
Implementasi IoT pada Monitoring Suhu dan Kelembaban Media Budidaya Maggot Berbasis Wemos D1 Mini

Irwan Novianto¹, Miftahul Hudha², Adelia Octora Pristisahida³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta

E-mail: irwannovianto@unu-jogja.ac.id¹, miftahulhudha15@gmail.com², Adelia@unu-jogja.ac.id³

Article History:

Received: 14 Juli 2022

Revised: 02 Agustus 2022

Accepted: 03 Agustus 2022

Keywords: Maggot,
Kelembaban, Suhu, IoT.

Abstrak: Permasalahan sampah di kota-kota besar di Indonesia tanpa dipungkiri masih kerap ditemui. Penumpukan sampah didominasi dengan sampah organik berupa sisa makanan yang mencapai 39,8%. Larva BSF atau maggot kini sedang dikembangkan, karena dapat mendekomposisi sampah organik dan memberikan nilai tambah sebagai pakan tenak. Namun dalam budidaya maggot membutuhkan kondisi lingkungan dengan suhu antara 27°C - 36°C dan kelembaban pakan antara 60% - 90%. Ketentuan atau syarat diatas perlu dimonitor secara terus menerus bahkan bilamana perlu monitoring jarak jauh. Alat ini dirancang berbasis Internet of Things (IoT) untuk dapat memantau suhu dan kelembaban media budidaya maggot. Komponen elektronika yang digunakan berupa sensor suhu DS18B20, sensor kelembaban YL-69 dan wemos D1 mini sebagai mikrokontroler. Data yang sudah di proses akan dikirim menuju ke smartphone melalui aplikasi blynk untuk menampilkan hasil pembacaan sensor. Pengujian alat dilakukan selama tujuh hari dengan pengambilan data setiap dua jam sekali. Budidaya maggot dengan menggunakan alat ini mampu menghasilkan media budidaya dengan suhu rata-rata 32,2°C dan kelembaban rata-rata 64,2%. Hasil ini sesuai dengan dasar teori budidaya maggot kondisi ideal untuk suhu dan kelembapan.

PENDAHULUAN

Pada saat ini permasalahan sampah menjadi salah satu problematika yang sudah banyak terjadi di kota-kota besar di wilayah Indonesia, dengan meningkatnya jumlah sampah itu berbanding lurus dengan meningkatnya angka pertumbuhan penduduk dan pola konsumsi masyarakat. Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2020 komposisi sampah di Indonesia didominasi oleh sampah organik berupa sisa makanan yang mencapai 39,9%. (SIPSN, 2020a).

Begitu pun permasalahan sampah juga terjadi di Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya di Kabupaten Bantul. Menurut data SIPSN pada tahun 2020 komposisi sampah di Kabupaten Bantul didominasi oleh jenis sampah organik berupa sisa makanan dengan persentase mencapai

60,54%.(SIPSN, 2020b) Jenis sampah organik yang dimaksud diantaranya sampah restoran, pasar, kantin, sisa-sisa sayuran ataupun buah dari rumah tangga, dan pabrik pengolahan makanan. Dampak buruk yang ditimbulkan oleh timbunan sampah organik diantaranya pencemaran udara yang kurang baik bagi kesehatan manusia dan mengakibatkan bau yang menyengat. Oleh karena itu, pengolahan sampah organik perlu dikembangkan untuk mengurangi dampak buruk dan memberi nilai tambah pada sampah organik. (Pangestu, Prasetya and Cahyono, 2017)

Salah satu metode pengelolaan sampah organik yang sedang dikembangkan saat ini yaitu menggunakan proses dekomposisi dengan bantuan organisme berupa maggot atau larva dari Black Soldier Fly (BSF). Dekomposisi merupakan sebuah proses alami yang melibatkan larva serangga untuk menyerap nutrisi dari limbah organik menjadi biomassa larva serangga. (Muhayyat, Yuliansyah and Prasetya, 2016) Pengolahan sampah organik dengan menggunakan proses dekomposisi. Proses dekomposisi sampah menggunakan bantuan organisme berupa larva dari BSF. Larva BSF atau sering dikenal dengan maggot merupakan fase yang dimulai sejak telur-telur BSF menetas dan fase sebelum menjadi pupa. Larva jenis ini sangat aktif memakan berbagai bahan organik seperti sampah rumah tangga berupa buah-buahan, sayuran, sampah pasar, sampah dapur, limbah ikan dan kotoran hewan ternak.

Dalam penelitian ini dilaksanakan dengan merancang alat berupa implementasi Internet of Things (IoT) monitoring suhu dan kelembaban pada media budidaya maggot berbasis wemos D1 mini. Implementasi monitoring berbasis IoT menggunakan aplikasi blynk yang memungkinkan dapat me-monitoring suhu dan kelembaban media budidaya manggot dalam jarak jauh secara praktis.

LANDASAN TEORI

Black Soldier Fly (BSF) atau (*Hermetia illucens*) dalam bahasa latin, adalah spesies lalat yang berasal dari ordo Diptera, family *Stratiomyidae* dengan genus *Hermetia*. Menurut (Diener 2010) Lalat BSF merupakan lalat yang berasal dari benua Amerika serikat. Serta persebaran lalat BSF ini rata-rata berada diantara 45° LU - 40° LS. Lalat BSF ini banyak ditemukan pada wilayah di Indonesia, hal ini dikarenakan iklim di Indonesia yang sangat cocok mendukung kehidupan lalat BSF. Menurut (Arief Sabdo Yuwono, 2018) Suhu optimal dalam pertumbuhan lalat BSF antara 30°C sampai dengan 36°C. Larva dari lalat BSF ini tidak akan dapat bertahan pada suhu kurang dari 7°C serata suhu lebih dari 45°C.

Pada fase awal proses siklus hidup lalat BSF dimulai dengan fase telur. Telur larva lalat BSF merupakan permulaan siklus hidup serta sekaligus sebagai akhir dari tahap hidup sebelumnya, dimana jenis lalat BSF ini akan menghasilkan kelompok telur. Lalat betina BSF menghasilkan telur sekitar 400 hingga 800 telur yang berada di dekat bahan organik, serta yang membusuk dan memasukkan telur lalat dalam rongga-rongga yang kecil, kering, serta terlindung. Lalat BSF memiliki sebuah keunikan yaitu lalat betina akan mati tidak berselang lama setelah bertelur, kemudian lalat jantan BSF yang akan mati setelah meraka kawin. Pertumbuhan larva dari lalat BSF akan berlangsung kurang lebih selama 12 sampai 13 hari. Serta waktu perubahan telur menjadi pra-pupa berkisar dari 22 sampai dengan 24 hari pada suhu 27°C.

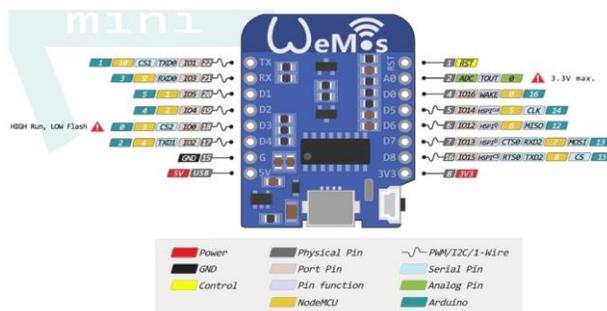


Gambar 1. Siklus Hidup Maggot

Tahap pertumbuhan larva manggot lalat BSF dengan memakan sampah organik disekitar hidup mereka, serta meyimpan cadangan makanan berupa lemak dan protein yang akan digunakan untuk pertumbuhan dari pupa menjadi lalat BSF. Pada saat transformasi menjadi pra-pupa, struktur mulut akan berubah menjadi struktur yang bentuknya seperti kait, mulut pra-pupa berbentuk kait ini akan memudahkan untuk keluar serta berpindah dari sumber makanan ke lingkungan yang baru dan kering, serta bertekstur seperti humus, teduh, dan terlindung dari predator. Pada tempat ini pupa akan menjadi imago dan kemudian akan bisa terbang. Larva BSF sangat sensitif terhadap cahaya, dimana larva BSF ini selalu mencari lingkungan yang teduh serta tidak terkena sinar matahari secara langsung. Apabila media sumber makanan terpapar cahaya, maka larva akan berpindah menuju bagian dari media yang lebih dalam guna menghindari cahaya matahari tersebut. Kandungan air yang terdapat pada media makanan larva juga harus cukup lembab, dimana kandungan air antara 60% - 90%, hal ini agar mudah dicerna oleh larva BSF. Menurut (Arief Sabdo Yuwono, 2018) larva lalat BSF dapat hidup dengan toleransi pH yang cukup tinggi, serta tidak membawa gen penyakit, serta mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi, selain itu masa hidup pada siklus larva cukup lama berkisar \pm 4 minggu, serta lalat BSF ini mudah dibudidayakan.

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan BSF, 1) Suhu. Menurut (RACHMAWATI *et al.*, 2010) produksi serta laju pertumbuhan *maggot* sangat dipengaruhi kondisi suhu pada media budidaya. Larva dan pupa *H.illucens* yang dibudidayakan dengan suhu 27°C memiliki berkembang yang lebih lambat (4 hari) dari pada yang dibudidayakan dengan suhu media pada suhu 30°C, sementara itu pada suhu 36°C, sudah di pastikan hampir tidak ada pupa yang akan bertahan hidup. 2) Kelembaban. Kelembaban sangat mempengaruhi kondisi lingkungan hidup *maggot*. Secara umum, karakteristik dari pakan yang efektif diberikan kepada pada budidaya larva BSF adalah dengan yang cukup lembab serta dengan kandungan air sekitar 60% sampai dengan 90% supaya dapat dicerna oleh larva BSF.(Dormans, 2017). 3) Untuk nutrisi pada makanan larva BSF ini dengan bahan yang kaya akan protein serta karbohidrat, maka akan menghasilkan pertumbuhan yang baik bagi larva. Selain itu jika sampah yang telah melalui proses penguraian oleh bakteri atau jamur kemungkinan lebih mudah dikonsumsi oleh larva BSF (Dortmans *et al.*, 2017). 4) Ukuran Partikel Makanan. Larva BSF tidak memiliki bagian mulut untuk mengunyah, maka nutrisi akan cepet atau mudah diserap jika substratnya berupa bagian kecil atau bahkan berbentuk cair seperti bubur.(Dortmans *et al.*, 2017).

Mikrokontroler Wemos D1 mini adalah sebuah perangkat modul wifi yang berbasis ESP-8266 yang dapat diprogram melalui *software* Arduino IDE. Chip ESP8266 ini yang berperan untuk menghubungkan perangkat dengan internet via wifi. Modul *wemos* D1 mini dapat bekerja sendiri atau *stand-alone* untuk memproses setiap bait *code* atau *coding* yang masuk.(Abrianto, Sari and Irmayani, 2021).



Gambar 2. Spesifikasi Wemos D1 Mini

Modul *Wemos D1 mini* beroperasi pada tegangan 3,3V sampai dengan 5V. Jika tegangan kurang dari 3.3V dan atau melebihi dari 5 V, maka *wemos D1 mini* tidak dapat menyala atau beroperasi, selain itu dapat mengakibatkan kerusakan dan atau dapat berakibat terbakar jika kelebihan tegangan yang sudah di tentukan. Modul *wemos D1 mini* memiliki frekuensi CPU yang tinggi, hal ini di karena *wemos D1 mini* memiliki chipset utama dengan 32 bit serta memiliki kecepatan *clock* sebesar 80 MHz, selain itu dapat terkoneksi dengan jaringan WiFi, selain itu modul *wemos D1 mini* juga dibekali dengan memori sebesar 4 MB eksternal RAM yang mendukung format IEEE 802.11b/g/n. Dalam operasi kerjanya modul *wemos D1 mini* ini dapat bekerja pada rentang suhu antara 40°C sampai dengan 125°C. Selain itu hal penting dari modul *wemos D1 mini* ini, mendukung pemrograman menggunakan Arduino IDE, beserta *library* dan fungsi-fungsi lain yang ada didalam Arduino IDE.(Hardyanti and Utomo, 2019).

Sensor DS18B20 merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mengukur temperatur atau suhu. Selain itu sensor DS18B20 dapat dihubungkan dengan mikrokontroler. Sensor DS18B20 ini memiliki keluaran digital sehingga dalam pengaplikasian tidak membutuhkan rangkaian ADC, selain itu tingkat keakurasian dan kecepatan dalam mengukur suhu sensor DS18B20 memiliki kestabilan yang lebih baik dari pada sensor suhu lainnya. Sensor DS18B20 akan menyediakan pembacaan data suhu antara 9 hingga 12-bit. Untuk pembacaan data suhu sensor DS18B20 menggunakan *protocol 1 wire communication*. Setiap sensor DS18B20 berisi nomor seri silikon yang unik, beberapa DS18B20 dapat ada di bus 1-Wire yang sama. Sehingga hal ini akan memungkinkan untuk menempatkan sensor suhu di banyak tempat dengan berbeda-beda lokasi.



Gambar 3. Sensor DS18B20

Spesifikasi Sensor DS18B20. 1) Antarmuka sensor DS18B20 adalah 1-wire yang unik dimana hanya membutuhkan satu pin port untuk komunikasi. 2) Sumber daya listrik kisarnya adalah 3.0V hingga 5.5V. 3) sensor DS18B20 dapat mengukur suhu antara -55 °C sampai dengan +125°C. atau jika satuan fahrenheit adalah -67°F sampai dengan +257°F. 4) ±0,5 °C akurasi dari sensor DS18B20 diantara -10 °C sampai dengan +85 °C. 5) Resolusi dari sensor DS18B20 dapat diprogram dari 9 sampai dengan 12 bit.

Sensor Soil moisture dapat digunakan untuk mengukur kadar air yang berada di dalam tanah, hanya dengan menggunakan 2 buah probe pada ujung sensor. Pada satu set sensor *moisture* tipe YL- 69 akan terdapat sebuah modul yang dimana didalamnya terdapat IC LM393 yang berfungsi sebagai proses pembanding offset rendah yang lebih rendah dari 5mV, dimana hal ini sangat stabil dan memiliki presisi yang tinggi. Sensitivitas dari sensor *Soil moisture* dalam mendeteksi dapat diatur hanya dengan memutar potensiometer yang berada di modul pemroses. Untuk pendeteksian secara presisi menggunakan *microcontroller* atau arduino, dapat

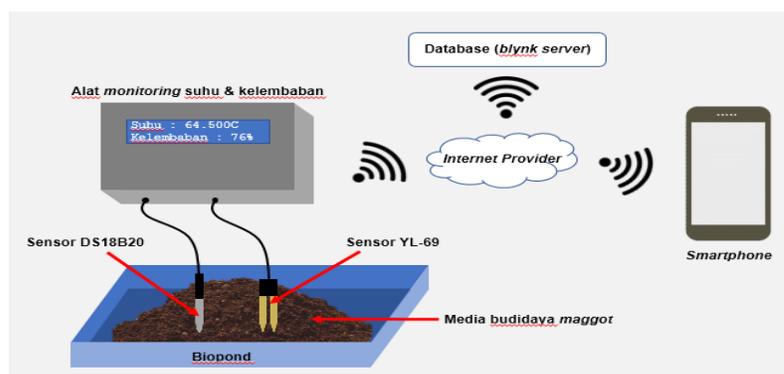
menggunakan keluaran analog yang akan memberikan nilai kelembaban pada skala 0 V hingga vcc. Modul sensor *Soil moisture* ini dapat bekerja dengan catu daya antara 3,3 volt sampai dengan 5 volt sehingga fleksibel untuk digunakan pada berbagai macam *mikrokontroler*.



Gambar 4. Sensor Kelembaban YL-69

Menurut (Kurniawan, 2016) *Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas dari manfaat konektivitas internet, yang akan tersambung secara terus-menerus yang akan memungkinkan, pengguna untuk terhubung dengan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan atau aktuator guna memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen.

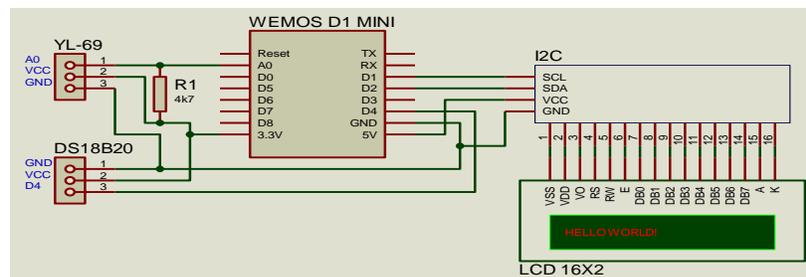
METODE PENELITIAN



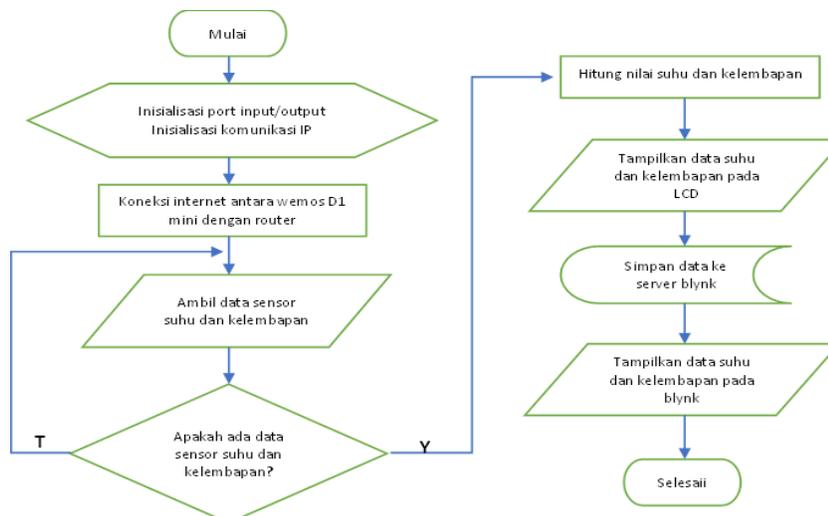
Gambar 5. Desain Rancangan Alat

Gambar diatas merupakan desain rancangan alat. Alat yang dirancang terbagi menjadi 3 bagian diantaranya adalah *input*, *proses*, dan *output*. Masukan atau *input* dari alat yang dirancang berupa suhu dan kelembaban pada media hidup *maggot*. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu DS18B20 dan sensor kelembaban YL-69. Cara kerja alat ini yaitu sensor mengambil data suhu dan kelembaban. Kemudian data hasil dari pembacaan sensor akan diproses oleh mikrokontroler *wemos D1 mini*. Hasil dari proses akan menghasilkan *output* berupa nilai suhu dan kelembaban yang dikirimkan ke database secara nirkabel dengan bantuan internet provider. Dari database akan ditampilkan di LCD 16x2 dan dirim secara nirkabel dengan bantuan internet provider ke *smartphone* (aplikasi *blynk*). Dalam komunikasi nirkabel tersebut memerlukan adanya pemancar dan penerima agar komponen tersebut dapat saling berkomunikasi. Pada

microcontroller wemos D1 mini terdapat chipset esp8266 sebagai *transmitter* dan *receiver* sedangkan pada *smartphone* terdapat IC wifi sebagai *transmitter* dan *reciver*. Komunikasi tersebut diawali dengan adanya masukan (*input*) dari sensor berupa gelombang listrik yang diproses oleh *wemos D1 mini* kemudian chipset esp8266 mengubah dan mengirim ke *smartphone* dalam bentuk gelombang elektromagnetik melalui media udara dengan bantuan internet provider. Selanjutnya *smartphone* melalui IC wifi menerima dan mengubah gelombang elektromagnetik menjadi gelombang listrik karena alat elektronik hanya dapat membaca masukan berupa gelombang listrik. Kedua perangkat tersebut dapat terhubung ke database *blynk server* ketika *smartphone* yang te-*install* aplikasi *blynk* dan mikrokontroler, masing-masing terkoneksi dengan internet provider. Output dari sistem *monitoring* ini berupa *display* data pengukuran pada LCD 16x2 dan aplikasi *blynk* pada *smartphone*.



Gambar 6. Skematik Sistem



Gambar 7. Flowchart Kinerja Sistem

Cara kerja dari sistem diawali dengan mulai program dijalankan, maka langkah pertama yaitu menginisialisasi *input* atau *output*. Langkah kedua yaitu melakukan koneksi jaringan internet. Jika terdapat jaringan internet maka dapat melanjutkan proses berikutnya dan apabila tidak terdapat jaringan internet maka kembali melakukan inisialisasi *input* atau *output*. Langkah yang ketiga yaitu melakukan pengambilan data sensor suhu dan data sensor kelembapan tanah. Langkah berikutnya yaitu dilakukan pengecekan data suhu dan kelembapan, jika ada data maka dilakukan proses penghitungan terhadap data sensor suhu DS18B20 dan sensor kelembapan YL-69. Data hasil dari perhitungan sensor kemudian diproses oleh *microcontroller wemos D1 mini*

ditampilkan di LCD 16x2 dan dikirimkan ke database server *blynk*. Kemudian data yang telah diproses akan dikirim ke database server *blynk* dan selanjutnya apabila terdapat permintaan dari smartphone (*blynk*) maka data akan ditampilkan pada aplikasi *blynk* Jika tidak terdapat permintaan maka proses akan selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Jarak Penerimaan Sinyal. Tujuan dari pengujian jarak penerimaan sinyal adalah untuk mengetahui sejauh mana *wemos D1* mini dapat menerima sinyal dari *access point*. Parameter pengujian dengan melihat waktu hasil respon atau *ping* yang dihasilkan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Jarak Penerimaan Sinyal

No	Jarak (m)	Waktu Hasil Respon (ms)			Keterangan
		<i>Ping 1</i>	<i>Ping 2</i>	<i>Ping 3</i>	
1	5	46	50	112	Data terkirim
2	10	221	372	83	Data terkirim
3	20	76	58	176	Data terkirim
4	30	53	129	76	Data terkirim
5	40	51	140	89	Data terkirim
6	50	78	107	65	Data terkirim
7	60	-	-	124	Tidak stabil
8	70	-	-	-	Data tidak terkirim

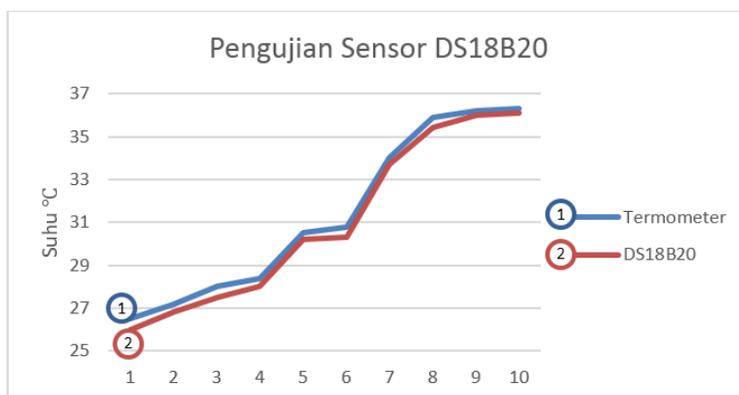
Tabel 1 merupakan hasil dari pengujian jarak yang dilakukan tiga kali antara *wemos D1* mini dengan *access point*. Hasil pengujian jarak tersebut tanpa adanya penghalang dinding ataupun material lainnya.

Pengujian Sensor DS18B20. Pengujian sensor DS18B20 adalah untuk mengetahui keakuratan sensor dalam menerima rangsang perubahan suhu pada media budidaya *maggot*. Langkah pengujian dengan membandingkan sensor DS18B20 dengan alat ukur termometer.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Ukur Sensor DS18B20 dengan Termometer

No	Suhu (°C)		Selisih	Error (%)
	DS18B20	Termometer		
1	26,0	26,5	0,5	2,26
2	26,8	27,2	0,4	1,47
3	27,5	28,0	0,5	1,79
4	28,0	28,4	0,4	1,41
5	30,2	30,5	0,3	0,98
6	30,3	30,8	0,5	1,62
7	33,7	34,0	0,4	1,18
8	35,4	35,9	0,5	1,39
9	36,0	36,2	0,2	0,55
10	36,1	36,3	0,2	0,55
Rata-rata				1,32

Tabel 2 merupakan pengujian hasil perbandingan sensor DS18B20 dengan termometer. Dari hasil pengujian didapatkan persentase *error* yang diperoleh dari pembagian nilai selisih pembacaan dengan nilai thermometer kemudian dikalikan 100%. Data hasil pengujian sensor pada tabel 2 dengan melakukan perbandingan pembacaan suhu pada alat ukur termometer dengan pembacaan suhu pada sensor DS18B20. Berikut perbandingan pembacaan kelembaban yang dapat dilihat dalam bentuk grafik dibawah ini :



Gambar 8. Grafik Perbandingan Suhu Sensor DS18B20 dengan Termometer

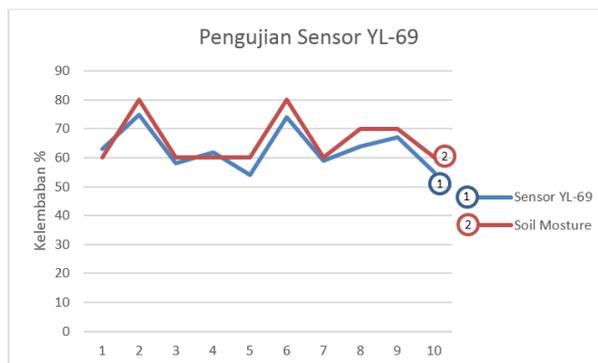
Hasil perbandingan suhu menunjukkan rata-rata *error* sebesar 1,32%. Sesuai dengan *datasheet* yang ada yaitu sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi suhu $\pm 0,5$ °C. Sedangkan pada pengujian tercatat selisih nilai sensor dengan alat ukur yaitu mulai dari 0,2 sampai 0,5. Dari hasil perhitungan dan pengujian pada perbandingan pengukuran tersebut dapat dikatakan bahwa pembacaan suhu pada sensor DS18B20 hampir mendekati akurat dengan pembacaan suhu menggunakan termometer yang digunakan sebagai perbandingan.

Pengujian Sensor Kelembaban YL-69. Tujuan dari pengujian sensor kelembaban YL-69 adalah untuk mengetahui keakuratan sensor dalam menerima rangsang perubahan kelembaban pada media budidaya *maggot*. Langkah pengujian dengan membandingkan sensor kelembaban dengan alat ukur *soil survey*.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Ukur Sensor YL-69 dan Soil Survey

No	Kelembaban (%)		Selisih	Error (%)
	YL-69	Soil survey		
1	63	60	3	5
2	75	80	5	6,3
3	58	60	2	3,3
4	62	60	2	3,3
5	54	60	6	10
6	74	80	6	7,5
7	59	60	1	1,7
8	64	70	6	8,6
9	67	70	3	4,3
10	55	60	5	8,3
Rata-rata				5,8

Data hasil pengujian sensor pada tabel 3 dengan melakukan perbandingan pembacaan kelembaban pada alat ukur *soil survey* dengan pembacaan kelembaban pada sensor kelembaban YL-69. Berikut perbandingan pembacaan kelembaban yang dapat dilihat dalam bentuk grafik dibawah ini :



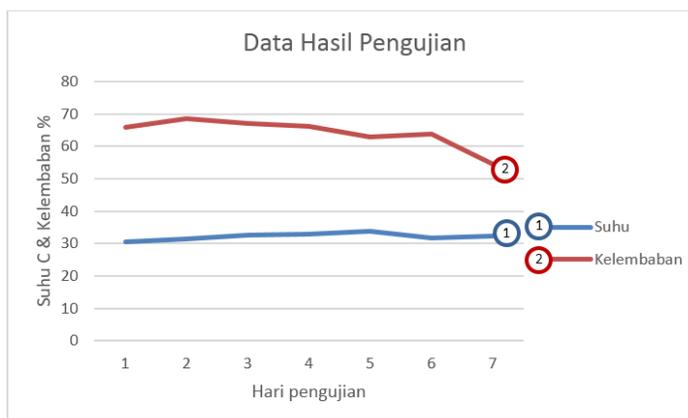
Gambar 9. Grafik Perbandingan Kelembaban Sensor YL-69 dengan Soil Survey

Hasil perbandingan kelembaban menunjukkan rata-rata *error* sebesar 5,8%. Data tersebut menunjukkan bahwa tingkat keakuratan sensor kelembaban YL-69 sebesar 94,2%.

$$\text{Tingkat keakuratan sensor} = 100\% - \text{rata-rata } error \text{ pembacaan sensor.}$$

Dari hasil perhitungan dan pengujian pada perbandingan pengukuran tersebut dapat dikatakan bahwa pembacaan kelembaban pada sensor YL-69 hampir mendekati akurat dengan pembacaan kelembaban menggunakan *soil survey* yang digunakan sebagai pembanding.

Pengujian unjuk kerja ssstem monitoring. Data hasil pengujian unjuk kerja dilakukan selama tujuh hari, dengan pengambilan data setiap dua jam sekali. Pengujian unjuk kerja alat sistem *monitoring* dilakukan dengan mengambil data hasil pengujian untuk dilakukan proses berikutnya yaitu analisis data. Data hasil pengujian unjuk kerja terdapat pada lampiran. Variabel lain yang digunakan dalam pengujian ini yaitu waktu. Rentang waktu untuk pengambilan data yaitu setiap dua jam sekali. Pengambilan data dengan rentang waktu dua jam karena alat sistem *monitoring* yang dibuat ini berbasis IoT. Hal ini menunjukkan bahwa data dapat diambil setiap saat selama alat sistem *monitoring* dan *smartphone* terhubung dengan internet.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Unjuk Kerja

Berikut rumus rata-rata sampel suhu dan kelembaban media budidaya *maggot*:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\text{Suhu} = \frac{\text{Jumlah suhu}}{\text{Jumlah pengambilan data}} = \frac{2.704,5}{84} = 32,2^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Kelembaban} = \frac{\text{Jumlah kelembaban}}{\text{Jumlah pengambilan data}} = \frac{5.392}{84} = 64,2\%$$

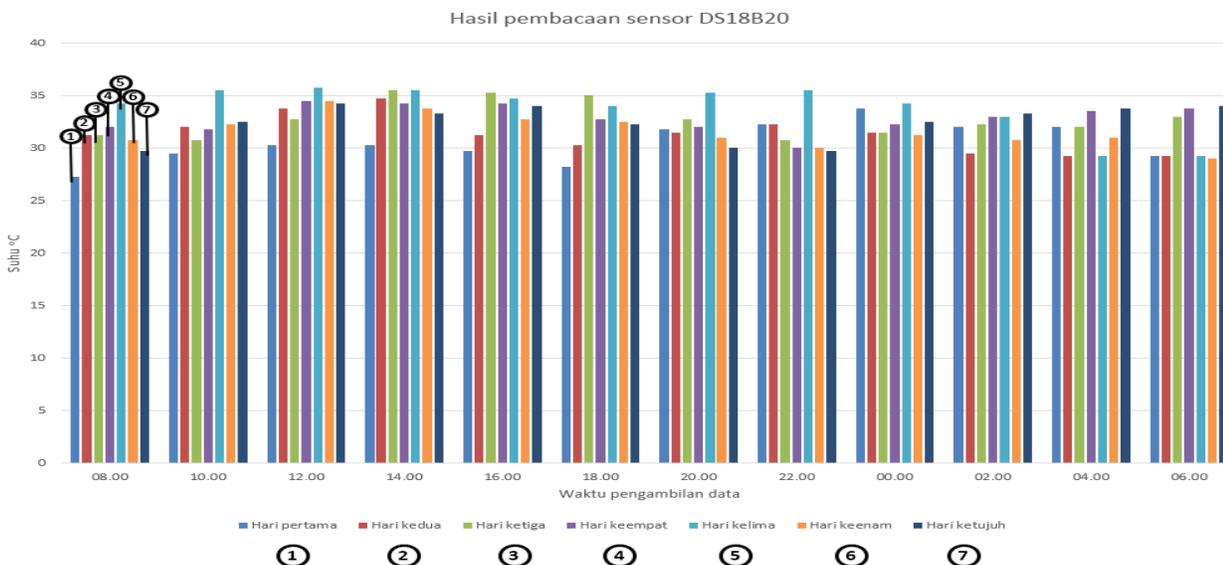
Tabel 4. Rata-Rata Hasil Pengujian Unjuk Kerja

No	Ukuran	Rata-rata
1	Suhu	32,2°C
2	Kelembaban	64,2%



Gambar 11. Media Hidup *Maggot* dengan Menggunakan Alat Sistem *Monitoring*

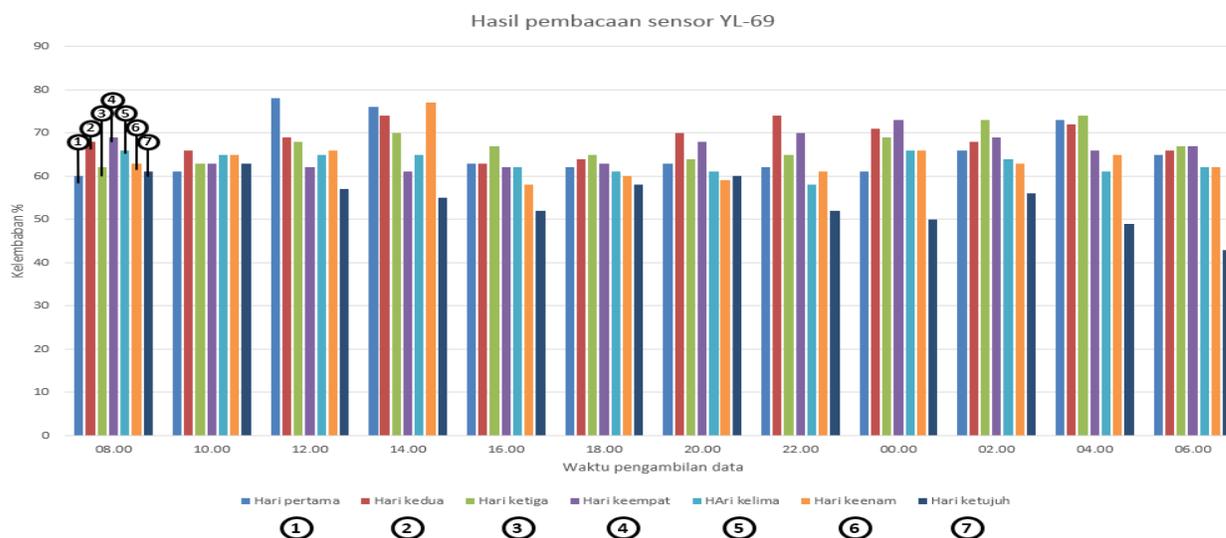
Hasil pembacaan suhu pada media hidup *maggot* oleh sensor DS18B20 dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 12. Grafik Hasil Pengambilan Data Suhu Pada Media Hidup *Maggot*.

Hasil pengambilan data suhu pada media hidup *maggot* menunjukkan suhu terendah mencapai 27,250°C dan suhu tertinggi mencapai 35,500°C dengan suhu rata-rata mencapai 32,2°C. Suhu pada media hidup *maggot* tersebut menunjukkan sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh (RACHMAWATI *et al.*, 2010) bahwa larva dan pupa *H.illucens* yang dibudidayakan dengan media yang bersuhu 27°C akan berkembang lebih lambat (4 hari) dari pada yang dibudidayakan pada suhu 30°C, sementara pada suhu 36°C, hampir tidak ada pupa yang bertahan hidup. Teori tersebut menunjukkan bahwa media budidaya *maggot* yang mendukung pertumbuhan *maggot* lebih cepat yaitu rentang suhu diatas 27°C dan dibawah 36°C.

Berikut hasil pembacaan kelembaban pada media hidup *maggot* oleh sensor kelembaban YL-69 dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 13. Grafik Hasil Pengambilan Data Kelembaban pada Media Hidup *Maggot*.

Hasil pengambilan data kelembaban pada media budidaya *maggot* menunjukkan kelembaban terendah mencapai 58% sampai hari keenam. Kelembaban pada hari ketujuh menurun hingga 43% karena makanan sudah mulai habis dan untuk memudahkan panen harus dalam keadaan media hidup kering. Sedangkan kelembaban tertinggi mencapai 77% dengan kelembaban rata-rata mencapai 64,2%. Kelembaban pada media hidup *maggot* sampai hari keenam tersebut menunjukkan sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh (Dortmans *et al.*, 2017) bahwa karakteristik pakan yang efektif diberikan kepada larva BSF adalah pakan dengan yang cukup lembab dengan kandungan air antara 60% sampai dengan 90% supaya dapat dicerna oleh larva BSF.

KESIMPULAN

Hasil dari pengujian alat sistem *monitoring* pada media budidaya *maggot* dalam tujuh hari menunjukkan suhu rata-rata adalah 32,2°C sedangkan kelembaban rata-rata adalah 64,2%. Suhu dan kelembaban tersebut sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh (Rachmawati, 2010) bahwa media budidaya *maggot* yaitu diatas 27°C dan dibawah 36°C dan (Dormans, 2017) bahwa karakteristik pakan yang efektif dengan kandungan kelembaban air antara 60% sampai dengan 90%. Perlakuan dengan dibantu alat sistem *monitoring* suhu dan kelembaban dapat menghasilkan fakta kondisi lingkungan media hidup *maggot*. Dengan fakta tersebut, maka dapat diambil

keputusan untuk memberikan aksi berupa menciptakan lingkungan media hidup *maggot* yang sesuai syarat dan ketentuan.

DAFTAR REFERENSI

- Abrianto, H. H., Sari, K. and Irmayani, I. (2021) ‘Sistem Monitoring Dan Pengendalian Data Suhu Ruang Navigasi Jarak Jauh Menggunakan WEMOS D1 Mini’, *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 4(1), pp. 38–49. doi: 10.32672/jnkti.v4i1.2687.
- Arief Sabdo Yuwono, P. D. M. (2018) *Black Soldier Fly (BSF) Penggunaan Larva (Maggot) Dalam Pengolahan Limbah Organik*.
- Badan Pusat Statistik (2018) ‘Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) 2018’, *Badan Pusat Statistik/BPS–Statistics Indonesia*, pp. 1–43. doi: 3305001.
- Dortmans, B. *et al.* (2017) *Black Soldier Fly Biowaste Processing*.
- Efendi, Y. (2018) ‘Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile’, *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), pp. 21–27. doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- Hardyanti, F. and Utomo, P. (2019) ‘Perancangan Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos berbasis IoT’, *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 4(2), pp. 193–201. doi: 10.21831/elinvo.v4i2.28324.
- Muhayyat, M. S., Yuliansyah, A. T. and Prasetya, A. (2016) ‘Pengaruh Jenis Limbah dan Rasio Umpan pada Biokonversi Limbah Domestik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)’, *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(1), pp. 23–28. doi: 10.22146/jrekpros.34424.
- Pangestu, W., Prasetya, A. and Cahyono, R. B. (2017) ‘D126 - Pengolahan Limbah Kulit Pisang Dan Nangka Muda Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)’, *Simposium Nasional Rapi XVI*, 2, pp. 97–101.
- RACHMAWATI, R. *et al.* (2010) ‘Perkembangan dan Kandungan Nutrisi Larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) pada Bungkil Kelapa Sawit’, *Jurnal Entomologi Indonesia*, 7(1), p. 28. doi: 10.5994/jei.7.1.28.
- SIPSN (2020a) *Grafik Komposisi Sampah Indonesia 2020*, <https://sipsn.menlhk.go.id/>. Available at: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>.
- SIPSN (2020b) *Grafik Komposisi Sampah Kabupaten Bantul 2020*, sipsn.menlhk.go.id. Available at: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>.