sistem kandang larva BSF juga akan diuji dengan *confussion matrix*, hal ini berguna untuk mengetahui tingkat *accuracy* dari kinerja suatu algoritma.

### 4.2.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan dengan menguji sensor-sensor yang digunakan pada kandang larva BSF. Hasil pengujian ini pada akhirnya akan diketahui apakah sensor berfungsi seperti yang diharapkan atau tidak. Adapun sensor yang digunakan untuk memperoleh nilai kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara.

#### A. Pengujian Sensor *Soil Moisture YL-69* dengan *Moisture Meter*

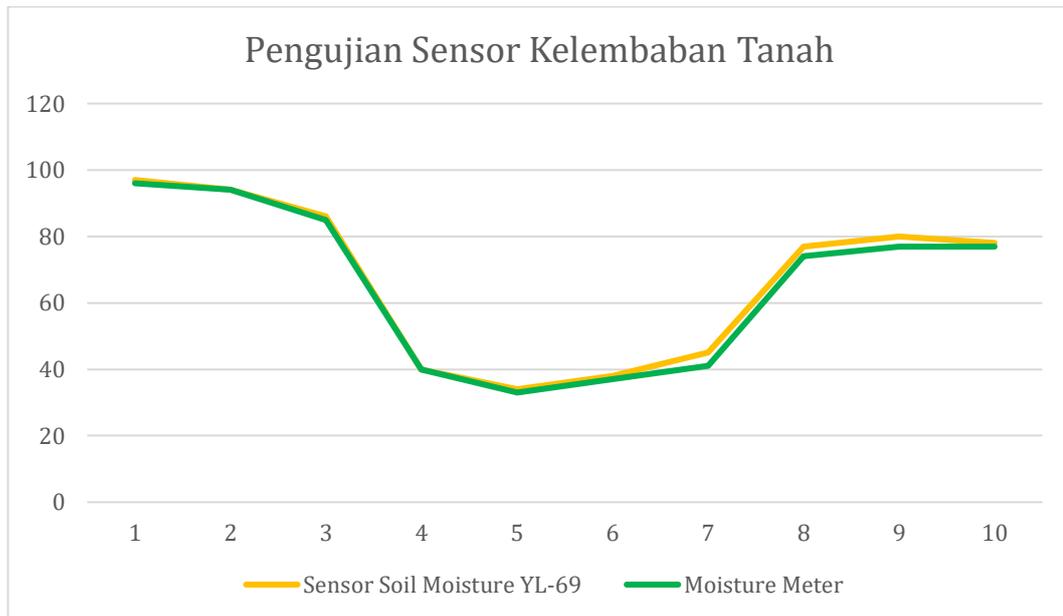
Perbandingan sensor kelembaban tanah *soil moisture YL-69* dengan alat ukur *moisture meter* dilakukan sebagai pengujian terhadap sensor agar mengetahui

perbedaan nilai kelembaban tanah. Hasil dari pengujian sensor ditunjukkan pada

Tabel 4.3.

*Tabel 4.3 Tabel Uji Sensor Soil Moisture YL-69*

<b>Uji Ke-</b>	<b>Sensor Soil Moisture YL-69 (%)</b>	<b>Moisture Meter (%)</b>	<b>Error (%)</b>
1.	97	96	1.04
2.	94	94	0
3.	86	85	1.17
4.	40	40	0
5.	34	33	3.03
6.	38	37	2.70
7.	45	41	9.76
8.	77	74	4.05
9.	80	77	3.90
10.	78	77	1.30
<b>Rata-Rata Error (%)</b>			<b>2.70</b>



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Sensor *Soil Moisture* YL-69

Pada Tabel 4.3 adalah nilai kelembaban tanah yang telah berhasil dibaca sensor *soil moisture* YL-69 serta *moisture* meter. Gambar 4.1 menunjukkan grafik perbedaan hasil pengujian kelembaban tanah menggunakan sensor *soil moisture* YL-69 dengan alat ukur *moisture* meter. Dari data yang diperoleh menggunakan sensor maupun alat ukur selanjutnya adalah mencari nilai persentase *error* dan mencari nilai rata-rata *error*. Perhitungan *relative error* dilakukan pada kedua data untuk memperoleh nilai persentase *error* dan nilai rata-rata *error*. Berikut perhitungan persentase *error* berdasarkan nilai sebenarnya dari sensor *soil moisture* YL-69 dan alat ukur *moisture* meter dengan pengambilan data uji pertama.

$$Error = \frac{\text{Sensor Soil Moisture YL-69} - \text{Moisture Meter}}{\text{Moisture Meter}} \times 100\% \quad (4.5)$$

$$Error = \frac{97 - 96}{96} \times 100\%$$

$$Error = 1.04\%$$

Diperoleh hasil persentase dari perhitungan *error* antara data sensor *soil moisture* YL-69 dengan alat ukur *moisture* meter yaitu 1,04%.

$$\text{Rata-rata error} = \frac{\sum 27.0}{\sum 10}$$

$$\text{Rata-rata error} = \frac{27.0}{10}$$

$$\text{Rata-rata error} = 2.70$$

Perbandingan antara sensor *soil moisture* YL-69 dengan alat ukur *moisture* meter diperoleh nilai rata-rata *error* yaitu 2,70%.

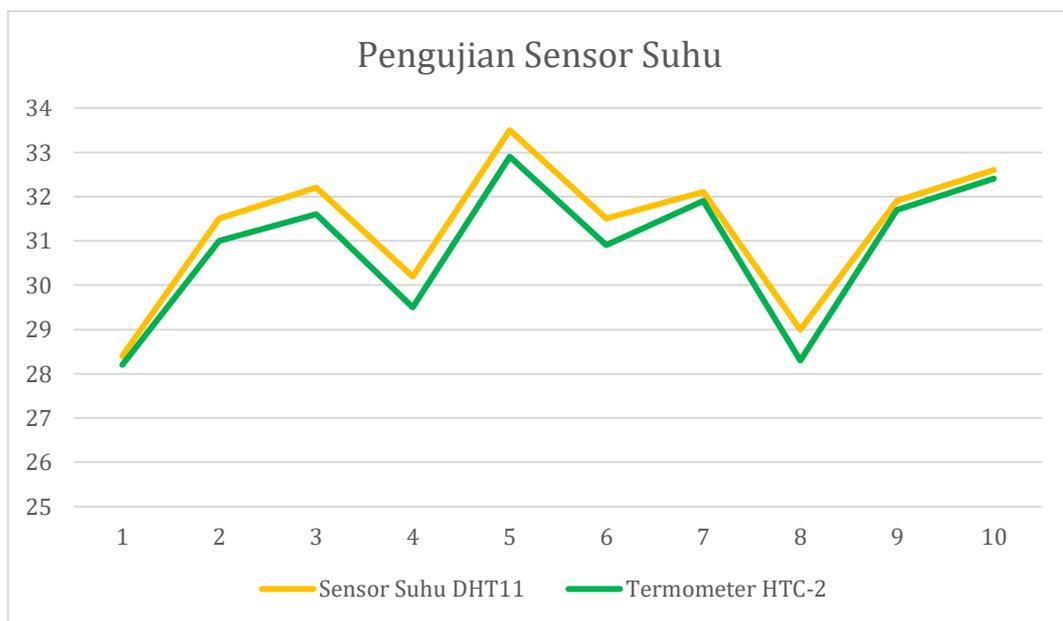
#### **B. Pengujian Sensor Suhu DHT11 dengan Termometer HTC-2**

Perbandingan sensor suhu DHT11 dengan alat ukur termometer HTC-2 dilakukan sebagai pengujian terhadap sensor agar mengetahui perbedaan nilai suhu. Hasil dari pengujian sensor ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Tabel Uji Sensor Suhu DHT11

<b>Uji Ke-</b>	<b>Sensor Suhu DHT11 (°C)</b>	<b>Termometer HTC-2 (°C)</b>	<b><i>Error</i> (%)</b>
1.	28.4	28.2	0.71
2.	31.5	31.0	1.61
3.	32.2	31.6	1,90
4.	30.2	29.5	2.37
5.	33.5	32.9	1.82
6.	31.5	30.9	1.94
7.	32.1	31.9	1.94

8.	29.0	28.3	2.47
9.	31.9	31.7	0.63
10.	32.6	32.4	0.62
Rata-Rata <i>Error</i> (%)			1.60



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT11

Pada Tabel 4.4 adalah nilai suhu yang telah berhasil dibaca sensor suhu DHT11 serta termometer HTC-2. Gambar 4.2 menunjukkan grafik perbedaan hasil pengujian suhu menggunakan sensor suhu DHT11 dengan alat ukur termometer HTC-2. Dari data yang diperoleh menggunakan sensor maupun alat ukur selanjutnya adalah mencari nilai persentase *error* dan mencari nilai rata-rata *error*. Perhitungan *relative error* dilakukan pada kedua data untuk memperoleh nilai persentase *error* dan nilai rata-rata *error*. Berikut perhitungan persentase *error* berdasarkan nilai sebenarnya dari sensor suhu DHT11 dan alat ukur termometer HTC-2 dengan pengambilan data uji pertama.

$$Error = \frac{\text{Sensor Suhu DHT11} - \text{Termometer HTC-2}}{\text{Termometer HTC-2}} \times 100\% \quad (4.6)$$

$$Error = \frac{28.4 - 28.2}{28.2} \times 100\%$$

$$Error = 0.71\%$$

Diperoleh hasil persentase dari perhitungan *error* antara data sensor suhu DHT11 dengan alat ukur termometer HTC-2 yaitu 0,71%.

$$\text{Rata-rata } error = \frac{\sum 16.0}{\sum 10}$$

$$\text{Rata-rata } error = \frac{16.0}{10}$$

$$\text{Rata-rata } error = 1.60$$

Perbandingan antara sensor suhu DHT11 dengan alat ukur termometer HTC-2 diperoleh nilai rata-rata *error* yaitu 1,60%.

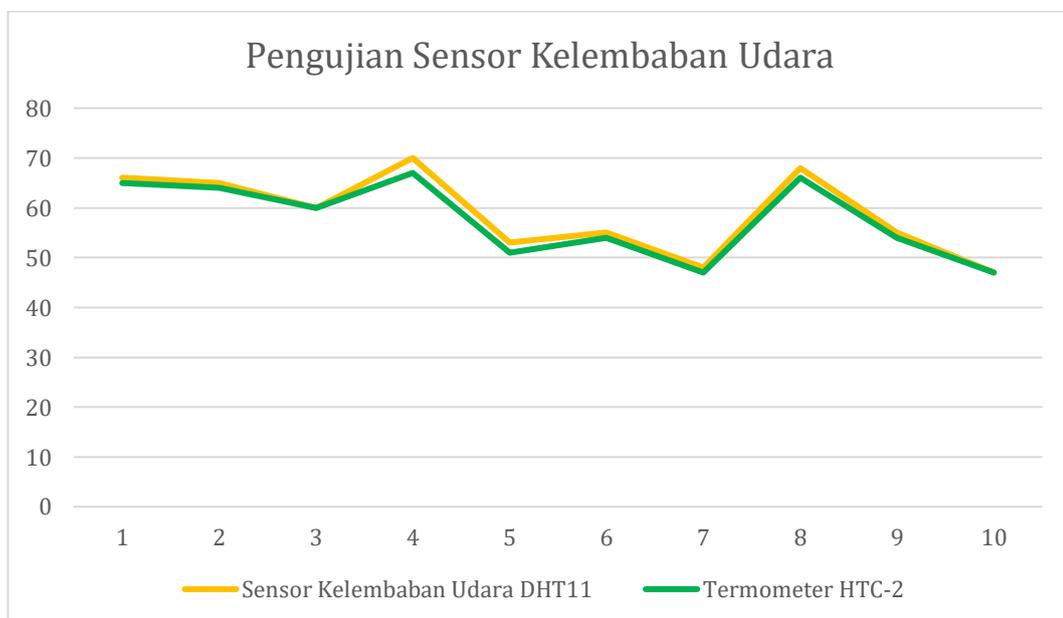
### C. Pengujian Sensor Kelembaban Udara DHT11 dengan Termometer HTC-2

Perbandingan sensor kelembaban udara DHT11 dengan alat ukur termometer HTC-2 dilakukan sebagai pengujian terhadap sensor agar mengetahui perbedaan nilai kelembaban udara. Hasil dari pengujian sensor ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tabel Uji Sensor Kelembaban Udara DHT11

Uji Ke-	Sensor Kelembaban DHT11 (%)	Termometer HTC-2 (%)	<i>Error</i> (%)
1.	66	65	1.54

2.	65	64	1.56
3.	60	60	0
4.	70	67	4.47
5.	53	51	3.92
6.	55	54	1.85
7.	48	47	2.12
8.	68	66	3.03
9.	55	54	1.85
10.	47	47	0
Rata-Rata <i>Error</i> (%)			2.03



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Udara DHT11

Pada Tabel 4.5 adalah nilai kelembaban udara yang telah berhasil dibaca sensor kelembaban udara DHT11 serta termometer HTC-2. Gambar 4.3

menunjukkan grafik perbedaan hasil pengujian kelembaban udara menggunakan sensor kelembaban udara DHT11 dengan alat ukur termometer HTC-2. Dari data yang diperoleh menggunakan sensor maupun alat ukur selanjutnya adalah mencari nilai persentase *error* dan mencari nilai rata-rata *error*. Perhitungan *relative error* dilakukan pada kedua data untuk memperoleh nilai persentase *error* dan nilai rata-rata *error*. Berikut perhitungan persentase *error* berdasarkan nilai sebenarnya dari sensor kelembaban udara DHT11 dan alat ukur termometer HTC-2 dengan pengambilan data uji pertama.

$$Error = \frac{\text{Sensor Kelembaban Udara DHT11} - \text{Termometer HTC-2}}{\text{Termometer HTC-2}} \times 100\% \quad (4.7)$$

$$Error = \frac{66 - 65}{65} \times 100\%$$

$$Error = 1.54\%$$

Diperoleh hasil persentase dari perhitungan *error* antara data sensor kelembaban udara DHT11 dengan alat ukur termometer HTC-2 yaitu 1.54%.

$$\text{Rata-rata } error = \frac{\sum 20.3}{\sum 10}$$

$$\text{Rata-rata } error = \frac{20.3}{10}$$

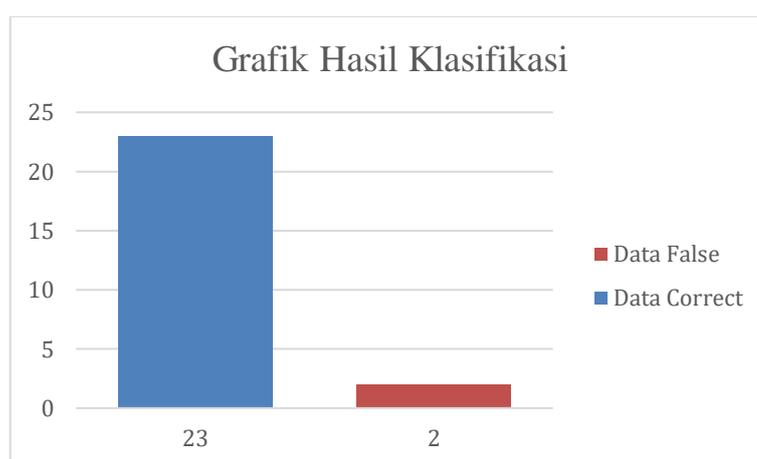
$$\text{Rata-rata } error = 2.03$$

Perbandingan antara sensor kelembaban udara DHT11 dengan alat ukur termometer HTC-2 diperoleh nilai rata-rata *error* yaitu 2,03%.

#### 4.2.2 Pengujian *Naïve Bayes* menggunakan *Python*

Pengujian akurasi metode *Naïve Bayes* dilakukan untuk menilai kebenaran perhitungan *Naïve Bayes*. Adapun data masukan yang digunakan adalah suhu,

kelembaban udara, dan kelembaban tanah. Data tersebut diperoleh dari sensor-sensor yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 yang kemudian akan diklasifikasi menggunakan metode *Naïve Bayes*. Penelitian dilakukan pada hari sabtu tanggal 24 september 2022, peneliti mulai mengambil data dari tiap sensor setiap 30 menit sekali. Pengambilan data dilakukan pada pukul 05.00 WIB hingga pukul 21.00 WIB, hasilnya peneliti menerima 32 data dari setiap sensor dalam 1 hari.. Pengambilan data berakhir pada hari rabu tanggal 28 september 2022 pukul 19.00 WIB, sehingga dalam waktu 4 hari terkumpul data sebanyak 124 data. Dengan menggunakan pemograman *python* dapat diperoleh hasil pengujian berupa *confussion matrix*. Adapun *confussion matrix* berguna untuk mengetahui nilai *accuracy*, *precision*, dan *recall*. Hasil dari pengujian metode menggunakan pemograman *python* ditunjukkan pada Tabel 4.6 berdasarkan data klasifikasi yang terdapat pada Lampiran 2, serta grafik hasil dari klasifikasi ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Hasil Klasifikasi

Pada Gambar 4.4 adalah grafik dari hasil klasifikasi yang dilakukan peneliti menggunakan data *testing* berjumlah 25 data. Data tersebut telah melalui proses

klasifikasi dengan metode *naive bayes* memperoleh 23 data *correct* atau tepat dan 2 data *false* atau tidak tepat.

Tabel 4.6 Hasil *Confusion Matrix*

AKTUAL	PREDIKTED		
	Dingin	Optimal	Panas
Dingin	6	1	0
Optimal	0	11	0
Panas	0	1	6

Dari Tabel 4.6 *confussion matrix* yang ditunjukkan di atas dapat digunakan untuk menghitung nilai *accuracy*, *precision*, dan *recall*. Ketika nilai prediksi serta nilai aktual mempunyai nilai yang sama, maka jumlahnya memiliki nilai *True Positive*. Ketika nilai prediksi salah dan nilai aktual benar, maka memiliki nilai *False Negative*. Ketika nilai prediksi benar dan nilai aktual salah, maka memiliki nilai *False Positive*. Sedangkan *True Negative* terjadi ketika nilai aktualnya salah dan diprediksi salah. Dari hasil pengujian diperoleh total nilai TP, TN, FP, FN pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Nilai *Confusion Matrix*

TP	TN	FP	FN
6	17	1	1

Perhitungan berikut ini merupakan perhitungan untuk mendapatkan nilai akurasi.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

$$Accuracy = \frac{6 + 17}{6 + 17 + 1 + 1} \times 100\% = 92\%$$

Untuk melakukan perhitungan *precision* dengan rumus berikut.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP}$$

$$Precision_{dingin} = \frac{6}{6+0} \times 100\% = 100\%$$

$$Precision_{optimal} = \frac{11}{11+1} \times 100\% = 85\%$$

$$Precision_{panas} = \frac{6}{6+0} \times 100\% = 100\%$$

Nilai *recall* digunakan untuk menentukan seberapa lengkap sebuah algoritma. Rumus di bawah ini dapat digunakan untuk menghitung perolehan nilai *recall*.

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$Recall_{dingin} = \frac{6}{6+1} \times 100\% = 86\%$$

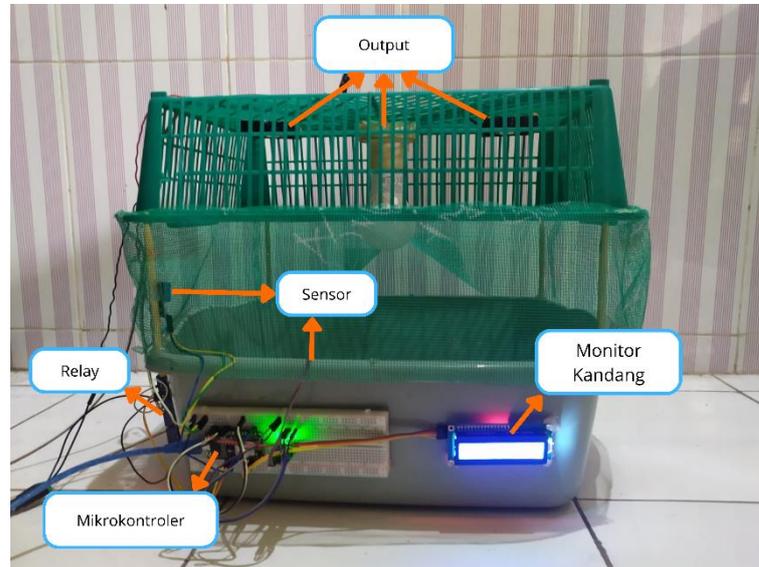
$$Recall_{optimal} = \frac{11}{11+0} \times 100\% = 100\%$$

$$Recall_{optimal} = \frac{6}{6+1} \times 100\% = 86\%$$

### 4.3 Pembahasan

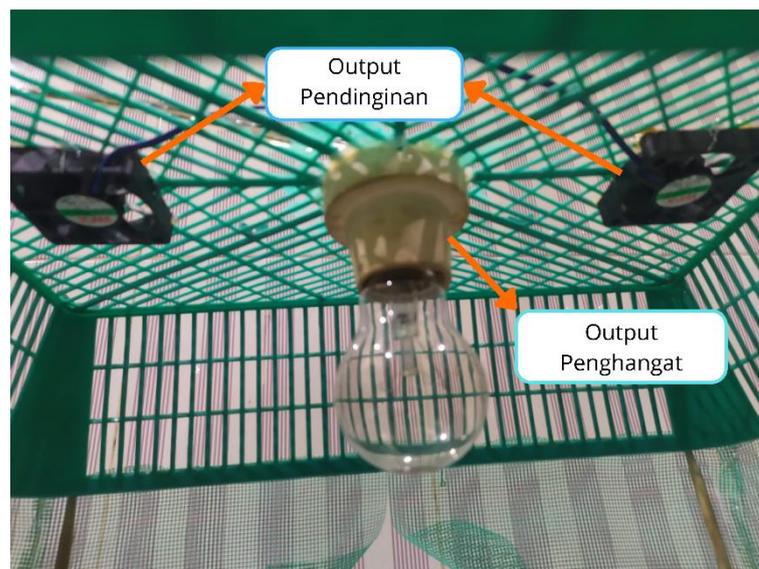
Bagian ini membahas tentang sistem yang berhasil dikembangkan, meliputi penjelasan cara pembuatan kandang larva BSF, sistem perangkat keras atau *hardware*, dan sistem perangkat lunak atau *software*.

### 4.3.1 Kandang Larva BSF



Gambar 4.5 Kandang Larva BSF

Kandang larva BSF dibangun dengan box ukuran lebar 30 cm panjang 38 cm tinggi 36 cm dengan kerangka menggunakan box plastik, kayu sebagai penyangga bagian atas. Atap yang digunakan yaitu plastik berongga.

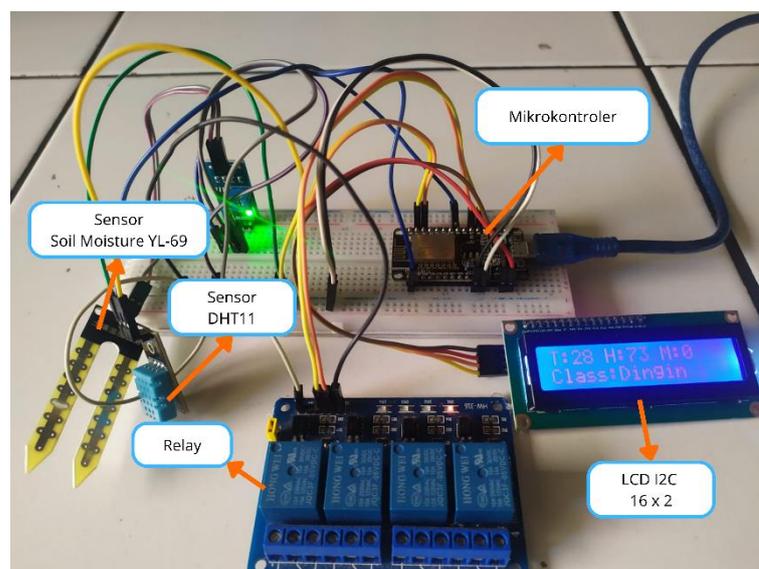


Gambar 4.6 Instalasi Pendinginan dan Pemanasan Otomatis

Pemasangan instalasi pendinginan dan penghangatan pada Gambar 4.6 dipasang pada kandang diatas media larva BSF dengan pendinginan menggunakan kipas ukuran 5 cm sebanyak 2 buah dan penghangatan menggunakan lampu sebanyak 1 buah.

#### 4.3.2 Sistem *Hardware*

Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 bertugas untuk mengumpulkan data dari beberapa sensor. Data tersebut kemudian dikelola melalui web dengan metode *Naive Bayes* untuk menghitung kebutuhan larva BSF. Setelah data dikelola maka hasil data tersebut disimpan pada *server*. Kemudian NodeMCU ESP8266 juga bertugas membaca data dari *server* yang sudah melalui pengolahan data untuk memberikan aksi berupa *output* pendinginan atau penghangatan atau tidak keduanya kepada larva BSF. Pada Gambar 4.7 menunjukkan rangkaian yang didalamnya terdapat komponen yang berisikan NodeMCU ESP8266, DHT11, *soil moisture*, LCD I2C & relay.



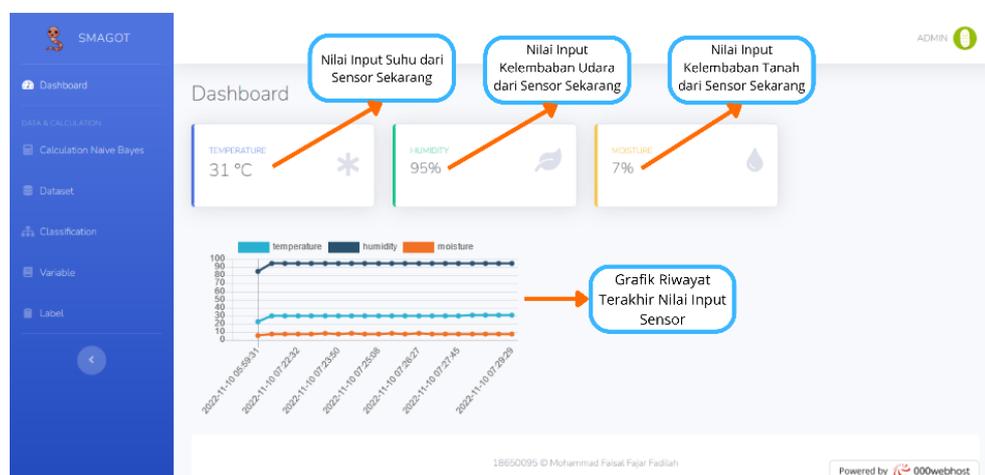
Gambar 4.7 Rangkaian Komponen *Hardware*

### 4.3.3. Sistem Software

Sistem software merupakan istilah untuk suatu sistem komputer yang mengontrol dan mengelola perangkat keras pada lapisan pertama. Sistem *software* membantu untuk mengontrol, memproses dan mengelola perangkat keras agar berfungsi secara efisien.

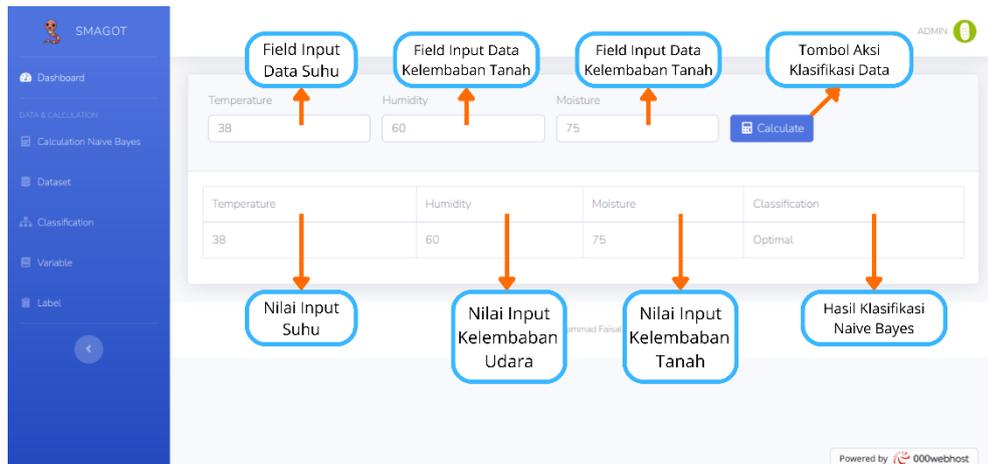
#### A. Aplikasi Web

Aplikasi *smart maggot* dibangun dengan gabungan teknologi *Internet of Things* dan aplikasi berbasis web dengan bahasa PHP. Aplikasi ini dapat melakukan pemantau dengan jarak jauh serta melakukan pengontrolan secara otomatis. Aplikasi dibangun dengan memperhatikan *User Interface (UI)* dan *User Experience (UX)* dengan tujuan agar pengguna mudah dan nyaman saat menggunakan aplikasi.



Gambar 4.8 Halaman *Dashboard*

Halaman *dashboard* pada Gambar 4.8 menampilkan nilai dari tiap sensor secara *realtime* serta menampilkan grafik riwayat nilai tiap sensor yang tersimpan pada *database*.



Gambar 4.9 Halaman *Calculation Naive Bayes*

Halaman pada Gambar 4.9 berguna untuk mengklasifikasi data menggunakan metode *Naive Bayes* dengan cara memasukkan data secara manual.



Gambar 4.10 Halaman *Dataset*

Pada Gambar 4.10 menunjukkan data *training* yang diperoleh dari penelitian yang sudah dilakukan sebagai bahan perhitungan metode *Naive Bayes*.

No.	Temperature	Humidity	Moisture	Classification	Date & Time
1	31	95	7	Optimal	2022-11-10 07:29:29
2	31	95	7	Optimal	2022-11-10 07:29:03
3	31	95	7	Optimal	2022-11-10 07:28:37
4	31	95	7	Optimal	2022-11-10 07:28:11
5	30	95	7	Optimal	2022-11-10 07:27:45
6	30	95	7	Optimal	2022-11-10 07:27:18
7	30	95	7	Optimal	2022-11-10 07:26:53
8	30	95	8	Optimal	2022-11-10 07:26:27
9	30	95	7	Optimal	2022-11-10 07:26:00

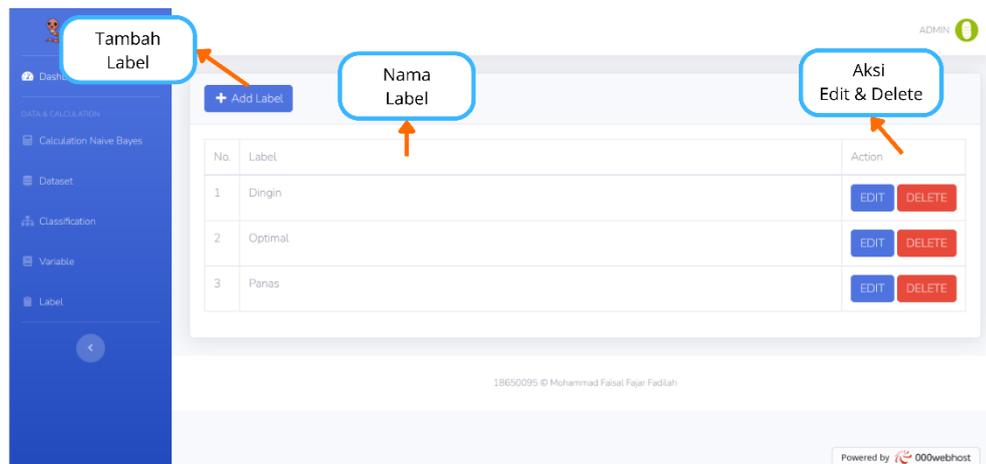
Gambar 4.11 Halaman *Classification*

Halaman pada Gambar 4.11 menampilkan pengambilan data *testing* dari sistem secara langsung serta menampilkan hasil klasifikasi dari metode *Naive Bayes*.

No.	Variable	>=	<=	Description	Action
1	Suhu	0	29	Terlalu Dingin	EDIT DELETE
2	Suhu	30	38	Optimal	EDIT DELETE
3	Suhu	39	100	Panas	EDIT DELETE
4	Kelembaban Udara	0	59	Kurang	EDIT DELETE
5	Kelembaban Udara	60	70	Cukup	EDIT DELETE
6	Kelembaban Udara	71	100	Lebih	EDIT DELETE
7	Kelembaban Tanah	0	60	Kering	EDIT DELETE

Gambar 4.12 Halaman *Variable*

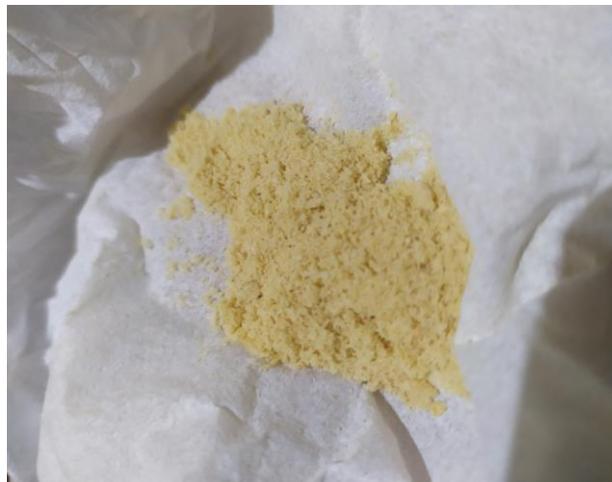
Halaman pada Gambar 4.12 menunjukkan kategori tiap variabel serta nilai batasan kategori yang berguna dalam proses perhitungan dengan metode *Naive Bayes*.



Gambar 4.13 Halaman Label

Pada Gambar 4.13 menunjukkan menu halaman label menampilkan data label yang akan digunakan untuk memberi label pada hasil klasifikasi dengan metode *Naive Bayes*.

#### 4.3.4 Perkembangan Larva BSF



Gambar 4.14 Fase Telur Larva BSF

Pada Gambar 4.14 menunjukkan fase telur yang akan menetas menjadi larva BSF setelah 3 hari.



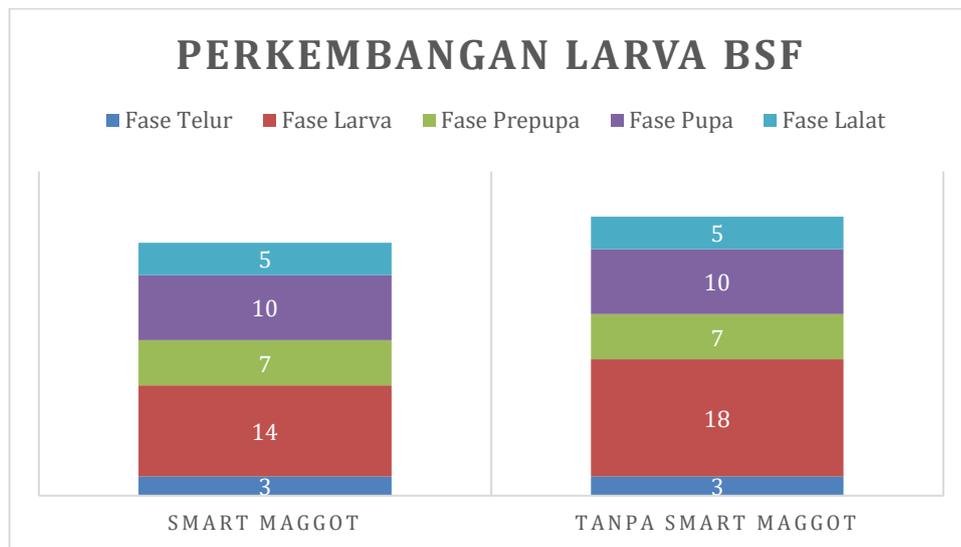
Gambar 4.15 Fase Larva BSF

Pada Gambar 4.15 menunjukkan larva BSF berusia 7 hari setelah menetas dari fase telur pada kandang larva BSF.



Gambar 4.16 Panen Larva BSF

Pada Gambar 4.16 Larva BSF yang siap dipanen dengan usia 14 hari. Dampak dari diterapkannya *smart maggot* pada kandang media terjaga dalam keadaan optimal. Larva BSF yang menggunakan *smart maggot* dapat dipanen usia kurang lebih 14 hari daripada pertumbuhan larva BSF tanpa *smart maggot* dengan usia umum panen yaitu 18 hari.



Gambar 4.17 Grafik Perkembangan Larva BSF

Grafik Pada Gambar 4.17 merupakan perkembangan larva BSF mulai dari fase telur hingga fase lalat. Dalam fase telur berlangsung selama 3 hari, kemudian telur menetas menjadi larva. Pada Fase larva menggunakan kandang *smart maggot* berlangsung selama 14 hari sedangkan fase larva tanpa menggunakan *smart maggot* berlangsung selama 18 hari secara umum. Setelah itu larva BSF akan menjadi prepupa yaitu fase persiapan menjadi pupa, pada fase ini kulit larva secara bertahap akan mengering, fase ini berlangsung selama 7 hari. Kemudian setelah fase prepupa maka larva akan menjadi pupa yang berlangsung selama 10 hari. Kemudian fase terakhir yaitu fase lalat yang berlangsung selama 5 hari, pada fase ini lalat betina dapat menghasilkan telur apabila dibuahi oleh lalat jantan.

#### 4.3.5 Media Bekas Larva BSF



Gambar 4.18 Pupuk Kasgot

Gambar 4.18 Pupuk kasgot yaitu residu larva BSF yang dimanfaatkan menjadi pupuk organik karena pada pupuk kasgot memiliki unsur-unsur N (Nitrogen) 3,276%, P (Fosfor) 3,387%, K (Kalium) 9,74% (Wita *et al*, 2020). Larva BSF adalah salah satu alternatif sebagai agen untuk mengatasi sampah organik pada lingkungan masyarakat dengan cara *biokonversi*.



Gambar 4.19 Pemanfaatan Pupuk Kasgot Pada Tanaman

Dapat dilihat dari Gambar 4.19 merupakan pemanfaatan pupuk kasgot pada tanaman. Pupuk kasgot dinilai lebih ramah terhadap pertumbuhan tanaman dan nutrisi dari pupuk kasgot memberikan kesuburan pada tanah.

#### 4.4 Integrasi Islam

Akibat dari kemajuan pada bidang sains dan teknologi terbukti sudah memberikan banyak kemudahan bagi kelangsungan hidup manusia. Menjadi kaum muslim sudah seharusnya mampu memanfaatkan teknologi sebaik mungkin bahkan membangun teknologi yang mampu berguna buat umat, bangsa serta agama. Dalam menjaga lingkungan yang sehat manusia seharusnya menjaga dan merawat lingkungan sekitar dengan baik. Allah berfirman dalam surat Al-Anbiya 80 yang berkaitan dengan teknologi:

شَكَرُونَ أَنْتُمْ فَهَلْ بِأَسْكُكُمْ مِنْ لِيُحْصِنَكُمْ لَكُمْ لِبُؤْسٍ صَنَعَهُ وَعَلَّمْنَاهُ

"Kami mengajarkan pula kepada Daud cara membuat baju besi untukmu guna melindungimu dari serangan musuhmu (dalam peperangan). Maka, apakah kamu bersyukur (kepada Allah)?." [Al-Anbiya: 80].

(Dan Kami ajarkan kepada Daud membuat baju besi) yaitu baju yang terbuat dari besi, dialah orang pertama yang menciptakannya dan sebelumnya hanyalah berupa lempengan-lempengan besi saja (untuk kalian) yakni untuk segolongan manusia (guna melindungi diri kalian) jika dibaca *Linuhshinakum*, maka *Dhamirnya* kembali kepada Allah, maksudnya, supaya Kami melindungi kalian. Dan jika ia dibaca *Lituhshinahum*, maka *Dhamirnya* kembali kepada baju besi, maksudnya, supaya baju besi itu melindungi diri kalian. Jika dibaca *Liyuhshinakum*, maka *Dhamirnya* kembali kepada Nabi Daud, maksudnya, supaya dia melindungi

kalian (dalam peperangan kalian) melawan musuh-musuh kalian. (Maka hendaklah kalian) hai penduduk Mekah (bersyukur) atas nikmat karunia-Ku itu, yaitu dengan percaya kepada Rasulullah. Maksudnya bersyukurlah kalian atas hal tersebut kepada-Ku (Al-Mahalli & As-Suyuti, 2020). Pada ayat tersebut dijelaskan bahwa Nabi Daud AS diberitahu Allah SWT perihal pembuatan baju pelindung yang bisa dipergunakan pada pertempuran. Dari pelajaran yang disampaikan oleh Allah kepada Nabi Daud bisa dilihat perkembangan pembuatan baju besi yang dibuat khusus untuk para prajurit pada peperangan yang mereka hadapi baik berupa pelindung kepala besi, rompi anti peluru serta lainnya, ini merupakan pengembangan dari adanya teknologi yang sudah berabad-abad Allah ajarkan pada nabi-Nya.

Oleh karena itu, dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* pada larva BSF merupakan salah satu bentuk upaya manusia mengatasi persoalan sampah di lingkungan disekitar, agar terhindar dari bahaya penyakit dan kerusakan alam yang timbulkan karena sampah.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Penelitian yang berjudul “Sistem Pengukuran Kualitas Media Pada Larva BSF (*Black Soldier Fly*) Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Metode *Naive Bayes*” sudah berhasil dibangun sesuai rancangan penelitian, serta tujuan yang telah terpenuhi dalam menyelesaikan pembangunan *smart maggot*. Dalam sistem ini tentunya ada beberapa komponen yang membuat sistem berjalan dengan baik. Pertama, NodeMCU ESP8266 bertugas untuk membaca data dari sensor yang masuk, menyimpan data ke server, dan memberikan aksi kepada relay berupa menyalakan lampu atau menyalakan kipas angin atau tidak menyalakan keduanya. Kedua, aplikasi berbasis web yang bertugas mengelolah data menggunakan metode *Naive Bayes* sehingga data dapat diklasifikasi, serta menampilkan data dari server berupa *dataset*, data label, dan data klasifikasi metode *Naive Bayes*. Ketiga, Sensor DHT11 dan *Soil Moisture YL-69* yang bertugas memperoleh data *input* berupa data suhu, data kelembaban udara, dan data kelembaban tanah. Beberapa sensor yang digunakan pada penelitian diuji sehingga dapat diketahui kinerja dari sensor-sensor tersebut dengan cara mencari nilai error rata-rata. Ada 3 parameter yang diukur pada penelitian yaitu suhu diperoleh *error* rata-rata 1,6%, kelembaban udara diperoleh *error* rata-rata 2.03%, dan kelembaban tanah diperoleh *error* rata-rata 2,7%. Dengan mengukur menggunakan *Python* diperoleh *Confussion Matrix*, Sehingga hasil pengujian dari perhitungan metode *Naive Bayes* dapat diketahui dengan data yang didapatkan berupa *accuracy*, *precision*, *recall*. Hasil persentasi

*accuracy* yang diperoleh adalah 92%, hasil rata-rata persentasi *precision* diperoleh 93%, hasil rata-rata persentasi *recall* diperoleh 92%. Kesimpulan menunjukkan hasil akurasi dari sistem yang diperoleh berhasil berjalan dengan baik.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian “Sistem Pengukuran Kualitas Media Pada Larva BSF (Black Soldier Fly) Berbasis Internet of Things Menggunakan Metode Naive Bayes” yang sudah dilaksanakan guna memperluas pengembangan serta manfaat sistem yang dibuat, maka peneliti memberikan saran untuk penelitian berikutnya.

1. Sistem kontrol yang dilakukan tidak hanya mampu mengontrol kondisi media larva BSF serta memberikan informasi suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah tetapi mampu melakukan pengontrolan lainnya, sehingga sistem akan lebih kompleks.
2. Sistem *smart maggot* dapat diimplementasikan menggunakan metode klasifikasi yang lainnya, sehingga bisa mengetahui metode yang lebih efektif guna pengembangan dari sistem selanjutnya.
3. Sistem ini bisa dikembangkan serta dijadikan salah satu alternatif bagi masyarakat yang ingin budidaya larva BSF tetapi tidak mempunyai lahan besar dan tidak memiliki waktu yang banyak untuk melakukan pemantauan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Auliani, R., Elsaday, B., Apsari, D. A., & Nolia, H. (2021). Kajian Pengelolaan Biokonversi Sampah Organik melalui Budidaya *Maggot Black Soldier Fly* (Studi Kasus: PKPS Medan). *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4).
- Indraswari, N. R., & Kurniawan, Y. I. (2018). Aplikasi prediksi usia kelahiran dengan metode *naive bayes*. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 9(1), 129-138.
- Masir, U., Fausiah, A., & Sagita, S. (2020). Produksi *maggot Black Soldier Fly* (BSF) (*Hermetia illucens*) pada media ampas tahu dan feses ayam. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 87-90.
- Ngafifi, M. (2014). Kemajuan teknologi dan pola hidup manusia dalam perspektif sosial budaya. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, 2(1).
- Putra, R. A. D. (2021). Monitoring Dan Kontrol Suhu Lampu Untuk Budidaya *Maggot* BSF Berbasis IoT. *Jurnal Transit*.
- Putra, Y., & Ariesmayana, A. (2020). Efektifitas penguraian sampah organik menggunakan Maggot (BSF) di pasar Rau *Trade Center*. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 3(1), 11-24.
- Al-Mahalli, J., & As-Suyuti, J. (2020). Tafsir Jalalain (Jilid 2) Berikut *Asbabun Nuzul* Ayat: *Al-Kahfi sd An-Nas*. Bandung: Sinar Baru Algensindo, 21.
- Salman, N., Nofiyanti, E., & Nurfadhilah, T. (2020). Pengaruh dan efektivitas *maggot* sebagai proses alternatif penguraian sampah organik kota di Indonesia. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1).
- Suciati, R. (2017). Efektifitas media pertumbuhan *maggots Hermetia illucens* (lalat tentara hitam) sebagai solusi pemanfaatan sampah organik. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 8-13.
- Suprianto, D., Agustina, R., & Izzuddin, T. A. (2021). 'Best Practice' Pengembangan Aplikasi *Internet of Things*. no. May, 97.
- Devita, R. N., Herwanto, H. W., & Wibawa, A. P. (2018). Perbandingan Kinerja Metode Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor untuk Klasifikasi Artikel Berbahasa indonesia. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(4), 427.

- Watratan, A. F., & Moeis, D. (2020). Implementasi Algoritma *Naive Bayes* Untuk Memprediksi Tingkat Penyebaran Covid-19 Di Indonesia. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 1(1), 7-14.
- Fauzi, M., & Muharram, L. H. (2019). Karakteristik Bioreduksi Sampah Organik oleh *Maggot* BSF (Black Soldier Fly) pada Berbagai Level Instar: *Review*. *Journal of Science, Technology and Entrepreneurship*.
- pasuruankota.bps.go.id. (2018, 18 Maret). Banyaknya Sampah dan Jumlah Tenaga Lapangan Pembersih Sampah menurut Jenisnya di Kota Pasuruan, 2011-2017. Diakses pada 7 Maret 2022, dari <https://pasuruankota.bps.go.id/statictable/2018/03/14/1852/banyaknya-sampah-dan-jumlah-tenaga-lapangan-pembersih-sampah-menurut-jenisnya-di-kota-pasuruan-2011-2017.html>.
- Wita, N., Purwaningrum, P., & Indrawati, D. (2020). Pengaruh Komposisi Sampah Pasar Terhadap Kualitas Kompos Organik Dengan Metode Larva *Black Soldier Fly* (BSF). *Rosiding Seminar Nasional Pakar Ke 3 Tahun 2020*, 1–5.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### Data Training

No	Suhu	Kelembaban Udara	Kelembaban Tanah	Label
1.	29	55	71	Optimal
2.	41	45	75	Panas
3.	28	80	78	Dingin
4.	33	68	40	Optimal
5.	38	56	75	Optimal
6.	40	61	64	Panas
7.	25	84	82	Dingin
8.	29	70	44	Optimal
9.	30	80	56	Optimal
10.	26	48	69	Panas
11.	41	66	74	Panas
12.	29	63	58	Dingin
13.	31	52	40	Panas
14.	44	30	90	Optimal
15.	27	70	88	Dingin
16.	45	57	49	Panas
17.	34	65	87	Optimal

18.	32	68	77	Optimal
19.	26	66	80	Dingin
20.	30	86	78	Optimal
21.	34	74	90	Dingin
22.	39	80	90	Dingin
23.	43	81	79	Optimal
24.	39	77	35	Panas
25.	39	74	70	Optimal
26.	35	60	52	Panas
27.	23	56	72	Optimal
28.	37	74	39	Optimal
29.	26	91	72	Dingin
30.	28	68	86	Dingin
31.	29	39	77	Optimal
32.	44	56	78	Panas
33.	23	72	76	Dingin
34.	34	66	58	Optimal
35.	34	52	77	Optimal
36.	39	62	47	Panas
37.	24	80	96	Dingin
38.	27	69	28	Optimal
39.	38	83	59	Optimal

40.	22	48	56	Panas
41.	44	64	73	Panas
42.	27	53	93	Dingin
43.	33	40	36	Panas
44.	40	48	89	Optimal
45.	28	70	87	Dingin
46.	42	45	57	Panas
47.	38	60	90	Optimal
48.	31	66	73	Optimal
49.	23	60	72	Dingin
50.	34	82	75	Optimal
51.	34	74	91	Dingin
52.	43	81	83	Dingin
53.	41	88	77	Optimal
54.	41	89	56	Panas
55.	43	72	75	Optimal
56.	34	37	49	Panas
57.	23	53	78	Optimal
58.	33	71	42	Optimal
59.	28	87	79	Dingin
60.	26	61	81	Dingin
61.	21	56	72	Optimal

62.	41	48	73	Panas
63.	29	85	73	Dingin
64.	33	64	33	Optimal
65.	34	51	79	Optimal
66.	42	60	69	Panas
67.	25	91	93	Dingin
68.	20	65	39	Optimal
69.	38	78	63	Optimal
70.	21	57	40	Panas
71.	39	62	73	Panas
72.	29	57	96	Dingin
73.	38	52	54	Panas
74.	44	60	95	Optimal
75.	26	61	89	Dingin
76.	41	56	47	Panas
77.	37	70	81	Optimal
78.	32	61	72	Optimal
79.	20	62	76	Dingin
80.	34	88	74	Optimal
81.	36	78	84	Dingin
82.	39	76	85	Dingin
83.	40	85	75	Optimal

84.	42	71	32	Panas
85.	44	90	75	Optimal
86.	34	44	54	Panas
87.	28	44	70	Optimal
88.	30	73	49	Optimal
89.	21	79	76	Dingin
90.	22	68	92	Dingin
91.	42	90	43	Panas
92.	44	72	75	Optimal
93.	35	40	55	Panas
94.	23	60	78	Optimal
95.	31	72	47	Optimal
96.	26	80	76	Dingin
97.	25	64	91	Dingin
98.	27	54	70	Optimal
99.	42	35	70	Panas

Lampiran 2

Data Klasifikasi

No	Suhu	Kelembaban Udara	Kelembaban Tanah	Label	Klasifikasi
1.	28	76	71	Dingin	Dingin
2.	36	62	61	Optimal	Optimal
3.	35	56	77	Optimal	Optimal
4.	43	66	30	Panas	Panas
5.	22	81	86	Dingin	Dingin
6.	20	69	31	Optimal	Optimal
7.	35	76	69	Optimal	Optimal
8.	20	58	45	Panas	Panas
9.	43	69	76	Panas	Optimal
10.	23	42	82	Dingin	Dingin
11.	31	35	64	Panas	Panas
12.	44	52	84	Optimal	Optimal
13.	25	69	93	Dingin	Dingin
14.	44	36	46	Panas	Panas
15.	35	62	93	Optimal	Optimal
16.	31	65	72	Optimal	Optimal
17.	27	68	80	Dingin	Dingin
18.	30	73	77	Optimal	Optimal

19.	32	80	89	Dingin	Optimal
20.	39	74	84	Dingin	Dingin
21.	40	85	78	Optimal	Optimal
22.	41	85	69	Panas	Panas
23.	41	78	70	Optimal	Optimal
24.	35	49	57	Panas	Panas
25.	24	40	72	Optimal	Optimal