



**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* SUHU DAN
pH BERBASIS IoT PADA PROSES FERMENTASI
ANAEROB KOPI ARABIKA ARGOPURO**

SKRIPSI

Oleh :

**SRI NURLITA VINANJANA
NIM 181710301039**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAM
UNIVERSITAS JEMBER
2023**



**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* SUHU DAN
pH BERBASIS IoT PADA PROSES FERMENTASI
ANAEROB KOPI ARABIKA ARGOPURO**

SKRIPSI

Oleh :

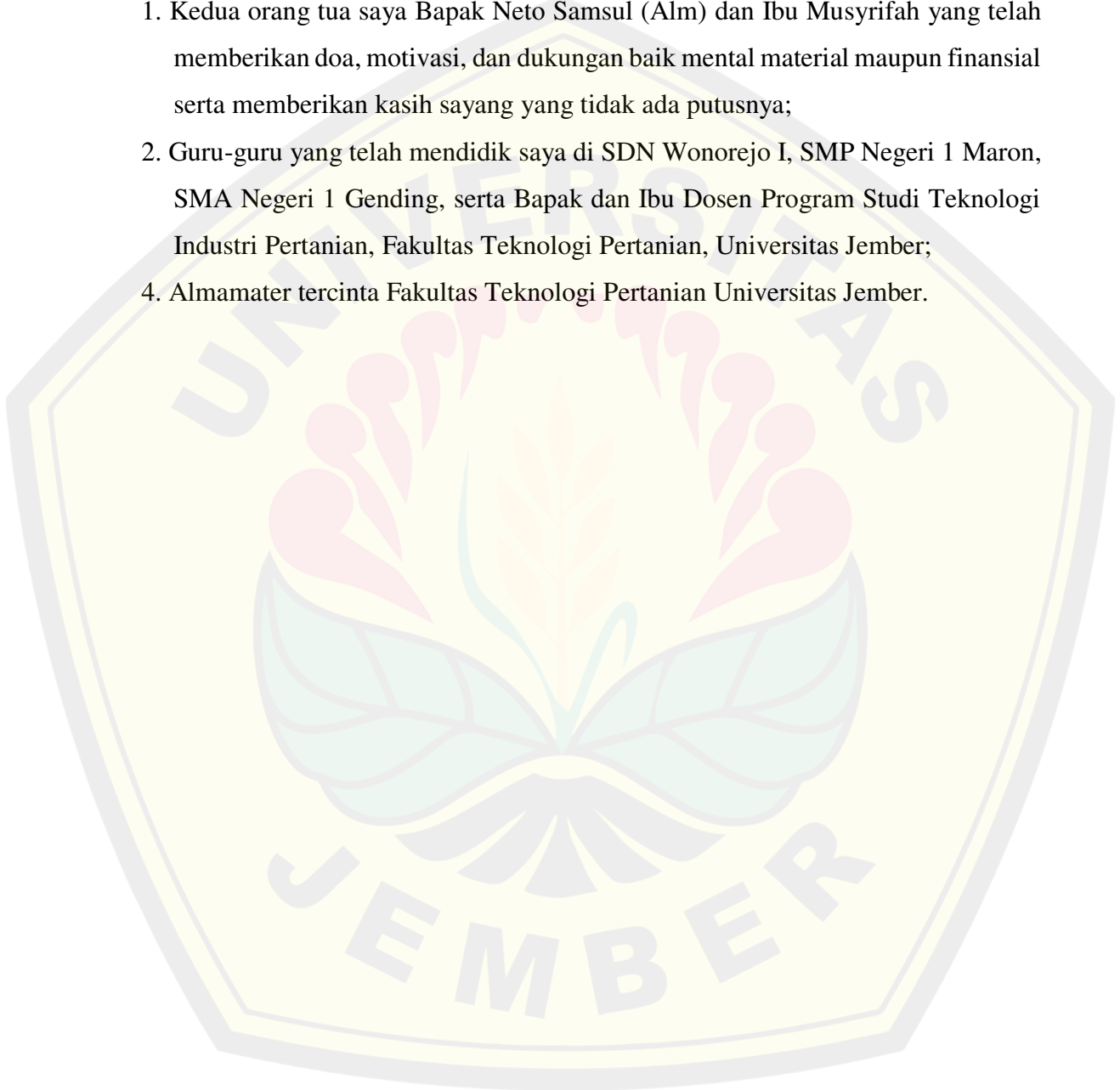
**SRI NURLITA VINANJANA
NIM 181710301039**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAM
UNIVERSITAS JEMBER
2023**

PERSEMBAHAN

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta Hidayah-Nya kepada saya. Saya persembahkan skripsi ini sebagai wujud kasih saya kepada:

1. Kedua orang tua saya Bapak Neto Samsul (Alm) dan Ibu Musyrifah yang telah memberikan doa, motivasi, dan dukungan baik mental material maupun finansial serta memberikan kasih sayang yang tidak ada putusnya;
2. Guru-guru yang telah mendidik saya di SDN Wonorejo I, SMP Negeri 1 Maron, SMA Negeri 1 Gending, serta Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
4. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTO

"Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang Menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah, Yang mengajar (manusia) dengan perantaraan qalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya."

(Terjemahan Surat Al-'Alaq ayat 1-5)

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri."

(Terjemahan Q.S. Ar Rad:11)

"Orang berilmu pengetahuan ibarat gula yang mengundang banyak semut. Dia menjadi cahaya bagi diri dan sekelilingnya."

(Abdullah Gymnastiar)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Darus.

***) Rais, H.S, dan R.Almahendra. 2013. *99 Cahaya di Langit Eropa*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Nurlita Vinanjana

NIM : 181710301039

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Suhu dan pH Berbasis IoT Pada Proses Fermentasi Anaerob Kopi Arabika Argopuro" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 08 Desember 2022

Yang menyatakan,



(Sri Nurlita Vinanjana)

NIM. 181710301039

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* SUHU DAN pH BERBASIS
IoT PADA PROSES FERMENTASI ANAEROB KOPI ARABIKA
ARGOPURO**

Oleh
Sri Nurlita Vinanjana
NIM 181710301039

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Winda Amilia, S.TP., M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Bertung Suryadharma, S.ST., M.Kom.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Suhu dan pH Berbasis IoT Pada Proses Fermentasi Anaerob Kopi Arabika Argopuro" karya Sri Nurlita Vinanjana telah diuji dan disahkan pada :

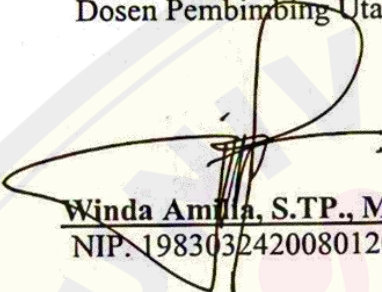
hari, tanggal : Kamis, 08 Desember 2022

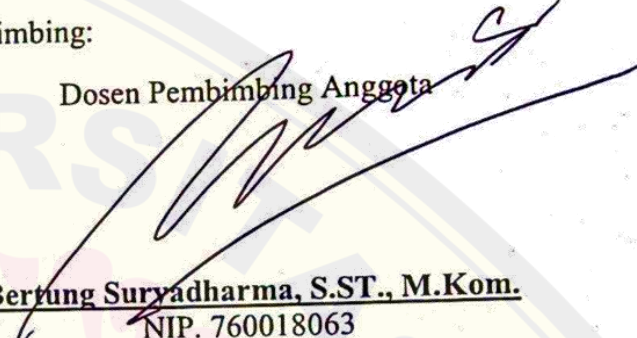
tempat : Ruang Ujian 1, Gedung D, Fakultas Teknologi Pertanian

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota


Winda Amilla, S.TP., M.Sc.
NIP. 198303242008012007



Bertung Suryadharma, S.ST., M.Kom.
NIP. 760018063

Penguji:

Dosen Penguji Utama

Dosen Penguji Anggota



Miftahul Choiron, S.TP., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198503232008011002


Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si.
NIP. 198204222005011002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember


Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng., IPM.
NIP. 19630121990031002



RINGKASAN

Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Suhu Dan pH Berbasis Iot Pada Proses Fermentasi Anaerob Kopi Arabika Argopuro; Sri Nurlita
Vinanjana, 181710301039; 2022:111 halaman; Program Studi teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Kopi merupakan salah satu komoditas sub sektor perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi berdasarkan citarasa yang dihasilkan. Fermentasi merupakan tahapan pengolahan kopi yang berpengaruh terhadap pembentukan citarasa kopi. Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi yaitu perubahan suhu dan pH dengan batas nilai tertentu. Fermentasi yang melebihi batas maksimum suhu dan pH mengakibatkan fermentasi berlebihan yang menimbulkan cacat citarasa dalam biji kopi. Rumah Kopi Banjarsengon menerapkan proses fermentasi tanpa adanya pengamatan terhadap perubahan suhu dan pH. Berdasarkan hal tersebut diterapkan sistem *monitoring* pada tabung fermentor yang memudahkan pekerja untuk mengetahui perubahan suhu dan pH fermentasi dengan konsep *Internet of Things (IoT)*. *Monitoring* perubahan suhu dan pH perlu dilakukan selama 72 jam proses fermentasi berlangsung sehingga dapat diketahui perubahan yang terjadi.

Penerapan *Internet of Things* pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung pada sensor suhu DS18B20 dan pH. Hasil pembacaan sensor dikirim secara *online* menuju perangkat *smartphone* dan *website*. Uji kinerja metode *blackbox testing* dilakukan untuk memastikan bahwa alat telah sesuai dengan sasaran fungsional dan spesifikasinya. Alat monitoring diterapkan pada tabung fermentasi berbahan *stainless steel* kemudian dilakukan perbandingan sensor dengan alat ukur standar. Pengambilan data nilai *error* dilakukan pada interval waktu 120 menit selama 72 jam proses fermentasi. *Monitoring* dilakukan secara langsung pada layar *LCD*, melalui jaringan internet pada aplikasi *Blynk*, serta tersimpan pada *database server* yang tersaji dalam *website*. Biji kopi yang dihasilkan pada tabung fermentor tong plastik dan *stainless steel* dilakukan uji organoleptik untuk mengetahui perbedaan citarasa kopi fermentasi dengan dan tanpa sistem *monitoring*. Pengujian organoleptik dilakukan dengan menggunakan 10 atribut penilaian kualitas penting pada kopi ialah, (1) fragrance/aroma; (2) flavor; (3) aftertaste; (4) acidity; (5) body; (6) uniformity; (7) balance; (8) clean cup; (9) sweetness; dan (10) overall.

Hasil pengujian kinerja diperoleh nilai $X=1$ yang berarti sistem *monitoring* layak untuk diimplementasikan pada tabung fermentor *stainless steel*. Perbandingan bacaan sensor suhu dan thermometer diperoleh nilai rata-rata *error* sistematis 1%, hal tersebut dapat diartikan bahwa sensor telah berfungsi dengan baik. Hasil perbandingan nilai pH diperoleh rata-rata *error* sistematis sebesar 2%, sehingga menandakan sensor memiliki akurasi 98% dan dikategorikan layak untuk digunakan. Hasil uji organoleptik kedua kopi menghasilkan rata-rata penilaian kualitas yang tidak jauh berbeda. Fermentor tong plastik menghasilkan kopi yang memiliki nilai aroma, *flavor*, *aftertaste*, *body*, *balance*, *cleanup*, dan overall yang tinggi. Sedangkan fermentasi menggunakan fermentor *stainless steel* dihasilkan

kopi dengan nilai *acidity*, *sweetness*, dan *uniformity* lebih tinggi. Uji beda nyata menggunakan *kruskal wallis* diperoleh nilai *balance* yang memiliki perbedaan nyata kopi fermentor tong plastik dan *stainless steel*.



SUMMARY

Design and Development of IoT-Based Temperature and pH Monitoring Systems in Argopuro Arabica Coffee Anaerobic Fermentation Process; Sri Nurlita Vinanjana, 181710301039; 2022:111 pages; Agricultural Industrial Technology Study Program, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Coffee is one of the plantation sub-sector commodities that has high economic value based on the taste it produces. Fermentation is a stage of coffee processing that influences the formation of coffee flavors. Coffee fermentation is affected by changes in temperature and pH to a certain extent. Fermentation that exceeds the maximum temperature and pH limits results in excessive fermentation which causes taste defects in the coffee beans. Banjarsengon Coffee House applies a fermentation process without any observation of changes in temperature and pH. A system is implemented *monitoring* in the fermenter tube which makes it easier for workers to find out changes in temperature and fermentation pH with the concept *Internet of Things (IoT)*. *Monitoring* changes in temperature and pH need to be carried out during the 72 hours of the fermentation process so that the changes that occur can be identified.

The application *Internet of Things* in this study uses the NodeMCU ESP8266 microcontroller connected to the DS18B20 temperature and pH sensors. Sensor reading results are sent *online* to *smartphone* and *websites*. The performance test of the *black box testing* is carried out to ensure that the tool is in accordance with its functional goals and specifications. The monitoring tool is applied to a fermentation tube made of *stainless steel* and then a comparison of the sensor with a standard measuring instrument is carried out. Data collection of *error* was carried out at intervals of 120 minutes for 72 hours of the fermentation process. *Monitoring* is carried out directly on the *LCD screen*, through the internet network on the *Blynk application*, and stored on a *database server* that is presented on the *website*. Coffee beans produced in plastic and *stainless steel* were subjected to organoleptic tests to determine differences in the taste of fermented coffee with and without a *monitoring*. Organoleptic testing was carried out using 10 important quality assessment attributes in coffee, namely, (1) fragrance/aroma; (2) flavors; (3) aftertaste; (4) acidity; (5) bodies; (6) uniformity; (7) balance; (8) clean cups; (9) sweetness; and (10) overalls.

The results of performance testing obtained a value of $X = 1$ which means that the *monitoring* is feasible to be implemented in *stainless steel fermenter tubes*. Comparison of temperature sensor and thermometer readings obtained an average *error* of 1%, this can be interpreted that the sensor is functioning properly. The results of the comparison of pH values obtained an average *error* of 2%, indicating that the sensor has an accuracy of 98% and is categorized as feasible for use. The results of the organoleptic test for the two coffees produced an average quality assessment that was not much different. Plastic barrel fermenters produce coffee that has high aroma, *flavor*, *aftertaste*, *body*, *balance*, *cleanup*, and overall values.

While fermentation using a *stainless steel* produces coffee with higher *acidity*, *sweetness* and *uniformity* values. The significant difference test using *Kruskall Wallis* obtained a *balance* which had a significant difference between plastic and *stainless steel barrel coffee fermenters*



PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Suhu dan pH Berbasis IoT Pada Proses Fermentasi Anaerob Kopi Arabika Argopuro". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada program studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Neto Samsul (Alm), Ibu Musyrifah, Adik tersayang Delfi Riski Anjana, dan Renita Aisyahur Rodiyah serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan *support*, kasih sayang, cinta, dukungan, semangat, dan doa;
2. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Ibu Winda Amilia, S.TP., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan masukan dalam penyusunan skripsi;
4. Bapak Bertung Suryadharma, S.ST., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan masukan dalam penyusunan skripsi;
5. Bapak Miftahul Choiron, S.TP., M.Sc., Ph.D. selaku koordinator Program Studi Teknologi Industri Pertanian sekaligus Dosen Penguji Utama yang telah memberikan kritik dan masukan guna memperbaiki penyusunan skripsi;
6. Bapak Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan kritik dan masukan sebagai arahan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember serta seluruh

staff dan karyawan yang telah memberikan bantuan dan arahan selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini;

8. Bapak Sidqi Muchtar dan Bapak Sugeng Hariyadi serta karyawan Rumah Kopi Banjarsengon yang telah memberikan izin dan membantu dalam proses penelitian ini;
9. Teman Terdekat Saya Mas Anang Fuad Rifa'i yang telah meluangkan waktunya untuk membantu penelitian, mendengarkan keluh kesah, memberikan semangat, dan dukungan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi;
10. Seluruh panelis uji organoleptik yang telah sukarela meluangkan waktunya untuk memberikan penilaian;
11. Teman-teman TIP Angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan doa;
12. Serta, seluruh pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagai referensi bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini belum sempurna sehingga penulis juga menerima segala saran dan kritik dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Jember, 08 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kopi Arabika	5
2.2 Teknologi Pasca Panen Kopi	6
2.2.1 Pengolahan Kopi Secara Kering	6
2.2.2 Pengolahan Kopi Secara Basah	8
2.3 Faktor pembentuk citarasa kopi	10
2.4 Program dan Komponen Instrumentasi <i>Monitoring System</i>	11
2.4.1 Perangkat Keras	11
2.4.2 Perangkat Lunak	14
2.5 Internet of Things	16
2.6 Uji Organoleptik	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	18
3.1.1 Waktu Penelitian.....	18
3.1.2 Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	18
3.2.3 Data dan Sumber Data	19
3.3 Rancangan Alat	19
3.4 Tahapan Proses Pengolahan Kopi Natural Anaerob	22
3.4.1 Sortasi	22
3.4.2 Fermentasi	22
3.4.3 Pengeringan	22

3.4.4 <i>Hulling</i>	22
3.4.5 Penyangraian	22
3.4.6 Penghalusan	22
3.4.7 Uji Organoleptik	23
3.5 Tahapan Penelitian	24
3.5.1 Tahapan Pendahuluan	24
3.5.2 Tahap Perancangan Sistem	25
3.5.3 Uji Organoleptik	34
3.5.4 Tahap Hasil dan Analisis	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Perancangan Program	36
4.2 Hasil Perancangan Alat <i>Monitoring</i> Fermentasi Kopi Arabika	37
4.3 Hasil Pengujian Sistem	38
4.3.1 Uji Kinerja Alat	38
4.3.2 Implementasi Alat <i>Monitoring</i> Suhu dan pH Fermentasi Kopi Arabika	44
4.5 Perubahan Suhu dan pH Fermentasi	47
4.6 Uji Organoleptik	49
4.6.1 Aroma	49
4.6.2 <i>Flavor</i>	51
4.6.3 <i>Aftertaste</i>	52
4.6.4 <i>Acidity</i>	53
4.6.5 <i>Body</i>	54
4.6.6 <i>Balance</i>	54
4.6.7 <i>Sweetness</i>	55
4.6.8 <i>Uniformity</i>	56
4.6.9 <i>Cleanup</i>	57
4.6.10 <i>Overall</i>	58
4.7 Nilai Keseluruhan Uji Organoleptik	58
BAB 5. PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Instrumen Validasi <i>Functionality</i>	32
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Functionality</i>	39
Tabel 4.2 Hasil Uji Suhu Fermentasi Kopi Arabika	41
Tabel 4.3 Hasil Uji pH Fermentasi Kopi Arabika.....	43
Tabel 4.4 Rata-rata organoleptik aroma.....	49
Tabel 4.5 Rata-rata organoleptik <i>flavor</i>	51
Tabel 4.6 Rata-rata organoleptik <i>aftertaste</i>	52
Tabel 4.7 Rata-rata organoleptik <i>acidity</i>	53
Tabel 4.8 Rata-rata Organoleptik <i>Body</i>	54
Tabel 4.9 Rata-rata Organoleptik <i>Balance</i>	55
Tabel 4.10 Rata-rata Organoleptik <i>Sweetness</i>	56
Tabel 4.11 Rata-rata Organoleptik <i>Uniformity</i>	56
Tabel 4.12 Rata-rata Organoleptik <i>Cleanup</i>	57
Tabel 4.13 Rata-rata Organoleptik <i>Overall</i>	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 (a) <i>Green bean</i> (b) <i>Roasted bean</i>	5
Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266 dan Skema Pin	12
Gambar 2.3 Sensor Suhu DS18B20	12
Gambar 2.4 Sensor pH	13
Gambar 2.5 <i>Relay 2 Channel</i>	14
Gambar 2.6 Aplikasi <i>Blynk</i>	16
Gambar 3.1 Desain Alat Fermentasi Kopi	20
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Pengolahan Kopi Natural Anaerob.....	21
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.4 Rancangan Operasional Alat.....	26
Gambar 3.5 Rancangan Fungsional Sistem Keseluruhan	26
Gambar 3.6 Skema Pembuatan Rangkaian Keseluruhan.....	29
Gambar 3.7 Tampilan Pembuatan <i>New Project Blynk</i>	31
Gambar 3.8 Tampilan Pengaturan <i>Widget Blynk</i>	31
Gambar 3.9 Kuisisioner Organoleptik Kopi Arabika	34
Gambar 4.1 Pemrograman aplikasi Arduino IDE	37
Gambar 4.2 Rancangan Keseluruhan Sistem Monitoring.....	38
Gambar 4.3 Penempatan Alat pada Tabung Fermentasi	45
Gambar 4.4 Tampilan Aplikasi <i>Blynk</i>	46
Gambar 4.5 Indikator Lampu LED Kuning Menyala	46
Gambar 4.6 Grafik Perubahan Suhu Fermentor <i>Stainless Steel</i>	47
Gambar 4.7 Grafik Perubahan pH Fermentor <i>Stainless Steel</i>	48
Gambar 4.8 Grafik Radar Nilai Organoleptik.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Perancangan Program.....	69
Lampiran 2. Data Pembacaan Suhu dan pH Tabung Fermentor <i>Stainless Steel</i> ...	78
Lampiran 3. Uji Normalitas	110
Lampiran 4. Uji Kruskall Wallis.....	113



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu daerah penghasil kopi terbesar di Indonesia yaitu provinsi Jawa Timur yang menempati posisi kelima sebagai provinsi sentra kopi terbesar di Indonesia. Provinsi Jawa Timur berkontribusi 8,54 % jumlah produksi kopi Indonesia (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019). Kabupaten Jember merupakan salah satu daerah di Jawa Timur yang menjadi sentra perkebunan dan produksi kopi arabika. Kabupaten Jember pada tahun 2017 mempunyai perkebunan kopi rakyat dengan luas 2.815 Ha dan total produksi 625 ton. Perkebunan kopi milik swasta pada tahun 2017 mempunyai luas 61 Ha dan total produksi 40 ton, sedangkan perkebunan kopi milik Negara pada tahun 2017 mempunyai luas wilayah 753 Ha dengan total produksi sebesar 652 ton. Kawasan pegunungan di Kabupaten Jember yang berpotensi menghasilkan kopi salah satunya yaitu kawasan lereng Gunung Argopuro, salah satu jenis kopi yang dihasilkan yaitu kopi Arabika.

Rumah Kopi Banjarsengon merupakan salah satu usaha mikro yang menjadi sentra pengolahan kopi hulu – hilir Kopi Arabika dan Robusta Argopuro Jember. Proses pengolahan kopi arabika yang diterapkan yaitu pengolahan secara basah, semi basah, dan natural. Proses pengolahan kopi tahap fermentasi pada usaha mikro ini masih menggunakan tong plastik yang rentan mengalami penumpukan gas dan berpotensi meledak. Hasil fermentasi masih belum konsisten pada tiap pengolahan akibat tidak adanya *monitoring* terhadap suhu dan pH dengan menggunakan alat ukur. Dampak dari hal tersebut yaitu mutu biji kopi yang dihasilkan masih kurang baik yang berpengaruh pada nilai jual kopi.

Kopi arabika merupakan salah satu jenis kopi yang memiliki citarasa banyak diminati oleh kalangan masyarakat. Rasa kopi arabika asam segar menusuk namun sangat cocok untuk dinikmati. Salah satu tahapan pengolahan yang mempengaruhi terbentuknya cita rasa kopi yaitu proses fermentasi. Fermentasi pada kopi bertujuan untuk menghilangkan lapisan lendir rasa pahit dan membentuk kesan *mild* pada cita rasa kopi (Yusianto & Widyotomo, 2013). Dalam proses fermentasi kopi terdapat faktor yang berpengaruh yaitu pH, kadar air, dan suhu (Tawali dkk., 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Saripah dkk. (2021) fermentasi dilakukan pada suhu 25°C - 27°C diperoleh nilai pH sebesar 4,38. Hasil penelitian tersebut membuktikan selama proses fermentasi kopi, suhu dan pH sangat berpengaruh terhadap citarasa kopi. Selama fermentasi dilakukan dengan waktu yang tepat maka akan terbentuk cita rasa antara lain, aroma, *aftertaste*, *acidity*, *body*, *uniformity*, *balance*, *clean cup*, dan *sweetness*. Sebaliknya fermentasi yang berlebihan dapat menyebabkan cacat citarasa dalam biji kopi seperti *fermented taste*, *sour* dan *stinkers* (Yusianto & Widoyotomo, 2013). Proses fermentasi kopi arabika perlu dilakukan *monitoring* terhadap perubahan suhu dan pH yang berpengaruh terhadap hasil fermentasi.

Konsep penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk menunjang rekayasa pengolahan pada kopi arabika argopuro yaitu dengan mengaplikasikan alat *monitoring* suhu dan pH secara *real time* dan akurat, sehingga dapat mempermudah dalam melakukan *monitoring* proses fermentasi. Rancangan alat berbasis IoT (*Internet of Things*) tersebut merupakan proses pengendalian dari pengguna ke perangkat elektronik dengan jarak jauh melalui jaringan internet untuk *memonitoring* suhu dan pH pada tabung fermentasi. Terdapat layar *LCD* pada tabung fermentasi yang dapat menampilkan bacaan dari sensor suhu dan pH, sehingga mempermudah pemilik usaha dalam mengambil keputusan untuk tindakan apabila terjadi fermentasi yang berlebihan. Rancangan alat ini dilengkapi dengan penyimpanan data melalui *web server* sehingga pemilik usaha dapat melakukan evaluasi terhadap hasil dari tiap proses fermentasi. *Monitoring* suhu dan pH fermentasi kopi akan berdampak pada konsistensi citarasa yang dihasilkan pada tiap produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, terdapat rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan alat *monitoring* fermentasi kopi yang dapat menginformasikan suhu dan pH pada tabung fermentasi?
2. Bagaimana pengaruh alat fermentor terhadap proses fermentasi kopi secara anaerob?

3. Bagaimana pengaruh hasil fermentasi terhadap terbentuknya citarasa kopi arabika?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat untuk mencegah meluasnya masalah pembahasan agar tujuan penelitian dapat dicapai, adapun batasan masalah penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Jenis kopi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kopi arabika
2. Informasi yang didapat dari alat *monitoring* hanya berupa suhu dan pH dalam tabung fermentasi kopi
3. Proses fermentasi dilakukan secara natural anaerob

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut :

1. Rancang bangun alat fermentasi kopi arabika dengan dilengkapi sistem *monitoring* suhu dan pH berbasis IoT.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan fermentor terhadap fermentasi kopi arabika
3. Mengetahui perbedaan citarasa yang dihasilkan oleh fermentasi menggunakan fermentor tong plastik dan tong *stainless steel*

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian rancang bangun sistem *monitoring* suhu dan pH berbasis IoT pada proses fermentasi anaerob kopi arabika argopuro adalah sebagai berikut :

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat berfungsi sebagai penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang diperoleh selama masa perkuliahan. Penerapan fermentor kopi dengan dilengkapi sensor suhu dan pH menghasilkan data *monitoring* fermentasi kopi secara anaerob. Data hasil *monitoring* dapat dijadikan sebagai bahan acuan ilmu pengetahuan pada penelitian sejenis.

2. Bagi Masyarakat

Penerapan proses fermentasi anaerob kopi arabika menggunakan fermentor berbahan dasar *stainless steel* menghasilkan kopi dengan citarasa yang berbeda

dengan kopi yang difermentasi secara konvensional. Manfaat penelitian ini bagi masyarakat berupa terciptanya produk kopi arabika dengan citarasa yang berbeda serta hasil monitoring dapat menjadi acuan untuk melakukan proses pengolahan.

3. Bagi pemilik usaha

Data hasil *monitoring* menjadi bahan evaluasi untuk perbaikan dalam melakukan proses fermentasi selanjutnya. Adanya *monitoring* suhu dan pH faktor pengaruh fermentasi dapat diketahui perbedaan citarasa yang dihasilkan dibanding fermentasi menggunakan tong plastik.



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi Arabika

Tanaman Kopi Arabika Kopi Arabika merupakan jenis kopi tertua yang dikenal dan dibudidayakan di dunia dengan varietas-varietasnya. Kopi Arabika menghendaki iklim subtropik dengan bulan-bulan kering untuk pembungaannya. Di Indonesia tanaman kopi Arabika cocok dikembangkan di daerah-daerah dengan ketinggian antara 800-1500 m di atas permukaan laut dan dengan suhu rata-rata 15-24°C. Pada suhu 25°C kegiatan fotosintesis tumbuhannya akan menurun dan akan berpengaruh langsung pada hasil kebun. Mengingat belum banyak jenis kopi Arabika yang tahan akan penyakit karat daun, dianjurkan penanaman kopi Arabika tidak di daerah-daerah di bawah ketinggian 800 mdpl (Sihombing, 2011).

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan paku)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (Berkeping dua, dikotil)
Sub Kelas	: <i>Asteridae</i>
Ordo	: <i>Rubiales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i> (Suku kopi-kopian)
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea arabica</i> L



(a) (b)
Gambar 2.1 (a) *Green bean* (b) *Roasted bean*

Kopi arabika adalah kopi yang paling baik mutu cita rasanya, tanda-tandanya adalah biji picak dan daun hijau tua dan berombak-ombak. Jenis-jenis kopi yang termasuk dalam golongan arabika adalah abesinia, pasumah, marago dan congensis (Najiyati dan Danarti, 2001). Kopi arabika memiliki karakteristik fisik biji ukurannya cukup besar dan beratnya tiap 100 biji sebesar 22 gram. Biji kopi arabika yang terolah dengan baik mengandung warna sedikit kebiruan dan kehijauan. Kopi arabika memiliki warna kulit abu-abu, tipis, dan menjadi pecah-pecah dan kasar ketika tua (Sivetz, 2000).

Biji Kopi arabika mengandung kafein yang 0,4% - 2,4% dari total berat kering. Kafein merupakan senyawa berbentuk kristal yang penyusun utamanya adalah senyawa turunan protein atau purin xanthin. Menurut Maramis et al., (2013), kafein pada kondisi tubuh yang normal memiliki beberapa khasiat antara lain sebagai analgetik yang mampu mengurangi rasa sakit dan mengurangi demam. Menurut Verhoef et al. (2002), biji kopi yang disangrai diindikasikan dengan warna gelap yang menunjukkan bahwa kandungan kafein dalam kopi sudah berkurang karena adanya proses penyangraian.

2.2 Teknologi Pasca Panen Kopi

Teknologi penanganan pasca panen kopi dimulai dari proses sortasi yang berfungsi untuk memisahkan biji kopi yang memiliki kualitas baik dari biji kopi yang cacat. Umumnya sortasi awal dilakukan dengan memisahkan biji kopi yang sudah matang berwarna merah dengan buah kopi yang belum matang (setengah merah kekuningan, hijau, dan hitam). Pada prinsipnya pengolahan kopi terdiri dari dua cara yaitu pengolahan secara basah (*wet process*) dan pengolahan secara kering (*dry process*).

2.2.1 Pengolahan Kopi Secara Kering

Teknologi pengolahan kopi yang biasanya dilakukan oleh petani yaitu pengolahan secara kering karena mudah dilakukan, biaya yang dibutuhkan sedikit, dan peralatan yang diperlukan sederhana. Namun pengolahan secara kering dapat mengakibatkan harga kopi lebih rendah dibandingkan harga kopi dengan pengolahan basah. Pengolahan kopi secara kering dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Pengeringan dilakukan segera kopi dipanen agar tidak mengalami proses kimia yang dapat menurunkan mutu. Pengeringan dilakukan hingga kadar air mencapai maksimal 12,5%. Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari langsung memerlukan waktu 2 – 3 minggu (Afrizon, 2015).

2. Pengupasan kulit (*hulling*) bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk dan kulit ari. *Hulling* dilakukan dengan menggunakan mesin pengupas (*huller*). Beberapa tipe *huller* yang sering digunakan adalah *huller* putar tangan (*manual*), *huller* dengan penggerak motor dan *hammerhill* (Afrizon, 2015).

Proses pasca panen secara kering (*Dry Process*) dengan cara natural dan *honey* (*miel*) menurut Otten (2015) :

a. Natural

Proses natural ini juga dikenal dengan *dry proses*. Proses ini termasuk teknik paling tua yang ada dalam sejarah proses pengolahan kopi. Setelah dipanen, ceri kopi akan ditebarkan dari atas permukaan alas – alas plastik dan dijemur di bawah sinar matahari. Beberapa produsen kopi kadang menjemurnya di teras bata atau meja – meja pengering khusus yang memiliki *airflow* (pengalir udara) di bagian bawah. Mengering secara merata, dan untuk menghindari jamur atau terjadi pembusukan. Pada proses natural, buah kopi dikeringkan masih dalam berbentuk buah ceri, lengkap dengan semua lapisan – lapisannya. Prosesnya yang natural dan alami ini akan membuat ceri terfermentasi secara natural pula karena kulit ceri akan terkelupas dengan sendirinya.

b. *Honey* (*Miel*) Process

Proses ini pada umumnya digunakan di banyak negara – negara Amerika Tengah seperti Costa Rica dan El Salvador. Belakangan proses ini juga semakin populer di Indonesia. Proses *honey*, ceri kopi akan dikupas dengan mesin mekanik untuk membuang kulit dan sebagian besar daging buahnya. Mesin *pulper* akan dikendalikan untuk menentukan seberapa banyak daging buah yang mau tetap ditinggalkan melekat dengan biji sebelum dijemur. Kemudian biji kopi dijemur di meja – meja pengering. Kulit daging yang tersisa setelah melewati *pulper* dalam Bahasa Spanyol diistilahkan dengan *miel* yang berarti madu (*honey*). Pada proses

honey ada sedikit lendir atau mucilage dalam istilah Bahasa Inggris yang tampak lengket pada biji kopi sehingga disebut sebagai *honey process*.

2.2.2 Pengolahan Kopi Secara Basah

Poerwanty (2018), menyatakan bahwa untuk pengolahan basah, buah kopi yang sudah dipetik selanjutnya dimasukkan kedalam *pulper* untuk melepaskan kulit buahnya. Dari mesin *pulper* buah yang sudah terkelupas kulitnya kemudian dibiarkan ke bak dan direndam selama beberapa hari untuk fermentasi. Setelah direndam buah kopi lalu dicuci bersih dan akhirnya dikeringkan. Pengeringan dilakukan dengan dijemur dipanas matahari atau dengan menggunakan mesin pengering. Kemudian dimasukkan ke mesin huller atau ditumbuk untuk menghilangkan kulit tanduknya, akhirnya dilakukan sortasi.

Perbedaan mengenai cara pengolahan kopi yang dilakukan oleh petani (tradisional) dan yang dilakukan oleh perkebunan (modern) menyebabkan terjadinya perbedaan mutu kopi yang dihasilkan. Biasanya pengolahan secara basah hanya digunakan untuk mengolah kopi yang baik atau berwarna merah (Poerwanty, 2018).

Menurut Poerwanty (2018), proses pengolahan kopi cara basah dapat melalui tahapan-tahapan berikut.

1. Sortasi buah

Sortasi buah dimaksudkan untuk memisahkan kopi merah yang berbiji dan sehat dengan kopi yang hampa dan terserang bubuk. Cara pemisahan buah kopi yaitu berdasarkan berat jenis, dengan perendaman buah kopi dengan air di dalam bak. Pada perendaman tersebut buah kopi yang masih muda dan terserang bubuk akan mengapung, sebaliknya buah yang sudah tua akan tenggelam. Buah kopi yang tenggelam selanjutnya disalurkan ke mesin *pulper*, sedangkan buah kopi yang terapung akan diolah secara kering

2. Pengupasan kulit buah

Pengupasan kulit buah dilakukan dengan menggunakan alat dan mesin pengupas kulit buah (*pulper*) (Poerwanty, 2018). Pengupasan kulit buah bertujuan agar biji kopi dengan kulit buah bisa terlepas kemudian dapat dilakukan proses fermentasi.

3. Fermentasi

Proses fermentasi bertujuan untuk memisahkan lendir yang melekat pada biji kopi yang masih berkulit tanduk. Untuk proses fermentasinya yaitu dilakukan secara kering dan basah (Poerwanty, 2018).

a. Fermentasi kering

Fermentasi kering dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, biji kopi digundukan dalam bentuk gunung kecil (kerucut) atau dapat langsung dikeringkan. Untuk cara yang pertama, setelah pencucian terlebih dahulu kopi di gundukan atau ditumpuk dalam bentuk gunung kecil (kerucut) yang ditutup karung goni. Di dalam gundukan itu segera terjadi proses fermentasi alami. Agar proses fermentasi berlangsung secara merata, maka perlu dilakukan pengadukan dan pengundukan kembali sampai proses fermentasi dianggap selesai yaitu bila lapisan lendir mudah terlepas.

Cara yang kedua yaitu, setelah melalui pencucian terlebih dahulu, biji kopi dapat langsung dikeringkan dengan tujuan untuk menghilangkan lendir yang melekat pada biji kopi tersebut. Proses pengeringan dilakukan dengan temperatur 50 – 55°C sampai kadar air mencapai 40%. Setelah itu dilanjutkan dengan mencuci kembali biji kopi tersebut (Poerwanty, 2018).

b. Fermentasi basah

Proses fermentasi kopi cara basah yang dilakukan para petani menggunakan bak perendaman dengan lama fermentasi kurang lebih 1,5 - 4,5 hari tergantung pada iklim dan daerahnya (Ridwansyah, 2003). Proses fermentasi alami tersebut sangat bergantung pada suhu pada daerah masing-masing. Selain itu, rentan terkontaminasi dengan lingkungan sekitar bak perendaman.

Setelah biji tersebut melewati proses pencucian pendahuluan segera ditimbun dan direndam dalam bak fermentasi. Bak fermentasi ini terbuat dari bak plester semen dengan alas miring. Di tengah-tengah dasar dibuat saluran dan ditutup dengan plat yang berlubang-lubang. Perendaman dilakukan selama 12 jam dan setiap 3 jam airnya diganti. Selama proses fermentasi dengan bantuan kegiatan jasad renik, terjadi pemecahan komponen lapisan lendir tersebut, maka akan terlepas dari permukaan kulit tanduk biji kopi.

4. Pengeringan

Kopi yang sudah dicuci selanjutnya akan dikeringkan dengan tujuan menurunkan kadar air menjadi 12%. Dengan kadar air tersebut, kopi tidak akan mudah pecah saat dilakukan hulling. Pengeringan pada proses biji semi basah mengacu kepada cara pengeringan secara basah. Sedangkan untuk pengeringan biji kopi labu (biji kopi yang masih ada lendir) (Poerwanty, 2018).

5. Pengupasan kulit tanduk

Pengupasan kulit tanduk pada kondisi biji kopi yang masih relatif basah (kopi labu) dapat dilakukan dengan menggunakan mesin pengupas (huller). Agar kulit tanduk dapat dikupas maka kondisi kulit harus cukup kering walaupun kondisi biji yang ada di dalamnya masih basah. Pengupasan dimaksudkan untuk memisahkan biji kopi dari kulit tanduk (Poerwanty, 2018).

6. Sortasi biji kopi

Sortasi dilakukan untuk memisahkan biji kopi berdasarkan ukuran, cacat biji dan benda asing. Sortasi ukuran dapat dilakukan dengan ayakan mekanis maupun dengan manual. Cara sortasi biji yaitu dengan memisahkan biji-biji kopi cacat agar diperoleh massa biji dengan nilai cacat sesuai dengan ketentuan SNI 01-2907-2008 (Poerwanty, 2018).

2.3 Faktor pembentuk citarasa kopi

Fermentasi biji kopi merupakan salah satu rangkaian proses pengolahan pembuatan kopi bubuk yang dapat mempengaruhi kualitas kopi. Fermentasi pada kopi bertujuan untuk menghilangkan lapisan lendir rasa pahit dan membentuk kesan mild pada cita rasa kopi. Oleh karena itu fermentasi yang tidak optimal akan menghasilkan cacat cita rasa *fermented* atau *stinker* yang tidak diinginkan (Yusianto & Widoyotomo, 2013). Proses fermentasi bertujuan untuk memisahkan lendir yang melekat pada biji kopi yang masih berkulit tanduk. Untuk proses fermentasinya yaitu dilakukan secara kering dan basah (Poerwanty, 2018).

Dalam proses fermentasi kopi terdapat faktor-faktor yang berpengaruh untuk menciptakan cita rasa yaitu pH, kadar air, dan suhu (Tawali dkk., 2018). Suhu berpengaruh terhadap cepat lambatnya laju fermentasi, pengkondisian pH dan kondisi ceri kopi selama proses fermentasi, karena suhu yang terlalu tinggi akan

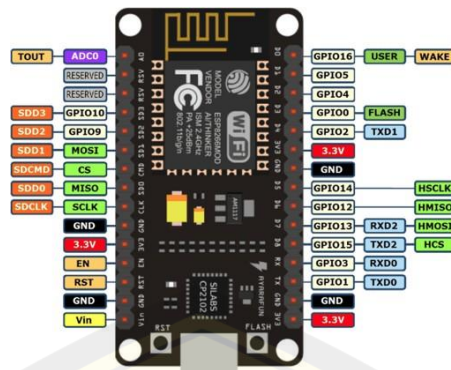
mengakibatkan ceri kopi menjadi busuk. Sedangkan kadar air atau penggunaan air selama proses fermentasi akan mempengaruhi mutu biji kopi (Yusianto, 2008). Tingkat keasaman atau pH juga menjadi faktor yang mempengaruhi cita rasa kopi yaitu berkaitan dengan kandungan kafein dalam kopi yang dihasilkan (Sinaga, 2018). Berdasarkan hasil penelitian Saripah dkk. (2021) fermentasi dilakukan pada suhu 25°C - 27°C diperoleh nilai pH sebesar 4,38. Hasil penelitian tersebut membuktikan selama proses fermentasi kopi, suhu dan pH sangat berpengaruh. Selain itu dengan melakukan rekayasa proses fermentasi anaerob kopi arabika dapat mempercepat waktu fermentasi serta memperoleh data suhu dan pH sebagai evaluasi untuk proses fermentasi selanjutnya.

2.4 Program dan Komponen Instrumentasi *Monitoring System*

2.4.1 Perangkat Keras

a. NodeMCU ESP8266

Modul WiFi NodeMCU adalah firmware interaktif berbasis LUA Espressif ESP8622 Wifi SoC. NodeMCU ESP8266 v0.9 memiliki 4MB flash, 11 pin GPIO dimana 10 diantaranya dapat digunakan untuk PWM, 1 pin ADC, 2 pasang UART, WiFi 2,4GHz serta mendukung WPA/ WPA2. Dalam melakukan pemrograman ESP8266 diperlukan beberapa cara dalam *wiring* dan untuk mengunduh program diperlukan tambahan modul *USB to serial*. Kemudahan yang diberikan oleh NodeMCU yaitu menyematkan ESP8266 pada board dengan kemampuan terhadap akses *WiFi* juga cip komunikasi *USB to serial* sehingga lebih kompak. Dalam memasukkan program ke dalam board mikrokontroler NodeMCU ESP8266 diperlukan kabel dengan jenis mikro b yang mudah untuk didapatkan karena digunakan sebagai *charging smartphone*. Spesifikasi dari NodeMCU adalah 10port pin GPIO, Fungsionalitas PWM, Antarmuka I2C dan SPI, Antarmuka 1 Wire dan ADC (Wicaksono, 2017).



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266 dan Skema Pin

b. Sensor suhu Ds18B20

DS18B20 adalah sensor temperatur digital yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler lewat antarmuka 1-Wire. Sensor ini dikemas secara khusus sehingga kedap air, cocok digunakan sebagai sensor di luar ruangan / pada lingkungan dengan tingkat kelembaban tinggi. Dengan kabel sepanjang 1 meter, penempatan komponen sensor elektronika ini dapat diatur secara fleksibel.

Protokol 1-Wire hanya membutuhkan 1 kabel koneksi (selain ground) untuk mentransmisikan data. Berikut ini adalah ringkasan fitur IC DS18B20:

- a. Antarmuka 1-Wire yang hanya membutuhkan 1 pin I/O untuk komunikasi data.
- b. Tidak membutuhkan komponen eksternal tambahan selain 1 buah pull-up resistor, artinya hanya menambahkan sebuah sensor yang tersambung dari pin data ke pin Vcc sensor suhu DS18B20.
- c. Dapat mengukur suhu antara -55°C hingga 125°C dengan akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$ pada -10°C s.d. $+85^{\circ}\text{C}$.
- d. Kecepatan pendeteksian suhu pada resolusi maksimum kurang dari 750ms.



Gambar 2.3 Sensor Suhu DS18B20

c. Sensor pH

Prinsip kerja utama sensor pH adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektroda kaca (*glass electrode*) yang menguji suatu cairan. Pengukuran pH sangat dipengaruhi oleh temperatur larutan. Oleh karena itu diperlukan sensor temperatur (*thermoprobe*) pada rangkaian pH meter. Pembacaan temperatur tersebut menjadi input perhitungan pH yang dilakukan oleh *microprocessor*.

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Keasaman mempengaruhi kemampuan muatan pada situs aktif atau gugus fungsi yang mana ion H⁺ akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif adsorben. Selain itu, pH juga akan mempengaruhi spesies logam (Astria dkk., 2014). Koefisien aktivitas ion *hydrogen* tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya diperoleh berdasarkan perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut. pH tingkat keasaman atau kebasaaan suatu benda yang diukur dengan menggunakan skala pH antara 0 hingga 14. Sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 hingga 14. Sebagai contoh, jus jeruk dan air aki mempunyai pH antara 0 hingga 7, sedangkan air laut dan cairan pemutih mempunyai sifat basa (yang juga disebut sebagai alkaline) dengan nilai pH 7 – 14 . Air murni (aquades) adalah netral atau mempunyai nilai pH 7. pH Meter adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (kadar keasaman atau alkalinitas) ataupun basa dari suatu larutan (meskipun probe khusus terkadang digunakan untuk mengukur pH zat semi padat). pH meter yang biasa terdiri dari pengukuran probe pH (elektroda gelas) yang terhubung ke pengukuran pembacaan yang mengukur dan menampilkan pH yang kurang terukur.



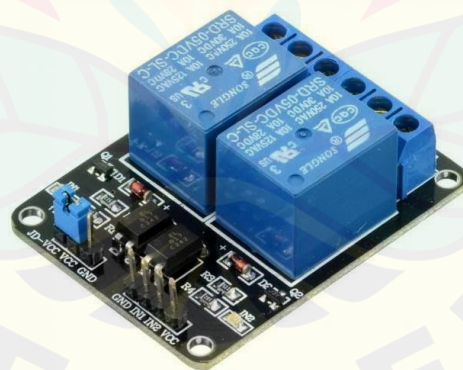
Gambar 2.4 Sensor pH

d. *Relay module*

Relay merupakan komponen *output* yang paling sering digunakan pada beberapa peralatan elektronika dan di berbagai bidang lainnya. *Relay* berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik yang dikontrol dengan memberikan tegangan dan arus tertentu pada koilnya. Ada 2 macam *relay* berdasarkan tegangan untuk menggerakkan koilnya, yaitu AC dan DC. Pada perangkat yang dibuat digunakan *relay* DC dengan tegangan koil 12VDC, arus yang diperlukan sekitar 20 sampai dengan 30 mA.

Ada berbagai macam jenis *relay* berdasarkan pole-nya. Pada perancangan kali ini dipakai Single Pole Double Throw (SPDT) dan Double Pole Double Throw (DPDT) yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus untuk menggerakkan peralatan diluar rangkaian.

Pada dasarnya *relay* adalah sebuah kumparan yang dialiri arus listrik sehingga kumparan mempunyai sifat sebagai magnet. Magnet sementara tersebut digunakan untuk menggerakkan suatu sistem saklar yang terbuat dari logam sehingga pada saat *relay* dialiri arus listrik maka kumparan akan terjadi kemagnetan dan menarik logam tersebut, saat arus listrik diputus maka logam akan kembali pada posisi semula (Setiawan, 2011).



Gambar 2.5 *Relay 2 Channel*

2.4.2 Perangkat Lunak

a. *Arduino IDE*

Arduino IDE diciptakan dengan menggunakan Bahasa C yang telah dipermudah melalui *library*. *Arduino IDE* telah menggunakan *software processing* yang digunakan untuk menulis program ke dalam *Arduino*. *Processing* sendiri

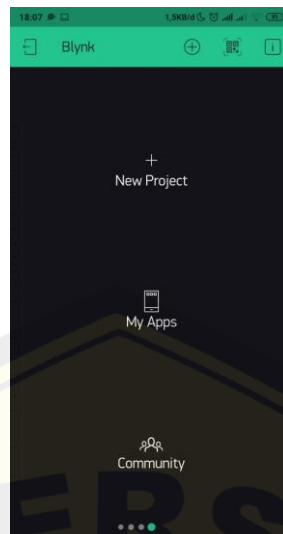
merupakan penggabungan antara Bahasa C dan Java. *Software* Arduino IDE dapat di instal di berbagai *operating system* (OS) seperti: LINUX, Mac OS, Windows (Wijayanto, 2020). IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, melakukan *compile* menjadi 6 kode biner dan melakukan *upload* ke dalam memori mikrokontroler. *Software* IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino terdiri dari 3 bagian, yaitu:

1. Editor Program yaitu untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. *Listing* program pada arduino disebut *Sketch*;
2. *Compiler* yaitu modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) ke dalam kode biner karena kode biner adalah satu– satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrokontroler;
3. *Uploader* yaitu modul yang berfungsi memasukkan kode ke dalam memori mikrokontroler.

b. *Blynk*

Blynk merupakan aplikasi *system operating* (iOS) maupun (Android) sebagai kendali pada modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 dan perangkat sejenis lainnya melalui internet (Handi dkk., 2019). *Blynk* merupakan aplikasi untuk iOS dan OS Android dalam mengontrol Arduino, NodeMCU, Wemos dan sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware*, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain. Aplikasi *Blynk* memiliki 3 komponen utama, yaitu Aplikasi, *Server*, dan *Libraries*.

Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi antara *smartphone* dan *hardware*. *Widget* yang tersedia pada *Blynk* diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter*, dan *Email*. *Blynk* tidak terikat dengan beberapa jenis mikrokontroler namun harus didukung *hardware* yang dipilih. NodeMCU dikontrol secara nirkabel melalui jaringan internet, *chip* ESP8266, *Blynk* akan dibuat *online* serta siap digunakan untuk pemakaian konsep *Internet of Things* (IoT).

Gambar 2.6 Aplikasi *Blynk*

2.5 Internet of Things

Internet of Things (IoT) dapat didefinisikan kemampuan berbagai *device* yang bisa saling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet. *Internet of Things* merupakan sebuah konsep teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. Sehingga bisa dikatakan bahwa *Internet of Things* (IoT) adalah ketika kita menyambungkan sesuatu (*things*) yang tidak dioperasikan oleh manusia, ke internet (Hardyanto, 2017).

Namun konsep *Internet of Things* bukan hanya terkait dengan pengendalian perangkat melalui jarak jauh, tapi juga bagaimana berbagi data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet, dan lain-lain. Manfaatnya menggunakan teknologi IoT yaitu pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih cepat, mudah dan efisien. Dengan perkembangan IPTEK yang terus mengalami kemajuan di berbagai sektor, dan keinginan manusia yang ingin mendapat kemudahan di segala aktivitas, pada saat ini infrastruktur internet bukan hanya menghubungkan antar komputer atau antar ponsel pintar, melainkan sudah merambat ke berbagai benda-benda lain, disitulah teknologi *Internet of Things* mampu menghubungkan dari internet ke benda lain seperti mesin produksi, pendeteksi suhu dan kelembaban, serta berbagai sensor yang digunakan manusia.

2.6 Uji Organoleptik

Uji organoleptik adalah cara untuk mengukur, menilai atau menguji mutu komoditas dengan menggunakan kepekaan alat indra manusia, yaitu mata, hidung, mulut dan ujung jari tangan. Adapun syarat-syarat yang harus ada dalam uji organoleptik adalah adanya contoh (sampel), adanya panelis, dan pernyataan respon yang jujur. Dalam penilaian bahan pangan sifat yang menentukan diterima atau tidak suatu produk adalah sifat indrawinya.

Menurut BSN (2006) panelis pada uji organoleptik atau uji sensori terbagi menjadi 2 yaitu panelis standar dan panelis non standar, pada panelis standar menggunakan 6 orang yang memiliki kemampuan dan kepekaan tinggi terhadap karakteristik mutu produk yang diuji serta memiliki pengetahuan dan pengetahuan dalam memberikan nilai-nilai organoleptik atau sensori dan lolos dalam seleksi pemilihan panelis standar. Jumlah panelis non standar menggunakan 30 orang dengan kriteria belum terlatih dalam melakukan penilaian dan pengujian organoleptik atau sensori.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan selama enam bulan dimulai dari bulan Juni - September 2022.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi & Manajemen Agroindustri Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Rumah Kopi Banjarsengon yang berlokasi di Jl. Sriti No. 38, Kelurahan Banjarsengon, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun peralatan yang akan digunakan dalam penyelesaian penelitian ini sebagai berikut :

- a. *Personal computer / laptop*
- b. Arduino IDE
- c. Microsoft Word dan Excel
- d. Aplikasi *Blynk*
- e. Mifi
- f. Alat tulis
- g. *Smartphone android*

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan dalam penyelesaian penelitian ini sebagai berikut :

- a. Kopi arabika
- b. NodeMCU ESP8266
- c. Sensor suhu DS18B20
- d. Sensor pH
- e. Kabel jumper 10 cm – 20 cm
- f. *LCD 16 x 4*
- g. Tabung *stainless*

- h. Kabel data adaptor
- i. *Relay 2 Channel*
- j. Lampu LED kuning dan hijau
- k. *Pcb board*
- l. Stop kontak
- m. Steker
- n. Thermometer digital TP 101
- o. pH meter digital

3.2.3 Data dan Sumber Data

Pengumpulan data dilakukan untuk menunjang kebutuhan data – data terkait dengan pelaksanaan penelitian. Pelaksanaan penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder.

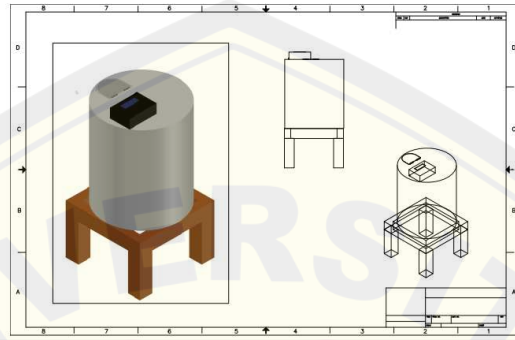
- a. Data Primer
 - 1. Observasi tempat penelitian
 - 2. Melakukan wawancara dengan pelaku usaha terkait data yang diperlukan
 - 3. Data pembacaan suhu dan pH oleh alat *monitoring*
- b. Data Sekunder
 - 1. Jurnal nasional dan internasional
 - 2. Buku / *e-book*
 - 3. Disertasi dan skripsi yang berhubungan dengan fermentasi anaerob kopi dan *Internet of Things*

3.3 Rancangan Alat

Penelitian ini dilakukan berdasarkan perkembangan teknologi yang semakin modern dalam kehidupan masyarakat. Dalam penelitian ini penggunaan teknologi digunakan sebagai standarisasi dalam hal fermentasi kopi. Dengan adanya hal tersebut teknologi ini akan membantu menemukan standar ukuran fermentasi dengan memperhatikan faktor pembentuknya.

Proses fermentasi secara konvensional dilakukan pada tong plastik tanpa adanya *monitoring* terhadap perubahan suhu dan pH selama proses fermentasi. Pekerja melakukan pengecekan pada akhir fermentasi sehingga tidak memperoleh

nilai pH yang sama setiap proses fermentasi. Penentuan lama proses fermentasi secara konvensional dilakukan sejak awal tanpa menjadikan nilai pH sebagai tolak ukur selesainya fermentasi. Kelemahan dari konvensional di atas terletak pada bahan tabung dari plastik, belum ada *monitoring* secara berkala, dan pekerja tidak memperhatikan faktor pengaruh fermentasi.



Gambar 3.1 Desain Alat Fermentasi Kopi

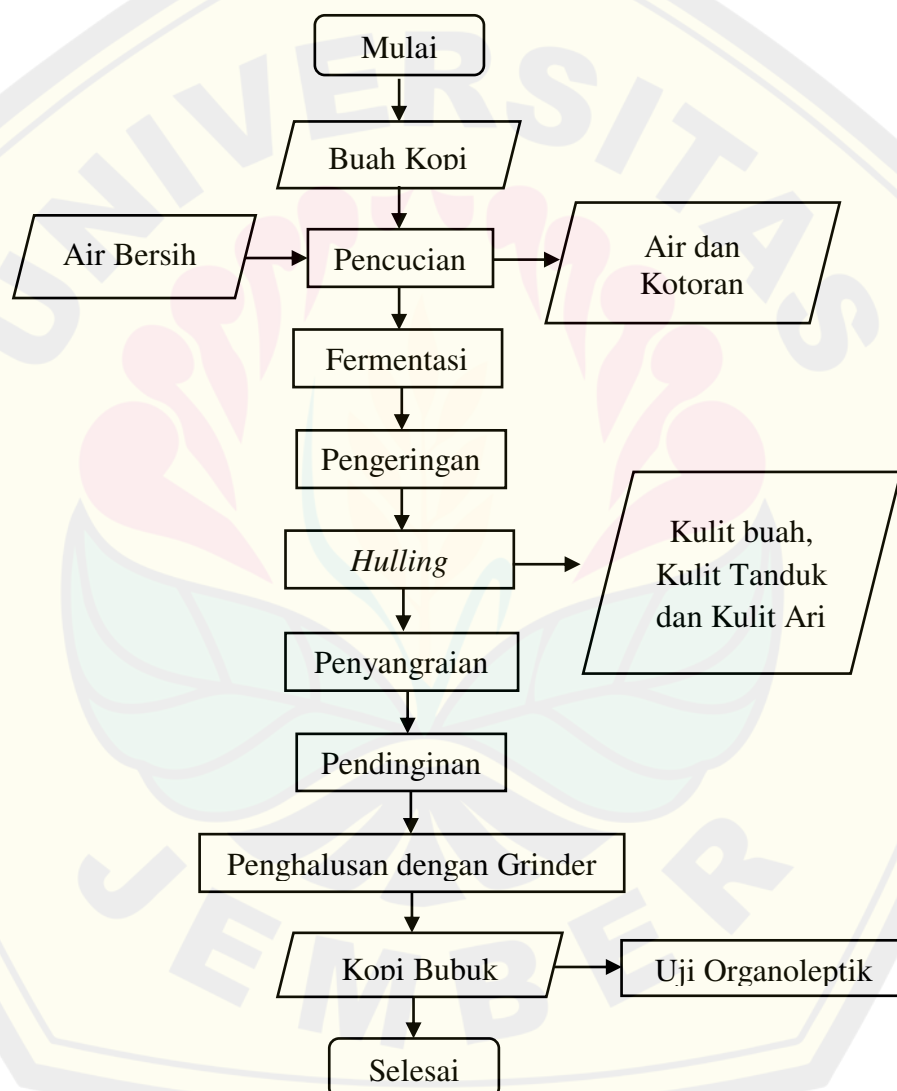
Alat ini dirancang dengan bentuk tabung fermentasi, dimana dalam tabung tersebut terdapat beberapa komponen sensor yang terhubung pada nodeMCU sebagai mikrokontroler. Sensor yang terdapat pada alat ini yaitu sensor suhu DS18B20 yang menempel pada dinding *stainless* berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu tabung fermentasi. Komponen lain berupa sensor pH guna mengetahui tingkat keasaman dari ceri kopi yang difermentasi. Desain alat ini akan digunakan sistem *monitoring* proses fermentasi jarak jauh yang terkirim melalui jaringan internet. Data bacaan suhu dan pH akan tersaji secara *realtime* pada layar *LCD* yang terletak pada bagian atas tabung fermentor. Hasil bacaan suhu dan pH juga akan dikirim melalui internet pada aplikasi *Blynk* dan *web server*. Penyajian data tersebut mempermudah pekerja dan pemilik usaha dalam melakukan proses *monitoring* dengan jarak dekat maupun jarak jauh

Rancangan alat ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP2866 yang berfungsi sebagai kontrol dari pengoperasian sensor. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor suhu DS18B20 dan sensor pH. Desain alat *monitoring* ini digunakan pada proses fermentasi kopi guna mengetahui perubahan suhu dan pH serta menguji validasi sensor, sehingga digunakan *thermohygrometer* digital dan pH meter untuk mengetahui tingkat error pada keakuratan sensor. Rangkaian

alat ini juga memiliki lampu indikator tersambung dengan *relay* yang memutus dan menghubungkan arus listrik. Indikator lampu berfungsi sebagai peringatan jika suhu dan pH mengalami perubahan dibatas angka yang telah ditentukan.

3.3 Diagram alir (*flowchart*) Pengolahan Kopi Natural Anaerob

Proses pengolahan kopi dilakukan untuk membentuk citarasa kopi yang lebih kompleks. Salah satu pengolahan kopi arabika yang diterapkan UMKM Rumah Kopi Banjarsengon yaitu secara natural. berikut merupakan diagram alir pengolahan natural anaerob kopi arabika



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Pengolahan Kopi Natural Anaerob

3.4 Tahapan Proses Pengolahan Kopi Natural Anaerob

Proses fermentasi pada kopi merupakan tahapan penting yang mempengaruhi terbentuknya citarasa kopi. Beberapa tahapan penanganan pasca panen dengan melakukan fermentasi kering pada kopi yaitu :

3.4.1 Sortasi

Buah kopi dilakukan sortasi guna memisahkan buah kopi dengan berbagai tingkat kematangan, buah kopi cacat, dan kotoran. Proses sortasi pada buah kopi ini dilakukan dengan merendam kopi pada bak yang berisi air, sehingga buah kopi yang masih muda dan terserang bubuk akan mengapung, sebaliknya buah yang sudah tua akan tenggelam.

3.4.2 Fermentasi

Fermentasi pada kopi bertujuan untuk membentuk citarasa kopi yang bervariasi sehingga banyak diminati oleh masyarakat. Fermentasi dilakukan selama 72 jam dalam tabung fermentasi. Selama proses fermentasi dilakukan *monitoring* terhadap suhu dan pH yang berpengaruh terhadap proses fermentasi.

3.4.3 Pengeringan

Proses pengeringan biji kopi yang telah difermentasi dilakukan dengan memanfaatkan sinar matahari secara langsung sehingga dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Buah kopi dapat dikategorikan kering jika kadar air yang terkandung menjadi $\pm 12\%$.

3.4.4 *Hulling*

Proses *hulling* dilakukan dengan menggunakan *huller* guna memecah kulit tanduk dan kulit ari pada buah kopi yang sudah kering. Hasil dari proses ini berupa biji kopi *greenbean*.

3.4.5 Penyangraian

Tahap penyangraian biji kopi *greenbean* dilakukan menggunakan mesin sangrai dengan tingkat kematangan yang telah ditentukan. Tingkat kematangan sangrai biji kopi bervariasi yaitu *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*.

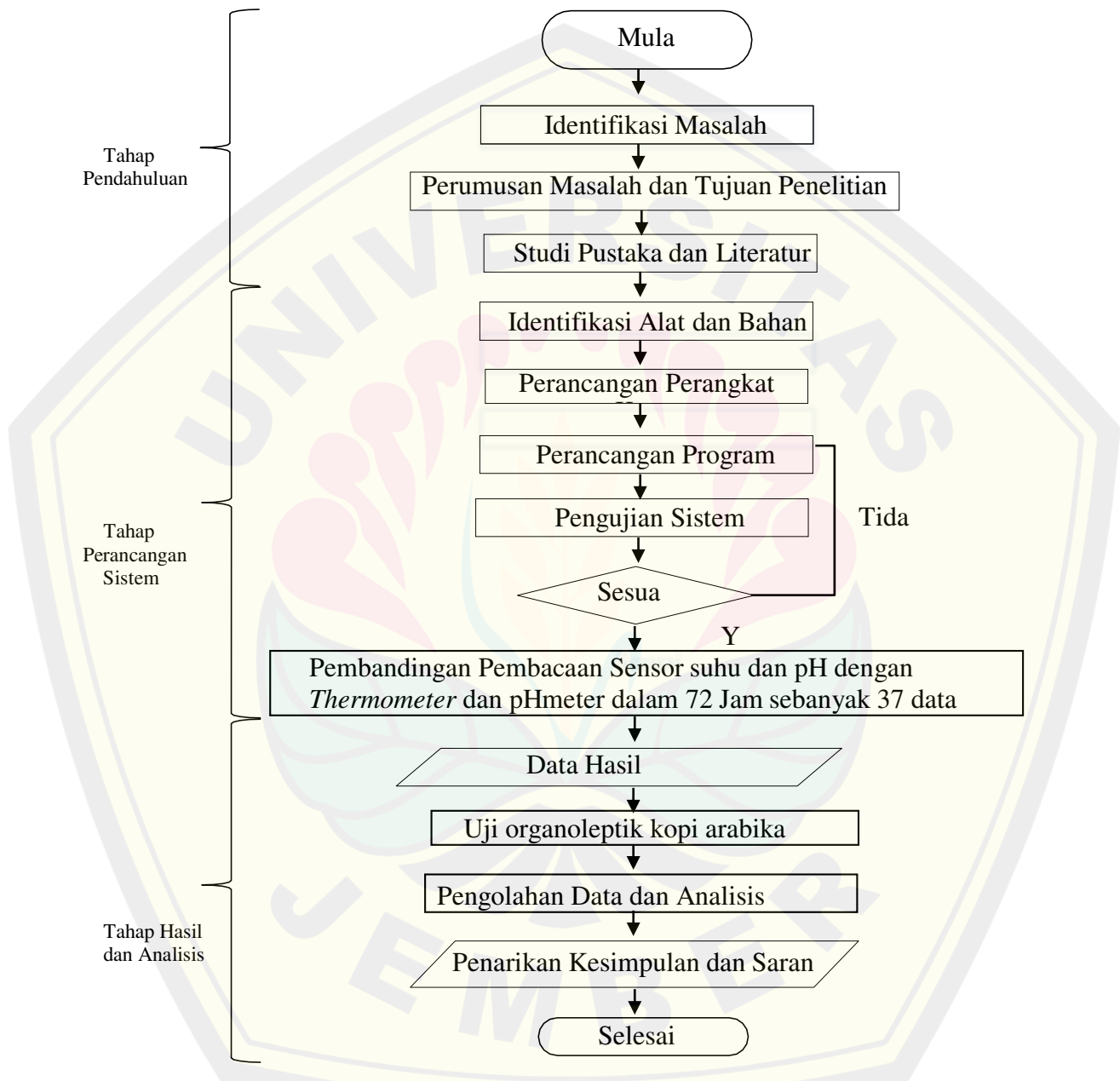
3.4.6 Penghalusan

Biji kopi yang telah disangrai kemudian dihaluskan menggunakan mesin grinder dengan tingkat kehalusan medium. Hasil dari proses grinding yaitu bubuk kopi yang siap untuk dilakukan penyeduhan.

3.4.7 Uji Organoleptik

Bubuk kopi yang telah diseduh dilakukan uji organoleptik terhadap warna, aroma, dan citarasa kopi. Uji tersebut dilakukan terhadap panelis non ahli yang berjumlah 30 orang.

3.4 Diagram Alir (*flowchart*) Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

3.5 Tahapan Penelitian

Penelitian rancang bangun alat *monitoring* suhu dan ph berbasis iot pada proses fermentasi kopi arabika memiliki 3 tahapan penelitian yaitu :

3.5.1 Tahapan Pendahuluan

Pada tahap pendahuluan berupa langkah untuk mengetahui secara detail mengenai pokok permasalahan pada penelitian yang akan dilakukan. Dalam tahap pendahuluan dilakukan kegiatan identifikasi masalah, perumusan masalah dan tujuan penelitian, serta studi pustaka dan literature.

a. Identifikasi masalah, perumusan masalah dan tujuan penelitian

Kegiatan identifikasi masalah merupakan kegiatan untuk mengidentifikasi masalah yang muncul terkait dengan topik penelitian. Permasalahan yang akan dipecahkan dalam penelitian ini mengenai proses fermentasi yang dilakukan secara konvensional tanpa adanya *monitoring* terhadap faktor pengaruh fermentasi. UKM Rumah Kopi Banjarsengon melakukan berbagai penanganan pasca panen kopi untuk meningkatkan kualitasnya, salah satu proses yang diterapkan yaitu fermentasi anaerob kopi arabika. Fermentasi pada umumnya dilakukan pada sebuah tong plastik tanpa adanya *monitoring* terhadap perubahan suhu dan pH yang terjadi. Pengecekan dilakukan secara berkala hanya untuk memastikan ceri kopi tidak mengalami penumpukan gas di dalam tong plastik dan adanya jamur yang tumbuh pada ceri kopi. Sehingga dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat *memonitoring* dan menstandarisasi proses fermentasi terkait perubahan suhu dan pH. Hasil bacaan data yang tersedia secara realtime pada layar *LCD* dan *smartphone android* melalui aplikasi *Blynk* dapat dijadikan bahan untuk melakukan *monitoring* perubahan suhu dan pH yang terjadi secara akurat. Pengiriman data melalui *web server* akan tersimpan sehingga memudahkan pemilik usaha untuk melakukan evaluasi hasil perubahan suhu dan pH pada fermentasi yang berpengaruh terhadap citarasa yang dihasilkan.

b. Studi pustaka dan literature

Pada tahap dilakukan perencanaan awal dengan baik sebelum memasuki tahapan penelitian selanjutnya. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini berupa studi

pustaka atau literature untuk mempelajari literature terkait topik penelitian, karakteristik kopi arabika, perancangan alat berbasis *Internet of Things (IoT)*, serta proses fermentasi pada kopi.

3.5.2 Tahap Perancangan Sistem

a. Identifikasi alat dan bahan

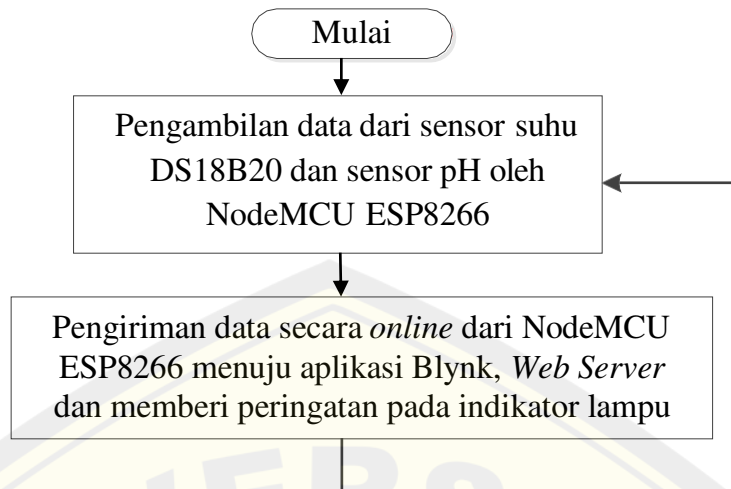
Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kebutuhan alat dan bahan sesuai dengan system yang akan direncanakan. *Smart Monitoring System* yang dirancang akan melakukan proses pengambilan data dari sensor yang digunakan kemudian ditampilkan pada layar *LCD* dan aplikasi pada *android* secara *realtime*. Analisis kebutuhan alat dan bahan pada penelitian ini telah disebutkan dalam subbab 3.2.

b. Perancangan perangkat keras

Pada tahap perancangan perangkat keras terdapat beberapa rancangan berupa rancangan operasional, rancangan fungsional, dan rancangan keseluruhan dari komponen yang direncanakan. Berikut merupakan penjelasan untuk rancangan yang akan dilakukan :

1. Rancangan operasional

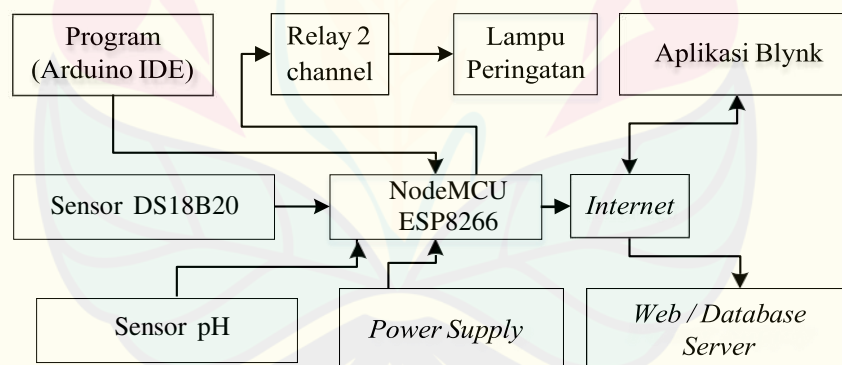
Rancangan operasional berupa hal yang berkaitan dengan prinsip kerja alat yang akan digunakan untuk proses fermentasi kopi. Prinsip kerja dari rangkaian alat *monitoring* fermentasi kopi arabika yaitu sensor DS18B20 dan pH yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 akan mengirimkan data secara online menuju server *Blynk* dan ditampilkan pada aplikasi *Blynk* melalui *smartphone android*. *Relay* yang terhubung pada NodeMCU ESP8266 akan mengatur arus listrik lampu indikator yang secara otomatis menyala dan mati mengacu pada hasil bacaan suhu dan pH.



Gambar 3.4 Rancangan Operasional Alat

2. Rancangan fungsional

Rancangan fungsional berkaitan dengan fungsi kerja alat direncanakan pada penelitian yang akan dilakukan. Alat ini menjadi sebuah tabung fermentasi kopi terkontrol sehingga dapat melakukan *monitoring* proses fermentasi.



Gambar 3.5 Rancangan Fungsional Sistem Keseluruhan

Komponen penyusun alat tersebut memiliki fungsi sebagai berikut :

a. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 memiliki fungsi sebagai mikrokontroler yang menerima data dari sensor ESP8266 dan sensor pH, kemudian hasil bacaan data dari sensor dikirimkan menggunakan *wifi* menuju aplikasi *Blynk* serta *database server* yang telah diprogram oleh Arduino IDE. Pemilihan NodeMCU ESP8266 sebagai

mikrokontroler pada alat ini karena sudah dilengkapi dengan modul *wifi*, mudah didapatkan, *open source*, dan memiliki banyak library.

b. Sensor suhu DS18B20

Sensor ini dapat digunakan secara mudah, untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan pada rentang batas sensor yang mencapai -40°C sampai 80°C dengan tingkat akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

c. Sensor pH

Sensor pH Prinsip kerja utama sensor pH adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektroda kaca (*glass electrode*) yang menguji suatu cairan. Pengukuran pH sangat dipengaruhi oleh temperatur larutan. Oleh karena itu diperlukan sensor temperatur (*thermoprobe*) pada rangkaian pH meter.

d. Relay 2 Channel

Relay 2 channel digerakkan oleh arus listrik yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Selenoid pada *relay* yang dialiri arus listrik mengakibatkan tuas tertarik dengan adanya gaya magnet pada selenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Hal tersebut menjadikan *relay* dapat menggerakkan tegangan untuk menghidupkan dan mematikan lampu indikator sesuai batas suhu dan pH yang diprogram.

e. Lampu Indikator

Lampu indikator kuning dan hijau memiliki fungsi sebagai tanda peringatan suhu dan pH terlalu tinggi ataupun rendah sehingga pemilik usaha mudah mengetahui terjadinya perubahan kenaikan suhu yang berpotensi meningkatnya jumlah karbon di dalam tabung fermentasi. Lampu LED orange digunakan sebagai tanda peringatan bahwa suhu terlalu tinggi yang memiliki potensi meledaknya tabung fermentasi. Hasil pembacaan data pH yang terlalu rendah akan menghidupkan lampu LED warna orange, sebab pH yang terlalu rendah pada proses fermentasi akan berpengaruh pada citarasa kopi.

f. Arduino IDE

Seluruh rangkaian alat fermentasi kopi diprogram melalui Arduino IDE yang merupakan komponen terpenting untuk menjalankan rangkaian komponen lain. Bahasa pemrograman C pada arduino dipermudah melalui *library* dan menggunakan *software processing* untuk menulis program kedalam

mikrokontroler. Pemasukan program diawali pada *board mikrokontroler* berupa komponen NodeMCU yang menjadi otak dari rancangan sistem keseluruhan. Program yang diperintahkan berisi pengambilan data sensor yang dikirim ke aplikasi *Blynk* serta database *server* secara online.

g. *Web server*

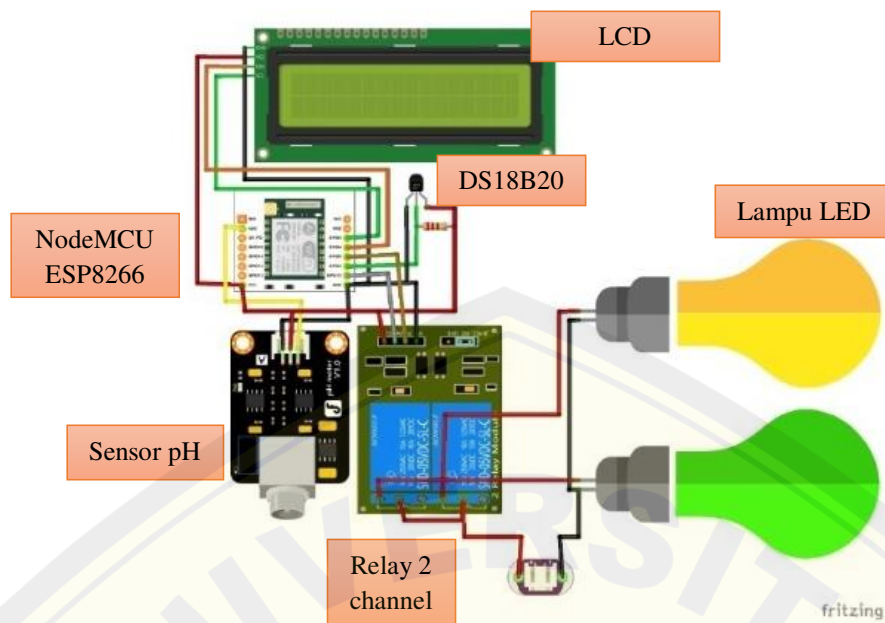
Web server adalah sebuah software yang memberikan layanan berbasis data dan berfungsi menerima permintaan dari HTTP atau HTTPS pada klien yang dikenal dan biasanya kita kenal dengan nama web browser (Mozilla Firefox, Google Chrome) dan untuk mengirimkan kembali yang hasilnya dalam bentuk beberapa halaman web dan pada umumnya akan berbentuk dokumen HTML.

h. *Aplikasi Blynk*

Blynk merupakan platform pada android yang berfungsi untuk mengendalikan perangkat Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 dan lainnya melalui koneksi internet. Pada rangkaian ini *Blynk* digunakan untuk melakukan kontrol terhadap NodeMCU ESP8266 melalui jaringan internet nirkabel. Aplikasi *Blynk* menjadi Internet of Things pada proses fermentasi kopi dalam kontrol suhu dan pH secara realtime serta online. Pemilik usaha dimudahkan dengan adanya *Blynk* karena dapat melakukan kontrol jarak jauh.

3. Rancangan keseluruhan

Rancangan keseluruhan dari alat ini berbentuk tabung fermentasi berbahan *stainless steel* sehingga tidak mengkontaminasi ceri kopi pada saat fermentasi. Alat ini dilengkapi sensor yang berfungsi untuk mendeteksi indikator fermentasi yang berkaitan dengan cita rasa kopi yang dihasilkan. Pembacaan sensor suhu dan pH dapat ditayangkan pada layar *LCD* dan *monitoring* android. Secara skematik rangkaian diilustrasikan menggunakan aplikasi fritzing seperti pada gambar 3.5



Gambar 3.6 Skema Pembuatan Rangkaian Keseluruhan

c. Perancangan program

Perancangan program alat fermentasi kopi arabika dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE. Pengendalian perangkat yang dirancang menggunakan aplikasi Arduino IDE dilakukan supaya dapat menjalankan perintah sesuai dengan kebutuhan pengguna.

1) Pemrograman mikrokontroler

Penjelasan dari skema pembuatan rangkaian alat secara keseluruhan sebagai berikut:

- a) Sensor Ds18B20 memiliki tiga pin yang terdiri dari pin Vcc, data, dan Gnd. Pin sensor dihubungkan ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai berikut: Pin Vcc sensor DS18b20 terhubung ke pin tegangan 3.3V dari NodeMCU ESP8266 dan juga terhubung ke pin data sensor dengan jumper 4400 ohm. Pin Gnd dari sensor DS18B20 terhubung ke pin ground dari NodeMCU ESP8266. Pin data sensor DS18B20 dihubungkan dengan pin digital (D4) mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Pin Vin pada NodeMCU ESP8266 dihubungkan dengan sumber tegangan positif dan pin Gnd dihubungkan dengan sumber tegangan negatif pada power Supply 5V.

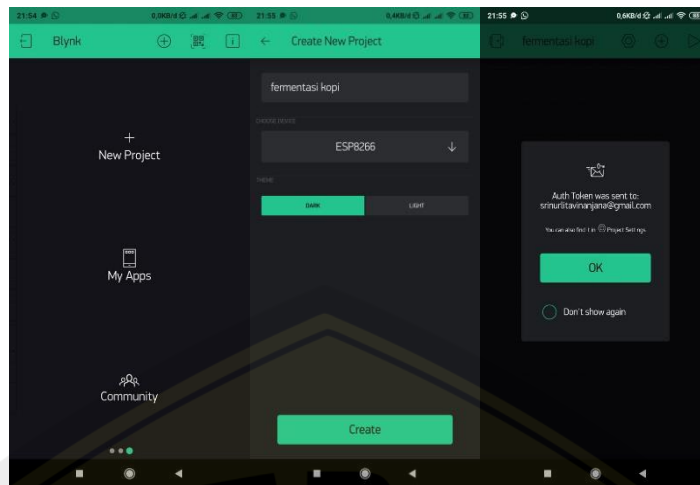
Rancangan ini digunakan untuk memberikan tegangan kerja pada NodeMCU ESP8266 sebesar 5V.

- b) Pin *Vcc relay* dihubungkan ke sumber tegangan positif dan pin *Gnd* dihubungkan ke sumber tegangan negatif modul power supply. Desain ini digunakan untuk menyalakan *relay* pada 5V. Selain itu, pin *IN1 relay* terhubung ke pin D3 NodeMCU ESP8266, dan pin *IN2* terhubung ke pin D8 NodeMCU ESP8266 untuk menghubungkan informasi data, sehingga NodeMCU ESP8266 dapat mengirimkan perintah ke *relay* ke putus dan sambungkan arus.
- c) Pin *common 1* dari *relay* terhubung ke sumber listrik melalui kabel fasa (positif) ke lampu LED kuning, sedangkan pin *common 2* terhubung ke sumber listrik melalui kabel fasa (positif) ke lampu LED hijau.
- d) Pin *P0* yang terdapat pada sensor pH terhubung pada pin *A0* pada NodeMCU ESP8266, kemudian pin *vcc* terhubung dengan 3v3, serta *Gnd* terhubung dengan *Gnd*.

2) Pemrograman *Blynk*

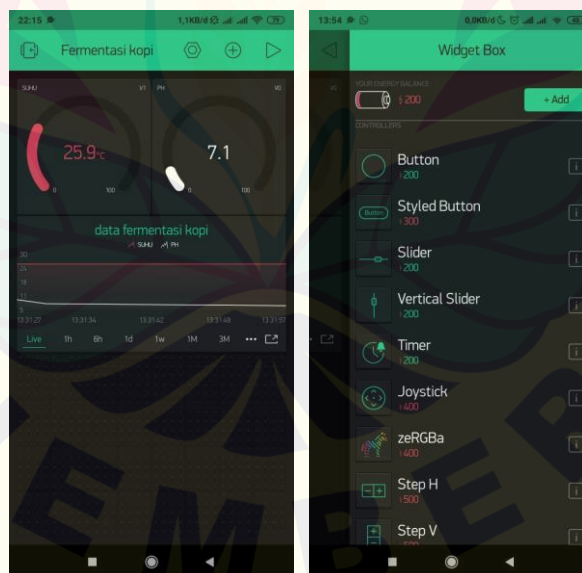
Pemrograman *Blynk* dilakukan di Android melalui aplikasi *Blynk*. Aplikasi *Blynk* diunduh dari Playstore di smartphone. *Blynk* mampu menampilkan data suhu dan pH secara real-time, memberikan notifikasi bila kondisi tabung fermentasi tidak ideal, dan dapat digunakan sebagai aktuator untuk alat *monitoring*. Berikut merupakan langkah pengaturan pada IoT server *Blynk*

1. Aplikasi *Blynk* diunduh melalui *smartphone* kemudian melakukan *sign in* pada akun *Blynk*. Apabila *log in* berhasil dilakukan maka dilanjutkan dengan pembuatan *new project*. Pada *Project Name* diisi Fermentasi Kopi dengan device ESP8266 kemudian klik *Create* sehingga secara otomatis Auth Token dikirimkan ke email yang digunakan dalam pemrograman menggunakan Arduino IDE. Pembuatan *Project* dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut



Gambar 3.7 Tampilan Pembuatan *New Project* Blynk

2. Tahap berikutnya melakukan pengaturan tampilan Blynk menggunakan *widget* yang tersedia pada *Widget Box* sesuai dengan kebutuhan penelitian. *Widget* yang digunakan adalah 2 buah *widget Gauge* dengan *Virtual Pin V0* (pH) dan *V1* (Suhu), dan 1 buah *widget Super Chart* yang menampilkan data dari *Virtual Pin V0* (pH *Chart*) serta *Virtual Pin V1* (suhu *Chart*). Tampilan pengaturan *widget* dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Tampilan Pengaturan *Widget* Blynk

- 3) Pemrograman *web server*

Pemrograman *web server* dilakukan dengan mengirim *script* PHP dan HTML ke hosting. Bahasa *script* PHP berisi perintah pengiriman data berdasarkan sensor dalam mikrokontroler menuju Database MySQL, perintah mengirimkan data berdasarkan Database MySQL menuju *web server*, HTML berperan menjadi penyusun tampilan page web, dan sebagai akibatnya data bisa ditampilkan serta diakses dengan mudah.

d. Pengujian Sistem

1) Uji Kinerja

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah alat telah bekerja dengan baik sesuai dengan konsep penelitian. Jika alat telah sesuai dengan konsep penelitian dan memiliki fungsi yang baik maka alat siap untuk diimplementasikan pada keadaan sesungguhnya. Sebaliknya apabila alat belum berfungsi dengan baik maka perlu dilakukan evaluasi dan pendesainan ulang. Pengujian terhadap sistem atau alat yang dibangun perlu untuk dilakukan percobaan terlebih dahulu sebelum diterapkan pada tempat penelitian yang sebenarnya. Uji kinerja akan diterapkan pada sensor yang difungsikan pada mikrokontroler yang tujuannya digunakan sebagai langkah dalam mengetahui hasil evaluasi alat, apakah perancangan alat telah sesuai dengan sasaran secara fungsional serta spesifikasinya.

Uji kinerja dilakukan sebelum mengimplementasikan *monitoring* proses fermentasi kopi arabika. Metode yang digunakan pada uji ini yaitu *blackbox testing*. Menurut Pressman (2001), *blackbox testing* atau *behavioral testing* merupakan pengujian yang memiliki fokus pada kebutuhan fungsional dari suatu perangkat sistem. Uji *Blackbox testing* dilakukan dengan cara menghitung jumlah fitur fungsional yang berjalan dengan baik kemudian dibandingkan dengan seluruh fitur fungsionalitas yang ada. Instrumen validasi *functionality* yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Instrumen Validasi *Functionality*

No.	Fungsi	Pernyataan	Ya	Tidak
1.	NodeMCU ESP8266	Fungsi hasil pembacaan sensor dapat ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE		

Tabel 3.1 Instrumen Validasi *Functionality* (Lanjutan)

No.	Fungsi	Pernyataan	Ya	Tidak
2.	Sensor DS18B20	Fungsi sensor yang digunakan dapat merekam data suhu		
3.	Sensor pH	Fungsi sensor yang digunakan untuk merekam data tingkat keasaman		
4.	Aplikasi <i>Blynk</i>	Fungsi menampilkan data-data dari sensor yang digunakan secara online dan <i>real time</i>		
5.	<i>Relay 2 Channel</i>	Fungsi memutus hubungkan aliran listrik serta menyala matikan lampu peringatan		
6.	<i>Web server Database</i>	Fungsi menampilkan <i>database</i> sensor yang digunakan secara <i>online</i> dan <i>real time</i>		

Pengujian dalam membandingkan sensor DS18B20 dan sensor pH dengan alat ukur standar diperlukan sebagai tolak ukur keakuratan nilai yang didapat. Perbandingan nilai yang dilakukan pada *monitoring* berupa suhu dan pH pada tabung fermentasi. Parameter yang dibandingkan berupa tingkat error data.

Penentuan tingkat kesalahan dan kinerja sensor dilakukan berdasarkan hasil perbandingan nilai data. Pengujian perbandingan dilakukan di dalam tabung fermentasi dan dilakukan pengambilan nilai pembacaan data sebanyak 36 kali dengan interval waktu pengambilan data 120 menit selama 72 jam. Banyaknya sampel minimal yang digunakan dalam pengujian perbandingan adalah 30 data (Mahmud, 2011)

Pengujian lapang dilakukan setelah rancangan alat melewati tahap uji kinerja. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa implementasi rancangan alat *monitoring* fermentasi kopi arabika telah berfungsi dengan baik. Proses pengujian lapang ini dilakukan pada saat proses fermentasi kopi berlangsung di Rumah Kopi Banjarsengon.

Skenario pengujian lapang pada pengukuran suhu dan pH pada proses fermentasi kopi arabika dilakukan antara lain yaitu:

- a. *Monitoring* dilakukan pada proses fermentasi kopi arabika
- b. Alat diletakkan pada tabung fermentasi berbahan dasar *stainless steel* dilakukan selama 72 jam, dimulai dari ceri kopi masuk dalam tabung hingga ceri kopi matang

Tahap pengujian lapang atau implementasi alat *monitoring* dilakukan sesuai dengan prinsip kerja alat yang dirancang. Alat *monitoring* akan mengirim data perubahan suhu dan pH secara realtime kemudian dikirim ke aplikasi *Blynk* serta *database server* sebagai bahan evaluasi bagi pemilik usaha.

3.5.3 Uji Organoleptik

. Kopi pada umumnya dikonsumsi dalam bentuk bubuk yang diseduh dengan air panas. Produksi kopi bubuk dimulai dari proses penyangraian dengan tujuan untuk mengembangkan rasa, aroma, dan warna (Syah dkk., 2013). Uji organoleptik dimaksudkan untuk mengetahui penilaian panelis terhadap produk yang dihasilkan. Parameter pengujian ditentukan berdasarkan SCAA yang terdiri dari 10 atribut penilaian kualitas penting pada kopi ialah, (1) fragrance/aroma; (2) flavor; (3) aftertaste; (4) acidity; (5) body; (6) uniformity; (7) balance; (8) clean cup; (9) sweetness; dan (10) overall. Pada uji organoleptik ini menggunakan panelis non standar yaitu orang yang belum terlatih dalam melakukan pengujian dan penilaian organoleptik atau sensori berjumlah 30 orang. Penyaji menyajikan sampel secara acak dengan memberikan label 2 digit angka acak dengan tujuan untuk menghilangkan persepsi panelis terhadap sampel. Panelis diberitahu cara pengujian dengan menggunakan form yang telah diberikan dengan format pada gambar 3.9 berikut:

Aroma	Flavor	Aftertaste	Acidity	Body	Balance	Overall	Total Score
Sweetness	Cleanup	Uniformity	Intensity High Low	Intensity High Low			

Gambar 3.9 Kuisioner Organoleptik Kopi Arabika

3.5.4 Tahap Hasil dan Analisis

- a. Analisis data uji kinerja

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesalahan pada alat yang dirancang dengan pengolahan dan analisis data hasil dari pengujian kinerja alat

monitoring. Analisis juga dilakukan pada hasil validasi *functionality* yang diuji menggunakan skala Guttman sebagai skala pengukuran. Jawaban setiap item instrumen yaitu “Ya” atau “Tidak” yang merupakan jawaban tegas jika menggunakan skala Guttman (Sugiyono, 2009). Perhitungan untuk aspek *functionality* menggunakan standar perhitungan dari ISO (2001) untuk menganalisis data hasil pengujian *functionality* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X = 1 - \frac{A}{B}$$

Keterangan: A = Jumlah fungsi yang tidak berfungsi secara baik

B = Jumlah fungsi yang dievaluasi

Dalam analisis ini, variabel A adalah banyaknya item instrumen yang menjawab “Tidak” atau bernilai 0. Sedangkan variabel B adalah banyaknya item instrumen yang menjawab “Ya”. Atau memiliki nilai 1. Interpretasi pengukuran ISO/IEC 9126 yaitu $0 \leq X \leq 1$. Perangkat lunak dikatakan baik secara fungsional jika X mendekati 1.

b. Analisis data implementasi

Data hasil implementasi alat *monitoring* dalam proses fermentasi kopi arabika disimpan di server database kemudian ditampilkan pada aplikasi *Blynk* dan web. Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis kesesuaian alat yang dirancang dengan kondisi aktual di lapangan.

c. Analisis data uji organoleptik

Pengolahan data hasil uji organoleptik dilakukan secara deskriptif menggunakan aplikasi SPSS. Hasil data disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan analisis dan dibahas dengan menggunakan literatur yang tersedia.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Program

NodeMCU ESP8266 yang menjadi *mikrokontroler* rancangan alat yang diprogram menggunakan aplikasi Arduino IDE. Penggunaan arduino IDE pada penelitian ini bertujuan untuk memasukkan *syntax* Bahasa C ke dalam *mikrokontroler* ESP8266 agar berfungsi sesuai perintah. Beberapa *library* digunakan oleh *programer* agar hal yang harus dikerjakan oleh mikrokontroler terdefinisi. *Input library* digunakan untuk memasukkan *string value* pada aplikasi *blynk*, membaca data hasil bacaan dari sensor suhu dan pH, mengirim hasil bacaan data menuju aplikasi *blynk*, menciptakan relasi antar *mikrokontroler*, menghubungkan ke *internet*, serta *database server*. Pengkoneksian komponen dengan aplikasi *blynk* perlu memasukkan beberapa kode yaitu *auth*, *ssid* (nama *wifi*) yang digunakan, *password wifi*. Pemrograman untuk koneksi menuju *database server* dengan cara memasukkan *hostname* yaitu nama domain *website* yang digunakan.

Beberapa kode perintah pada Arduino IDE dibuat untuk mengatur proses penyajian data sesuai dengan kebutuhan penelitian. Kode pemrograman untuk sensor DS18B20 dan pH dibuat agar mendeklarasikan batas maksimal besarnya suhu dan pH pada proses fermentasi kopi arabika. Data yang tersaji pada layar *LCD*, aplikasi *Blynk*, dan *database server* memiliki interval waktu yang berbeda sehingga perlu dilakukan deklarasi untuk mengatur penyajian data pada masing – masing komponen dengan interval waktu yang telah ditentukan. Selanjutnya kode perintah juga dibuat untuk mendeklarasikan sambungan arus listrik pada lampu peringatan suhu dan pH yang terlampaui dari batas maksimal. Tampilan pemrograman yang dibuat pada aplikasi Arduino IDE tersaji pada gambar 4.1 berikut:



```

fermentasi_kopi | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help
fermentasi_kopi pH suhu
#include <Wire.h>
#include <OneWire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define BLINK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

//----inisialisasi LCD-----//
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16,4);
const int R1 = D3;
const int R2 = D5;
//-----inisialisasi sensor suhu -----//
const int kabel_sensor = D4;
OneWire kabel(kabel_sensor);
DallasTemperature sensor(&kabel);
float suhu;

//-----inisialisasi sensor pH-----//
float calibration_value = 21.34 - 0.7;
int phval = 0;
unsigned long int avgval;
int buffer_arr[10],temp;

```

Gambar 4.1 Pemrograman aplikasi Arduino IDE

Data hasil bacaan suhu dan pH dikirim menuju web server dengan mengirim kode perintah berupa *PHP file* menuju hosting. Kode berisi perintah bacaan data suhu dan pH pada Arduino IDE melalui NodeMCU ESP8266, membaca data pada MySQL *database server*, selanjutnya ditampilkan pada *Web server*. Pembuatan perintah tersebut menggunakan aplikasi *Notepad* kemudian diunggah pada aplikasi *FileZilla*. Hasil rancangan program mikrokontroler menggunakan aplikasi Arduino IDE dan perintah *PHP file* menggunakan aplikasi *Notepad*.

4.2 Hasil Perancangan Alat *Monitoring* Fermentasi Kopi Arabika

Alat *monitoring* fermentasi kopi arabika dirancang guna memudahkan dalam hal pengoperasian. Desain rancangan alat ini mengacu pada rangkaian operasional dan fungsional komponen sensor beserta modulnya. Proses perancangan alat dilakukan sebelum memasuki tahap pengujian alat dengan cara implementasi pada keadaan sesungguhnya. Alat fermentasi kopi arabika berbentuk tabung dengan bahan dasar *stainless steel* yang memiliki diameter 30 cm dan panjang 70 cm. Pada bagian bawah tabung terdapat kran yang berfungsi untuk mengurangi jumlah tekanan udara. Komponen sensor dan modul yang dibutuhkan

diletakkan dalam sebuah wadah *hardcase* hitam yang tersaji pada rancangan keseluruhan alat dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut



Gambar 4.2 Rancangan Keseluruhan Sistem Monitoring

Berdasarkan perancangan alat yang telah dilakukan terdapat beberapa hasil dari kinerja antar komponen yang saling berhubungan. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 akan memberikan tanda nyala lampu *led* berwarna biru pada bagian mikrokontroler. Hal tersebut menandai bahwa mikrokontroler telah terkoneksi dengan *power supply* serta jaringan *Wifi* yang digunakan. Data bacaan sensor akan terkirim secara langsung melalui layar LCD, dan secara nirkabel melalui aplikasi *Blynk*, serta *database server*. Apabila *mikrokontroler* dan aplikasi *Blynk* telah terkoneksi akan muncul notifikasi “online” pada layar tampilan aplikasi, kemudian apabila mikrokontroler telah terkoneksi dengan halaman *web* akan tersaji data dengan interval waktu tertentu pada tabel halaman *web*.

4.3 Hasil Pengujian Sistem

4.3.1 Uji Kinerja Alat

Rancangan alat yang telah dilakukan pada penelitian ini akan dilakukan uji kinerja untuk memastikan fungsional dari rangkaian dapat berjalan, sehingga pengambilan data sensor dapat terekam dan tersaji komponen penyajian data. Uji kinerja dilakukan sebelum melakukan implementasi alat *monitoring* pada tabung fermentasi kopi. Apabila pada uji kinerja alat terdapat komponen yang tidak dapat berfungsi dapat dilakukan perbaikan terhadap sambungan kabel.

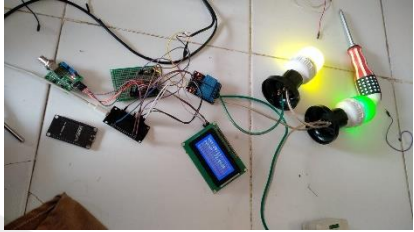
a. Hasil Validasi Pengujian *Functionality*

Pada penelitian ini dilakukan uji validasi *functionality* pada rangkaian sistem *monitoring* suhu dan pH pada proses fermentasi kopi arabika. Hasil pengujian validasi *functionality* terdapat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Functionality*

Pernyataan	Ya	Tidak	Dokumentasi
Fungsi NodeMCU ESP8266 menampilkan hasil sensor dapat ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE	1	0	
Fungsi penggunaan sensor DS18B20 dapat merekam data suhu	1	0	
Fungsi penggunaan sensor pH dapat merekam data pH (tingkat keasaman)	1	0	
Fungsi aplikasi <i>Blynk</i> menampilkan data sensor secara online dan <i>real time</i>	1	0	

Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Functionality* (Lanjutan)

Pernyataan	Ya	Tidak	Dokumentasi																																																				
Fungsi <i>relay 2 channel</i> memutus hubungkan aliran listrik serta menyalakan matikan lampu peringatan	1	0																																																					
Fungsi <i>Web Server</i> menampilkan <i>database</i> sensor yang digunakan secara <i>online</i> dan <i>realtime</i>	1	0	<p>Data fermentasi kopi arabika</p> <p>iot-tip-unej.id/write-data.php</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Data suhu</th> <th>Data pH</th> <th>Waktu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>25.00</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:07:00</td></tr> <tr><td>2</td><td>25.38</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:12:00</td></tr> <tr><td>3</td><td>25.38</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:17:00</td></tr> <tr><td>4</td><td>25.31</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:22:00</td></tr> <tr><td>5</td><td>25.31</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:28:00</td></tr> <tr><td>6</td><td>25.19</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:32:00</td></tr> <tr><td>7</td><td>25.19</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:37:00</td></tr> <tr><td>8</td><td>25.38</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:42:00</td></tr> <tr><td>9</td><td>25.44</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:47:00</td></tr> <tr><td>10</td><td>26.38</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:52:00</td></tr> <tr><td>11</td><td>26.31</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 13:57:00</td></tr> <tr><td>12</td><td>26.38</td><td>7.90</td><td>2022-06-20 14:02:00</td></tr> </tbody> </table>	No	Data suhu	Data pH	Waktu	1	25.00	7.90	2022-06-20 13:07:00	2	25.38	7.90	2022-06-20 13:12:00	3	25.38	7.90	2022-06-20 13:17:00	4	25.31	7.90	2022-06-20 13:22:00	5	25.31	7.90	2022-06-20 13:28:00	6	25.19	7.90	2022-06-20 13:32:00	7	25.19	7.90	2022-06-20 13:37:00	8	25.38	7.90	2022-06-20 13:42:00	9	25.44	7.90	2022-06-20 13:47:00	10	26.38	7.90	2022-06-20 13:52:00	11	26.31	7.90	2022-06-20 13:57:00	12	26.38	7.90	2022-06-20 14:02:00
No	Data suhu	Data pH	Waktu																																																				
1	25.00	7.90	2022-06-20 13:07:00																																																				
2	25.38	7.90	2022-06-20 13:12:00																																																				
3	25.38	7.90	2022-06-20 13:17:00																																																				
4	25.31	7.90	2022-06-20 13:22:00																																																				
5	25.31	7.90	2022-06-20 13:28:00																																																				
6	25.19	7.90	2022-06-20 13:32:00																																																				
7	25.19	7.90	2022-06-20 13:37:00																																																				
8	25.38	7.90	2022-06-20 13:42:00																																																				
9	25.44	7.90	2022-06-20 13:47:00																																																				
10	26.38	7.90	2022-06-20 13:52:00																																																				
11	26.31	7.90	2022-06-20 13:57:00																																																				
12	26.38	7.90	2022-06-20 14:02:00																																																				

Hasil dari pengujian validasi *functionality* dihitung dengan menggunakan rumus berdasarkan ISO (2001) sebagai berikut :

A = fungsi yang tidak berfungsi (tidak) x jumlah penguji = 0

B = seluruh fungsi yang dievaluasi x jumlah penguji = 6 x 1 =

6 Sehingga $X = 1 - A/B$

$$= 1 - 0/6$$

$$= 1 - 0$$

$$= 1$$

Berdasarkan hasil perhitungan uji validasi *functionality* diperoleh nilai X = 1, hal tersebut telah memenuhi aspek *functionality* menurut ISO/ICE 9126. Perancangan alat sistem *monitoring* yang telah memenuhi syarat dapat dikategorikan layak untuk diimplementasikan pada proses fermentasi kopi arabika di UMKM Rumah Kopi Banjarsengon.

b. Hasil Uji Perbandingan Antara Sensor dengan Alat Ukur Standar

Pengujian kinerja dilakukan pada sensor suhu DS18B20 dan sensor pH dengan membandingkan nilai pembacaan sensor dengan alat ukur standar. *Thermometer* digunakan untuk mengukur suhu dan pHmeter digunakan untuk mengukur pH. Nilai hasil bacaan alat ukur dibandingkan dengan sensor sehingga diperoleh akurasi tingkat error dan kesalahan. Data yang diambil dari implementasi alat *monitoring* sebanyak 37 data dengan interval waktu jeda pembacaan data suhu dan pH selama 120 menit. Perekaman data sensor suhu dan pH secara realtime proses fermentasi selama 72 jam tersaji pada **Lampiran 2**.

1) Parameter Suhu

Hasil pengambilan data pada sensor DS18B20 dan alat ukur standar pada tabung fermentasi kopi arabika argopuro di UMKM Rumah Kopi Banjarsengon dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Hasil Uji Suhu Fermentasi Kopi Arabika

No	Waktu	Alat Ukur Standar (°C)	Sensor DS18B20 (°C)	Error Sistematis
1	2022:06:06 13:07:23	25,3	25	1%
2	2022:06:06 15:07:34	28	28,1	0%
3	2022:06:06 17:07:19	26,9	27,1	1%
4	2022:06:06 19:07:09	27,2	27,4	1%
5	2022:06:06 21:07:07	25,9	26,8	3%
6	2022:06:06 23:07:01	25,9	26,3	1%
7	2022:06:22 01:07:24	26	25,2	3%
8	2022:06:21 03:07:24	26,9	26,9	0%
9	2022:06:21 05:07:24	25,4	25,9	2%
10	2022:06:21 07:07:24	25,9	26,1	1%
11	2022:06:21 09:07:00	25	25,1	1%
12	2022:06:21 11:07:00	26,4	26,6	1%
13	2022:06:21 13:07:00	28,8	28,9	0%
14	2022:06:21 15:07:00	29	28,4	2%
15	2022:06:21 17:07:26	28,5	28,2	1%
16	2022:06:21 19:07:26	26	26,2	1%
17	2022:06:21 21:07:00	27	26,8	1%
18	2022:06:21 23:07:00	26	26,9	3%
19	2022:06:22 01:07:00	23,1	23,4	1%
20	2022:06:22 03:07:00	25	25,2	1%

Tabel 4.2 Hasil Uji Suhu Fermentasi Kopi Arabika (Lanjutan)

No	Waktu	Alat Ukur Standar (°C)	Sensor DS18B20 (°C)	Error Sistematis
21	2022:06:22 05:07:00	26,3	25,9	2%
22	2022:06:22 07:07:00	25,9	26,1	1%
23	2022:06:22 09:07:17	24,2	24,4	1%
24	2022:06:22 11:07:17	27,8	28,2	1%
25	2022:06:22 13:07:17	29	29	0%
26	2022:06:22 15:07:31	28,6	28,9	1%
27	2022:06:22 17:07:00	27,4	28,1	2%
28	2022:06:22 19:07:00	26	26	0%
29	2022:06:22 21:07:32	25,4	25,6	1%
30	2022:06:22 23:07:32	25	25,5	2%
31	2022:06:23 01:07:32	25,2	25,3	0%
32	2022:06:23 03:07:32	25,8	26,7	3%
33	2022:06:23 05:07:32	26,2	26,4	1%
34	2022:06:23 07:07:32	26,2	26,4	1%
35	2022:06:23 09:07:42	25,1	25,5	2%
36	2022:06:23 11:07:13	26	26,2	1%
37	2022:06:23 13:02:13	27,89	28,3	1%
Rata - rata				1%

Berdasarkan tabel perbandingan data nilai bacaan sensor DS18B20 dengan *thermometer* pada tabung fermentasi kopi arabika, diketahui nilai *error* suhu minimal sebesar 0° dan nilai *error* suhu maksimal 1°C. Sensor suhu DS18B20 memiliki rentan suhu -10°C hingga 85°C dengan tingkat akurasi $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Hasil perhitungan rata-rata *error* sistematis diperoleh sebesar 1%. Hal tersebut dapat diartikan bahwa sensor telah berfungsi dengan baik dalam proses pengambilan data suhu pada proses fermentasi kopi arabika. Perolehan perhitungan *error* sistematis yang relatif kecil dan mendekati nilai sebenarnya, dapat diartikan sensor suhu DS18B20 memiliki akurasi 99%.

Jenis sensor suhu DS18B20 berdasarkan hasil perbandingan dengan alat ukur standar dapat dikatakan memiliki tingkat akurasi yang baik dalam merekam data suhu sesuai dengan kondisi tabung fermentasi kopi arabika. Penggunaan sensor suhu DS18B20 pada tabung fermentasi kopi arabika dapat memberikan informasi nilai suhu sesuai dengan keadaan sesungguhnya.

2) Parameter pH

Hasil pengambilan data pada sensor DS18B20 dan alat ukur standar pada tabung fermentasi kopi arabika argopuro di UMKM Rumah Kopi Banjarsengon dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Uji pH Fermentasi Kopi Arabika

No	Waktu	Alat Ukur Standar	Sensor pH	Error Sistematis
1	2022:06:06 13:07:23	7,7	7,6	1%
2	2022:06:06 15:07:34	7,5	7,6	1%
3	2022:06:06 17:07:19	6,8	6,6	3%
4	2022:06:06 19:07:09	5,2	5,1	2%
5	2022:06:06 21:07:07	6,5	6,5	0%
6	2022:06:06 23:07:01	6,3	6,1	2%
7	2022:06:22 01:07:24	6,4	6,3	1%
8	2022:06:21 03:07:24	4,4	4,4	0%
9	2022:06:21 05:07:24	4,4	4,4	1%
10	2022:06:21 07:07:24	5,3	5,3	0%
11	2022:06:21 09:07:00	5	5,1	2%
12	2022:06:21 11:07:00	5,2	5	2%
13	2022:06:21 13:07:00	6,8	6,9	2%
14	2022:06:21 15:07:00	6,8	6,8	0%
15	2022:06:21 17:07:26	6,8	6,8	1%
16	2022:06:21 19:07:26	6,6	6,7	1%
17	2022:06:21 21:07:00	6,5	6,7	2%
18	2022:06:21 23:07:00	6,5	6,6	1%
19	2022:06:22 01:07:00	5,4	5,6	3%
20	2022:06:22 03:07:00	5,5	5,5	1%
21	2022:06:22 05:07:00	5,4	5,4	0%
22	2022:06:22 07:07:00	5,3	5,4	1%
23	2022:06:22 09:07:17	5,2	5,3	3%
24	2022:06:22 11:07:17	6,9	6,8	1%
25	2022:06:22 13:07:17	6,3	6,2	2%
26	2022:06:22 15:07:31	6,3	6,2	2%
27	2022:06:22 17:07:00	6,3	6,1	3%
28	2022:06:22 19:07:00	6,2	6,1	2%
29	2022:06:22 21:07:32	5	5,1	2%
30	2022:06:22 23:07:32	5	5,2	3%
31	2022:06:23 01:07:32	5,1	5	2%
32	2022:06:23 03:07:32	4,4	4,5	2%

Tabel 4.3 Hasil Uji pH Fermentasi Kopi Arabika (Lanjutan)

No	Waktu	Alat Ukur Standar	Sensor pH	Error Sistematis
33	2022:06:23 05:07:32	4,5	4,4	2%
34	2022:06:23 07:07:32	4,5	4,4	2%
35	2022:06:23 09:07:42	4,5	4,4	1%
36	2022:06:23 11:07:13	4,6	4,5	2%
37	2022:06:23 13:02:13	4,7	4,6	1%

Berdasarkan tabel perbandingan data nilai bacaan sensor pH dengan pHmeter pada tabung fermentasi kopi arabika diperoleh nilai *error* sistematis diperoleh sebesar 2%. Perhitungan nilai *error* pada sensor pH dan pHmeter dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor pH yang digunakan. Semakin besar nilai rata-rata *error* maka tingkat akurasi sensor semakin kecil, begitu pula dengan sebaliknya. Hasil perhitungan rata-rata *error* sistematis diperoleh sebesar 2% dapat dikatakan sensor pH memiliki tingkat akurasi sebesar 98%. Nilai rata-rata *error* sensor pH yang kecil memiliki arti bahwa akurasi besar, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor telah berfungsi dengan baik pada pengambilan data perubahan pH fermentasi kopi arabika.

Pengambilan data pH dilakukan dengan interval waktu 120 menit selama 72 jam diperoleh data sebanyak 37 data. Hal tersebut dilakukan agar diperoleh nilai perubahan pH yang signifikan pada tabung fermentasi kopi arabika. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perubahan nilai pH pada sensor dan alat ukur standar dapat dikatakan hampir sama. Penerapan sensor pH pada tabung fermentasi kopi arabika dapat menunjukkan perubahan pH sesuai dengan kondisi yang nyata.

4.3.2 Implementasi Alat *Monitoring* Suhu dan pH Fermentasi Kopi Arabika

Rangkaian alat *monitoring* suhu dan pH diimplementasikan pada tabung fermentasi kopi berbahan dasar *stainless steel* dengan kapasitas 50kg ceri kopi. Implementasi alat ini bertujuan untuk melakukan pengambilan data suhu dan pH pada kondisi nyata di lapangan. Hasil bacaan data akan ditampilkan melalui layar LCD secara langsung, dikirimkan pada aplikasi *Blynk* yang dapat diakses oleh pekerja, serta melalui *website* memudahkan pemilik usaha dalam mengakses perubahan yang terjadi. Implementasi dilakukan pada tabung fermentasi kopi yang kemudian dibandingkan dengan proses fermentasi menggunakan tong plastik

secara konvensional. Implementasi dilakukan selama 72 jam dimulai pada Senin 20 Juni 2022 pukul 13:07 sampai dengan Kamis 23 Juni 2022 pukul 13:02.

Peletakan sensor suhu dilakukan di bagian dalam permukaan atas tabung berdekatan dengan *thermometer* agar suhu yang terdeteksi *relative* sama guna mengurangi nilai *error* yang terjadi. Penempatan sensor pH berada di bagian dalam bawah tabung agar sensor pH dapat mendeteksi perubahan tingkat keasaman dari air hasil fermentasi. Pengukuran nilai pH menggunakan pHmeter dilakukan secara manual dengan mengeluarkan air hasil fermentasi pada kran bagian bawah permukaan tabung. penempatan *box* hitam yang berisi komponen serta layar LCD diletakkan di samping tabung guna memudahkan pekerja untuk melakukan pengecekan perubahan suhu dan pH secara langsung. Penempatan alat pada tabung fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.3 Penempatan Alat pada Tabung Fermentasi

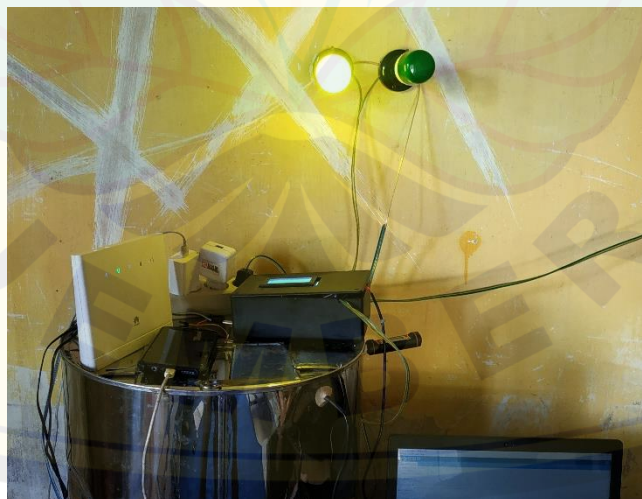
Alat *monitoring* akan mulai bekerja ketika adaptor NodeMCU ESP8266 dihubungkan pada stop kontak yang telah tersedia. Data akan terkirim menuju layar LCD secara langsung serta secara online menuju aplikasi *blynk* dan *Website*. Pengaturan rentan suhu dan pH yang menjadi penentu selesainya fermentasi ditandai dengan lampu LED secara otomatis menyala jika melampaui batas maksimum. Berikut merupakan gambar tampilan aplikasi *blynk* untuk perubahan

data suhu dan pH pada tabung fermentasi kopi arabika. Gambar 4.6 merupakan tampilan aplikasi *blink* yang menyajikan bacaan data suhu dan pH secara *realtime*.



Gambar 4.4 Tampilan Aplikasi *Blynk*

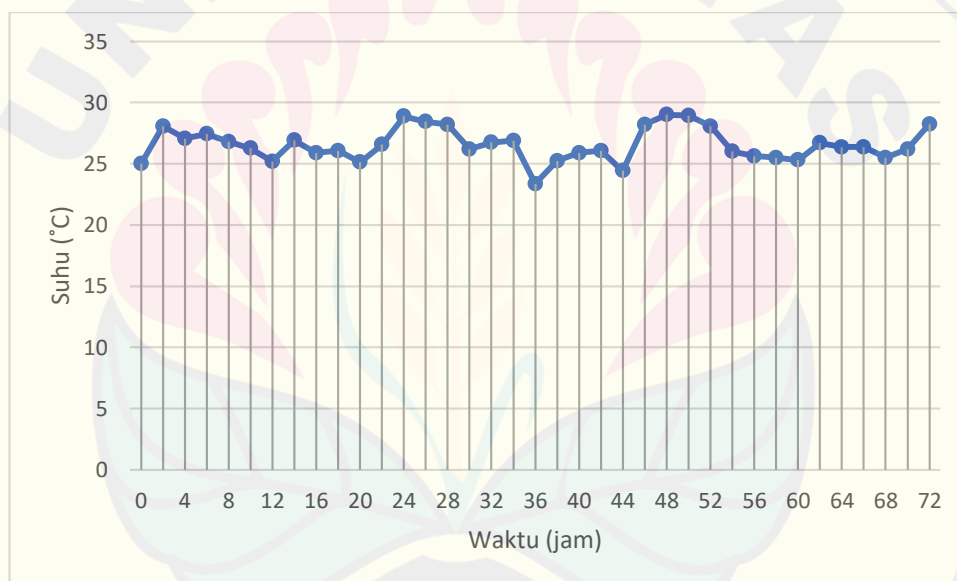
Penggunaan lampu LED bertujuan untuk memudahkan pekerja mengetahui proses fermentasi telah mencapai batas suhu dan pH. *Relay* akan memutuskan menghubungkan arus listrik pada lampu LED kuning dan hijau. Lampu LED hijau akan menyala ketika mencapai suhu maksimum yaitu 30° dan lampu kuning akan menyala ketika mencapai pH maksimum yaitu 5. Batas pH maksimum merupakan acuan untuk menghentikan proses fermentasi. Berikut Gambar 4,7 merupakan keadaan indikator lampu LED warna kuning menyala ketika pH lebih kecil dari 5.



Gambar 4.5 Indikator Lampu LED Kuning Menyala

4.5 Perubahan Suhu dan pH Fermentasi

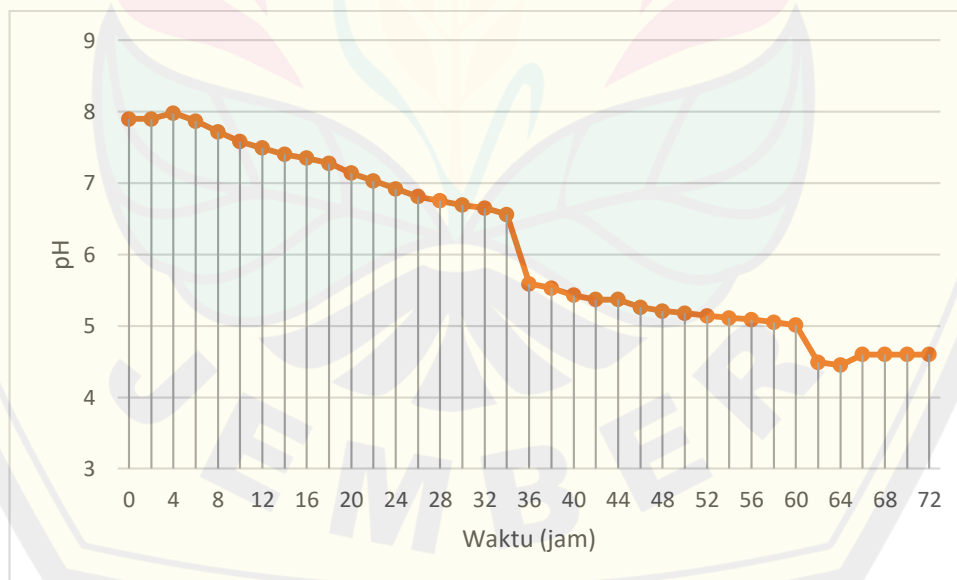
Faktor pengaruh proses fermentasi yaitu suhu dan pH yang berperan dalam menciptakan citarasa kopi. Fermentasi pada tong plastik tidak dilakukan pengukuran suhu, sehingga perubahan suhu fermentasi mengikuti perubahan suhu lingkungan yang berkisar 20°C - 28°C . Perlakuan fermentasi tong plastik, pengukuran nilai pH dilakukan di akhir fermentasi menggunakan pHmeter. Hasil pengukuran pH pada fermentasi tong plastik sebesar 4,4. Pengukuran pH pada fermentor *stainless steel* menghasilkan pH akhir sebesar 4,6. Berdasarkan pengukuran nilai pH dari kedua variasi wadah fermentasi tidak jauh berbeda. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Ridwansyah (2003) kopi hasil fermentasi masih layak dikonsumsi jika memiliki nilai pH di atas 4. Perubahan suhu pada proses fermentasi kopi dalam tong stainless steel dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.6 Grafik Perubahan Suhu Fermentor *Stainless Steel*

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa perubahan suhu fluktuatif pada tabung fermentasi *stainless steel* sesuai dengan perubahan suhu lingkungan. Suhu minimum pada fermentor *stainless steel* sebesar 25°C sedangkan suhu maksimum sebesar 29°C . Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen) atau respirasi dalam lingkungan anaerobik tanpa akseptor elektron eksternal. Reaksi dalam proses fermentasi berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang digunakan dan produk yang

dihasilkan (Widyotomo dan Mulato, 2008). Fermentasi berlangsung secara alami oleh mikroba dengan bantuan oksigen dari udara. Fermentasi yang berjalan dengan baik ditandai dengan ketersediaan oksigen yang cukup sehingga akan muncul panas sebagai hasil oksidasi senyawa gula yang terdapat dalam lendir (mucilage) di permukaan kulit kopi. Suhu fermentasi mempengaruhi lama fermentasi karena pertumbuhan mikroba dipengaruhi suhu lingkungan fermentasi. Mikroba memiliki kriteria pertumbuhan yang berbeda-beda. Azizah dkk. (2012) menyatakan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* akan tumbuh optimal dalam kisaran suhu 30-35°C dan puncak produksi alkohol dicapai pada suhu 33°C. Jika suhu terlalu rendah, maka fermentasi akan berlangsung secara lambat dan sebaliknya jika suhu terlalu tinggi maka *Saccharomyces cerevisiae* akan mati sehingga proses fermentasi tidak akan berlangsung. Menurut penelitian Widyotomo dan Yusianto (2013) Penggunaan fermentor dengan beban bahan separuh dari kapasitas muat maksimum akan mengakibatkan potensi panas yang dimiliki fluida pemanas tidak dapat dimanfaatkan secara maksimum. Adanya ruang kosong tersebut dapat mengakibatkan panas hasil oksidasi tersebar di udara dalam ruang tabung fermentor *stainless steel*.



Gambar 4.7 Grafik Perubahan pH Fermentor *Stainless Steel*

Hasil data pH minimum sebesar 4.6 sedangkan pH maksimum sebesar 7.6 pada tabung *stainless steel*. Perubahan pH yang terjadi cenderung menurun secara

perlahan. Menurut (Tarigan dan Towaha, 2017) semakin lama fermentasi maka pH biji kopi cenderung meningkat. Kenaikan pH biji kopi Arabika disebabkan oleh penguraian asam klorogenat akibat proses dekafeinasi. Proses dekafeinasi akan melepaskan ikatan antara asam klorogenat dan kafein yang diikuti dengan dekomposisi asam klorogenat menjadi asam quinat dan larut dalam air (Tawali dkk., 2018).

4.6 Uji Organoleptik

Penelitian ini menggunakan penilaian sensori yang dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih. Pengujian organoleptik ini mengikuti prosedur SCAA (*Specialty Coffee Association of America*) (SCAA, 2015). Uji organoleptik dilakukan terhadap kopi arabika untuk mengetahui perbedaan hasil fermentasi anaerob dengan menggunakan fermentor berbahan tabung *stainless steel* dan tong plastik. Atribut penilaian yang diberikan berdasarkan SCAA (*Specialty Coffee Association of America*) terdiri dari 10 atribut kualitas kopi yaitu (1) aroma, (2) *flavor*, (3) *aftertaste*, (4) *acidity*, (5) *body*, (6) *balance*, (7) *Sweetness*, (8) *Uniformity*, (9) *Cleanup*, dan (10) *overall*.

4.6.1 Aroma

Parameter pengujian organoleptik kopi yang melibatkan indra penciuman yaitu aroma. Aroma yang muncul pada kopi yang diseduh karena mengalami penguapan senyawa volatil sehingga dapat tertangkap oleh indera penciuman manusia (Barlaman dkk., 2013). Berikut merupakan hasil uji organoleptik aroma kopi arabika pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Rata-rata organoleptik aroma

Parameter	Nilai Mean Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Plastik	Fermentor <i>Stainless</i>
Aroma	7,85±0,604a	7,62±0,901a

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui rata – rata hasil uji organoleptik aroma pada kopi arabika dengan fermentasi menggunakan tong plastik diperoleh sebesar 7,85 sedangkan aroma kopi fermentasi menggunakan *stainless tank* sebesar 7,62. Perbedaan hasil rata – rata organoleptik aroma dipengaruhi oleh tingkat keasaman pada proses fermentasi, meningkatnya kadar keasaman kopi dipengaruhi

oleh proses fermentasi (Hayati dkk., 2012). Menurut hasil penelitian Sulistyowati (2001), aroma kopi yang baik dengan skor 7-8 sehingga hasil aroma pada kopi fermentor tong plastik dan *stainless steel* dapat dikategorikan baik. Prinsip fermentasi adalah peruraian senyawa-senyawa yang terkandung di dalam lapisan lendir oleh mikroba alami dan dibantu dengan oksigen dari udara. Proses fermentasi dapat dilakukan secara basah (merendam biji kopi di dalam genangan air) dan secara kering (tanpa rendaman air) (Idawani, 2015). Selain itu, tingkat keasaman juga dipengaruhi oleh lamanya waktu sangrai. Nilai keasaman semakin meningkat seiring dengan semakin tinggi dan lamanya proses penyangraian.

Pada pengujian normalitas data menggunakan *kruskall wallis* diperoleh nilai sig. sebesar 0,06 lebih besar dari 0,05 sehingga data *organoleptik* atribut aroma dapat dinyatakan berdistribusi normal. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa aroma pada kopi arabika fermentasi anaerob dengan menggunakan tong plastik dibanding tong *stainless steell* tidak berbeda signifikan. Aroma timbul akibat terjadi reaksi Maillard pada proses penyangraian, dimana (Buffo dan Cardelli-Freire, 2004) menyatakan bahwa terdapat 2 kelompok senyawa cita rasa yaitu senyawa volatil dan senyawa non volatil hasil reaksi Maillard. Senyawa volatil yang mudah menguap berkontribusi terhadap aroma yang tercium hidung seperti golongan aldehid, keton, dan ester. Senyawa volatil yang berpengaruh pada aroma kopi sangrai dibentuk dari reaksi Maillard atau reaksi browning non enzimatik, degradasi asam amino bebas, degradasi trigonelin, degradasi gula dan degradasi senyawa fenolik. Semakin lama penyangraian maka semakin banyak senyawa volatil yang menguap sehingga akan mempengaruhi aroma kopi. Aroma khas pada kopi secara perlahan akan muncul setelah biji yang disangrai didinginkan.

Kandungan senyawa karbohidrat pada biji kopi berperan terhadap pembentukan komponen aroma. Komponen aroma terbentuk melalui karamelisasi gula dengan berat molekul rendah serta melalui reaksi Maillard. Gula reduksi bereaksi dengan asam amino bereaksi membentuk senyawa aroma. Kandungan karbohidrat pada biji kopi mencapai 50% dari total berat kering biji kopi dan

meliputi senyawa poli, oligo dan monosakarida dengan polisakarida merupakan kelompok karbohidrat terbesar yang terdapat pada biji kopi (Flament dan Bessiere-Thomas, 2001).

4.6.2 Flavor

Flavor merupakan atribut kombinasi yang melibatkan indra pengecap/perasa dengan indra penciuman. *Flavor* dirasakan dengan kombinasi citarasa kopi yang dirasakan oleh lidah dan aroma uap yang dihirup oleh hidung ketika kopi sudah masuk ke dalam mulut. Nilai yang diberikan pada rasa harus mencakup peringkat keseluruhan, dengan mempertimbangkan efek, kualitas dan kompleksitas kombinasi rasa dan aroma. Tabel 4.5 berikut merupakan hasil rata-rata uji organoleptik *flavor* pada kopi arabika.

Tabel 4 5 Rata-rata organoleptik *flavor*

Parameter	Nilai Mean Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Tong Plastik	Fermentor <i>Stainless</i>
<i>Flavor</i>	7,75±0,659a	7,49±0,842a

Berdasarkan hasil rata-rata uji organoleptik *flavor* pada kopi arabika diperoleh sebesar 7,75 untuk fermentasi pada tong plastik sedangkan untuk fermentasi menggunakan *stainless steel* sebesar 7,49. *Flavor* pada fermentor tong plastik lebih tinggi dibandingkan dengan fermentor *stainless steel*. Perbedaan tingkat *flavor* dapat disebabkan oleh kandungan protein yang berperan menciptakan rasa pahit pada saat penyangraian kopi. Perbedaan nilai pH selama proses fermentasi juga menghasilkan citarasa yang berbeda. Menurut Ranitaswari dkk. (2018), *flavor* merupakan suatu kriteria yang sangat penting, *flavor* dapat menggambarkan keseluruhan citarasa suatu produk. Pada pengujian beda nyata data menggunakan *kruskall wallis* diperoleh nilai sig. sebesar 0,31 lebih besar dari 0,05 sehingga data organoleptik atribut *flavor* dapat dinyatakan tidak memiliki perbedaan yang nyata. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa *flavor* pada kopi arabika fermentasi anaerob dengan menggunakan tong plastik dibanding tong *stainless steel* tidak berbeda signifikan.

Salah satu pengaruh dalam pembentukan citarasa kopi adalah proses penyangraian. Kopi arabika yang diproses pada tong plastik dan tong *stainless steel*

dilakukan *roasting* dengan profile medium *roast*. Pada proses penyangraian terjadi reaksi dimana maillard Buffo dan Cardelli-Freire (2004) menyatakan bahwa terdapat 2 kelompok senyawa cita rasa yaitu senyawa volatil dan senyawa non volatil hasil reaksi Maillard. Senyawa non volatil berkontribusi terhadap rasa seduhan kopi seperti kafein, protein, dan gula. Kandungan senyawa aktif pada kopi seperti asam klorogenat terdekomposisi sebanyak 50% selama penyangraian dan akan hilang pada derajat penyangraian tinggi. Senyawa trigonelin terdekomposisi sebanyak 15% untuk setiap derajat penyangraian. Semakin tinggi suhu dan lama penyangraian semakin banyak ikatan kimia pada kopi yang terdegradasi, hal ini yang menyebabkan rasa kopi cenderung pahit dan tidak memiliki rasa (Sari, 2001). Menurut Sari (2001) menyatakan bahwa rasa kopi dipengaruhi oleh hasil degradasi beberapa senyawa seperti karbohidrat, alkaloid, asam klorogenat, senyawa volatil, dan trigonelin.

4.6.3 *Aftertaste*

Aftertaste merupakan rasa yang tertinggal dari balik mulut dan tertahan setelah kopi ditelan. Pengujian *aftertaste* dapat diperoleh ketika seruputan pertama seduhan kopi kemudian meninggalkan rasa di kerongkongan. *Aftertaste* dapat dirasakan langit-langit mulut berupa aroma dan rasa saat kopi ditelan (SCAA, 2015). Hasil penelitian rata-rata organoleptik *aftertaste* dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Rata-rata organoleptik *aftertaste*

Parameter	Nilai Mean Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Tong Plastik	Fermentor <i>Stainless</i>
<i>Aftertaste</i>	7,80±0,743a	7,60±0,770a

Berdasarkan grafik rata-rata penilaian uji organoleptik *aftertaste* diperoleh 7,80 pada kopi fermentasi tong plastik sedangkan untuk kopi menggunakan fermentor diperoleh sebesar 7,60. Perbedaan nilai *aftertaste* pada kopi tersebut dapat didasarkan pada persepsi rasa dari 30 panelis yang melakukan uji organoleptik. Pada uji *kruskal wallis* diperoleh nilai sig. 0,27 lebih besar dari 0,05 yang berarti kedua kopi tersebut tidak berbeda nyata.

Kriteria kopi dapat dikatakan memiliki kualitas baik apabila memiliki sedikit rasa yang tertinggal. Menurut Puspitasari (2020), hasil pengujian *aftertaste*

dengan kualitas terbaik memiliki nilai *aftertaste* tertinggi yaitu 8.1 dengan waktu penyangraian selama 8 menit. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa kopi fermentasi tong plastik memiliki *aftertaste* yang lebih tinggi sehingga kualitasnya lebih baik dibanding kopi pada fermentor *stainless steel*. Nilai *aftertaste* yang rendah pada kopi menandakan adanya rasa asam yang muncul akibat tingginya kandungan senyawa asam klorogenat, asam fenolat dan asam alipatik sehingga masih ada rasa yang tertinggal saat kopi diseruput. Skor tinggi diberikan oleh cupper karena seiring dengan ditelannya kopi hampir tidak ada sensasi rasa yang tertinggal (Willson dkk., 2004).

4.6.4 Acidity

Acidity merupakan sensasi rasa asam kompleks yang seimbang dengan rasa lainnya dan menimbulkan sensasi menyenangkan pada lidah. Terdapat dua kriteria rasa asam dalam uji organoleptik yaitu rasa asam tidak enak dan rasa asam enak seperti rasa buah (Saleh dkk., 2020). Berdasarkan uji beda nyata menggunakan *kruskall wallis* diperoleh nilai sig. sebesar 0,36 lebih dari 0,05 sehingga hal tersebut menandakan bahwa kedua kopi tersebut tidak memiliki beda yang nyata. Berikut merupakan hasil rata-rata nilai *acidity* yang tersaji pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Rata-rata organoleptik *acidity*

Parameter	Nilai Mean Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Tong Plastik	Fermentor <i>Stainless</i>
<i>Acidity</i>	7,89 ±0,827a	8,01±0.892a

Berdasarkan nilai rata-rata pada gambar diperoleh 7,89 untuk kopi fermentasi tong plastik, sedangkan kopi dengan fermentor *stainless steel* diperoleh nilai 8,01. Pembentukan rasa asam pada kopi dapat dipengaruhi oleh faktor proses pengolahan dan penyangraian. Nilai pH pada saat proses fermentasi berpengaruh terhadap keasaman kopi yang terbentuk. Namun nilai pH tersebut dapat berubah ketika melakukan proses penyangraian dengan tingkat *roasting* yang berbeda. Tingkat penyangraian yang tinggi mengakibatkan komponen keasaman kopi berkurang. Pada saat *roasting* terjadi kenaikan konsentrasi asam asetat dan beberapa asam organik kopi dapat terbentuk karena degradasi gula akibat panas. Menurut Asiah dkk. (2022) dalam penelitiannya kopi arabika Kintamani Bali dengan proses natural memiliki *acidity* yang sedikit lebih rendah.

4.6.5 *Body*

Uji organoleptik kopi arabika pada atribut kopi dapat dilakukan dengan cara menggunakan indera perasa yang berada di antara lidah dan langit-langit mulut. Sensasi yang dapat dirasakan berupa ketebalan termasuk minyak (terasa licin), serat (terasa berat), dan protein (terasa lengket) pada kopi. Menurut Adam dkk. (2022) *Body* ialah rasa yang dirasakan antara lidah dan langit-langit mulut, ketika kopi memasuki mulut. *Body* yang tebal biasanya mendapatkan nilai tinggi. Hasil rata-rata uji organoleptik *body* pada kopi arabika dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut

Tabel 4.8 Rata-rata Organoleptik *Body*

Parameter	Nilai Mean Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Tong Plastik	Fermentor <i>Stainless</i>
<i>Body</i>	7,95 ±0,828a	7,63±0,909a

Berdasarkan gambar diatas diperoleh rata-rata nilai *body* pada kopi fermentasi tong plastik sebesar 7,95 sedangkan kopi fermentasi menggunakan *Stainless steel* sebesar 7,63. Hasil dari uji beda nyata menggunakan *kruskall wallis* diperoleh sebesar 1,19 lebih besar dari 0,05 yang berarti keduanya tidak memiliki perbedaan yang nyata. Menurut Tarigan dkk. (2015), komponen senyawa lipida dan polisakarida yang terlarut menimbulkan sensasi kekentalan pada larutan kopi. Hasil rata-rata kopi dengan fermentor tong plastik teridentifikasi memiliki kepekatan kopi lebih kental, menurut Buffo dan Cardelli-Freire (2004) peningkatan nilai kekentalan diakibatkan oleh kandungan senyawa lipid yang tinggi. Kandungan senyawa lipid yang tinggi juga dapat mengakibatkan proses pemecahan yang lebih signifikan dan menghasilkan minyak kopi lebih banyak (Calligaris dkk., 2009). Menurut Mulato dan Suharyanto (2012) sensasi *body* dipengaruhi oleh kandungan lemak, protein, dan hidrokarbon kompleks dalam seduhan kopi. Semakin kental kopi tersebut, konsumen akan menyukai kopi tersebut karena hal ini akan mempengaruhi citarasa yang kuat pada kopi tersebut (Panggabean, 2012).

4.6.6 *Balance*

Balance merupakan keseimbangan dari semua aspek *flavor*, *acidity*, *body*, dan *aftertaste*, apabila terdapat kekurangan atau kelebihan pada salah satu aspek maka akan mengurangi nilai *balance* (Suleman, 2019). Kopi yang memiliki nilai *balance* tinggi jika aroma dan rasa seimbang tidak ada yang mendominasi.

Pengukuran organoleptik kopi arabika fermentasi anaerob tong plastik dan tong *stainless steel* dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih. Berdasarkan uji beda nyata menggunakan *kruskall-wallis* diperoleh nilai sig. 0,018 lebih kecil dari 0,05 sehingga kedua kopi tersebut dapat dikatakan memiliki perbedaan yang nyata. Berikut Tabel 4.9 menyajikan nilai rata-rata uji organoleptik *balance* kopi arabika

Tabel 4.9 Rata-rata Organoleptik *Balance*

Parameter	Nilai <i>Mean</i> Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Tong Plastik	Fermentor <i>Stainless</i>
<i>Balance</i>	8,12 ±0,850a	7,55±0,905b

Berdasarkan tabel diatas kopi arabika fermentasi anaerob menggunakan tong plastik memiliki nilai *balance* yang lebih tinggi. Nilai *balance* yang tinggi pada kopi fermentasi tong plastik akibat nilai aroma serta rasa yang seimbang. Nilai *balance* yaitu kombinasi antara atribut *aftertaste*, *body*, *acidity*, *flavor*, dan *body* yang saling menguatkan atau saling bertentangan satu sama lain (Sa'diyah dkk., 2019). Kopi dengan kualitas rasa yang baik memiliki sensasi menyenangkan dengan *body* dan aroma yang seimbang (Mori dkk., 2003). Perbedaan penggunaan wadah fermentasi juga mempengaruhi citarasa yang dihasilkan. Pada penelitian lain penggunaan tangki plastik (*plastic tanks*) untuk fermentasi dapat menghasilkan kopi dengan citarasa lebih bersih (*clean*), dengan *center cut* bagus. (Calvert, 2007). Atribut akan mempengaruhi *balance* kopi apabila salah satu atribut memiliki nilai yang kurang atau lebih (SCAA, 2015).

4.6.7 *Sweetness*

Sweetness merupakan rasa manis menyenangkan yang timbul akibat dari kandungan karbohidrat yang terkandung didalam kopi (Panggabean, 2012). *Sweetness* berbeda dengan rasa manis sukrosa yang umumnya ada pada soft drink (Suleman, 2019). Berdasarkan hasil uji beda nyata menggunakan *kruskall-wallis* diperoleh nilai sig. 0,79 lebih besar dari 0,05 yang berarti kedua kopi tersebut tidak memiliki perbedaan yang nyata. Uji organoleptik *sweetness* dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih diperoleh nilai rata-rata pada Tabel 4.10 berikut

Tabel 4.10 Rata-rata Organoleptik *Sweetness*

Parameter	Nilai Mean Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Tong Plastik	Fermentor <i>Stainless</i>
<i>Sweetness</i>	7,62 ±0,787a	7,68±0,986a

Berdasarkan tabel diatas diperoleh nilai rata-rata *sweetness* pada kopi fermentasi menggunakan fermentor lebih tinggi. Peningkatan rasa manis pada kopi dapat disebabkan oleh proses penyangraian yaitu karbohidrat terdegradasi menjadi gula dan terjadi reaksi karamelisasi, senyawa sukrosa berubah menjadi senyawa karamelan yang berkontribusi pada rasa manis (Purnamayanti dkk., 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Taveira dkk. (2015) diketahui bahwa pengolahan pasca panen natural memiliki total gula yang lebih tinggi dibandingkan *fullwash*.

4.6.8 *Uniformity*

Uniformity ialah uji keseragaman rasa dari setiap *cup* pada konsistensi *flavor* pada sampel yang diuji. Penilaian *uniformity* dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih dengan skala penilaian 6 sampai dengan 10. Hasil uji beda nyata menggunakan *kruskall-wallis* diperoleh nilai sig. 0,8 lebih besar dari 0,05. berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan kedua kopi tersebut tidak memiliki perbedaan yang nyata. Berikut Tabel 4.11 yang menyajikan nilai rata-rata hasil uji organoleptik *uniformity*.

Tabel 4.11 Rata-rata Organoleptik *Uniformity*

Parameter	Nilai Mean Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Tong Plastik	Fermentor <i>Stainless</i>
<i>Uniformity</i>	7,52 ±0,908a	7,60 ±0,877a

Berdasarkan nilai rata-rata dapat diketahui kopi fermentasi dalam tabung *stainless steel* bernilai lebih tinggi dibanding kopi fermentasi tong plastik. Atribut *uniformity* yang tinggi disebabkan oleh *flavor* yang konsisten di setiap *cup* dari sampel kopi. Pemberian nilai *uniformity* oleh panelis lebih tinggi pada kopi fermentasi tong *stainless steel*, hal ini disebabkan oleh keseragaman cita rasa yang dimiliki sehingga menghasilkan rasa dan aroma yang konsisten. Kopi fermentor *stainless steel* teridentifikasi memiliki citarasa *sweety* akibat adanya senyawa asam metil butanoat, caramel (furanon) dan *buttery* (keton). Proses penyangraian

memiliki pengaruh yang besar guna mengembangkan sifat organoleptik spesifik yang signifikan terhadap keseragaman (*fragrance*, *flavor* dan warna) yang merupakan dasar kualitas kopi (Eggers dan Pietsch, 2001).

4.6.9 Cleanup

Pengujian *cleanup* dilakukan untuk mengetahui tidak adanya kesan *flavor* dan *fragrance* negatif yang mencemari multisensoris seseorang dari seruputan awal kopi hingga akhir penyeruputan. Pengujian organoleptik dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih terhadap dua sampel kopi yang difermentasi anaerob pada ton plastik dan *stainless steel*. Hasil uji beda nyata dengan *kruskal-wallis* diperoleh nilai sig. 0,46 lebih besar dari 0,05 sehingga dapat dinyatakan kedua kopi tersebut tidak memiliki perbedaan yang nyata pada atribut *cleanup*. Berikut Tabel 4.12 merupakan nilai rata-rata organoleptik *cleanup* pada kopi arabika

Tabel 4.12 Rata-rata Organoleptik *Cleanup*

Parameter	Nilai <i>Mean</i> Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Tong Plastik	Fermentor <i>stainless</i>
<i>Cleanup</i>	7,60 ±0,941a	7,40 ±0,954a

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata organoleptik *cleanup* pada kopi arabika diperoleh nilai *cleanup* lebih tinggi pada kopi fermentor tong plastik. *Cleanup* merupakan citarasa yang mewakili kemurnian dari rasa seduhan kopi yaitu tidak adanya kesan negatif hingga *aftertaste* (Hetzel, 2011). Pada fermentasi kopi menggunakan metode konvensional menggunakan tong plastik didapatkan nilai tertinggi diduga karena pada uji *cleanup* tidak adanya citarasa negatif yang muncul saat kopi disruput hingga *aftertaste*.

Perbedaan nilai *cleanup* dapat disebabkan oleh penggunaan wadah yang berbeda pada proses fermentasi. Perbedaan wadah pada proses fermentasi dapat mempengaruhi citarasa kopi. Menurut Yusianto dan Widyotomo (2013) hasil kopi yang difermentasikan menggunakan karung plastik memiliki rasa yang kompleks dibandingkan dengan kopi yang difermentasi menggunakan mesin fermentor. Fermentasi kopi menggunakan tangki plastik menghasilkan citarasa yang lebih bersih (*clean*) (Calvert, 2007).

4.6.10 Overall

Penilaian organoleptik *overall* kopi meliputi keseluruhan semua atribut dari sampel kopi yang diuji. Kopi yang memperoleh nilai rendah jika memiliki aspek yang sesuai namun tidak memenuhi kriteria standar. Kopi akan bernilai tinggi jika dapat memenuhi semua atribut organoleptik. Hasil uji beda nyata menggunakan *kruskal-wallis* diperoleh nilai sig. 0,08 lebih besar dari 0,05 sehingga kedua kopi tersebut dapat dinyatakan tidak memiliki perbedaan yang nyata pada atribut *overall*. Berikut Tabel 4.13 merupakan hasil rata-rata uji organoleptik *overall* pada kopi arabika.

Tabel 4.13 Rata-rata Organoleptik Overall

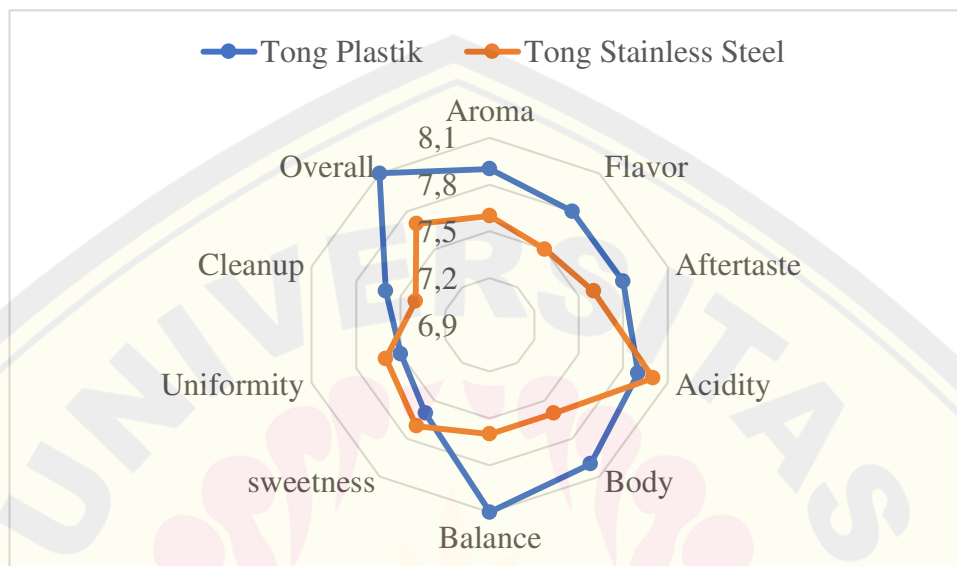
Parameter	Nilai Mean Uji Organoleptik Sampel	
	Fermentor Tong Plastik	Fermentor <i>stainless</i>
<i>Overall</i>	8,11 ±0,925a	7,70±1,015a

Berdasarkan gambar grafik dapat diketahui nilai *overall* pada kopi arabika fermentasi tong plastik sebesar 8,11 sedangkan kopi arabika fermentasi menggunakan fermentor *stainless* sebesar 7,70. *Overall* adalah penilaian yang digunakan untuk mencerminkan citarasa kopi secara keseluruhan secara individu (SCAA, 2015). Hasil nilai *overall* pada penelitian ini sama dengan penelitian milik Yusianto dan Widyotomo (2013) yaitu nilai *overall* yang rendah pada proses fermentasi menggunakan mesin fermentor dibandingkan dengan menggunakan karung plastik. Fermentasi menggunakan metode konvensional menghasilkan nilai pH rendah sehingga memiliki citarasa yang asam sehingga pada parameter *overall* menghasilkan nilai yang tinggi. Menurut Suwarmini et al (2017) seduhan kopi *blending* didapatkan hasil nilai *overall* bahwa panelis lebih menyukai kopi dengan rasa asam daripada pahit.

4.7 Nilai Keseluruhan Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil citarasa dari proses fermentasi menggunakan fermentor tong plastik dan tong *stainless steel*. Penilaian dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih dengan skala penilaian 6 sampai 10. Penilaian organoleptik terdiri dari 10 atribut yang diberikan berdasarkan SCAA (*Specialty Coffee Association of America*) terdiri dari 8 atribut kualitas

kopi yaitu (1) aroma, (2) *flavor*, (3) *aftertaste*, (4) *acidity*, (5) *body*, (6) *balance*, (7) *Sweetness*, (8) *Uniformity*, (9) *Cleanup*, dan (10) *overall*. Berikut gambar 4.9 yang menyajikan nilai keseluruhan rata-rata organoleptik pada kopi fermentasi pada tong plastik dan tong *stainless steel*.



Gambar 4.8 Grafik Radar Nilai Organoleptik

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui nilai rata-rata atribut *acidity*, *sweetness*, dan *uniformity* pada kopi dengan fermentasi menggunakan fermentor *stainless* lebih tinggi dibandingkan kopi fermentasi pada tong plastik. Hasil nilai rata-rata pada atribut aroma, *flavor*, *aftertaste*, *body*, *balance*, *cleanup*, dan Overall pada kopi fermentasi dalam tong plastik lebih tinggi. Sedangkan fermentasi kopi pada tong *stainless steel* memiliki nilai *acidity*, *uniformity*, dan *sweetness* yang lebih tinggi.

Dalam proses fermentasi kopi terdapat faktor-faktor yang berpengaruh untuk menciptakan cita rasa yaitu pH, kadar air, dan suhu (Tawali dkk., 2018). Tingkat keasaman atau pH juga menjadi faktor yang mempengaruhi cita rasa kopi yaitu berkaitan dengan kandungan kafein dalam kopi yang dihasilkan (Sinaga, 2018). Kopi fermentasi tong plastik menghasilkan nilai pH akhir sebesar 4,4 dan tong *stainless steel* sebesar 4,6. Pengolahan yang diterapkan oleh Rumah Kopi Banjarsengon dengan cara melakukan proses fermentasi pada tong plastik selama

72 jam kemudian dilakukan pengukuran nilai pH akhir. Kopi yang dihasilkan memiliki citarasa sedikit asam, manis segar, dan terdapat rasa coklat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kopi fermentasi pada tong *stainless steel* memiliki rasa asam dan manis yang sedikit lebih tinggi dibanding kopi fermentasi tong plastik. Citarasa yang dihasilkan oleh masing – masing proses fermentasi memiliki daya tarik bagi konsumen tiap kalangan. Konsumen rumah kopi banjarsengon terdiri atas 2 kalangan yaitu remaja dan dewasa. Bagi kalangan dewasa umumnya menyukai kopi dengan citarasa manis, sedikit pahit seperti coklat dan memiliki kekentalan yang cukup tinggi. Konsumen kalangan remaja umumnya menyukai kopi dengan citarasa asam, manis, dan *body* yang ringan. Berdasarkan karakteristik citarasa kopi ayng disukai oleh konsumen rumah kopi banjarsengon, kopi hasil fermentasi tong plastik tergolong disukai oleh kalangan dewasa dan kopi fermentasi tong *stainless steel* disukai oleh kalangan remaja.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian rancang bangun sistem *monitoring* suhu dan pH berbasis Iot pada proses fermentasi anaerob kopi arabika argopuro diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancangan alat *monitoring* suhu dan pH pada tabung fermentasi kopi pada penelitian ini dapat mengirimkan data secara langsung melalui layar *LCD* dan secara online menuju server IoT berupa aplikasi *Blynk* dan juga hasil pembacaan data yang dapat diakses melalui halaman website. Alat ini juga dapat memberikan peringatan ketika mencapai pH maksimum yang ditandai dengan lampu LED kuning menyala, sedangkan lampu LED hijau tidak menyala akibat suhu ruang tabung fermentasi tidak melebihi batas maksimum yang telah ditentukan.
2. Penggunaan tabung fermentasi berbahan dasar *stainless steel* dengan kapasitas proses yang telah ditentukan hanya terisi sebagian sehingga terdapat ruang kosong yang menyebabkan suhu ruang merambat udara. Akibatnya suhu maksimum ruang tabung fermentasi sebesar 29°C yang mengakibatkan pertumbuhann mikrobiologi penghasil asam lambat. Hal tersebut berpengaruh terhadap kualitas kopi dan nilai pH yang terkandung pada ceri kopi.
3. Hasil uji organoleptik pada kopi arabika fermentasi menggunakan fermentor tong plastik dan *stainless steel* menghasilkan rata-rata penilaian yang berbeda. Fermentasi tong plastik menghasilkan kopi yang memiliki nilai aroma, *flavor*, *aftertaste*, *body*, *balance*, *cleanup*, dan *overall* yang tinggi. Sedangkan fermentasi menggunakan tong *stainless steel* dihasilkan kopi dengan nilai *acidity*, *sweetness*, dan *uniformity* lebih tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh saran berupa perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait pembuatan fermentor kopi dengan memberikan komponen pemanas heater dan menambah sensor tekanan.

Penambahan pemutar pada tabung supaya proses fermentasi terjadi secara merata pada bagian atas dan bawah. Pengujian hasil citarasa perlu dilakukan dengan tes *cupping* kopi menggunakan panelis ahli.



DAFTAR PUSTAKA

- Adam, F., R. Agustina, dan R. Fadhil. 2022. Pengujian cita rasa kopi arabika dengan metode cupping test. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*. 7:517–521.
- Afrizon. 2015. Potensi kulit kopi sebagai bahan baku pupuk kompos di propinsi bengkulu. *Agritepa*. II(1)
- Asiah, N., C. Epriyani, A. Kurnia, K. Ramadhan, S. G. Hidayat, dan A. Apriyantono. 2022. *Profil Kopi Arabika Kintamani Bali*. Malang: AE Publishing.
- Astria, F., M. Subito, dan D. W. Nugraha. 2014. Rancang bangun alat ukur ph dan suhu berbasis short message service (sms) gateway. *Jurnal Mektrik*. 1
- Azizah, N., A. N. Al-baarri, dan S. Mulyani. 2012. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, ph, dan produksi gas pada proses fermentasi bioetanol dari whey dengan substitusi kulit nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(2):72–77.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2006. *Petunjuk Pengujian Organoleptik Dan Atau Sensori*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Barlaman, M. B. F., S. Suwasono, dan Djumarti. 2013. Karakteristik fisik dan organoleptik biji kopi arabika hasil pengolah semi basah dengan variasi jenis wadah dan lama fermentasi (studi kasus di desa pedati dan sukosawah kabupaten bondowoso). *Agrointek*. 7(2):108–121.
- Buffo, R. A. dan C. Cardelli-Freire. 2004. Coffee flavour: an overview. *Flavour and Fragrance Journal*
- Calligaris, S., M. Munari, G. Arrighetti, dan L. Barba. 2009. Insights into the physicochemical properties of coffee oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 111(12):1270–1277.
- Calvert, K. 2007. Fermenting coffee in plastic tanks. upflow washing of coffee. *Water Conservation. Technology Transfer from East Africa to Central America*.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2019. Buku Komoditas Kopi 2018-2020. <https://drive.google.com/file/d/1Ku4Nq8BzEcV4svDw1nV28eeaXqFjltfE/view> [Diakses pada May 19, 2022].
- Eggers, R. dan A. Pietsch. 2001. *Technology Roasting*. London: Blackwell Science. *Coffee : Recent Developments*.
- Flament, I. dan Bessiere-Thomas. 2001. *Coffee Flavor Chemistry*. New York: John

Wiley and Sons.

Handi, H. Fitriyah, dan G. E. Setyawan. 2019. Sistem pemantauan menggunakan blynk dan pengendalian penyiraman tanaman jamur dengan metode logika fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*. 3(4):3258–3265.

Hardyanto, R. H. 2017. Konsep internet of things pada pembelajaran berbasis web. *Jurnal Dinamika Informatika*. ISSN 1978-

Hayati, R., A. Marliah, dan F. Rosita. 2012. Sifat kimia dan evaluasi sensori bubuk kopi arabika. *J. Floratek*. 7:66–75.

Hetzel, A. 2011. *Fine Robusta Standards and Protocols*. Uganda: Coffee Quality Institute.

Idawani. 2015. Pengolahan Pascapanen Kopi. <http://nad.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/info%0Ateknologi/664-pengolahan-pascapnen-kopi> [Diakses pada September 20, 2022].

ISO. 2001. Software product evaluation-quality characteristics and guidelines for the user (iso/iec 9126: 2001). *Geneva, Switzerland: Author*. 2001

Mahmud. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Pustaka Setia.

Maramis, R. K., G. Citraningtyas, dan F. Wehantouw. 2013. Analisis kafein dalam kopi bubuk di kota manado menggunakan spektrofotometri uv-vis. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2(4):122–128.

Mori, E. E. M., N. Bragagnolo, M. Morgano, V. Anjos, K. Yotsuyanagi, E. V. Faria, dan J. M. Iyomasa. 2003. Brazil coffee growing regions and quality of natural, pulped natural and washed coffees. *Food and Food Ingredients Journal of Japan*. 208:416–423.

Mulato, S. dan E. Suharyanto. 2012. *Kopi, Seduhan Dan Kesehatan*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.

Najiyati dan Danarti. 2001. *Kopi, Budidaya, Dan Penanganan Lepas Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Otten. 2015. Sejarah First, Second and Third Wave Coffee. <https://majalah.ottencoffee.co.id/sejarah-first-second-and-third-wavecoffee/>

Pangabeian, E. 2012. *The Secret of Barista*. Jakarta: Wahyu Media.

Poerwanty, H. 2018. *Fermentasi Teknologi Ohmic Parchment Coffee Beans (Kopi HS Basah) Terhadap Aroma*. Makassar: Universitas Hasanuddin. Thesis.

- Pressman, S. R. 2001. *Software Quality Engineering: A Practitioner's Approach*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Purnamayanti, N. P. A., B. P. Ida, dan A. Gede. 2017. Pengaruh suhu dan lama penyangraian terhadap karakteristik fisik dan mutu sensori kopi arabika (*coffea arabica* l). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*. 5(2):39–48.
- Puspitasari, R. 2020. Pengaruh Komposisi Jenis Kopi Dan Lama Penyangraian Terhadap Karakteristik Kopi Bubuk Berdasarkan Standarisasi Nasional Indonesia. *Skripsi*. Sumatra: Universitas Sriwijaya.
- Ranitaswari, P. A., S. Mulyani, dan C. A. B. Sadyasmara. 2018. Analisis kepuasan konsumen terhadap kualitas produk kopi dan kualitas pelayanan menggunakan metode importance performance analysis (studi kasus di geo coffee). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 6(2):147–157.
- Ridwansyah, S. 2003. *Pengolahan Kopi*. Medan: Universitas Sumatra Utara Digital Library.
- Sa'diyah, K., A. Usman, W. Sukrisno, dan Yusianto. 2019. Pengaruh lama perendaman buah dan fermentasi terhadap warna kulit tanduk dan citarasa kopi robusta. *Journal of Industrial and Beverage Crops*. 6(1):33–40.
- Saleh, S. A., U. Rosiana, dan B. Setyawan. 2020. Identifikasi kadar air, tingkat kecerahan dan citarasa kopi robusta dengan variasi lama perendaman. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*. 2(05):41–48.
- Sari, L. I. 2001. Mempelajari Proses Pengolahan Kopi Bubuk (*Coffea Canephora*) Alternatif Dengan Menggunakan Suhu Dan Tekanan Rendah. *Desertasi*. Bogor: Bogor Agricultural University (IPB)).
- Saripah, A. F. Aini, R. Manfaati, dan T. Hariyadi. 2021. Pengaruh suhu lingkungan dan waktu fermentasi biji kopi arabika terhadap kadar kafein, etanol, dan ph. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*. 4–5.
- SCAA. 2015. SCAA protocols cupping specialty coffee. *Specialty Coffee Association of America*. 1–10.
- Setiawan, A. 2011. *Mikrokontroler Atmega 8535 & Atmega16 Menggunakan Bascom-AVR*. Yogyakarta: Andi Offset, 2011.
- Sihombing, T. . 2011. *Studi Kelayakan Pengembangan Usaha Pengolahan Kopi Arabika (Studi Kasus PT. Sumatera Speciality Coffees)*. Bogor: Institut Pertaian Bogor. *Skripsi*.
- Sinaga, A. 2018. Proses Fermentasi Kopi Arabika Lintong Nihuta: Pengaruh Variasi Jenis Wadah Dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Mutu Kopi.

Skripsi. Sumatra: Universitas Sumatra Utara.

Sivetz, J. 2000. Altitude and quality of hulled berry coffee. *J. Revista Brasileira de Armazenamento*. 9(2):40–47.

Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.

Suleman. 2019. Pengaruh Suhu Air Seduhan Terhadap Mutu Dan Cita Rasa Kopi Arabika (*Coffea Arabica*) Dan Robusta (*Coffea Canephora*). *Skripsi*. Pangkep: Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.

Sulistiyowati. 2001. Faktor yang berperan terhadap cita rasa seduhan kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia*. 2(17):138–148.

Suwarmini, N. N., S. Mulyani, dan I. G. A. L. Triani. 2017. Pengaruh blending kopi robusta dan arabika terhadap kualitas seduhan kopi. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 5(3):84–92.

Syah, H., Yusmanizar, dan O. Maulina. 2013. Karakteristik fisik bubuk kopi arabika hasil penggilingan mekanis dengan penambahan jagung dan beras ketan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*. 5(1):32–37.

Tarigan, E. B. dan J. Towaha. 2017. Pengaruh tingkat kematangan buah, serta lama fermentasi dan penyangraian biji terhadap karakter fisikokimia kopi robusta. *Jurnal Taman Industri Dan Penyegar*. 4:163–170.

Tarigan, E. S., H. Guchi, dan P. Marbun. 2015. Evaluasi status bahan organik dan sifat fisik tanah (bulk density, tekstur, suhu tanah) pada lahan taman kopi (*coffea sp.*) di beberapa kecamatan kabupaten dairi. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(1):246–256.

Taveira, J. H. D. S., D. V. F. D. R. Sttela, D. O. Pedro, S. G. Gerson, dan P. I. Eder. 2015. Post-harvest effects on beverage quality and physiological performance of coffee beans. *African Journal of Agricultural Research*. 10(12):1457–1466.

Tawali, A. B., N. Abdullah, dan B. S. Wiranata. 2018. Pengaruh fermentasi menggunakan bakteri asam laktat yoghurt terhadap citarasa kopi robusta (*coffea robusta*). *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*. 90–97.

Verhoef, P., W. J. Pasman, T. Van Vliet, R. Urgert, dan M. B. Katan. 2002. Contribution of caffeine to the homocysteine-raising effect of coffee: a randomized controlled trial in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*. 76(6):1244–1248.

Wicaksono, M. F. 2017. Implementasi modul wifi nodemcu esp8266 untuk smart home. *Jurnal Teknik Komputer Unikom*. 6

- Widyotomo, S. dan S. Mulato. 2008. Teknologi fermentasi dan disverifikasi pulpa kakao menjadi produk yang bermutu dan bernilai tambah. *Warta Review Penelitian Kopi Dan Kakao*. 24(1):65–82.
- Widyotomo, S. dan Yusianto. 2013. Optimasi proses fermentasi biji kopi arabika dalam fermentor terkendali. *Pelita Perkebunan*. 29(1):53–68.
- Wijayanto, F. D. 2020. *Perancangan Alat Pengemas Gula Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. Jambi: Universitas Dinamika Bangsa. *Disertasi*.
- Willson, M. C., A. H. Wilman, E. C. Bell, S. J. Asghar, dan P. H. Silverstone. 2004. Dextroamphetamine causes a change in regional brain activity in vivo during cognitive tasks: a functional magnetic resonance imaging study of blood oxygen level-dependent response. *Biological Psychiatry*. 56(4):284–291.
- Yusianto. 2008. Panen dan penanganan pascapanen. *Panduan Budidaya Dan Pengolahan Kopi Arabika Gayo*. 132 – 153.
- Yusianto & Widyotomo, S. 2013. Optimasi proses fermentasi biji kopi arabika dalam fermentor terkendali optimizing. *Pelita Perkebunan*. 29(1):53–68.

UJI ORGANOLEPTIK KOPI ARABIKA

NAMA :

TANGGAL :

KODE : 34114

Aroma 6 7 8 9 10	Flavor 6 7 8 9 10	Aftertaste 6 7 8 9 10	Acidity 6 7 8 9 10 Intensity High Low	Body 6 7 8 9 10 Intensity High Low	Balance 6 7 8 9 10	Overall 6 7 8 9 10	Total Score
Sweetness 6 7 8 9 10	Cleanup 6 7 8 9 10	Uniformity 6 7 8 9 10					

KODE : 85428

Aroma 6 7 8 9 10	Flavor 6 7 8 9 10	Aftertaste 6 7 8 9 10	Acidity 6 7 8 9 10 Intensity High Low	Body 6 7 8 9 10 Intensity High Low	Balance 6 7 8 9 10	Overall 6 7 8 9 10	Total Score
Sweetness 6 7 8 9 10	Cleanup 6 7 8 9 10	Uniformity 6 7 8 9 10					

Skala Penilaian	6.00 Baik	7.00 Sangat baik	8.00 Sempurna	9.00 Istimewa
	6.25	7.25	8.25	9.25
	6.50	7.50	8.50	9.50
	6.75	7.75	8.75	9.75

Lampiran 1. Hasil Perancangan Program**Coding NodeMCU ESP8266**

```

#include <Wire.h>
#include <OneWire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <DallasTemperatur.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

//----inisialisasi LCD-----//
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16,4);
    const int R1 = D3;
    const int R2 = D5;

//-----inisialisasi sensor suhu -----//
const int kabel_sensor = D4;
OneWire kabel(kabel_sensor);
DallasTemperatur sensor(&kabel);
float suhu;

//-----inisialisasi sensor pH-----//
float calibration_value = 21.34 - 0.7;
int phval = 0;
unsigned long int avgval;
int buffer_arr[10],temp;
float ph, phfix;
const int sensor_ph = A0;

//-----token blynk-----//
const char *auth = "jxl0dkdU3W9HskqGQqXm0K2wo1GBVDNj";
//-----Konfigurasi WiFi-----//

```

```
const char *ssid = "PLG";
const char *password = "123456789";

//-----IP Address Server yang terpasang XAMPP-----//
const char *host = "iot.tip-unej.id";

void setup() {
  //-----start serial monitor-----//
  Serial.begin(9600);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("");
  Serial.print("Connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED){
    delay(1000);
    Serial.print(".");
  }
  //-----Jika koneksi berhasil, maka akan muncul address di serial monitor-----//
  Serial.println("");
  Serial.print("Connected to ");
  Serial.println(ssid);
  Serial.print("IP address:");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  //-----start blynk -----//
  Blynk.begin(auth, ssid, password);

  //-----start LCD-----//
  lcd.begin(16 , 4);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
}

int value = 0;
```



```
void loop(){
  //-----Proses Pengiriman-----//
  baca_suhu();
  baca_ph();

  if (phfix >= 5 ){
    digitalWrite(R1, LOW);
  }

  if(phfix <= 5){
    digitalWrite(R2, HIGH);
  }

  if(suhu >=32){
    digitalWrite(R1, HIGH);
  }

  if(suhu <=32){
    digitalWrite(R1, LOW);
  }
  Serial.print("connecting to ");
  Serial.println(host);

  //-----Mengirimkan ke alamat host dengan port 80-----//
  WiFiClient client;
  const int httpPort = 80;
  if (!client.connect(host, httpPort)) {
    Serial.println("connection failed");
    return;
  }

  //-----Isi Konten yang dikirim adalah alamat ip si esp -----//
  String url = "https://iot.tip-unej.id/write-data.php?suhu=";
  url += suhu;
  url += "&pH=";
  url += ph;
}
```

```

Serial.print("Requesting URL: ");
Serial.println(url);

//-----Mengirimkan Request ke Server-----//
client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
              "Host: " + host + "\r\n" +
              "Connection: close\r\n\r\n");
unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0)
  if (millis() - timeout > 1000) {
    Serial.println(">>> Client Timeout !");
    client.stop();
    return;
  }

//----- Baca semua baris balasan dari server dan cetak ke Serial-----//
while (client.available()) {
  String line = client.readStringUntil('\r');
  Serial.print(line);
}
Serial.println();
Serial.println("closing connection");
Blynk.virtualWrite(0,phfix);
Blynk.virtualWrite(1,suhu);
Blynk.run();
}

//-----kalibrasi pH-----//
void baca_ph(){
  for(int i=0;i<10;i++)
  {
    buffer_arr[i]=analogRead(A0);
  }
}

```

```
delay(50000);
}
for(int i=0;i<9;i++)
{
for(int j=i+1;j<10;j++)
{
if(buffer_arr[i]>buffer_arr[j])
{
temp=buffer_arr[i];
buffer_arr[i]=buffer_arr[j];
buffer_arr[j]=temp;
}
}
}
avgval=0;
for(int i=2;i<8;i++)
avgval+=buffer_arr[i];
float volt=(float)avgval*5.0/1024/6;
ph = -5.70 * volt + calibration_value;
phfix = ph + 2.3;
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("pH= ");
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print(phfix);
Serial.println(phfix);
delay(50000);
}
//-----kalibrasi suhu-----//
void baca_suhu(){
sensor.requestTemperatures();
suhu = sensor.getTempCByIndex(0);
lcd.setCursor(0 ,1);
lcd.print("suhu=");
lcd.setCursor(7 ,1);
lcd.print(suhu);
```

```

Serial.println(suhu);
delay(50000);
}

```

Coding tabel sensor database pada MySQL

```

CREATE TABLE data_fermentasi_kopi_arabika (
  Id, INT
  Suhu , DECIMAL
  pH, DECIMAL
  Time TIMSTAMP,
);

```

Coding PHP (write-data.php)

```

<?php
//Variabel database
$servername = "localhost";
$username = "tipp9625_iotuser";
$password = "Y8011271YZ";
$dbname = "tipp9625_dbiot";
$conn = mysqli_connect("$servername", "$username",
"$password", "$dbname");
// Prepare the SQL statement
$var1 = $_GET['suhu'];
$var2 = $_GET['pH'];
$result = mysqli_query ($conn, "INSERT INTO data_fermentasi_kopi_arabika
(suhu,pH) VALUES ('$var1','$var2')");
// echo "var1".$var1 ;
if (!$result)
{
  die ('query salah: '.mysqli_error($conn));
}
?>

```

Coding PHP (index.php)

```
<?php
    require("koneksi.php"); // memanggil file koneksi.php untuk koneksi ke database
?>
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
<title>Data fermentasi kopi arabika</title>
    <meta http-equiv="refresh" content="5">
</head>
    <body>
        <style>
            #wntable {
                border-collapse: collapse;
                width: 50%;
            }

            #wntable td, #wntable th {
                border: 1px solid #ddd;
                padding: 8px;
            }

            #wntable tr:nth-child(even){background-color: #f2f2f2;}

            #wntable tr:hover {background-color: #ddd;}

            #wntable th {
                padding-top: 12px;
                padding-bottom: 12px;
                text-align: left;
                background-color: #00A8A9;
                color: white;
            }
        </style>
    </body>
</html>
```

```

}
</style>

<div id="cards" class="cards" align="center">
  <h1> Data fermentasi kopi arabika </h1>
<p>iot.tip-unej.id/write-data.php</p>
  <table id="wntable">
    <tr>
      <th>No</th>
      <th>Data suhu</th>
      <th>Data pH</th>
      <th>Waktu</th>
    </tr>
    <?php

      $sql = mysqli_query($koneksi, "SELECT * FROM
data_fermentasi_kopi_arabika ORDER BY id DESC");

      if(mysqli_num_rows($sql) == 0){
        echo '<tr><td colspan="14">Data Tidak Ada.</td></tr>'; // jika tidak ada
        entri di database maka tampilkan 'Data Tidak Ada.'
      }else{ // jika terdapat entri maka tampilkan datanya
        $no = 1; // mewakili data dari nomor 1
        while($row = mysqli_fetch_assoc($sql)){ // fetch query yang sesuai ke
dalam array
          echo '
          <tr>
            <td>'. $no. '</td>
            <td>'. $row['suhu']. '</td>
            <td>'. $row['ph']. '</td>
            <td>'. $row['waktu']. '</td>

```

```
</tr>
    ;
    $no++; // mewakili data kedua dan seterusnya
    }
}
?>
</table>
</div>
</body>
</html>
```

Coding PHP (koneksi.php)

```
<?php

//Variabel database
$servername = "localhost";
$username = "tipp9625_iotuser";
$password = "Y8011271YZ";
$dbname = "tipp9625_dbiot";

    $koneksi = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname); //
    menggunakan mysqli_connect

    if(mysqli_connect_errno()){ // mengecek apakah koneksi database error
        echo 'Gagal melakukan koneksi ke Database : '.mysqli_connect_error();
// pesan ketika koneksi database error
    }
?>
```

Lampiran 2. Data Pembacaan Suhu dan pH Tabung Fermentor *Stainless Steel***Data fermentasi kopi arabika**

iot.tip-unej.id/write-data.php

No	Data suhu	Data pH	Waktu
1	25.00	7.60	2022-06-20 13:07:00
2	27.38	7.60	2022-06-20 13:12:00
3	27.38	7.60	2022-06-20 13:17:00
4	27.31	7.60	2022-06-20 13:22:00
5	27.31	7.60	2022-06-20 13:27:00
6	27.19	7.67	2022-06-20 13:32:00
7	27.19	7.46	2022-06-20 13:37:00
8	27.38	7.67	2022-06-20 13:42:00
9	27.44	7.57	2022-06-20 13:47:00
10	27.38	7.67	2022-06-20 13:52:00
11	27.31	7.67	2022-06-20 13:57:00
12	27.38	7.61	2022-06-20 14:02:00
13	27.44	7.60	2022-06-20 14:07:00
14	27.44	7.65	2022-06-20 14:12:00
15	25.00	7.65	2022-06-20 14:17:00
16	27.38	7.33	2022-06-20 14:22:00
17	27.31	7.65	2022-06-20 14:27:00
18	27.19	7.65	2022-06-20 14:32:20
19	27.13	7.75	2022-06-20 14:37:20
20	27.13	7.65	2022-06-20 14:42:20
21	27.13	7.32	2022-06-20 14:47:20
22	27.19	7.60	2022-06-20 14:52:20
23	27.19	7.60	2022-06-20 14:57:20
24	27.06	7.62	2022-06-20 15:02:20

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

25	27.06	7.60	2022-06-20 15:07:20
26	27.00	7.60	2022-06-20 15:12:20
27	26.94	7.60	2022-06-20 15:17:20
28	26.88	7.64	2022-06-20 15:22:20
29	26.81	7.64	2022-06-20 15:27:20
30	26.88	7.49	2022-06-20 15:32:20
31	26.81	7.64	2022-06-20 15:37:20
32	26.75	7.64	2022-06-20 15:42:20
33	26.69	7.62	2022-06-20 15:47:20
34	26.63	7.64	2022-06-20 15:52:20
35	26.56	7.64	2022-06-20 15:57:20
36	26.56	7.71	2022-06-20 16:02:20
37	26.50	7.60	2022-06-20 16:07:20
38	26.44	7.60	2022-06-20 16:12:20
39	26.38	7.60	2022-06-20 16:17:20
40	26.31	7.21	2022-06-20 16:22:20
41	26.25	7.21	2022-06-20 16:27:20
42	26.25	7.21	2022-06-20 16:32:20
43	26.19	7.21	2022-06-20 16:37:20
44	26.19	7.70	2022-06-20 16:42:20
45	26.13	7.70	2022-06-20 16:47:20
46	26.13	7.70	2022-06-20 16:52:20
47	26.06	7.70	2022-06-20 16:57:20
48	26.06	7.70	2022-06-20 17:02:20
49	26.06	7.70	2022-06-20 17:07:20
50	26.06	7.09	2022-06-20 17:12:20
51	25.94	7.09	2022-06-20 17:17:20

iot.tip-unej.id

52	25.94	7.09	2022-06-20 17:22:20
53	25.88	7.09	2022-06-20 17:27:20
54	25.88	7.09	2022-06-20 17:32:20
55	25.88	7.09	2022-06-20 17:37:20
56	25.88	7.09	2022-06-20 17:42:20
57	25.88	7.09	2022-06-20 17:47:20
58	25.88	7.09	2022-06-20 17:52:20
59	25.88	7.09	2022-06-20 17:57:20
60	25.88	7.09	2022-06-20 18:02:20
61	25.81	7.11	2022-06-20 18:07:20
62	25.81	7.11	2022-06-20 18:12:20
63	25.75	7.11	2022-06-20 18:17:20
64	25.75	7.18	2022-06-20 18:22:20
65	25.69	7.18	2022-06-20 18:27:20
66	25.63	7.11	2022-06-20 18:32:20
67	25.56	7.11	2022-06-20 18:37:20
68	25.50	7.11	2022-06-20 18:42:20
69	25.56	7.15	2022-06-20 18:47:20
70	25.50	7.11	2022-06-20 18:52:20
71	25.38	7.11	2022-06-20 18:57:20
72	25.38	7.11	2022-06-20 19:02:20
73	25.44	7.05	2022-06-20 19:07:20
74	25.38	7.05	2022-06-20 19:12:20
75	25.38	7.16	2022-06-20 19:17:20
76	25.38	7.11	2022-06-20 19:22:20
77	25.44	7.11	2022-06-20 19:27:20
78	25.38	7.11	2022-06-20 19:32:20
79	25.25	7.11	2022-06-20 19:37:20

80	25.19	7.51	2022-06-20 19:42:20
81	25.13	7.51	2022-06-20 19:47:20
82	25.06	7.61	2022-06-20 19:52:20
83	25.06	7.61	2022-06-20 19:57:20
84	25.06	7.33	2022-06-20 20:02:20
85	25.06	7.33	2022-06-20 20:07:20
86	25.00	7.33	2022-06-20 20:12:20
87	24.94	7.11	2022-06-20 20:17:20
88	24.88	7.11	2022-06-20 20:22:20
89	24.88	7.11	2022-06-20 20:27:20
90	24.88	7.11	2022-06-20 20:32:20
91	24.88	7.06	2022-06-20 20:37:20
92	24.81	7.06	2022-06-20 20:42:20
93	24.88	7.08	2022-06-20 20:47:20
94	24.81	7.08	2022-06-20 20:52:20
95	24.81	7.08	2022-06-20 20:57:20
96	24.81	7.08	2022-06-20 21:02:20
97	24.81	6.53	2022-06-20 21:07:20
98	24.75	6.53	2022-06-20 21:12:20
99	24.69	7.58	2022-06-20 21:17:20
100	24.69	7.58	2022-06-20 21:22:20
101	24.63	7.58	2022-06-20 21:27:20
102	24.63	7.58	2022-06-20 21:32:20
103	24.63	7.67	2022-06-20 21:37:20
104	24.63	7.66	2022-06-20 21:42:20
105	24.63	7.65	2022-06-20 21:47:20

106	24.56	7.65	2022-06-20 21:52:20
107	24.56	7.65	2022-06-20 21:52:20
108	24.56	7.65	2022-06-20 22:02:20
109	24.56	7.63	2022-06-20 22:07:20
110	24.56	7.63	2022-06-20 22:12:20
111	24.56	7.63	2022-06-20 22:17:20
112	24.44	7.63	2022-06-20 22:22:24
113	24.44	7.63	2022-06-20 22:27:24
114	24.38	7.61	2022-06-20 22:32:24
115	24.38	7.61	2022-06-20 22:37:24
116	24.38	7.61	2022-06-20 22:42:24
117	24.25	7.61	2022-06-20 22:47:24
118	24.25	7.61	2022-06-20 22:52:24
119	24.21	7.58	2022-06-20 22:57:24
120	24.21	7.58	2022-06-20 23:02:24
121	24.21	7.58	2022-06-20 23:07:24
122	24.21	7.58	2022-06-20 23:12:24
123	24.21	7.56	2022-06-20 23:17:24
124	24.21	7.56	2022-06-20 23:22:24
125	24.21	7.56	2022-06-20 23:27:24
126	24.21	7.54	2022-06-20 23:32:24
127	24.29	7.54	2022-06-20 23:37:24
128	24.29	7.54	2022-06-20 23:42:24
129	24.39	7.54	2022-06-20 23:47:24
130	24.39	7.52	2022-06-20 23:52:24
131	24.39	7.52	2022-06-20 23:57:24
132	24.39	7.52	2022-06-21 00:02:24
133	24.39	7.52	2022-06-21 00:07:24

iot.tip-unej.id

134	24.42	7.49	2022-06-21 00:12:24
135	24.42	7.49	2022-06-21 00:17:24
136	24.42	7.49	2022-06-21 00:17:24
137	24.42	7.49	2022-06-22 00:22:24
138	24.42	7.49	2022-06-23 00:27:24
139	24.42	7.49	2022-06-24 00:32:24
140	24.42	7.49	2022-06-25 00:37:24
141	24.42	7.49	2022-06-26 00:42:24
142	24.39	7.52	2022-06-20 00:52:24
143	24.39	7.52	2022-06-20 00:57:24
144	23.19	7.49	2022-06-21 01:02:24
145	23.19	7.49	2022-06-22 01:07:24
146	23.19	7.49	2022-06-23 01:12:24
147	23.19	7.49	2022-06-24 01:17:24
148	23.19	7.49	2022-06-21 01:22:24
149	23.13	7.45	2022-06-21 01:27:24
150	23.13	7.45	2022-06-21 01:32:24
151	23.13	7.45	2022-06-21 01:37:24
152	23.13	7.45	2022-06-21 01:42:24
153	23.06	7.43	2022-06-21 01:47:24
154	23.06	7.43	2022-06-21 01:52:24
155	23.06	7.43	2022-06-21 01:57:24
156	23.06	7.43	2022-06-21 02:02:24
157	23.06	7.41	2022-06-21 02:07:24
158	23.00	7.55	2022-06-21 02:12:24
159	22.94	7.55	2022-06-21 02:17:24
160	22.94	7.55	2022-06-21 02:22:24
161	23.00	7.55	2022-06-21 02:27:24

162	22.88	7.43	2022-06-21 02:32:24
163	22.88	7.43	2022-06-21 02:37:24
164	22.88	7.43	2022-06-21 02:42:24
165	22.88	7.43	2022-06-21 02:47:24
166	22.88	7.43	2022-06-21 02:52:24
167	22.88	7.43	2022-06-21 02:57:24
168	22.88	7.43	2022-06-21 03:02:24
169	22.92	7.40	2022-06-21 03:07:24
170	22.92	7.40	2022-06-21 03:12:24
171	22.92	7.40	2022-06-21 03:17:24
172	22.92	7.40	2022-06-21 03:22:24
173	22.92	7.40	2022-06-21 03:27:24
174	22.44	7.40	2022-06-21 03:32:24
175	22.44	7.40	2022-06-21 03:37:24
176	22.44	7.40	2022-06-21 03:42:24
177	22.44	7.40	2022-06-21 03:47:24
178	22.44	7.40	2022-06-21 03:52:24
179	22.44	7.40	2022-06-21 03:57:24
180	22.13	7.40	2022-06-21 04:02:24
181	22.13	7.40	2022-06-21 04:07:24
182	22.13	7.40	2022-06-21 04:12:24
183	22.06	7.40	2022-06-21 04:17:24
184	22.13	7.38	2022-06-21 04:22:24
185	22.06	7.38	2022-06-21 04:27:24
186	21.94	7.38	2022-06-21 04:32:24
187	22.00	7.38	2022-06-21 04:37:24
188	22.00	7.45	2022-06-21 04:42:24

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

189	22.00	7.45	2022-06-21 04:47:24
190	21.94	7.45	2022-06-21 04:52:24
191	21.94	7.45	2022-06-21 04:57:24
192	21.88	7.45	2022-06-21 05:02:24
193	21.88	7.35	2022-06-21 05:07:24
194	21.88	7.35	2022-06-21 05:12:24
195	21.88	7.35	2022-06-21 05:17:24
196	21.81	7.37	2022-06-21 05:22:24
197	21.88	7.35	2022-06-21 05:27:24
198	21.88	7.35	2022-06-21 05:32:24
199	21.88	7.35	2022-06-21 05:37:24
200	21.88	7.35	2022-06-21 05:42:24
201	21.88	7.35	2022-06-21 05:47:24
202	21.88	7.35	2022-06-21 05:52:24
203	21.88	7.35	2022-06-21 05:57:24
204	21.34	7.31	2022-06-21 06:02:24
205	21.40	7.31	2022-06-21 06:07:24
206	21.46	7.31	2022-06-21 06:12:24
207	21.52	7.31	2022-06-21 06:17:24
208	21.58	7.31	2022-06-21 06:22:24
209	21.64	7.31	2022-06-21 06:27:24
210	21.70	7.31	2022-06-21 06:32:24
211	21.76	7.31	2022-06-21 06:37:24
212	21.82	7.50	2022-06-21 06:42:24
213	21.88	7.50	2022-06-21 06:47:24
214	21.94	7.50	2022-06-21 06:52:24
215	22.00	7.50	2022-06-21 06:57:24
216	22.00	7.31	2022-06-21 07:02:24
217	22.06	7.28	2022-06-21 07:07:24

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

218	22.19	7.28	2022-06-21 07:12:24
219	22.25	7.28	2022-06-21 07:17:24
220	22.31	7.28	2022-06-21 07:22:24
221	22.44	7.28	2022-06-21 07:27:24
222	22.56	7.28	2022-06-21 07:32:24
223	22.56	7.28	2022-06-21 07:37:24
224	22.63	7.28	2022-06-21 07:42:24
225	22.75	7.28	2022-06-21 07:47:24
226	22.81	7.28	2022-06-21 07:52:24
227	22.94	7.28	2022-06-21 07:57:24
228	23.06	7.23	2022-06-21 08:02:24
229	23.19	7.23	2022-06-21 08:07:24
230	23.31	7.23	2022-06-21 08:12:24
231	23.38	7.23	2022-06-21 08:17:24
232	25.00	7.18	2022-06-21 08:22:24
233	24.63	7.18	2022-06-21 08:27:24
234	24.69	7.43	2022-06-21 08:32:24
235	24.75	7.43	2022-06-21 08:37:24
236	24.81	7.43	2022-06-21 08:42:00
237	24.94	7.43	2022-06-21 08:47:00
238	25.00	7.43	2022-06-21 08:52:00
239	25.00	7.18	2022-06-21 08:57:00
240	25.06	7.14	2022-06-21 09:02:00
241	25.13	7.14	2022-06-21 09:07:00
242	25.19	7.14	2022-06-21 09:12:00
243	25.25	7.14	2022-06-21 09:17:00
244	25.31	7.14	2022-06-21 09:22:00
245	25.44	7.14	2022-06-21 09:27:00
246	25.50	7.14	2022-06-21 09:32:00

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

247	25.50	7.14	2022-06-21 09:37:00
248	25.56	7.16	2022-06-21 09:42:00
249	25.75	7.16	2022-06-21 09:47:00
250	25.69	7.16	2022-06-21 09:52:00
251	25.69	7.16	2022-06-21 09:57:00
252	25.69	7.16	2022-06-21 10:02:00
253	25.75	7.09	2022-06-21 10:07:00
254	25.81	7.09	2022-06-21 10:12:00
255	25.94	7.09	2022-06-21 10:17:00
256	26.00	7.09	2022-06-21 10:22:00
257	26.13	7.03	2022-06-21 10:27:00
258	26.13	7.03	2022-06-21 10:32:00
259	26.19	7.03	2022-06-21 10:37:00
260	26.13	7.03	2022-06-21 10:42:00
261	26.19	7.03	2022-06-21 10:47:00
262	26.44	7.03	2022-06-21 10:52:00
263	26.50	7.03	2022-06-21 10:57:00
264	26.63	7.03	2022-06-21 11:02:00
265	26.56	7.03	2022-06-21 11:07:00
266	26.56	7.03	2022-06-21 11:12:00
267	26.56	7.03	2022-06-21 11:17:00
268	26.81	7.00	2022-06-21 11:22:00
269	27.31	7.00	2022-06-21 11:27:00
270	27.56	7.00	2022-06-21 11:32:00
271	27.75	7.00	2022-06-21 11:37:00
272	27.81	7.00	2022-06-21 11:42:00
273	27.88	6.98	2022-06-21 11:47:00
274	27.88	6.98	2022-06-21 11:52:00
275	27.94	6.98	2022-06-21 11:57:00
276	27.81	6.98	2022-06-21 12:02:00

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

277	27.94	6.98	2022-06-21 12:07:00
278	27.88	6.98	2022-06-21 12:12:00
279	28.56	6.92	2022-06-21 12:17:00
280	28.69	6.92	2022-06-21 12:22:00
281	28.69	6.92	2022-06-21 12:27:00
282	25.00	6.92	2022-06-21 12:32:00
283	28.75	6.92	2022-06-21 12:37:00
284	28.63	6.77	2022-06-21 12:42:00
285	25.00	6.77	2022-06-21 12:47:00
286	28.63	6.77	2022-06-21 12:52:00
287	28.63	6.77	2022-06-21 12:57:00
288	28.63	6.92	2022-06-21 13:02:00
289	28.88	6.92	2022-06-21 13:07:00
290	28.88	6.92	2022-06-21 13:12:00
291	28.88	6.92	2022-06-21 13:17:00
292	28.94	6.92	2022-06-21 13:22:00
293	29.06	6.92	2022-06-21 13:27:00
294	25.00	6.89	2022-06-21 13:32:00
295	28.88	6.89	2022-06-21 13:37:00
296	25.00	6.89	2022-06-21 13:42:00
297	28.69	6.89	2022-06-21 13:47:00
298	28.56	6.89	2022-06-21 13:52:00
299	28.25	6.89	2022-06-21 13:57:00
300	28.25	6.89	2022-06-21 14:02:00
301	28.25	6.89	2022-06-21 14:07:00
302	28.38	6.85	2022-06-21 14:12:00
303	28.38	6.85	2022-06-21 14:17:00

Tidak Aman – iot.tip-unej.id

304	28.44	6.85	2022-06-21 14:22:00
305	28.44	6.85	2022-06-21 14:27:00
306	28.50	6.85	2022-06-21 14:32:00
307	28.50	6.85	2022-06-21 14:37:00
308	25.00	6.65	2022-06-21 14:42:00
309	28.56	6.65	2022-06-21 14:47:00
310	28.44	6.60	2022-06-21 14:52:00
311	25.00	6.65	2022-06-21 14:57:00
312	28.50	6.81	2022-06-21 15:02:00
313	28.44	6.81	2022-06-21 15:07:00
314	28.44	6.81	2022-06-21 15:12:00
315	28.31	6.81	2022-06-21 15:17:00
316	28.31	6.81	2022-06-21 15:22:00
317	28.38	6.81	2022-06-21 15:27:00
318	28.38	6.81	2022-06-21 15:32:00
319	28.31	6.79	2022-06-21 15:37:00
320	28.31	6.79	2022-06-21 15:42:00
321	28.25	6.79	2022-06-21 15:47:00
322	28.13	6.79	2022-06-21 15:52:00
323	28.00	6.79	2022-06-21 15:57:26
324	27.94	6.79	2022-06-21 16:02:26
325	27.88	6.79	2022-06-21 16:07:26
326	27.81	6.72	2022-06-21 16:12:26
327	27.75	6.72	2022-06-21 16:17:26
328	27.75	6.72	2022-06-21 16:22:26
329	27.69	6.72	2022-06-21 16:27:26
330	27.63	6.72	2022-06-21 16:32:26
331	27.56	6.75	2022-06-21 16:37:26

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

322	28.13	6.79	2022-06-21 15:52:00
323	28.00	6.79	2022-06-21 15:57:26
324	27.94	6.79	2022-06-21 16:02:26
325	27.88	6.79	2022-06-21 16:07:26
326	27.81	6.72	2022-06-21 16:12:26
327	27.75	6.72	2022-06-21 16:17:26
328	27.75	6.72	2022-06-21 16:22:26
329	27.69	6.72	2022-06-21 16:27:26
330	27.63	6.72	2022-06-21 16:32:26
331	27.56	6.75	2022-06-21 16:37:26
332	27.50	6.75	2022-06-21 16:42:26
333	27.38	6.75	2022-06-21 16:47:26
334	27.31	6.75	2022-06-21 16:52:26
335	27.31	6.75	2022-06-21 16:57:26
336	27.19	6.75	2022-06-21 17:02:26
337	27.19	6.75	2022-06-21 17:07:26
338	27.13	6.75	2022-06-21 17:12:26
339	27.13	6.75	2022-06-21 17:17:26
340	27.13	6.75	2022-06-21 17:22:26
341	27.06	6.75	2022-06-21 17:27:26
342	27.06	6.64	2022-06-21 17:32:26
343	27.00	6.64	2022-06-21 17:37:26
344	27.06	6.64	2022-06-21 17:42:26
345	26.94	6.64	2022-06-21 17:47:26
346	26.88	6.64	2022-06-21 17:52:26
347	26.88	6.72	2022-06-21 17:57:26
348	26.81	6.72	2022-06-21 18:02:26
349	26.81	6.72	2022-06-21 18:07:26

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

350	26.69	6.72	2022-06-21 18:12:26
351	26.63	6.72	2022-06-21 18:17:26
352	26.63	6.72	2022-06-21 18:22:26
353	26.56	6.72	2022-06-21 18:27:26
354	26.50	6.69	2022-06-21 18:32:26
355	26.44	6.69	2022-06-21 18:37:26
356	26.38	6.69	2022-06-21 18:42:26
357	26.38	6.69	2022-06-21 18:47:26
358	26.31	6.69	2022-06-21 18:52:26
359	26.31	6.69	2022-06-21 18:57:26
360	26.25	6.69	2022-06-21 19:02:26
361	26.19	6.69	2022-06-21 19:07:26
362	26.13	6.69	2022-06-21 19:12:26
363	26.13	6.69	2022-06-21 19:17:26
364	26.06	6.67	2022-06-21 19:22:26
365	26.06	6.67	2022-06-21 19:27:26
366	26.06	6.67	2022-06-21 19:32:26
367	25.94	6.67	2022-06-21 19:37:26
368	25.81	6.67	2022-06-21 19:42:26
369	25.75	6.67	2022-06-21 19:47:26
370	25.63	6.67	2022-06-21 19:52:26
371	25.56	6.67	2022-06-21 19:57:26
372	25.50	6.67	2022-06-21 20:02:26
373	25.38	6.67	2022-06-21 20:07:26
374	25.38	6.67	2022-06-21 20:12:26
375	25.38	6.67	2022-06-21 20:17:26
376	25.13	6.67	2022-06-21 20:22:26
377	25.00	6.65	2022-06-21 20:27:26

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

378	24.88	6.65	2022-06-21 20:32:26
379	24.75	6.65	2022-06-21 20:37:00
380	24.75	6.65	2022-06-21 20:42:00
381	24.81	6.65	2022-06-21 20:47:00
382	24.81	6.65	2022-06-21 20:52:00
383	24.81	6.65	2022-06-21 20:57:00
384	24.75	6.65	2022-06-21 21:02:00
385	24.75	6.65	2022-06-21 21:07:00
386	24.75	6.65	2022-06-21 21:12:00
387	24.75	6.62	2022-06-21 21:17:00
388	24.69	6.62	2022-06-21 21:22:00
389	24.56	6.62	2022-06-21 21:27:00
390	24.50	6.62	2022-06-21 21:32:00
391	24.56	6.62	2022-06-21 21:37:00
392	24.56	6.62	2022-06-21 21:42:00
393	24.56	6.62	2022-06-21 21:47:00
394	24.50	6.62	2022-06-21 21:52:00
395	24.38	6.62	2022-06-21 21:57:00
396	24.38	6.62	2022-06-21 22:02:00
397	24.38	6.59	2022-06-21 22:07:00
398	24.38	6.59	2022-06-21 22:12:00
399	24.38	6.59	2022-06-21 22:17:00
400	24.38	6.59	2022-06-21 22:22:00
401	24.31	6.59	2022-06-21 22:27:00
402	24.25	6.59	2022-06-21 22:32:00
403	24.19	6.59	2022-06-21 22:37:00
404	24.19	6.59	2022-06-21 22:42:00

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

405	24.13	6.59	2022-06-21 22:47:00
406	24.13	6.59	2022-06-21 22:52:00
407	24.00	6.56	2022-06-21 22:57:00
408	24.06	6.56	2022-06-21 23:02:00
409	24.00	6.56	2022-06-21 23:07:00
410	24.00	6.56	2022-06-21 23:12:00
411	23.81	6.56	2022-06-21 23:17:00
412	23.75	6.56	2022-06-21 23:22:00
413	23.69	6.56	2022-06-21 23:27:00
414	23.69	6.56	2022-06-21 23:32:00
415	23.69	6.56	2022-06-21 23:37:00
416	23.69	6.64	2022-06-21 23:42:00
417	23.63	6.64	2022-06-21 23:47:00
418	23.69	6.64	2022-06-21 23:52:00
419	23.69	6.64	2022-06-21 23:57:00
420	23.69	6.64	2022-06-22 00:02:00
421	23.63	6.64	2022-06-22 00:07:00
422	23.63	6.64	2022-06-22 00:12:00
423	23.56	6.64	2022-06-22 00:17:00
424	23.56	6.61	2022-06-22 00:22:00
425	23.56	6.61	2022-06-22 00:27:00
426	23.56	6.61	2022-06-22 00:32:00
427	23.56	6.61	2022-06-22 00:37:00
428	23.56	6.61	2022-06-22 00:42:00
429	23.56	6.61	2022-06-22 00:47:00
430	23.56	6.61	2022-06-22 00:52:00
431	23.56	6.61	2022-06-22 00:57:00
432	23.43	5.59	2022-06-22 01:02:00

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

433	23.37	5.59	2022-06-22 01:07:00
434	23.31	5.59	2022-06-22 01:12:00
435	23.25	5.59	2022-06-22 01:17:00
436	23.19	5.59	2022-06-22 01:22:00
437	23.13	5.59	2022-06-22 01:27:00
438	23.13	5.59	2022-06-22 01:32:00
439	23.13	5.59	2022-06-22 01:37:00
440	23.13	5.59	2022-06-22 01:42:00
441	23.06	5.59	2022-06-22 01:47:00
442	23.06	5.55	2022-06-22 01:52:00
443	23.06	5.55	2022-06-22 01:57:00
444	23.06	5.55	2022-06-22 02:02:00
445	23.06	5.55	2022-06-22 02:07:00
446	23.00	5.55	2022-06-22 02:12:00
447	22.94	5.55	2022-06-22 02:17:00
448	22.94	5.55	2022-06-22 02:22:00
449	23.00	5.55	2022-06-22 02:26:00
450	22.88	5.55	2022-06-22 02:32:00
451	22.44	5.55	2022-06-22 02:37:00
452	22.00	5.53	2022-06-22 02:42:00
453	21.56	5.53	2022-06-22 02:47:00
454	21.12	5.53	2022-06-22 02:52:00
455	20.68	5.53	2022-06-22 02:57:00
456	20.24	5.33	2022-06-22 03:02:00
457	20.24	5.53	2022-06-22 03:07:00
458	20.24	5.53	2022-06-22 03:12:00
459	20.24	5.51	2022-06-22 03:17:00
460	20.24	5.53	2022-06-22 03:22:00
461	20.24	5.49	2022-06-22 03:27:00

462	22.16	5.49	2022-06-22 03:32:00
463	22.16	5.33	2022-06-22 03:37:00
464	22.16	5.49	2022-06-22 03:42:00
465	22.16	5.41	2022-06-22 03:47:00
466	22.16	5.49	2022-06-22 03:52:00
467	22.16	5.49	2022-06-22 03:57:00
468	22.13	5.41	2022-06-22 04:02:00
469	22.13	5.47	2022-06-22 04:07:00
470	22.13	5.47	2022-06-22 04:12:00
471	22.06	5.27	2022-06-22 04:17:00
472	22.13	5.47	2022-06-22 04:22:00
473	22.06	5.47	2022-06-22 04:27:00
474	21.94	5.31	2022-06-22 04:32:00
475	22.00	5.47	2022-06-22 04:37:00
476	22.00	5.21	2022-06-22 04:42:00
477	22.00	5.47	2022-06-22 04:47:00
478	21.94	5.43	2022-06-22 04:52:00
479	21.94	5.43	2022-06-22 04:57:00
480	21.88	5.43	2022-06-22 05:02:00
481	21.88	5.43	2022-06-22 05:07:00
482	21.88	5.43	2022-06-22 05:12:00
483	21.88	5.48	2022-06-22 05:17:00
484	21.81	5.43	2022-06-22 05:22:00
485	21.88	5.47	2022-06-22 05:27:00
486	21.88	5.43	2022-06-22 05:32:00
487	21.88	5.66	2022-06-22 05:37:00
488	21.88	5.39	2022-06-22 05:42:00
489	21.88	5.45	2022-06-22 05:47:00
490	21.88	5.39	2022-06-22 05:52:00

462	22.16	5.49	2022-06-22 03:32:00
463	22.16	5.33	2022-06-22 03:37:00
464	22.16	5.49	2022-06-22 03:42:00
465	22.16	5.41	2022-06-22 03:47:00
466	22.16	5.49	2022-06-22 03:52:00
467	22.16	5.49	2022-06-22 03:57:00
468	22.13	5.41	2022-06-22 04:02:00
469	22.13	5.47	2022-06-22 04:07:00
470	22.13	5.47	2022-06-22 04:12:00
471	22.06	5.27	2022-06-22 04:17:00
472	22.13	5.47	2022-06-22 04:22:00
473	22.06	5.47	2022-06-22 04:27:00
474	21.94	5.31	2022-06-22 04:32:00
475	22.00	5.47	2022-06-22 04:37:00
476	22.00	5.21	2022-06-22 04:42:00
477	22.00	5.47	2022-06-22 04:47:00
478	21.94	5.43	2022-06-22 04:52:00
479	21.94	5.43	2022-06-22 04:57:00
480	21.88	5.43	2022-06-22 05:02:00
481	21.88	5.43	2022-06-22 05:07:00
482	21.88	5.43	2022-06-22 05:12:00
483	21.88	5.48	2022-06-22 05:17:00
484	21.81	5.43	2022-06-22 05:22:00
485	21.88	5.47	2022-06-22 05:27:00
486	21.88	5.43	2022-06-22 05:32:00
487	21.88	5.66	2022-06-22 05:37:00
488	21.88	5.39	2022-06-22 05:42:00
489	21.88	5.45	2022-06-22 05:47:00
490	21.88	5.39	2022-06-22 05:52:00

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

491	21.88	5.39	2022-06-22 05:57:00
492	21.34	5.11	2022-06-22 06:02:00
493	21.40	5.39	2022-06-22 06:07:00
494	21.46	5.39	2022-06-22 06:12:00
495	21.52	5.21	2022-06-22 06:17:00
496	21.58	5.39	2022-06-22 06:22:00
497	21.64	5.39	2022-06-22 06:27:00
498	21.70	5.37	2022-06-22 06:32:00
499	21.76	5.22	2022-06-22 06:37:00
500	21.82	5.37	2022-06-22 06:42:00
501	21.88	5.56	2022-06-22 06:47:00
502	21.94	5.37	2022-06-22 06:52:00
503	22.00	5.22	2022-06-22 06:57:00
504	22.00	5.37	2022-06-22 07:02:00
505	22.06	5.37	2022-06-22 07:07:00
506	22.19	5.37	2022-06-22 07:12:00
507	22.25	5.37	2022-06-22 07:17:00
508	22.31	5.35	2022-06-22 07:22:00
509	22.44	5.35	2022-06-22 07:27:00
510	22.56	5.15	2022-06-22 07:32:00
511	22.56	5.35	2022-06-22 07:37:00
512	22.63	5.11	2022-06-22 07:42:00
513	22.75	5.39	2022-06-22 07:47:00
514	22.81	5.35	2022-06-22 07:52:00
515	22.94	5.35	2022-06-22 07:57:00
516	23.06	5.35	2022-06-22 08:02:00
517	23.19	5.35	2022-06-22 08:07:00
518	23.31	5.28	2022-06-22 08:12:00
519	23.38	5.35	2022-06-22 08:17:00

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

520	23.50	5.54	2022-06-22 08:22:00
521	23.63	5.31	2022-06-22 08:27:00
522	23.75	5.31	2022-06-22 08:32:00
523	23.88	5.34	2022-06-22 08:37:17
524	23.94	5.31	2022-06-22 08:42:17
525	24.00	5.31	2022-06-22 08:47:17
526	24.13	5.22	2022-06-22 08:52:17
527	24.25	5.22	2022-06-22 08:57:17
528	24.38	5.31	2022-06-22 09:02:17
529	24.44	5.31	2022-06-22 09:07:17
530	24.44	5.31	2022-06-22 09:12:17
531	24.44	5.29	2022-06-22 09:17:17
532	24.56	5.29	2022-06-22 09:22:17
533	24.69	5.41	2022-06-22 09:27:17
534	24.88	5.41	2022-06-22 09:32:17
535	24.94	5.29	2022-06-22 09:37:17
536	25.19	5.29	2022-06-22 09:42:17
537	25.31	5.12	2022-06-22 09:47:17
538	25.19	5.12	2022-06-22 09:52:17
539	25.19	5.12	2022-06-22 09:57:17
540	25.19	5.29	2022-06-22 10:02:17
541	25.31	5.29	2022-06-22 10:07:17
542	25.63	5.28	2022-06-22 10:12:17
543	25.63	5.21	2022-06-22 10:17:17
544	25.81	5.21	2022-06-22 10:22:17
545	25.81	5.28	2022-06-22 10:27:17
546	25.81	5.28	2022-06-22 10:32:17
547	25.81	5.26	2022-06-22 10:37:17
548	25.88	5.30	2022-06-22 10:42:17
549	26.25	5.30	2022-06-22 10:47:17

550	26.81	5.26	2022-06-22 10:52:17
551	27.06	5.26	2022-06-22 10:57:17
552	27.13	5.34	2022-06-22 11:02:17
553	27.19	5.34	2022-06-22 11:07:17
554	27.06	5.26	2022-06-22 11:12:17
555	27.13	5.26	2022-06-22 11:17:17
556	25.00	5.26	2022-06-22 11:22:17
557	27.13	5.12	2022-06-22 11:27:17
558	27.19	5.12	2022-06-22 11:32:17
559	27.31	5.12	2022-06-22 11:37:17
560	27.31	5.23	2022-06-22 11:42:17
561	27.44	5.23	2022-06-22 11:47:17
562	27.56	5.09	2022-06-22 11:52:17
563	27.50	5.09	2022-06-22 11:57:17
564	27.69	5.23	2022-06-22 12:02:17
565	27.63	5.23	2022-06-22 12:07:17
566	27.56	5.23	2022-06-22 12:12:17
567	27.69	5.27	2022-06-22 12:17:17
568	28.00	5.27	2022-06-22 12:22:17
569	28.19	5.27	2022-06-22 12:27:17
570	28.38	5.21	2022-06-22 12:32:17
571	28.13	5.21	2022-06-22 12:37:17
572	28.31	5.32	2022-06-22 12:42:17
573	28.56	5.32	2022-06-22 12:47:17
574	28.75	5.21	2022-06-22 12:52:17
575	28.75	5.24	2022-06-22 12:57:17
576	28.88	5.21	2022-06-22 13:02:17
577	29.00	5.21	2022-06-22 13:07:17
578	28.88	5.21	2022-06-22 13:12:17

579	28.69	5.21	2022-06-22 13:17:17
580	28.81	5.19	2022-06-22 13:22:17
581	28.94	5.22	2022-06-22 13:27:17
582	28.88	5.19	2022-06-22 13:32:17
583	28.81	5.19	2022-06-22 13:37:17
584	28.75	5.19	2022-06-22 13:42:17
585	28.69	5.31	2022-06-22 13:47:17
586	28.69	5.31	2022-06-22 13:52:17
587	28.81	5.31	2022-06-22 13:57:17
588	28.75	5.19	2022-06-22 14:02:17
589	28.94	5.19	2022-06-22 14:07:17
590	28.94	5.13	2022-06-22 14:12:31
591	28.75	5.13	2022-06-22 14:17:31
592	28.75	5.19	2022-06-22 14:22:31
593	28.94	5.19	2022-06-22 14:27:31
594	29.00	5.19	2022-06-22 14:32:31
595	28.81	5.18	2022-06-22 14:37:31
596	28.88	5.18	2022-06-22 14:42:31
597	29.06	5.18	2022-06-22 14:47:31
598	28.88	5.12	2022-06-22 14:52:31
599	28.81	5.12	2022-06-22 14:57:31
600	29.00	5.12	2022-06-22 15:02:31
601	28.94	5.18	2022-06-22 15:07:31
602	28.75	5.16	2022-06-22 15:12:31
603	28.56	5.16	2022-06-22 15:17:31
604	28.44	5.21	2022-06-22 15:22:31
605	28.25	5.21	2022-06-22 15:27:31
606	28.06	5.16	2022-06-22 15:32:31
607	27.94	5.16	2022-06-22 15:37:31

608	27.81	5.26	2022-06-22 15:42:31
609	27.81	5.16	2022-06-22 15:47:31
610	27.69	5.16	2022-06-22 15:52:31
611	27.69	5.16	2022-06-22 15:57:31
612	27.63	5.16	2022-06-22 16:02:31
613	27.63	5.21	2022-06-22 16:07:31
614	27.56	5.16	2022-06-22 16:12:31
615	27.50	5.18	2022-06-22 16:17:31
616	27.44	5.16	2022-06-22 16:22:31
617	27.38	5.16	2022-06-22 16:27:31
618	27.25	5.29	2022-06-22 16:32:31
619	27.25	5.14	2022-06-22 16:37:31
620	27.25	5.10	2022-06-22 16:42:31
621	27.13	5.14	2022-06-22 16:47:31
622	27.13	5.14	2022-06-22 16:52:31
623	27.13	5.21	2022-06-22 16:57:00
624	27.06	5.14	2022-06-22 17:02:00
625	27.06	5.14	2022-06-22 17:07:00
626	27.00	5.14	2022-06-22 17:12:00
627	26.94	5.14	2022-06-22 17:17:00
628	26.94	5.23	2022-06-22 17:22:00
629	26.94	5.14	2022-06-22 17:27:00
630	26.88	5.14	2022-06-22 17:32:00
631	26.88	5.17	2022-06-22 17:37:00
632	26.81	5.14	2022-06-22 17:42:00
633	26.75	5.24	2022-06-22 17:47:00
634	26.69	5.14	2022-06-22 17:52:00
635	26.69	5.14	2022-06-22 17:57:00
636	26.56	5.13	2022-06-22 18:02:00
637	26.56	5.13	2022-06-22 18:07:00

638	27.13	5.14	2022-06-22 16:47:31
639	27.13	5.14	2022-06-22 16:52:31
640	27.13	5.21	2022-06-22 16:57:00
641	27.06	5.14	2022-06-22 17:02:00
642	27.06	5.14	2022-06-22 17:07:00
643	27.00	5.14	2022-06-22 17:12:00
644	26.94	5.14	2022-06-22 17:17:00
645	26.94	5.23	2022-06-22 17:22:00
646	26.94	5.14	2022-06-22 17:27:00
647	26.88	5.14	2022-06-22 17:32:00
648	26.88	5.17	2022-06-22 17:37:00
649	26.81	5.14	2022-06-22 17:42:00
650	26.75	5.24	2022-06-22 17:47:00
651	26.69	5.14	2022-06-22 17:52:00
652	26.69	5.14	2022-06-22 17:57:00
653	26.56	5.13	2022-06-22 18:02:00
654	26.56	5.13	2022-06-22 18:07:00
655	26.50	5.21	2022-06-22 18:12:00
656	26.50	5.13	2022-06-22 18:17:00
657	26.44	5.13	2022-06-22 18:22:00
658	26.44	5.23	2022-06-22 18:27:00
659	26.31	5.16	2022-06-22 18:32:00
660	26.25	5.13	2022-06-22 18:37:00
661	26.25	5.13	2022-06-22 18:42:00
662	26.19	5.11	2022-06-22 18:47:00
663	26.13	5.13	2022-06-22 18:52:00
664	26.13	5.11	2022-06-22 18:57:00
665	26.06	5.11	2022-06-22 19:02:00
666	26.00	5.11	2022-06-22 19:07:00

Tidak Aman — iot.tip-unej.id

667	25.00	5.09	2022-06-22 20:37:00
668	25.69	5.09	2022-06-22 20:42:00
669	25.63	5.19	2022-06-22 20:47:00
670	25.63	5.09	2022-06-22 20:52:00
671	25.63	5.09	2022-06-22 20:57:00
672	25.63	5.09	2022-06-22 21:02:00
673	25.63	5.09	2022-06-22 21:07:32
674	25.69	5.22	2022-06-22 21:12:32
675	25.69	5.22	2022-06-22 21:17:32
676	25.69	5.07	2022-06-22 21:22:32
677	25.63	5.07	2022-06-22 21:27:32
678	25.63	5.24	2022-06-22 21:32:32
679	25.63	5.07	2022-06-22 21:37:32
680	25.63	5.07	2022-06-22 21:42:32
681	25.63	5.13	2022-06-22 21:47:32
682	25.63	5.07	2022-06-22 21:52:32
683	25.56	5.07	2022-06-22 21:57:32
684	25.56	5.07	2022-06-22 22:02:32
685	25.56	5.05	2022-06-22 22:07:32
686	25.56	5.05	2022-06-22 22:12:32
687	25.56	5.05	2022-06-22 22:17:32
688	25.50	5.05	2022-06-22 22:22:32
689	25.50	5.05	2022-06-22 22:27:32
690	25.50	5.05	2022-06-22 22:32:32
691	25.44	5.05	2022-06-22 22:37:32
692	25.38	5.08	2022-06-22 22:42:32
693	25.44	5.05	2022-06-22 22:47:32
694	25.44	5.05	2022-06-22 22:52:32

695	25.44	5.05	2022-06-22 22:57:32
696	25.50	5.05	2022-06-22 23:02:32
697	25.50	5.17	2022-06-22 23:07:32
698	25.50	5.17	2022-06-22 23:12:32
699	25.50	5.17	2022-06-22 23:17:32
700	25.50	5.05	2022-06-22 23:22:32
701	25.50	5.05	2022-06-22 23:27:32
702	25.50	5.03	2022-06-22 23:32:32
703	25.56	5.05	2022-06-22 23:37:32
704	25.50	5.03	2022-06-22 23:42:32
705	25.50	5.08	2022-06-22 23:47:32
706	25.44	5.03	2022-06-22 23:52:32
707	25.50	5.03	2022-06-22 23:57:32
708	25.44	5.03	2022-06-23 00:02:32
709	25.50	5.06	2022-06-23 00:07:32
710	25.38	5.03	2022-06-23 00:12:32
711	25.44	5.13	2022-06-23 00:17:32
712	25.44	5.03	2022-06-23 00:22:32
713	25.44	5.04	2022-06-23 00:27:32
714	25.38	5.03	2022-06-23 00:32:32
715	25.44	5.03	2022-06-23 00:37:32
716	25.44	5.03	2022-06-23 00:42:32
717	25.38	5.03	2022-06-23 00:47:32
718	25.31	5.01	2022-06-23 00:52:32
719	25.31	5.23	2022-06-23 00:57:32
720	25.31	5.01	2022-06-23 01:02:32
721	25.31	5.01	2022-06-23 01:07:32
722	25.25	5.11	2022-06-23 01:12:32
723	25.25	5.01	2022-06-23 01:17:32

724	25.31	5.21	2022-06-23 01:22:32
725	25.31	5.01	2022-06-23 01:27:32
726	25.31	5.01	2022-06-23 01:32:32
727	25.25	5.21	2022-06-23 01:37:32
728	25.25	5.01	2022-06-23 01:42:32
729	25.19	5.01	2022-06-23 01:47:32
730	25.19	5.00	2022-06-23 01:52:32
731	25.13	5.00	2022-06-23 01:57:32
732	25.06	5.00	2022-06-23 02:02:32
733	25.00	5.31	2022-06-23 02:07:32
734	24.94	5.31	2022-06-23 02:12:32
735	24.88	5.31	2022-06-23 02:17:32
736	24.81	5.00	2022-06-23 02:22:32
737	24.81	5.13	2022-06-23 02:27:32
738	24.81	5.00	2022-06-23 02:32:32
739	24.81	4.49	2022-06-23 02:37:32
740	24.81	4.49	2022-06-23 02:42:32
741	24.75	4.33	2022-06-23 02:47:32
742	24.75	4.49	2022-06-23 02:52:32
743	24.75	4.49	2022-06-23 02:57:32
744	24.69	4.42	2022-06-23 03:02:32
745	24.69	4.49	2022-06-23 03:07:32
746	24.63	4.48	2022-06-23 03:12:32
747	24.63	4.49	2022-06-23 03:17:32
748	24.63	4.49	2022-06-23 03:22:32
749	24.56	4.43	2022-06-23 03:27:32
750	24.63	4.49	2022-06-23 03:32:32
751	24.63	4.47	2022-06-23 03:37:32
752	24.63	4.44	2022-06-23 03:42:32
753	24.63	4.47	2022-06-23 03:47:32

754	24.63	4.47	2022-06-23 03:52:32
755	24.63	4.41	2022-06-23 03:57:32
756	24.63	4.47	2022-06-23 04:02:32
757	24.63	4.47	2022-06-23 04:07:32
758	24.63	4.46	2022-06-23 04:12:32
759	24.63	4.47	2022-06-23 04:17:32
760	24.63	4.44	2022-06-23 04:22:32
761	24.56	4.47	2022-06-23 04:27:32
762	24.50	4.47	2022-06-23 04:32:32
763	24.44	4.42	2022-06-23 04:37:32
764	24.44	4.47	2022-06-23 04:42:32
765	24.38	4.47	2022-06-23 04:47:32
766	24.38	4.47	2022-06-23 04:52:32
767	24.38	4.47	2022-06-23 04:57:32
768	24.38	4.45	2022-06-23 05:02:32
769	24.38	4.45	2022-06-23 05:07:32
770	24.38	4.45	2022-06-23 05:12:32
771	24.38	4.45	2022-06-23 05:17:32
772	24.31	4.45	2022-06-23 05:22:32
773	24.31	4.45	2022-06-23 05:27:32
774	24.25	4.45	2022-06-23 05:32:32
775	24.25	4.45	2022-06-23 05:37:32
776	24.19	4.45	2022-06-23 05:42:32
777	24.25	4.45	2022-06-23 05:47:32
778	24.19	4.45	2022-06-23 05:52:32
779	24.19	4.45	2022-06-23 05:57:32
780	24.19	4.45	2022-06-23 06:02:32
781	24.13	4.45	2022-06-23 06:07:32
782	24.13	4.45	2022-06-23 06:12:32

783	24.06	4.45	2022-06-23 06:17:32
784	23.94	4.45	2022-06-23 06:22:32
785	24.00	4.45	2022-06-23 06:27:32
786	24.06	4.45	2022-06-23 06:32:32
787	24.06	4.45	2022-06-23 06:37:32
788	24.06	4.24	2022-06-23 06:42:32
789	24.13	4.24	2022-06-23 06:47:32
790	24.19	4.43	2022-06-23 06:52:32
791	24.25	4.11	2022-06-23 06:57:32
792	24.31	4.43	2022-06-23 07:02:32
793	24.38	4.43	2022-06-23 07:07:32
794	24.44	4.43	2022-06-23 07:12:32
795	24.50	4.41	2022-06-23 07:17:32
796	24.50	4.43	2022-06-23 07:22:32
797	24.63	4.43	2022-06-23 07:27:32
798	24.69	4.63	2022-06-23 07:32:42
799	24.69	4.43	2022-06-23 07:37:42
800	24.75	4.43	2022-06-23 07:42:42
801	24.81	4.31	2022-06-23 07:47:42
802	24.88	4.43	2022-06-23 07:52:42
803	24.94	4.43	2022-06-23 07:57:42
804	25.13	4.43	2022-06-23 08:02:42
805	25.19	4.43	2022-06-23 08:07:42
806	25.13	4.43	2022-06-23 08:12:42
807	25.25	4.41	2022-06-23 08:17:42
808	25.25	4.43	2022-06-23 08:22:42
809	25.25	4.43	2022-06-23 08:27:42
810	25.38	4.23	2022-06-23 08:32:42
811	25.56	4.43	2022-06-23 08:37:42

812	25.50	4.43	2022-06-23 08:42:42
813	25.44	4.33	2022-06-23 08:47:42
814	25.44	4.43	2022-06-23 08:52:42
815	25.44	4.43	2022-06-23 08:57:42
816	25.44	4.43	2022-06-23 09:02:42
817	25.50	4.43	2022-06-23 09:07:42
818	25.56	4.43	2022-06-23 09:12:42
819	25.63	4.28	2022-06-23 09:17:42
820	25.69	4.43	2022-06-23 09:22:42
821	25.75	4.41	2022-06-23 09:27:42
822	25.75	4.21	2022-06-23 09:32:42
823	25.81	4.41	2022-06-23 09:37:42
824	25.88	4.41	2022-06-23 09:42:42
825	26.00	4.31	2022-06-23 09:47:42
826	26.00	4.41	2022-06-23 09:52:42
827	26.00	4.46	2022-06-23 09:57:42
828	26.06	4.41	2022-06-23 10:02:42
829	26.13	4.41	2022-06-23 10:07:42
830	26.06	4.41	2022-06-23 10:12:42
831	25.00	4.77	2022-06-23 10:17:42
832	26.06	4.57	2022-06-23 10:22:42
833	26.13	4.57	2022-06-23 10:27:42
834	26.19	4.37	2022-06-23 10:32:42
835	26.13	4.57	2022-06-23 10:37:42
836	26.13	4.27	2022-06-23 10:42:42
837	26.13	4.41	2022-06-23 10:47:13
838	26.13	4.41	2022-06-23 10:52:13
839	26.06	4.31	2022-06-23 10:57:13
840	26.13	4.41	2022-06-23 11:02:13

iot.tip-unej.id

841	26.19	4.40	2022-06-23 11:07:13
842	26.19	4.40	2022-06-23 11:12:13
843	26.19	4.15	2022-06-23 11:17:13
844	26.19	4.40	2022-06-23 11:22:13
845	26.13	4.44	2022-06-23 11:27:13
846	26.19	4.44	2022-06-23 11:32:13
847	26.19	4.44	2022-06-23 11:37:13
848	26.25	4.36	2022-06-23 11:42:13
849	26.56	4.44	2022-06-23 11:47:13
850	26.69	4.14	2022-06-23 11:52:13
851	27.00	4.40	2022-06-23 11:57:13
852	27.00	4.40	2022-06-23 12:02:13
853	26.94	4.40	2022-06-23 12:07:13
854	26.94	4.54	2022-06-23 12:12:13
855	27.00	4.54	2022-06-23 12:17:13
856	27.00	4.54	2022-06-23 12:22:13
857	27.13	4.54	2022-06-23 12:27:13
858	27.25	4.54	2022-06-23 12:32:13
859	27.19	4.54	2022-06-23 12:37:13
860	27.13	4.40	2022-06-23 12:42:13
861	27.19	4.40	2022-06-23 12:47:13
862	25.00	4.40	2022-06-23 12:52:13
863	25.00	4.40	2022-06-23 12:57:13
864	27.25	4.40	2022-06-23 13:02:13

Lampiran 3. Uji Normalitas

	Perlakuan	Tests of Normality		
		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Aroma	34114	.950	30	.171
	85428	.916	30	.021
flavor	34114	.950	30	.170
	85428	.932	30	.057
aftertaste	34114	.950	30	.174
	85428	.957	30	.258
acidity	34114	.953	30	.200
	85428	.933	30	.059
Body	34114	.961	30	.322
	85428	.933	30	.060
balance	34114	.952	30	.197
	85428	.956	30	.237
overall	34114	.939	30	.084
	85428	.953	30	.209
sweetnees	34114	.958	30	.269
	85428	.934	30	.063
cleanup	34114	.964	30	.383
	85428	.954	30	.211
uniformity	34114	.948	30	.147
	85428	.979	30	.803

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 4. Uji Kruskall Wallis

1. Fermentor Tong Plastik

		Statistics									
		Aroma	flavor	aftertaste	acidity	Body	balance	overall	sweetnees	cleanup	uniformity
N	Valid	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		7.8583	7.7500	7.8000	7.8917	7.9583	8.1250	8.1167	7.6250	7.6000	7.5250
Median		8.0000	8.0000	8.0000	7.8750	8.0000	8.1250	8.3750	7.7500	7.5000	7.5000
Std. Deviation		.60416	.65981	.74394	.82703	.82807	.85033	.92553	.78715	.94139	.90818
Minimum		6.50	6.50	6.25	6.50	6.50	6.50	6.25	6.00	6.00	6.00
Maximum		9.00	9.50	9.75	9.50	9.50	9.50	9.50	9.00	9.50	9.00

2. Fermentor *Stainless Steel*

		Statistics									
		Aroma	flavor	aftertaste	acidity	Body	balance	overall	sweetnees	cleanup	uniformity
N	Valid	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		7.6250	7.4917	7.6083	8.0167	7.6333	7.5500	7.7000	7.6833	7.4083	7.6000
Median		7.5000	7.7500	7.5000	8.2500	7.7500	7.7500	7.8750	7.8750	7.5000	7.6250
Std. Deviation		.90199	.84201	.77037	.89282	.90909	.90592	1.01582	.98684	.95476	.87740
Minimum		6.25	6.00	6.25	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Maximum		9.75	9.00	9.00	9.25	9.50	9.25	9.50	9.50	9.50	9.50