

RANCANG BANGUN SISTEM PENGONTROLAN PROSES FERMENTASI BAWANG PUTIH MENJADI *BLACK* *GARLIC* BERBASIS *WEB*

Hanina Regitha Afifah¹, Hadiwiyatno², Moh Abdullah Anshori³

^{1,2,3}Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, 65141
INDONESIA

Email : ¹haninaregitha@gmail.com, ²hadiwiyatno@polinema.ac.id, ³anshori_ma@yahoo.com

Abstrak

Bawang putih termasuk tanaman yang sangat menguntungkan di dalam pengolahan, baik dijadikan sebagai bumbu masakan maupun obat-obatan. Bawang putih juga dapat diolah dengan cara fermentasi dan menghasilkan bawang hitam atau *black garlic*. Proses fermentasi bawang putih membutuhkan parameter suhu dan kelembaban, kedua parameter tersebut harus benar-benar terpantau dan terkontrol dengan stabil. Sesuai dengan permasalahan diatas dapat dilakukan perancangan alat fermentasi *black garlic* dengan memanfaatkan *Node NRF* sebagai media komunikasi antara alat fermentasi dengan pengguna. Pada alat ini pengontrolan sistem dilakukan oleh Mikrokontroler Arduino Uno yang mempunyai input berbentuk sensor DHT21, sensor ini akan mendeteksi suhu dan kelembaban yang berada dalam alat fermentasi. Dalam proses fermentasi membutuhkan waktu 2-4 minggu, sehingga pada penelitian ini membutuhkan pengaturan waktu dengan menggunakan RTC. Dari hasil informasi suhu, kelembaban pada alat serta waktu dengan menggunakan komunikasi *node* antara alat fermentasi dan ruang monitoring nantinya akan ditampilkan pada LCD. Pada ruangan monitoring terdapat mikrokontroler yang dilengkapi sebuah modul GSM untuk mengirimkan data mengenai kondisi suhu dan kelembaban pada oven menuju web yang dikirimkan setiap harinya. Perancangan alat fermentasi yang berupa oven listrik dengan jumlah 2 buah. Pada bagian dalam oven terdapat sensor DHT21 untuk mendeteksi temperatur dan kelembaban, serta terdapat *fan* yang berguna untuk menjaga kondisi temperatur oven agar tetap stabil. Pada fermentasi *black garlic* menggunakan suhu 40-50°C, waktu selama 21 minggu dan berat keseluruhan 3,24 Kg pada masing-masing oven untuk mendapatkan kematangan fermentasi *black garlic* yang diinginkan.

Kata kunci : *Black garlic*, alat fermentasi, *Node*, Arduino Uno, sensor DHT21, RTC, web.

I. PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan bagian terpenting dalam hidup, namun masih jarang orang peduli dengan kesehatannya sendiri. Dalam hidup yang sehat maka tidak terlepas dari adanya faktor-faktor pendukung yang dapat memenuhi kebutuhan tubuh, diantaranya dengan mengolah tubuh dengan memperhatikan makanan yang dikonsumsi dan diimbangi dengan melakukan aktivitas. Salah satu makanan yang dapat mencegah dari penyakit yaitu bawang putih.

Bawang putih mempunyai prospek yang cukup baik sebagai bahan penyedap rasa atau bumbu-bumbuan, maupun sebagai makanan kesehatan. Akhir-akhir ini mulai dikembangkan pemanfaatan bawang putih yang diolah menjadi *black garlic*. *Black Garlic* ini sendiri dihasilkan dari hasil proses fermentasi bawang putih yang melibatkan suhu yang tinggi dan waktu, yang dipanaskan pada suhu 60°C – 70°C selama 2-4 minggu.

Fermentasi *black garlic* berbeda dengan fermentasi pada umumnya seperti tempe, tape, yoghurt dan keju. Menurut ahli Henry (2008) fermentasi adalah suatu bentuk proses dasar untuk mengubah bahan menjadi bahan lain dengan cara relatif sederhana yang dibantu oleh mikroba[1]. Sedangkan pengertian *black*

garlic menurut Balai Bioteknologi BPPT adalah bawang putih yang telah diproses secara fermentasi pada suhu tertentu dalam waktu lama, sehingga menghasilkan senyawa baru yang mempunyai efek farmakologis[2]. Fermentasi bawang putih ini tanpa tambahan bahan apa pun.

Dengan memanfaatkan teknologi perkembangan dalam bidang telekomunikasi yaitu *Wireless Sensor Network* (WSN). WSN yaitu sistem telekomunikasi berbasis *Node Wireless* pada NRF. *Node* yang digunakan pada penelitian yaitu sebanyak 3 buah yang diletakkan pada alat fermentasi sedangkan *Node* lainnya diletakkan di ruang monitoring.

Selain *node*, teknologi lain yang digunakan yaitu RTC (*Real Time Clock*). RTC memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu, tanggal dan juga menghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun dengan akurat. Selain itu ada juga sensor suhu dan kelembaban DHT21 yang memiliki fungsi untuk mengukur dua parameter sekaligus, yakni suhu dan kelembaban.

Data yang terbaca kemudian dikirim melalui mikrokontroler Arduino Uno dan dipancarkan pada NRF kemudian ditampilkan ke layar LCD serta *smartphone* dan PC dalam bentuk tampilan web.

Sehingga, dengan adanya penelitian ini *home industry N'Up Product*[3] dapat mengontrol dan memonitoring fermentasi dari *Black Garlic* secara manual ataupun otomatis dari ruang monitoring.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum*; bahasa Inggris: *garlic*) adalah nama tanaman dari *genus Allium* sekaligus nama dari umbi yang dihasilkan. Mempunyai sejarah penggunaan oleh manusia selama lebih dari 7.000 tahun, terutama tumbuh di Asia Tengah, dan sudah lama menjadi bahan makanan di daerah sekitar Laut Tengah, serta bumbu umum di Asia, Afrika, dan Eropa.

B. Oven Listrik

Oven merupakan sebuah peralatan berupa ruang termal terisolasi yang digunakan sebagai pemanasan, pengeringan atau pemanggangan (*baking*) suatu bahan. Kelebihan dari oven yaitu produk yang dihasilkan akan lebih higienis karena dalam prosesnya alat pengering oven memiliki ruang termal yang terisolasi sehingga proses pencemaran dari lingkungan luar bisa dihindari[4].

C. RTC (Real Time Clock) Serial DS3231

Jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time. RTC mampu mengakses informasi data waktu mulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun.



Gambar 1. RTC tipe DS3231

D. DHT21 (Sensor Suhu dan Sensor Kelembaban)

Sensor DHT21 merupakan modul sensor suhu dan kelembaban yang memiliki output sinyal digital, memiliki respon yang cepat serta keandalan dan stabilitas jangka panjang yang baik[5].



Gambar 2. Sensor Suhu DHT21

E. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328 yang memiliki 14 pin digital input / output (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header

ICSP, dan sebuah tombol reset[6]. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat menggunakannya.

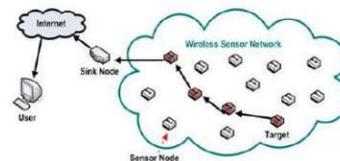


Gambar 3. Arduino Uno

F. Wireless Sensor Network (WSN)

Wireless Sensor Network atau jaringan sensor nirkabel adalah kumpulan sejumlah node yang diatur dalam sebuah jaringan kerjasama. Masing-masing node dalam jaringan sensor nirkabel biasanya dilengkapi dengan radio transceiver atau alat komunikasi wireless lainnya, mikrokontroler kecil, dan sumber energi seperti baterai.

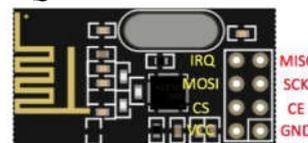
Pada WSN, node sensor disebar dengan tujuan untuk menangkap adanya gejala atau fenomena yang hendak diteliti. Jumlah node yang disebar dapat ditentukan sesuai kebutuhan dan tergantung beberapa faktor misalnya luas area, kemampuan sensing node, dan sebagainya. Tiap node dalam WSN dapat melakukan pemantauan lingkungan terbuka secara langsung dengan memanfaatkan beberapa macam sensor. Arsitektur WSN secara umum dapat ditunjukkan pada gambar



Gambar 4. Arsitektur WSN

G. Modul nRF24L01

Modul nRF24L01 adalah modul radio jarak jauh mendukung 2,4 GHz transmisi data nirkabel dengan konsumsi daya yang rendah. Pada modul ini memiliki tiga mode operasi yaitu mode *stand by*, mode RX (mode *receiver*), dan mode TX (mode *transceiver*)[7]. Modul ini menggunakan antarmuka SPI untuk berkomunikasi. Memiliki 8 pin yaitu: *GND*, *VDD*, *CE*, *CSN*, *SCK*, *MOSI*, *MISO*, dan *IRQ*.



Gambar 5. Modul nRF24L01

H. Fan

Fan biasanya digunakan untuk memindahkan sejumlah volume udara atau gas melalui suatu saluran (*duct*). Selain itu, fan juga digunakan untuk memasok udara dalam proses

pengeringan, pemindahan bahan tersuspensi di dalam aliran, pengeringan, pendinginan proses-proses industrial, sistem ventilasi ruangan, dan aplikasi sistem aliran tinggi dan bertekanan rendah yang lain.

I. Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

J. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam).

K. Modul GSM SIM800L

SIM800L adalah modul SIM yang digunakan pada penelitian ini. Modul SIM800L GSM/GPRS adalah bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan *smartphone*. SIM800L GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah AT.

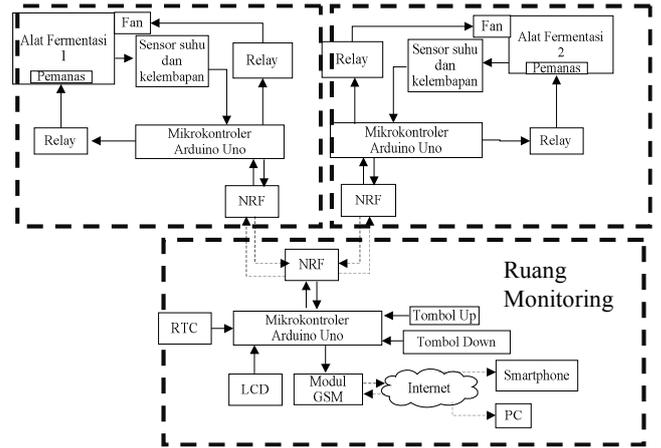


Gambar 6. Modul GSM SIM800L

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Alat/Sistem

Perancangan alat/sistem dijelaskan mengenai perancangan dalam pembuatan alat atau sistem yang akan dibuat. Berikut ini diagram blok perancangan alat atau sistem yang akan dibuat :

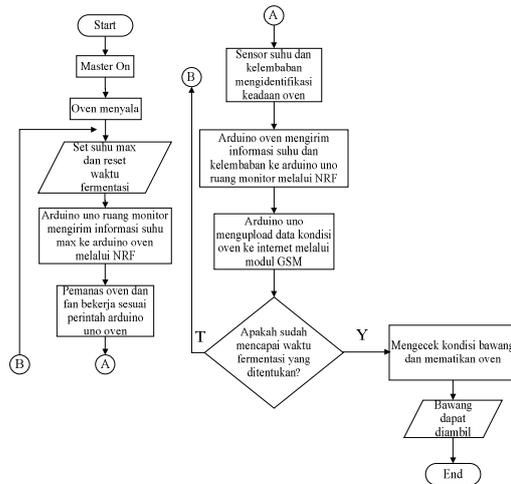


Gambar 7. Blok Diagram Sistem

Dari gambar 7 alat fermentasi yang berupa 2 oven, oven yang digunakan yaitu oven listrik yang sudah terdapat pemanas yang berfungsi untuk menaikkan temperatur saat oven bekerja serta dipasang *fan* untuk menurunkan suhu dalam keadaan tinggi serta memindahkan volume udara agar kondisi suhu tetap stabil. Terdapat 3 *node* NRF yang masing-masing terhubung pada *node* di ruang monitoring. *node* ini berfungsi sebagai komunikasi antar alat satu dengan yang lain dan mengirim informasi data yang terbaca oleh sensor suhu DHT21 dari alat fermentasi menuju ke ruang monitoring, sedangkan proses monitoring pada alat fermentasi dilakukan pada LCD serta aplikasi web, jika ingin mengetahui keadaan alat fermentasi pada web maka Arduino Uno membutuhkan internet untuk bisa mengirimkan data dari alat fermentasi menuju web, oleh karena itu membutuhkan Modul GSM sebagai komunikasi antara Arduino Uno dengan internet.

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dibuat dapat dilihat pada diagram alir cara kerja sistem pada Gambar .



Gambar 8. Diagram alir cara kerja sistem pada alat fermentasi

Pada gambar 8 memperlihatkan dan menjelaskan flowchart aliran sistem secara

keseluruhan pada penelitian ini. Langkah pertama, menyambungkan master pada aliran listrik PLN di ruangan monitoring. Setelah master menyala yaitu melakukan pengaturan suhu maksimum yang akan digunakan pada proses fermentasi dan melakukan pengaturan waktu atau mereset waktu mulai dari awal. Selanjutnya, menghidupkan oven 1 dan oven 2 sebagai alat untuk fermentasi *black garlic*. Langkah selanjutnya, Arduino Uno pada master di ruang monitoring mengirimkan informasi suhu maksimum ke Arduino Uno pada masing-masing oven melalui *node* NRF. Yang kemudian, data dan perintah yang dikirim oleh *node* NRF pada master diterima oleh *node* NRF masing-masing oven. Selanjutnya, komponen *fan* dan pemanas yang terletak pada bagian dalam oven yang bekerja sesuai dengan perintah Arduino Uno oven, jika suhu pada oven melebihi batas ketentuan yang sudah diatur oleh master maka *fan* akan bekerja hingga suhu kembali stabil. Berikutnya, sensor suhu sekaligus kelembaban mengidentifikasi keadaan oven. Setelah diidentifikasi data akan masuk dan diproses oleh Arduino Uno oven, setelah itu, Arduino mengirimkan informasi suhu serta kelembaban ke Arduino Uno master atau Arduino ruang monitoring melalui *node* NRF.

Data informasi yang berupa suhu dan kelembaban pada masing-masing oven diterima oleh *node* NRF pada master. Kemudian, jika data informasi sudah diterima oleh Arduino pada master, data kondisi oven tersebut diolah dan diupload oleh Arduino Uno ke web melalui modul GSM. Langkah selanjutnya, memastikan apakah kondisi bawang dan waktu sudah mencapai yang ditentukan, jika tidak maka proses akan kembali ke tahap mengulang untuk mengatur suhu dan waktu fermentasi pada master di ruang monitoring. Dan apabila sebaliknya, yaitu apabila kondisi bawang dan waktu sesuai dengan yang ditentukan maka langkah selanjutnya yaitu mematikan oven. Jika bawang putih sudah menjadi hitam atau *black garlic* maka bawang dapat diambil dan kemudian dikonsumsi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Hardware

Hasil perancangan pada penelitian ini berupa perancangan alat fermentasi secara keseluruhan. Hasil perancangan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 9a. Alat Fermentasi Berupa Oven Listrik



Gambar 9b. Kondisi Bagian Dalam Oven



Gambar 9c. Tempat Penyimpanan Komponen

Pada gambar 9a merupakan gambar oven tampak depan. Oven yang digunakan pada penelitian ini yaitu oven listrik Kirin dengan kapasitas 10 liter untuk oven 1 yang berwarna putih dan 9 liter untuk oven 2 yang berwarna hitam. Kemudian pada Gambar 9b merupakan bagian dalam oven, bagian dalam pada oven ini terdapat kipas dan sensor suhu sekaligus kelembaban. Komponen-komponen tersebut diletakkan pada bagian belakang oven. Dibutuhkan kabel untuk menghubungkan *fan* dan sensor yang sudah dilapisi oleh isolator agar terlindung pada saat suhu tinggi.

B. Hasil Desain Tampilan Web



Gambar 10. Tampilan Informasi Data Fermentasi Pada Web

Pada gambar 12 adalah tampilan menu dari data proses fermentasi *black garlic*. Data akan tampil apabila telah menginputkan jumlah dan memasukkan ID pada masing-masing oven. Data berupa tabel yang berisikan tanggal, suhu, kelembaban, jumlah bawang dan berat total. Data informasi yang tampil pada web berupa data informasi perhari dari proses fermentasi.

C. Hasil Pengujian dan Pembahasan Keakuratan Sensor DHT21

- Pengujian dan Pembahasan Suhu Pada Oven 1
Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu Oven 1

Waktu (menit)	Pembacaan Sensor Suhu DHT21 (°C)	Pembacaan Suhu pada Higrometer (°C)	Error (%)
2	33,6	31,6	0,0632
4	39,4	36,5	0,0794
6	48,8	45,3	0,0772
8	50,5	51,1	0,0117
10	58,9	59,4	0,0008
12	60,0	61,6	0,0260
Error Rata-Rata			0,0579

Pada data tersebut terlihat bahwa terdapat perbedaan pembacaan suhu yang ditampilkan oleh DHT21 dengan *Thermo-Hygrometer*. Selanjutnya dapat dijabarkan untuk mencari *error* dan menghitung % *error* yaitu :

$$error\ suhu = \frac{|nilai\ suhu\ DHT21 - nilai\ suhu\ higrometer|}{nilai\ suhu\ higrometer} \times 100\% \quad (1) [8]$$

Dari hasil diketahui bahwa tingkat akurasi rata-rata meter digital yang telah terkalibrasi ini sebesar 99,9421% dengan presentase error rata-rata sebesar 0,0579%. Sehingga dikatakan sensor pada oven 1 bekerja secara stabil.

- Pengujian dan Pembahasan Suhu Pada Oven 2

Tabel 2. Hasil Pengukuran Suhu Oven 2

Waktu (menit)	Pembacaan Sensor Suhu DHT21 (°C)	Pembacaan Suhu pada Higrometer (°C)	Error (%)
2	36,1	34,2	0,0556
4	42,3	41,7	0,0144
6	49,1	45,9	0,0697
8	52,6	53,9	0,0241
10	55,1	57,9	0,0483
12	66,8	65,7	0,0167
Error Rata-Rata			0,0391

Pada data tersebut terlihat bahwa terdapat perbedaan pembacaan suhu yang ditampilkan oleh DHT21 dengan *Thermo-Hygrometer*. Selanjutnya dapat dijabarkan untuk mencari *error* dan menghitung % *error* yaitu :

$$error\ suhu = \frac{|nilai\ suhu\ DHT21 - nilai\ suhu\ higrometer|}{nilai\ suhu\ higrometer} \times 100\% \quad (2) [8]$$

Dari hasil diketahui bahwa tingkat akurasi rata-rata meter digital yang telah terkalibrasi ini sebesar 99,9609% dengan presentase error rata-rata sebesar 0,0391%. Sehingga dikatakan sensor pada oven 2 bekerja secara stabil.

- Pengujian dan Pembahasan Kelembaban Pada Oven 1

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kelembaban Oven 1

Waktu (menit)	Pembacaan Kelembaban pada Higrometer	Pembacaan Kelembaban pada Sensor	Error %
2	18,96	35,2	0,856

4	17,8	27,9	0,567
6	15,8	13,5	0,145
8	14,82	11,9	0,197
10	9,5	5,0	0,47
12	9,24	5,0	0,45
Error Rata-Rata			0,4475

Pada data tersebut terlihat bahwa terdapat perbedaan pembacaan kelembaban yang ditampilkan oleh DHT21 dengan *Thermo-Hygrometer*. Selanjutnya dapat dijabarkan untuk mencari *error* dan menghitung % *error* yaitu :

$$error\ kelembaban = \frac{|nilai\ kel.\ DHT21 - nilai\ kel.\ higrometer|}{nilai\ kel.\ higrometer} \times 100\% \quad (3) [8]$$

Dari hasil diketahui bahwa tingkat akurasi rata-rata meter digital yang telah terkalibrasi ini sebesar 99,5525% dengan presentase error rata-rata sebesar 0,4475 dan dapat dikatakan kondisi oven 1 kelembabannya tidak jauh beda dengan sensor DHT21.

- Pengujian dan Pembahasan Kelembaban Pada Oven 2

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kelembaban Oven 2

Waktu (menit)	Pembacaan Kelembaban pada Higrometer	Pembacaan Kelembaban pada Sensor	Error %
2	19,15	45,4	1,37
4	22,5	34,1	0,51
6	18,36	23,5	0,28
8	16,17	19,4	0,19
10	14,47	17,1	0,18
12	9,85	8,0	0,18
Error Rata-Rata			0,4516

Pada data tersebut terlihat bahwa terdapat perbedaan pembacaan kelembaban yang ditampilkan oleh DHT21 dengan *Thermo-Hygrometer*. Selanjutnya dapat dijabarkan untuk mencari *error* dan menghitung % *error* yaitu :

$$error\ kelembaban = \frac{|nilai\ kel.\ DHT21 - nilai\ kel.\ higrometer|}{nilai\ kel.\ higrometer} \times 100\% \quad (4) [8]$$

Dari hasil diketahui bahwa tingkat akurasi rata-rata meter digital yang telah terkalibrasi ini sebesar 99,5484% dengan presentase error rata-rata sebesar 0,4516 dan dapat dikatakan kondisi oven 2 kelembabannya tidak jauh beda dengan sensor DHT21.

- Pengujian dan Pembahasan Pada Modul nRF24L01

Tabel 5. Pengujian nRF24L01 Berdasarkan Jarak

Jarak (m)	Data yang Dikirim nRF24L01 pada Oven		Data yang Diterima nRF24L01 Master		Data yang Gagal Dikirim	
	Oven 1	Oven 2	Oven 1	Oven 2	Oven 1	Oven 2

1	18	18	14	13	4	5
2	18	18	13	11	5	7
3	18	18	12	11	6	7
4	18	18	9	10	9	8
5	18	18	8	9	10	9
6	18	18	8	7	10	11
7	18	18	9	8	9	9
8	18	18	5	6	13	12
9	18	18	2	2	16	15

Pada Tabel 5 yang menunjukkan pengiriman dan penerimaan dari data pada oven 1 dan oven 2. Untuk setiap meter terdapat 18 kali pengiriman data pada masing-masing oven. Dalam dilakukan di dalam ruangan tanpa adanya penghalang Sesuai dengan pengujian dapat disimpulkan jika jaraknya semakin bertambah atau semakin jauh maka data yang dapat diterima oleh *node* master semakin sedikit dengan jumlah data yang sama, yang dikirimkan oleh *node* oven. Jarak terjauh yang diuji pada penelitian ini yaitu 9 meter yang menghasilkan *packet error* sebesar 88% dengan tingkat akurasi pengiriman sebesar 16% dan jarak terdekat yang diambil sejauh 1 meter menghasilkan *packet error* sebesar 27% dengan tingkat akurasi pengiriman sebesar 77%.

- Pengujian dan Pembahasan Kematangan *Black Garlic*

Tabel 6. Hasil Perubahan Bawang Putih Setelah Percobaan Fermentasi

Pen guji an	Lama proses (hari)	Ras a	Warna	Tekstur	Bau	Berhasil
1	6	Pahi t	Hitam sedikit kecokl atan	Keras dan kering	Gosong atau terbakar	Gagal
2	21	Man is,as am sedi kit pahi t	Hitam	Kenyal dan kering	Bau bawang sudah tidak tercium	Berhasil sesuai dengan ketentuan pihak <i>home industry</i>



Gambar 11. Kondisi Awal dan Akhir dari Bawang Putih Pada Percobaan Kedua Pengujian kematangan *black garlic* berdasarkan suhu dan kelembaban. Pada pengujian pertama yaitu menggunakan bawang putih dengan jumlah 1kg pada masing-masing oven, percobaan pengujian ini menggunakan temperatur 60-70°C dan kelembaban 10-20%. Pada pengujian pertama dapat dikatakan mengalami kegagalan. Selanjutnya dilakukan percobaan kedua dengan menggunakan bawang putih sebanyak 0,5kg pada masing-masing oven. Pada percobaan ini menggunakan temperatur

yang lebih rendah dibandingkan dengan percobaan pertama, temperatur yang digunakan yaitu 40-50°C dan menggunakan kelembaban 10-40%. Pada percobaan kedua dapat dikatakan berhasil dengan durasi waktu fermentasi 3 minggu atau 21 hari dan berat keseluruhan pada masing-masing oven yang tadinya 3,5 Kg semakin hari semakin berkurang hingga menjadi 3,24 Kg pada hari ke 21.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

1. Penggunaan sensor DHT21 untuk pembacaan temperatur dan kelembaban pada alat fermentasi. Sensor DHT21 mampu membaca suhu dan kelembaban dengan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 0,0579% dan tingkat akurasi sebesar 99,9421% untuk suhu oven 1, tingkat kesalahan rata-rata sebesar 0,0391% dan tingkat akurasi sebesar 99,9609% untuk suhu oven 2, tingkat kesalahan rata-rata sebesar 0,4475% dan tingkat akurasi sebesar 99,5525% untuk kelembaban oven 1 dan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 0,4516% dan tingkat akurasi sebesar 99,5484% untuk kelembaban oven 2.
2. Proses fermentasi *black garlic* membutuhkan waktu yang cukup lama, oleh karena itu dibutuhkan pemberian informasi secara berkala atau secara berulang-ulang dan berurutan, yaitu dengan cara mengakses alamat web : <http://blackgarlicproject.pengujian.com/>
3. Pengujian fermentasi menghasilkan bawang putih yang berubah menjadi *black garlic* dan dapat dikonsumsi. Fermentasi membutuhkan suhu 40-50°C, waktu fermentasi berlangsung selama 21 hari dan menghasilkan berat akhir sebesar 3,24 Kg pada masing masing oven.

REFERENSI

- [1] Indonesian Student, Pengertian Fermentasi Menurut Para Ahli Lengkap, <URL: <http://www.indonesiastudents.com/pengertian-fermentasi-menurut-para-ahli/>>, March 2017.
- [2] Balai Bioteknologi, Sehitam Bawang Putih: Balai Biotek Mengembangkan Black Garlic Dalam Rangka Kemandirian Nasional Mengatasi Pasien Diabetes, <URL: <http://balaibiotek.bppt.go.id/berita/64-sehitam-bawang-putih-si-bg>>, Dec 2016.
- [3] N'Up Product, N'Up Product Food Producer, <URL: <https://nup-product.business.site/>>, 2015.
- [4] KIRIN, KIRIN, <URL: <http://kirin.co.id/>>, 2019..
- [5] Elektronika Dasar, Sensor DHT21, <URL: <http://elektronika-dasar.web.id/?s=sensor+dht21>>, 2013.

- [6] Djuandi Feri, “Pengenalan Arduino”, E-book, <URL:www.tobuku>, 2015.
- [7] Nyebarilmu.com, Cara mengakses Module Wireless nRF24L01+ menggunakan Arduino, <URL:https://www.nyebarilmu.com/>, 2017.
- [8] Melati dan Asih, Panduan Pratikum Fisika Dasar. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2016.