

SKRIPSI

**SISTEM PENGONTROL TINGKAT SUHU DAN KADAR
ALKOHOL PADA PROSES FERMENTASI TAPE KETAN
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Disusun dan diajukan oleh

AFRILIA EKA ANANDA

H071171316



**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2023

**SISTEM PENGONTROL TINGKAT SUHU DAN KADAR
ALKOHOL PADA PROSES FERMENTASI TAPE KETAN
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer pada Program Studi Sistem Informasi Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

Afrilia Eka Ananda

H071171316

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Afrilia Eka Ananda
NIM : H071171316
Program Studi : Sistem Informasi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**SISTEM PENGONTROL TINGKAT SUHU DAN KADAR
ALKOHOL PADA PROSES FERMENTASI TAPE KETAN
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 24 Oktober 2023

Yang menyatakan



Afrilia Eka Ananda

NIM. H071171316

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM PENGONTROL TINGKAT SUHU DAN KADAR ALKOHOL PADA PROSES FERMENTASI TAPE KETAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Disusun dan diajukan oleh

AFRILIA EKA ANANDA

H071171316

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Sistem Informasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 24 Oktober 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama



Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc.

NIP. 196307201989031003

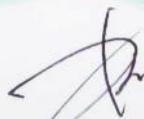
Pembimbing Pendamping



Rozalina Amran, S.T., M.Eng

NIP. 199102242018016001

Ketua Program Studi



Dr. Hendra, S.Si., M.Kom.

NIP. 1976010220021210001



LEMBAR PENGESAHAN

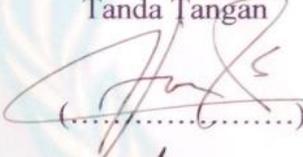
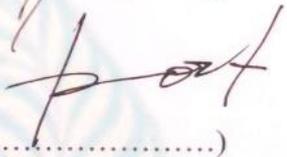
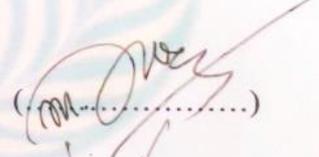
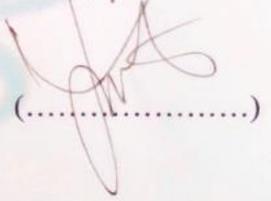
Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Afrilia Eka Ananda
NIM : H071171316
Program Studi : Sistem Informasi
Judul Skripsi : Sistem Pengontrol Tingkat Suhu Dan Kadar Alkohol Pada
Proses Fermentasi Tape Ketan Berbasis *Internet Of Things*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Sistem Informasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

DEWAN PENGUJI

Tanda Tangan

1. Ketua : Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc. 
2. Sekretaris : Rozalina Amran, S.T., M.Eng 
3. Anggota : Muhammad Sadno, S.Si., M.Si. 
4. Anggota : Dr. Amran, S.Si., M.Si. 

Ditetapkan di : Makassar
Tanggal : 24 Oktober 2023



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Maha Pengasih lagi Maha Mengatur segala kehidupan melalui kehendak-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Pengontrol Tingkat Suhu dan Kadar Alkohol pada Proses Fermentasi Tape Ketan Berbasis *Internet of Things*” ini sekalipun dengan kendala dan problematika yang menyertainya.

Penyusunan skripsi ini sebagai upaya memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana S1 pada Program Studi Sistem Informasi, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Meskipun proses menuju hal tersebut tidak lepas dari kendala, sebagaimana kendala adalah bagian tak terpisahkan dari proses itu sendiri. Namun atas upayah-upayah yang dilakukan oleh penulis dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan.

Pada wujud finalnya, penulis menyadari kekurangan dan keterbatasan dari skripsi ini, hal tersebut diiringi dengan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki oleh penulis. Atas hal tersebut, penulis membuka diri terhadap koreksi maupun kritik yang bersifat konstruktif dari berbagai pihak, koreksi dan kritik pun berguna sebagai tambahan pengetahuan kepada penulis.

Tidak hanya penulis, dalam proses penulisan skripsi ini, banyak pihak yang hadir secara langsung atau pun tidak untuk memberikan bantuan, dorongan, semangat, serta bimbingan kepada penulis. Sehubungan dengan itu, sudah sewajarnya penulis menghormati dan menghargai hal tersebut dengan menyampaikan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. beserta jajarannya.
2. Dekan fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bapak Dr.Eng. Amiruddin, M.Si. beserta jajarannya.
3. Bapak Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si. sebagai Ketua Departemen Matematika FMIPA Universitas Hasanuddin, Bapak Dr. Hendra, S.Si., M.Kom. sebagai

Ketua Program Studi Sistem Informasi serta seluruh dosen pengajar dan staf Departemen Matematika atas ilmu dan bantuan yang selama ini telah diberikan.

4. Bapak Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc. selaku pembimbing utama dan Ibu Rozalina Amran, S.T., M.Eng. selaku pembimbing pertama. Terima kasih telah meluangkan waktunya untuk memberikan banyak arahan dan nasehat kepada penulis.
5. Bapak Muhammad Sadno, S.Si., M.Si. selaku penguji I dan Bapak Dr. Amran, S.Si., M.Si. selaku penguji II. Terima kasih atas berbagai saran dan masukan untuk menyempurnakan skripsi ini.
6. Ibu penulis Wati binti Abdul Kadir yang sangat saya sayangi. Terima kasih telah melahirkanku, merawatku hingga menjadi perempuan dewasa dengan penuh harapan. Walaupun di matamu saya tetaplah anak kecil yang tidak bisa tanpamu. Terima kasih atas doa - doa panjang yang senantiasa engkau panjatkan untuk mengiringi di setiap langkahku hingga saat ini.
7. Ayah penulis Musmuliadi, S.Pd., sosok yang sangat saya hormati. Terima kasih atas cinta dan kasih sayang yang tulus yang engkau berikan. Meski jarang komunikasi, satu hal yang pasti engkau akan selalu ada di saat saya butuh dan di saat tidak ada yang dapat menerimaku. Untuk kedua orang tuaku yang tercinta, sebuah kebanggaan dapat menulis nama kalian pada lembaran ini. Saya menyayangi kalian.
8. Adik – adik penulis, Elza Dwi Melda, Anisa Salza Bila dan Bintang Al-Mukarramah. Terima kasih telah menjadi warna yang indah dalam keluarga kita. Terima kasih untuk selalu menjadi tempat belajar bagi penulis dalam membangun rasa tanggung jawab, dan maaf bila belum bisa memenuhi peran sebagai kakak untuk adik – adikku tersayang.
9. Saudara – saudari tak sedarah penulis; Nur Afra Reskianty, Ni Kadek Dwi Rahayu, Rahmatika, Sulfika, Alexandra Thelzya Eileen Matakupan, Mardatillah, Mardyah, dan Andi Muhammad Agung Nuzulhaq. Terima kasih telah menjadi teman, sahabat, dan saudara dalam perjalanan mencapai cita dan cinta masing – masing. Bersama – sama melewati suka dan duka untuk menghadapi segala problema yang menghadang.

10. Teman – teman Sistem Informasi 2017 Universitas Hasanuddin atas semasa dibangku kuliah. Semoga pertemanan dan silaturahmi tetap terjalin.
11. Teman – teman Kampus Gagasan, Terima kasih telah senantiasa mengingatkan kewajiban penulis sebagai mahasiswa dan menjadi tempat berbagi ilmu serta pengalaman yang luar biasa. “*Luaskan Wawasan, Kokohkan Gagasan*”
12. Serta diri saya sendiri yang sering lupa untuk kuperhatikan dan kuberi apresiasi. Afrilia Eka Ananda maaf untuk luka dalam yang pernah kubuat dan terima kasih telah bertahan sampai sejauh ini. Tidak apa – apa pernah jatuh. Tidak apa – apa pernah gagal. Dan tidak apa – apa kalau hari ini masih menangis. Capek bukanlah sesuatu hal yang buruk, istirahat dulu sebentar kemudian bangkit kembali berjuang melewati proses pendewasaan diri ini. Jangan lupa untuk bahagia. Percayalah sesuatu yang indah terus menanti di masa depan.

Semoga Tuhan Yang Maha Pemurah mengganjar segala bantuan dan dukungan dari berbagai pihak tersebut dengan hal yang lebih baik. Dan semoga pula, skripsi ini dapat diterima sebagai sumbangan pikiran dari penulis terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 2023

Penulis

ABSTRAK

Tape ketan merupakan olahan makanan dari beras ketan (*Oryza sativa L var forma glutinosa*) yang dicampur dengan ragi dan melalui proses fermentasi. Dalam proses fermentasi sering terjadi kegagalan dikarenakan proses pemantauan yang masih manual. Zaman sekarang teknologi canggih pengontrolan suhu dapat menggunakan sensor DHT22 dan MQ3 untuk kadar alkohol. Dengan nilai suhu optimal 35°C - 40°C. Penelitian ini berfokus pada pengontrolan nilai suhu dan pemantauan kadar alkohol pada proses fermentasi, dengan mengimplementasikan konsep *Internet of Things*. Perangkat *Internet of Things* pada sistem ini akan diintegrasikan ke sistem *android* yang dibuat menggunakan *software android studio* yang terhubung dengan *firebase* sebagai tempat penyimpanan data dari sensor dan kemudian data tersebut ditampilkan pada aplikasi Fenta menggunakan jaringan internet.

Kata Kunci: Tape ketan, Fermentasi, Sensor DHT22, Sensor MQ3, *Firebase*, *android*.

ABSTRACT

*Tape ketan is a processed food made from glutinous rice (*Oryza sativa L var forma glutinosa*) which is mixed with yeast and goes through a fermentation process. In the fermentation process, failure often occurs because the monitoring process is still manual. Today, advanced temperature control technology can use DHT22 and MQ3 sensors for alcohol content. With an optimal temperature value of 35°C - 40°C. This research focuses on controlling temperature values and monitoring alcohol content in the fermentation process, by applying the Internet of Things concept. Internet of Things devices in this system will be integrated into the Android system which is created using the Android Studio software connected to Firebase as a place to store data from sensors and then the data is displayed on the Fenta application using the internet network.*

Keywords: Tape Ketan, Fermentation, DHT22 Sensor, MQ3 Sensor, Firebase, android.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Penelitian Terkait.....	5
2.1.2 Tape Ketan Hitam.....	5
2.1.3 Fermentasi	7
2.1.4 <i>Internet of Things (IoT)</i>	8
2.1.5 <i>Cloud Storage</i>	9
2.1.6 <i>Firebase</i>	9
2.1.7 <i>Android</i>	10
2.1.8 Modul Wifi ESP32	11
2.1.9 <i>Arduino IDE</i>	12
2.1.10 <i>Android Studio</i>	13
2.1.11 Sensor Suhu DHT22.....	15

2.1.12	Sensor MQ3.....	16
2.1.13	Motor Servo.....	16
2.1.14	Kabel Jumper.....	17
2.2	Kerangka Konseptual.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....		19
3.1	Diagram Alur	19
3.2	Waktu dan Lokasi Pelaksanaan.....	21
3.3	Tahapan Penelitian.....	21
3.4	Sumber Data.....	22
3.5	Rancangan Sistem.....	23
3.6	Rancangan Aplikasi <i>Android</i>	23
3.7	Instrumen Penelitian.....	24
3.8	Estimasi Biaya.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Perancangan Sistem	26
4.2	Implementasi Sistem.....	27
4.2.1	Implementasi Rancangan Alat.....	27
4.2.2	Implementasi Perangkat Lunak	30
4.3	Pengujian Sistem.....	36
4.3.1	Pengujian Sensor	36
4.4	Hasil Pengujian	37
BAB V PENUTUP.....		43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN.....		48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tape Ketan Hitam	6
Gambar 2.2. <i>Internet Of Things</i> (IoT)	8
Gambar 2.3. <i>Cloud Storage</i>	9
Gambar 2.4. <i>Firebase</i>	10
Gambar 2.5. Modul Wifi ESP32	11
Gambar 2.6. <i>Sketch Arduino IDE</i>	13
Gambar 2.7. <i>Arduino Studio</i>	14
Gambar 2.8. DHT22.....	15
Gambar 2.9. MQ3	16
Gambar 2.10. Rangkaian Motor Servo	17
Gambar 2.11. Kabel Jumper.....	17
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Sistem Pengontrol Fermentasi Tape	20
Gambar 3.2. Metode <i>Waterfall</i>	21
Gambar 3.3. Rancangan Sistem	23
Gambar 3.4. Rancangan Aplikasi <i>Android</i>	23
Gambar 4.1. Blok Diagram	26
Gambar 4.2. <i>Use Case Diagram</i>	26
Gambar 4.3. Sensor Suhu	28
Gambar 4.4. Sensor Alkohol.....	28
Gambar 4.5. Servo.....	28
Gambar 4.6. Skematik Rangkaian Alat.....	29
Gambar 4.7. <i>Source Code Include and Define</i>	30
Gambar 4.8. <i>Source Code</i> Inisialisasi Nilai Batasan.....	31
Gambar 4.9. <i>Source Code</i> Pengkondisian.....	31
Gambar 4.10. <i>Source Code</i> membaca dan mengirim data ke firebase.....	32
Gambar 4.11. <i>Source Code</i> Menampilkan Data <i>Realtime</i>	33
Gambar 4.12. <i>Source Code</i> Menampilkan Kumpulan Data Histori.....	33
Gambar 4.13. Kustomisasi Layout Tampilan Halaman Utama	34
Gambar 4.14. Tampilan Utama Aplikasi <i>Android</i>	34
Gambar 4.15. Tampilan <i>History</i> Aplikasi <i>Android</i>	35
Gambar 4.16. Tampilan <i>Firebase</i>	35

Gambar 4.17. Pengujian Alat	37
Gambar 4.17. Grafik Nilai Suhu di Hari Pertama	40
Gambar 4.18. Grafik Kadar Alkohol di Hari Pertama	40
Gambar 4.19. Grafik Nilai Suhu di Hari Ke-2	41
Gambar 4.20. Grafik Kadar Alkohol di Hari Ke-2	41
Gambar 4.21. Grafik Nilai Suhu di Hari Ke-3	41
Gambar 4.22. Grafik Kadar Alkohol di Hari Ke-3	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan	21
Tabel 3.2 Estimasi Anggaran Biaya Pembuatan Alat APFT	25
Tabel 4.1 Daftar Alat Sistem Pengontrol Fermentasi Tape	27
Tabel 4.2 Pin Komponen yang Digunakan	30
Tabel 4.3 Hasil Pengujian	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran <i>Source Code</i> Arduino IDE.....	48
Lampiran <i>Source Code</i> Android Studio	53
Lampiran Dokumentasi.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perkembangan teknologi saat ini sangat memudahkan kegiatan manusia dan mempercepat proses produksi khususnya pada sektor industri makanan. Penggunaan konsep internet untuk segala atau dikenal sebagai *Internet of Things* (IoT) kini telah banyak dimanfaatkan. Aplikasi IoT memiliki dampak besar dalam industri makanan. Utilitas IoT dalam memecahkan masalah peralatan sebelum menjadi masalah serius. Ini akan menghemat waktu dan juga modal. Berbagai jenis bahan makanan memerlukan suhu tertentu untuk penyimpanannya. Masa depan industri makanan lebih aman jika dijaga dengan penerapan IoT. Aplikasi IoT mengubah semua jalur laju di setiap bidang. Bahkan belakangan ini, dunia telah menopang kebutuhan pangan penduduk. Indeks kelaparan global yang menurun, itu merupakan sebuah indikator bagaimana sektor pangan telah berkembang dalam dekade terakhir.

Ada banyak metode pengolahan makanan yang selain bertujuan untuk memperpanjang masa simpan juga untuk menambah variasi jenis makanan. Metode fermentasi merupakan salah satu cara yang sudah digunakan sejak lama dan hingga saat ini digemari karena menghasilkan ciri yang khas seperti aroma, rasa dan tekstur yang berbeda. Proses fermentasi sendiri umumnya memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen fermentasi yang memecah karbohidrat untuk menghasilkan gula dan alkohol sehingga sering ditemui olahan fermentasi yang memiliki rasa manis dan asam. Beberapa jenis bahan makanan yang diolah dengan fermentasi diantaranya singkong, kedelai, anggur dan ketan.

Ketan hitam merupakan salah satu jenis ketan yang memiliki ciri khas bagian kulit bijinya yang berwarna hitam kecoklatan. Ketan hitam dapat dikonsumsi melalui berbagai teknik pengolahan, salah satunya fermentasi menjadi tape. Proses fermentasi ketan hitam membutuhkan bahan berupa ragi sebagai agen fermentasi serta membutuhkan waktu untuk mencapai tingkat kematangan yang tepat. Umumnya tape yang sudah matang akan memiliki tekstur yang lembut dan mengeluarkan aroma alkohol yang tajam serta rasa manis. Penentuan waktu kematangan tape biasanya masih menggunakan cara tradisional yaitu dengan

pengecekan satu per satu karena tidak semua ketan dapat matang sempurna secara bersamaan. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi yang dapat mendeteksi kematangan tape secara otomatis menjadi sangat berguna. Tape diperoleh dari proses fermentasi yaitu terjadi reaksi oksidasi senyawa organik dalam beras, ketan, dan ketela dengan ragi tape (*saccharomyces cerevisiae*) (Virgin, 2015). Pada proses tersebut dihasilkan alkohol yang kadarnya bergantung jumlah ragi yang diberikan dan lamanya proses fermentasi (Berlian et al., 2016).

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi proses fermentasi adalah suhu. Suhu yang digunakan dalam fermentasi akan mempengaruhi mikroba yang berperan dalam proses fermentasi, suhu optimal untuk fermentasi tape yaitu 35°C - 40°C (Kanino, 2019). Pemantauan tingkat suhu penulis menggunakan sensor *Digital Humidity and Temperature* (DHT) 22. Sementara nilai kadar alkohol tergantung pada jenis substrat. Semakin lama suatu proses fermentasi tape berlangsung, kadar alkohol yang dihasilkan juga semakin besar. Kadar alkohol ini perlu diperhatikan karena tubuh manusia memiliki batas toleransi tertentu terhadap alkohol. Pemantauan kadar alkohol dapat menggunakan sensor *Taguchi Gas Sensor* (TGS) 2620 dan sensor *Metane Quality* (MQ) 3.

Penggunaan indikator suhu dan kadar alkohol dapat dijadikan ukuran untuk mendeteksi kematangan yang kemudian data yang diperoleh oleh perangkat ditransmisikan melalui jaringan internet. Hal tersebut mempermudah untuk mengelola perubahan suhu dan kadar alkohol tape tanpa harus datang untuk memeriksa langsung.

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diidentifikasi masalah pokok yang dipilih sebagai topik penelitian ini yaitu sistem pengontrol suhu dan monitoring kadar alkohol pada proses fermentasi tape untuk menghasilkan kualitas tape yang konsisten. Penelitian sebelumnya pernah dilakukan (Agustin, 2020) mengenai sistem monitoring suhu penyimpanan dan waktu fermentasi pada kematangan tape ubi jalar berbasis IoT.

Adapun sensor yang digunakan adalah sensor DHT22 untuk suhu dan sensor MQ3 untuk alkohol yang diintegrasikan dengan aplikasi *android*. Alat yang dirancang dinyatakan dalam skripsi berjudul “Sistem Pengontrol Tingkat Suhu Dan Kadar Alkohol Pada Proses Fermentasi Tape Ketan Berbasis *Internet of Things*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pengontrol proses fermentasi tape ketan hitam menggunakan sensor DHT22 dan sensor MQ3 dengan mikrokontroler?
2. Bagaimana mengintegrasikan sistem pengendalian proses fermentasi tape ketan hitam dengan sistem *android* melalui *Internet Of Things* (IoT)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah:

1. Perancangan sistem pengontrol proses fermentasi tape ketan hitam menggunakan sensor DHT22 dan sensor MQ3 dengan mikrokontroler.
2. Mengintegrasikan sistem pengontrol proses fermentasi tape ketan hitam dengan sistem *mobile android* melalui *Internet Of Things* (IoT).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Diharapkan dengan adanya sistem ini akan menghasilkan kualitas tape ketan hitam yang konsisten.
2. Mempermudah pengusaha tape mengontrol proses fermentasi tape khususnya tingkat suhu dan memantau kadar alkohol sehingga dapat memaksimalkan kualitas tape.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang disebutkan, perlu adanya pembatasan masalah sehingga ruang lingkup permasalahan menjadi terarah. Batasan-batasan masalah yang disajikan pada pembuatan alat ini mencakup beberapa hal yaitu :

1. Sensor suhu yang digunakan yaitu DHT22 dengan nilai suhu optimal kisaran 35°C - 40°C.
2. Pengontrolan suhu dilakukan saat suhu di atas 40°C.
3. Menggunakan sensor MQ3 untuk mengetahui kadar alkohol.
4. Menggunakan mikrokontroler ESP32

5. Beras ketan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah beras ketan hitam.
6. Beras ketan sudah dalam keadaan bersih sebelum masuk ke tahap fermentasi.
7. Wadah penyimpanan fermentasi tape menggunakan bahan *stainless steel* dengan ukuran 32 x 26 x 15 cm.
8. Penelitian ini hanya berfokus pada proses fermentasi dan dilakukan di ruangan suhu normal 20°C - 25°C.
9. Pengambilan data selama 3 hari dengan interval waktu 1 jam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Penelitian Terkait

Untuk menyusun penelitian ini, penulis juga menggunakan bahan acuan kepustakaan yang bersumber pada penelitian-penelitian sebelumnya. Hal ini berguna sebagai bahan referensi bagi peneliti. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan topik pada penelitian ini. Penelitian Asnawi (2013) menguji mengenai pematangan tape ubi kayu menggunakan sensor suhu LM35 dan mikrokontroler ATmega8. Djunaidi (2019) mendeteksi kematangan tape singkong menggunakan sensor suhu DHT11, sensor berat dan Arduino Uno. Agustin (2020) menguji sistem monitoring suhu dan waktu fermentasi pada tape ubi jalar menggunakan sensor suhu DHT11, sensor alkohol MQ3 dan *platform* aplikasi *thingspeak*. Negara (2020) membuat rancang bangun sistem monitoring gas alkohol pada fermentasi tape ketan berbasis sensor TGS2620. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, pembeda pada penelitian ini adalah sensor suhu DHT22 dan sensor alkohol MQ3 digunakan untuk mendeteksi kematangan tape ketan hitam.

2.1.2 Tape Ketan Hitam

Tape ketan (*Oryza sativa L var forma glutinosa*) merupakan olahan makanan tradisional Indonesia dengan cara fermentasi. Awalnya tape ketan dibuat sebagai pangan pada perayaan tertentu, namun saat ini tape sudah menjadi makanan khas yang dapat dimakan kapan saja dan berkembang industrinya baik skala rumah tangga maupun usaha menengah. Beberapa jenis bahan yang dapat diolah menjadi tape diantaranya singkong, pisang dan beras ketan. Beras ketan sendiri memiliki beberapa jenis seperti ketan putih dan ketan hitam. Perbedaan kedua jenis tersebut terletak pada warna kulitnya. Beras ketan memiliki rupa dan tekstur yang berbeda dengan beras padi. Beras ketan hitam memiliki kadar *amilopektin* yang tinggi yaitu sekitar 92 – 98% dan karbohidrat 74,5 gram sehingga memiliki ciri lengket bila dikukus

(Simanjuntak & Subagyo, 2019). Selain itu, beras ketan hitam juga memiliki serat yang tinggi sehingga baik untuk kesehatan. Tape memiliki ciri berupa rasa manis dan sedikit alkohol, aroma yang khas dan teksturnya yang lembut dan berair (Kanino, 2019).



Gambar 2.1. Tape Ketan Hitam

Berikut alat dan bahan dalam pembuatan tape:

Alat:

1. Baskom untuk merendam beras ketan
2. Panci kukus
3. Sendok
4. Penyaring untuk menghaluskan ragi
5. Nampan tempat untuk mendinginkan ketan dan mencampurkan ragi

Bahan:

1. Beras ketan hitam
2. Ragi
3. Gula
4. Air

Tahapan pembuatan tape:

1. Mencuci beras ketan hitam sampai benar-benar bersih. Pencucian bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang terdapat pada beras ketan hitam serta menghindari terjadinya kontaminasi. Pembuatan tape ketan harus dilakukan dengan higienis, karena apabila tercemar oleh mikroba lain atau karena peralatan yang kotor, ragi tape tidak akan tumbuh dengan baik dan kemungkinan akan mengalami kegagalan, tidak manis dan tidak empuk.

2. Beras yang sudah dicuci kemudian direndam selama semalam. Bertujuan untuk melunakkan jaringan beras ketan sehingga tape yang dihasilkan tidak keras, selain itu perendaman juga bertujuan untuk mempersingkat waktu pengukusan.
3. Setelah perendaman cuci kembali beberapa kali sampai bersih, lalu tiriskan.
4. Kemudian dikukus sampai matang, lalu siram air 200gram dengan api kecil lalu tunggu sampai mendidih.
5. Ketan yang sudah dikukus diamkan pada nampan sampai benar-benar dingin. Kemudian ditaburi ragi secara merata sebanyak 0.1%. Yaitu 1 g untuk 1 kg beras ketan hitam. Konsentrasi ragi yang ditambahkan 0.1%-0.5%, pada konsentrasi tersebut dapat menghasilkan tape dengan citarasa manis, asam, dan sedikit alkoholik yang disukai.
6. Ketan yang telah ditaburi ragi disimpan dalam wadah tertutup dan diberi sedikit air gula kemudian masuk proses fermentasi selama tiga hari. Dengan suhu optimal 35°C - 40°C.

2.1.3 Fermentasi

Teknik fermentasi sudah dikenal dalam waktu yang lama dan masih digunakan hingga saat ini. Fermentasi merupakan proses penguraian substrat organik oleh aktivitas enzim mikroba ataupun tanpa mikroba (Djunaidi et al., 2019). Proses fermentasi pada tape membutuhkan waktu yang lama hingga menghasilkan tekstur yang empuk dan matang dengan baik. Fermentasi tape dilakukan dengan cara penambahan inokulum dan disimpan pada suhu ruangan dalam jangka waktu tertentu (Islami, 2018). Umumnya inokulan yang digunakan untuk proses fermentasi menggunakan bahan seperti jamur atau ragi. Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) yang biasanya digunakan untuk pembuatan tape tersusun dari tepung beras, air tebu, bawang dan kayu manis (Kanino, 2019).

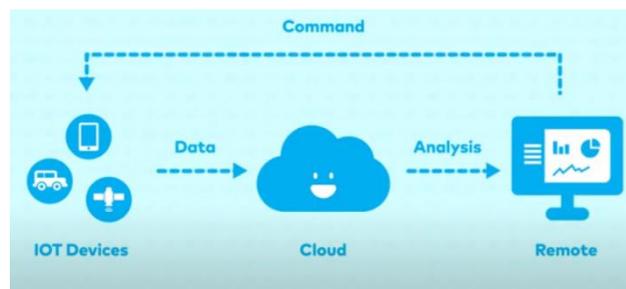
Bahan pangan yang difermentasi umumnya mengandung karbohidrat yang selanjutnya dipecah pada proses fermentasi

menghasilkan gula. Gula yang dihasilkan selanjutnya dipecah menjadi alkohol atau etanol. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi diantaranya substrat, suhu, pH, inokulan dan kadar oksigen. Umumnya waktu yang dibutuhkan untuk proses fermentasi hingga matang adalah 2 – 3 hari (Asnawi et al., 2013). Semakin lama proses fermentasi dapat menyebabkan pemecahan alkohol menjadi asam oleh bakteri *Acetobacter* (N. Azizah et al., 2012). Hal tersebut yang menyebabkan adanya rasa asam pada tape yang dihasilkan.

2.1.4 *Internet of Things (IoT)*

Perkembangan teknologi masa kini terbukti berdampak besar pada aktivitas sehari-hari masyarakat. Salah satu implementasi dari IoT adalah penggunaan sensor untuk mendeteksi suatu perubahan pada objek. Alat yang sering digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban adalah DHT11, DHT22, DS18B20, dan LM35, sedangkan untuk mendeteksi kadar alkohol adalah sensor MQ3 dan TGS2620. Teknoogi IoT memanfaatkan sebuah argumentasi dari algoritma bahasa pemrograman yang telah tersusun. Dimana, setiap argumen yang terbentuk akan menghasilkan sebuah interaksi yang akan membantu perangkat keras atau mesin dalam melakukan fungsi atau kerja. Sehingga, mesin tersebut tidak memerlukan bantuan dari manusia lagi dan dapat dikendalikan secara otomatis.

Faktor terpenting dari jalannya program tersebut terletak pada jaringan internet yang menjadi penghubung antar sistem dan perangkat keras. Tugas utama dari manusia adalah menjadi pengawas untuk memonitoring setiap tindakan dan perilaku dari mesin saat bekerja.



Gambar 2.2. *Internet Of Things (IoT)*

2.1.5 *Cloud Storage*

Sejak perkembangan internet yang semakin pesat *cloud storage* adalah alternatif baru dalam dunia penyimpanan. Media penyimpanan *cloud storage* ini terkait erat dan sangat tergantung pada internet. *Cloud storage* merupakan media penyimpanan file berbasis *online*. *Cloud storage* akan disimpan di sejumlah server yang dikelola oleh pihak penyedia layanan atau yang biasa disebut *hosting*.

Dibandingkan dengan *flashdisk* atau penyimpanan *offline* lainnya, sistem *cloud storage* lebih efisien, sebab tidak perlu takut kehabisan tempat untuk menyimpan data, takut terkena virus atau takut karena *hardware* penyimpan data tersebut hilang. Dengan menggunakan teknologi ini, bisa mengakses *file* tersebut di mana pun dan kapan pun dengan internet dan data tersebut aman dari virus. (Chusna, 2023)



Gambar 2.3. *Cloud Storage*

2.1.6 *Firestore*

Firestore didirikan pertama kali pada tahun 2011 oleh Andrew Lee dan James Tamplin. Produk pertama *Firestore* adalah *realtime database*. *Realtime database* digunakan *developer* untuk menyimpan data dan *synchronize* ke banyak *user*. Kemudian berkembang sebagai pelayanan pengembang aplikasi. Pada Oktober 2014, perusahaan tersebut diakuisisi oleh *Google* (Juliarto, 2020).

Firestore adalah *cloud storage* dan salah satu layanan dari *Google* untuk mempermudah para pengembang-pengembang aplikasi untuk mengembangkan aplikasinya. *Firestore* ini sangat bagus digunakan sebab kecepatannya *real time* dan responsif. Didukung banyak platform seperti *Android*, *iOS*, *JavaScript*, *Java*, *Objective-C*, *swift* dan *Node.js*.

Gambar 2.4. *Firebase*

Firebase juga menawarkan banyak jenis atau fitur *firebase*, seperti:

1. *Firebase analytics* adalah salah satu fitur yang digunakan sebagai koleksi data dan *reporting* untuk aplikasi *Android* maupun *iOS*.
2. *Firebase cloud messaging and notifications* yaitu menyediakan koneksi yang handal dan hemat baterai antara server maupun antar *device*.
3. *Firebase authentication* adalah salah satu layanan *back-and*, fitur *Android* dan *iOS*, SDK yang mudah digunakan, dan tampilan *interfaces* yang siap dipakai untuk mengautentikasi pengguna ke aplikasi yang dibuat.
4. *Firebase cloud firestore* adalah *database* yang bersifat fleksibel dan terukur untuk para pengembang perangkat seperti seluler, web, dan server di *firebase* dan *google cloud platform*.
5. *Firebase realtime database* adalah *database* yang di-host melalui *cloud*. Data disimpan dan dieksekusi dalam bentuk *JSON* dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap *user* yang terkoneksi.
6. *Firebase hosting*, suatu layanan *hosting* konten web. Hanya dengan satu instruksi, dapat mengimplementasikan aplikasi web serta menyajikan konten statis maupun dinamis ke CDN (jaringan penayangan konten) global dengan cepat.

2.1.7 *Android*

Android merupakan sistem operasi seluler yang didasarkan pada versi modifikasi dari kernel Linux dan perangkat sumber terbuka lainnya. *Android* dirancang untuk perangkat seluler terutama layar sentuh

seperti smartphone dan tablet. *Android* juga merupakan perangkat lunak gratis dengan sumber terbuka, dalam artian Google memperbolehkan pengguna untuk mengembangkan sistem operasi tersebut. (Bintara, 2023)

Ada empat komponen pada aplikasi *android*, yaitu:

1. *Activities* merupakan komponen untuk menyajikan tampilan pemakai (*user interface*) kepada pengguna.
2. *Service* merupakan komponen yang tidak memiliki tampilan pemakai (*user interface*), tetapi *service* berjalan secara *backgrounds*.
3. *Broadcast receiver* merupakan komponen yang berfungsi menerima dan bereaksi untuk menyampaikan *notifikasi*.
4. *Content provider* merupakan komponen yang membuat kumpulan aplikasi data secara spesifik, sehingga bisa digunakan aplikasi lain. (Men, 2016)

2.1.8 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah salah satu keluarga mikrokontroler yang dikenalkan dan dikembangkan oleh *Espressif System*. ESP32 ini merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler satu ini *compatible* dengan *Arduino IDE*. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan ditambah dengan *Bluetooth Low Energy (BLE)* dalam *chip* sehingga sangat mendukung dan dapat menjadi pilihan bagus untuk membuat sistem aplikasi IoT.



Gambar 2.5. Modul Wifi ESP32

Berikut spesifikasi Modul Wifi ESP32:

1. *Single or Dual-Core 32-bit LX6 Microprocessor with clock frequency up to 240 MHz.*
2. *520 KB of SRAM, 448 KB of ROM and 16 KB of RTC SRAM.*
3. *Supports 802.11 b/g/n Wi-Fi connectivity with speeds up to 150 Mbps.*
4. *Support for both Classic Bluetooth v4.2 and BLE specifications.*
5. *34 Programmable GPIOs.*
6. *Up to 18 channels of 12-bit SAR ADC and 2 channels of 8-bit DAC*
7. *Serial Connectivity include 4 x SPI, 2 x I²C, 2 x I²S, 3 x UART.*
8. *Ethernet MAC for physical LAN Communication (requires external PHY).*
9. *1 Host controller for SD/SDIO/MMC and 1 Slave controller for SDIO/SPI.*
10. *Motor PWM and up to 16-channels of LED PWM.*
11. *Secure Boot and Flash Encryption.*
12. *Cryptographic Hardware Acceleration for AES, Hash (SHA-2), RSA, ECC and RNG. (Iqbal, 2022)*

2.1.9 Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) adalah *software* yang digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada *board* yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-*upload* ke *board* yang ditentukan, dan meng-*coding* program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan *library* C/C++(*wiring*), yang membuat operasi *input/output* lebih mudah (Erintafifah, 2021).



Gambar 2.6. Sketch Arduino IDE

Berikut fungsi tombol pada toolbars arduino:

1. *Verify* digunakan untuk meng-*compile* atau mem-*verify* *sketch coding* apakah masih ada kesalahan atau tidak.
2. *Upload* digunakan untuk mengirimkan atau memasukan program ke dalam *board* yang ditentukan.
3. *New* digunakan untuk membuka objek baru atau membuka halaman *sketch* yang baru.
4. *Open* digunakan untuk membuka projek yang pernah dibuat, dengan catatan projek tersebut telah disimpan.
5. *Save* ditujukan untuk menyimpan *sketch* atau program yang sudah dibuat
6. *Serial monitor* digunakan untuk menampilkan data yang dibuat setelah *sketch* tersebut di-*upload* kedalam *board* yang diperlukan, kemudian nantinya akan dijalankan dan bisa dilihat pada *serial monitor*.

2.1.10 *Android Studio*

Android Studio adalah *Integrated Development Environment (IDE)* resmi untuk pengembangan aplikasi *Android*. Berbasis editor kode dan alat developer yang andal dari IntelliJ IDEA. Selain sebagai editor kode dan fitur developer IntelliJ yang kuat, *Android Studio* menawarkan banyak fitur yang meningkatkan produktivitas Anda dalam membuat aplikasi *Android*, misalnya: Sistem *build* berbasis *Gradle* yang fleksibel,

Emulator yang cepat dan kaya fitur, *Framework* dan alat pengujian yang lengkap dan lain-lain. (Developer, 2023)



Gambar 2.7. *Android Studio*

Android Studio memiliki banyak fitur yang dapat dipercaya baik oleh pemula maupun programmer profesional untuk mengembangkan aplikasi *android*. Fungsi-fungsinya adalah sebagai berikut:

1. Sistem kontrol versi *Gradle* yang fleksibel.
2. Emulator yang cepat dan kaya fitur.
3. Lingkungan terintegrasi untuk mengembangkan aplikasi *Android* untuk semua perangkat *Android* (*smartphone, tablet, smart tv, smartwatch*) *Template*.
4. Code dan integrasi *GitHub* menciptakan fungsionalitas untuk aplikasi yang sama Contoh kode impor.
5. *Rich framework* dan alat pengujian.
6. C ++ dan dukungan *Android Native Development Kit* (NDK).
7. Dukungan *Google Cloud Platform* untuk integrasi yang mudah dari *Google Cloud Messaging* dan *App Engine*. (Oriza, 2022)

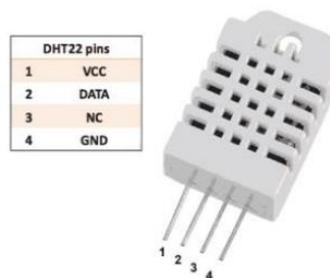
Project pada *Android Studio* berisi satu atau beberapa modul dengan file kode sumber maupun *file resource*. Adapun Jenis modul dibagi kedalam 3 bagian yakni Modul aplikasi *Android*, Modul *library*, Modul *Google App Engine*.

Keseluruhan file *build* pada bagian *Gradle Script* yang tiap modul pada aplikasi ini berisi beberapa folder sebagai berikut berikut:

1. *Manifest*: Berisi file `AndroidManifest.xml`.
2. *Java*: Berisi file kode sumber *Java*, termasuk kode pengujian *JUnit*.
3. *Res*: Berisi semua *resource* non-kode, seperti tata letak *XML*, *string UI*, dan gambar *bitmap*.

2.1.11 Sensor Suhu DHT22

DHT22 merupakan sensor yang dapat mengukur suhu dan juga kelembaban, sensor berikut ini mempunyai keluaran berwujud sinyal digital. Sensor DHT22 ini mempunyai pengaturan yang sangat akurat dengan bayaran suhu ruang pengaturan dengan nilai yang tersimpan yang ada di dalam memori OTP terpadu. Dan juga sensor DHT22 memiliki jangkauan pembacaan suhu dan kelembaban yang lumayan amat luas, Setidaknya sensor DHT22 juga mampu mendistribusikan sinyal keluaran via kabel dengan panjang hingga mencapai 20 meter sehingga sesuai dan dapat untuk ditempatkan walau berada jauh di sana. Contoh yang sering di gunakan sensor ini untuk membaca suhu dan kelembaban ruangan seperti kandang, kamar di rumah, gudang, dan lain-lain. Selain dapat membaca suhu dan kelembaban ruangan sensor ini juga dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di luar ruangan. (Sani & Dahlan, 2022)



Gambar 2.8. DHT22

Spesifikasi sensor DHT22

1. Tegangan kerja = 3.3V-5V.
2. Arus maksimum = 2.5mA
3. Range pengukuran kelembaban = 0% -100%
4. Akurasi pengukuran kelembaban = 2-5%
5. Range pengukuran suhu = -40°C-80°C
6. Akurasi pengukuran suhu = 0.5°C
7. Kecepatan pengambilan sampel tidak lebih dari 0.5 Hz
(pembaruan data setiap 2 detik)
8. Ukuran = 15.1 mm x 25 mm x 7.7 mm
9. 4 pin dengan jarak 0,1" (Al Khairi, 2021)

2.1.12 Sensor MQ3

Sensor MQ3 adalah modul gas sensor yang dapat mendeteksi konsentrasi gas alkohol dari rentang 0.05 mg/L sampai dengan 10 mg/L. Prinsip kerja sensor ini adalah menggunakan bahan berkontungan SnO₂ yang konduktivitasnya rendah di udara bersih dan semakin berkonduktivitas tinggi jika terpapar gas alkohol (Prasetyo 2020).



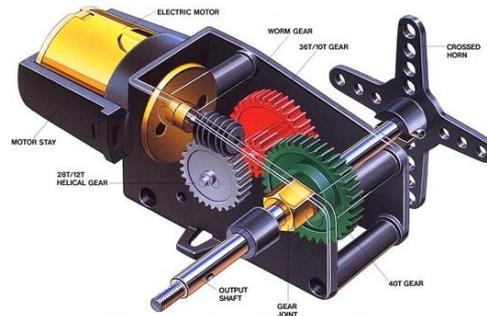
Gambar 2.9. MQ3

Sensor MQ3 memiliki nilai resistansi R_s , yang nilainya dapat berubah bila mendeteksi gas alkohol di udara. Rangkaian terdiri dari 1 buah variabel resistor dan pin H yang dihubungkan dengan tegangan sebesar 5 V (Surya Merta et al., 2017).

2.1.13 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam servo motor. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Motor servo termasuk jenis motor listrik yang memakai sistem *closed loop*. Sistem ini dipakai untuk mengontrol kecepatan dan akselerasi pada motor listrik menggunakan tingkat keakuratan yang cukup tinggi. Disamping itu, motor ini biasa dipakai untuk melakukan perubahan energi listrik menjadi energi mekanik dengan interaksi dua medan magnetik yang permanen.

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo, yaitu: motor servo *standard* yang hanya mampu berputar 180 derajat dan motor servo *continuous* dapat berputar sebesar 360 derajat.



Gambar 2.10. Rangkaian Motor Servo

Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari :

1. Motor DC.
2. Serangkaian gear (melekat pada poros motor DC) yang akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo.
3. Rangkaian kontrol.
4. Potensiometer berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo (dengan perubahan resistansinya saat motor berputar) (Prasetyo, 2020).

2.1.14 Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang mempunyai pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan *arduino* tanpa memerlukan solder (Prasetyo, 2020). Biasanya digunakan pada *breadboard* atau alat *prototyping* lainnya supaya lebih mudah mengutak-atik rangkaian.



Gambar 2.11. Kabel Jumper

Kabel jumper terdapat 3 jenis yaitu:

1. Kabel jumper male to male
2. Kabel jumper male to female

3. Kabel jumper female to female

Kabel jumper terlihat ada warna kabel yang berwarna-warni. Warna tersebut sebenarnya tidak ada maksud dan tujuan khusus karna pada dasarnya mempunyai fungsi yang sama.

2.2 Kerangka Konseptual

Berikut dijelaskan kerangka konseptual penelitian ini.

Tape ketan merupakan makanan tradisional yang pembuatannya dengan cara fermentasi. Sebagai makanan fermentasi, kandungan yang terdapat dalam tape ketan memiliki segudang manfaat bagi kesehatan tubuh. Awalnya tape ketan dibuat sebagai panganan pada perayaan tertentu, namun saat ini tape sudah menjadi makanan khas yang dapat dimakan kapan saja. Namun perlu diperhatikan jumlah tape yang dikonsumsi agar terhindar dari efek samping seperti sakit perut karena terdapat kandungan alkohol didalamnya atau kualitas tape yang kurang baik.

Kualitas tape sangat dipengaruhi pada proses fermentasi. Namun masalah yang sering terjadi pada proses fermentasi adalah suhu udara. Suhu udara pada proses fermentasi berpengaruh besar terhadap berapa lama waktu yang dibutuhkan selama fermentasi. Semakin lama diproses fermentasi, tape ketan akan semakin asam karena kadar alkoholnya meningkat.

Untuk mencegah gagalnya proses fermentasi tape maka diimplementasikan IoT, *cloud storage* dan beberapa sensor. Sistem pengontrol ini menggunakan sensor suhu dan sensor kadar alkohol yang diintegrasikan dengan aplikasi *android*.