

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PENGASAPAN
DINGIN (*COLD SMOKING*) PRODUK IKAN ASAP
DENGAN SIRKULASI TERTUTUP MENGGUNAKAN
SISTEM MONITORING SUHU DAN KONSENTRASI
ASAP BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains
dalam Ilmu Fisika



Oleh :

TITIK AYU DWI JAYANTI

NIM. 1508026028

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
TAHUN 2019**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Titik Ayu Dwi Jayanti

NIM : 1508026028

Jurusan : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PENGASAPAN DINGIN (*COLD SMOKING*) PRODUK IKAN ASAP DENGAN SIRKULASI TERTUTUP MENGGUNAKAN SISTEM MONITORING SUHU DAN KONSENTRASI ASAP BERBASIS ARDUINO UNO

secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 20 Desember 2019

Pembuat pernyataan,



Titik Ayu Dwi Jayanti

NIM. 1508026028



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat : Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang

PENGESAHAN

Naskah Skripsi Berikut Ini :

Judul : **Rancang Bangun Prototipe Alat Pengasapan Dingin
(Cold Smoking) Produk Ikan Asap Dengan Sirkulasi
Tertutup Menggunakan Sistem Monitoring Suhu Dan
Konsentrasi Asap Berbasis Arduino Uno**

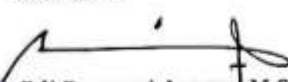
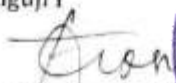
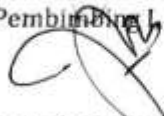
Nama : Titik Ayu Dwi Jayanti

NIM : 1508026028

Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji Fakultas
Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah
satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Fisika

Semarang, 20 Desember 2019

Ketua	Sekretaris
	
Iko Budi Poernomo	Edi Daenuri Anwar, M.Si
NIP: 19760214 20081111	NIP: 19790726 200912 1 002
Penguji I	Penguji II
	
Dr. Hamdan Hadi Kurnama, M.Sc	M. Izzatul Faqih, M.Sc
NIP: 19770320 20091111	NIP: 19840812 201101 2 011
Pembimbing I	Pembimbing II
	
Agus Sudarmanto, M.Si	M. Izzatul Faqih, M.Pd
NIP: 19770823 200912 1 001	NIP. -

NOTA DINAS

Semarang, 20 Desember 2019

Kepada

Yth Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Rancang Bangun Prototipe Alat Pengasapan Dingin
(Cold Smoking) Produk Ikan Asap Dengan Sirkulasi
Tertutup Menggunakan Sistem Monitoring Suhu Dan
Konsentrasi Asap Berbasis Arduino Uno**

Nama : Titik Ayu Dwi Jayanti

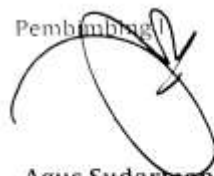
NIM : 1508026028

Program Studi : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Pembimbing



Agus Sudarmananto, M.Si

NIP. 19770823 200912 1 001

NOTA DINAS

Semarang, 20 Desember 2019

Kepada

Yth Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Rancang Bangun Prototipe Alat Pengasapan Dingin (Cold Smoking) Produk Ikan Asap Dengan Sirkulasi Tertutup Menggunakan Sistem Monitoring Suhu Dan Konsentrasi Asap Berbasis Arduino Uno**

Nama : Titik Ayu Dwi Jayanti

NIM : 1508026028

Program Studi : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Pembimbing II



M. Izzatul Faqih, M.Pd

ABSTRAK

Judul : RANCANG BANGUN ALAT PENGASAPAN DINGIN (*COLD SMOKING*) PRODUK IKAN ASAP DENGAN SIRKULASI TERTUTUP MENGGUNAKAN SISTEM MONITORING SUHU DAN KONSENTRASI ASAP BERBASIS ARDUINO UNO.

Nama : Titik Ayu Dwi Jayanti

NIM : 1508026028

Pengasapan ikan sampai saat ini masih belum mendapatkan perhatian yang cukup dari industri pengolahan ikan di Indonesia. Selama ini pengasapan ikan di Indonesia sebagian besar dilakukan dengan alat seadanya, seperti pengasapan konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pengasapan dingin dengan cara memperbaiki sistem sirkulasi udara pada alat pengasapan ikan dan posisi ikan digantungkan secara vertikal. Komponen yang digunakan adalah sensor DS18B20, sensor MQ-2, mikrokontroler arduino, LCD, mikro SD. Uji coba alat pengasapan dingin dilakukan dengan memantau suhu dan konsentrasi asap. Jenis ikan yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis ikan layang. Analisis yang digunakan untuk menentukan hasil ikan asap dengan pengasapan dingin ini adalah kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata suhu pada ruang pengasapan sebesar (23.18-44.81)°C. Sedangkan konsentrasi asap yang didapat sebesar (230-252) ppm Suhu dan konsentrasi asap sesuai keinginan dan hasil rekaman data sensor disimpan dalam mikro SD. Nilai rata-rata kadar air ikan layang asap sebesar 25.53%-35.54%. Kadar air terendah ikan layang asap yaitu 25.53% pada lama pengasapan 6 jam dan kadar air tertinggi ikan layang yaitu 32.45% pada lama pengasapan 3 jam. Pengembangan alat pengasapan dingin dengan sirkulasi tertutup berbasis arduino uno yang dihasilkan lebih baik dari penelitian sebelumnya oleh Aldo, Fansuri pada tahun 2011.

Kata Kunci : Pengasapan Dingin, Suhu, Konsentrasi Asap, Kadar Air

ABSTRACT

Little :DESIGN PROTOTYPE OF COLD SMOKING EQUIPMENT FOR SMOKED FISH PRODUCTS WITH CLOSED CIRCULATION USING A TEMPERATURE AND SMOKE CONCENTRATION MONITORING SYSTEM BESED ON ARDUINO

Name : Titik Ayu Dwi Jayanti

NIM :1508026028

Fish smoked is currently not getting the attention of the fish processing industry in Indonesia, so far smoked in Indonesia uses simple tools as konvensional smoked. This reseach aim to develop a cold smoking by improve the air circulation system in fish cold smoking device and the position of the fish is hung vertically. The component used is sensor DS18B20, sensor MQ-2, mikrokontroller arduino uno, LCD, micro SD. The performance test of cold smoking fish by monitoring temperature and smoke concentration. This resech use flaying fish (Decapterus sp.). Analysis to determine the outcome of cold smoking fish is water content. Results showed that the average temperature measured between (23.18 to 44.81)°C. While the average consentration of smoke obtained from 230 to 252 ppm. Result sensor data recording is stored on micro SD. The average value of water content of flaying fish (Decapterus sp.) is (25,53 to 32.45)%. The lowest water content of smoked fish flaying is 25.53% with 6 hours of smoking and the highest water content of smoked fish flaying is 32.45% with 3 hours of smoking. Development cold smoking with closed circulation based on arduino is better comparet to the similar by Fansuri, Aldo reseach in 2011.

Keywords : Cold Smoking, Temperature , Smoke Concentration, Water Content.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT Sang Pencipta nan bijaksana serta shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW. Berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada Peneliti sehingga dapat menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Alat Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*) Produk Ikan Asap Dengan Sirkulasi Tertutup Menggunakan Monitoring Suhu Dan Konsentrasi Asap Berbasis Arduino Uno”. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Proses penyusunan skripsi tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, motivasi, do’a, dan peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufik, M.Ag selaku Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Dr. Ismail SM, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Agus Sudarmanto, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika UIN Walisongo Semarang sekaligus wali dosen dan dosen pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan pengarahan, bimbingan, motivasi serta petunjuk dalam penyusunan skripsi.

4. M. Izzatul Faqih, M.Pd selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Segenap dosen, pegawai, dan civitas akademika di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
6. Suminto dan Sri Chayati selaku orang tua Penulis, yang telah memberikan segalanya baik do'a, semangat, cinta, kasih sayang, ilmu dan bimbingan, yang tidak dapat tergantikan dengan apapun.
7. Abah kusein yang telah memberikan saran dan masukan serta bantuannya kepada peneliti demi tersusunya produk yang berkualitas.
8. Mas Nur Bani Husein yang selalu memberi motivasi, dan semangat serta bantuan baik secara moral dan material sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan di Prodi Fisika Murni 2015 terimakasih atas kebersamaan dan waktunya selama ini dan tidak akan pernah terlupakan kenangan bersama kalian.
10. TIM Kerja Praktik PT Taharica: Dwifa, Shofi, Ulum, Sidiq, Inggi, Haris, Handoko, Aziz, Aldila, Bobby, Gustiawan Terimakasih atas kebersamaanya.
11. Tim KKN-MIT VII posko 33 Kelurahan Sadeng: Zafran, Agung, Ali, Rozi, Sidiq, Dyah, Niken, Lulu, Qurotul, Anisa F, Annisatur, Rima, Nelly, Siva yang selalu memberi semangat kepada peneliti.
12. Mbak Umi Khumaidah terimakasih atas semangat dan motivasinya, dan terimakasih sudah menjadi kaka yang baik di semarang.

13. Ibu Tutik dan Ibu Har selaku keluarga di Semarang yang sudah *mensupport* dan mendoakan supaya peneliti dapat menamatkan pendidikan S-1.
14. Keluarga Kost Griya Rahma: Ike, Oyim, Ade, Ayu, Isti, Azizah, Riana, Ucu, Ulfa, Nissa, Nabila, Sari, Terimakasih atas kenyamanan dan kebersamaannya.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebut satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi masih perlu penyempurnaan baik dari segi isi maupun metodologi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat Penulis harapkan guna perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya. Amin.

Semarang, 20 Desember 2019

Penulis

Titik Ayu Dwi Jayanti
NIM. 1508026028

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Batasan Masalah.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
A. Deskripsi Teori	8
1. Pengasapan.....	8
2. Ikan Layang	16
3. Sensor Suhu DS18B20.....	18
4. Sensor Gas MQ-2	19
5. Arduino Uno.....	21
6. Kipas AC 12 volt	24

7. Catu Daya	24
8. <i>Real Time Clock</i> (RTC DS3231)	25
9. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	26
10. <i>Micro SD Card Adapter</i>	26
B. Kajian Pustaka	27
BAB III METODE PENELITIAN	31
A. Waktu dan Tempat Penelitian	30
B. Alat dan Bahan	31
C. Desain Alat	32
D. Perancangan Perangkat Keras.....	36
E. Perancangan Perancangan Lunak.....	37
F. Proses Pembuatan Ikan Asap	39
G. Pengujian Alat.....	41
H. Metode Analisis Kadar Air.....	44
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	45
A Hasil Alat Pengasapan.....	45
B. Hasil Uji Alat Pengasapan	53
C. Analisis Hasil Produk	54
BAB V PENUTUP	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ikan Layang (<i>Decaptrus. sp</i>)	16
Gambar 2.2 Sensor Suhu DS18B20	19
Gambar 2.3 Sensor MQ-2	20
Gambar 2.4 <i>Mikrokontroller</i> Arduino Uno	22
Gambar 2.5 Kipas AC 12 Volt	24
Gambar 2.6 Catu Daya	25
Gambar 2.7 <i>Real Time Clock DS3231</i>	26
Gambar 2.8 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	26
Gambar 2.9 <i>Micro SD Card Adapter</i>	27
Gambar 3.1 Desain Alat Pengasapan Ikan	32
Gambar 3.2 Desain Ruang Pengasapan	33
Gambar 3.3 Desain Box dan Kaca	33
Gambar 3.4 Desain Kipas dan Rak Pengasapan	34
Gambar 3.5 Desain Letak Sensor	35
Gambar 3.6 Desain Lubang Penyalur Asap	35
Gambar 3.7 Skema Perangkat Keras	36
Gambar 3.8 Diagram Alir Alat Pengasapan	38
Gambar 4.1 Alat Pengasapan Dingin	45

Gambar 4.2 Tempat Pembuatan Asap	46
Gambar 4.3 Ruang Pengasapan Ikan	47
Gambar 4.4 Ikan Sebelum Diasap	49
Gambar 4.5 Ikan Layang Sesudah Di Asap	50
Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Suhu	51
Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Konsentrasi Asap	53
Gambar 4.8 Grafik Kadar Air Ikan Layang Asap	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Mutu Ikan	15
Tabel 2.2 Komposisi kimia ikan layang	17
Tabel 2.3 Nilai Fenol dan pH Ikan Layang	18
Tabel 3.2 Alat yang diperlukan untuk Rancang bangun alat pengasapan	30
Tabel 3.3 Bahan-bahan yang diperlukan untuk rancang bangun alat pengasapan ikan	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penunjuk Pembimbing	68
Lampiran 2. Permohonan Izin Riset	69
Lampiran 3. Data Suhu	70
Lampiran 4. Data Konsentrasi Asap	75
Lampiran 5. Data Berat Ikan Dan Analisis Kadar Air	81
Lampiran 6. Syntax Arduino Pengontrol Suhu & Asap	82
Lampiran 7. Dokumentasi Proses Uji Alat Pengasapan	86

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan subsektor perikanan menjadi peranan penting sebagai penyumbang alat produksi diberbagai wilayah Indonesia, akan tetapi tidak semua wilayah Indonesia dapat tercukupi kebutuhannya dari perkembangan teknologi yang ada Akibat dari distribusi ikan yang tidak merata, maka diperlukan pengolahan yang tepat untuk distribusi ikan di Indonesia. Pengolahan dapat membuat ikan menjadi awet dan memungkinkan untuk didistribusikan dari pusat produksi ke pusat konsumen. Produksi ikan selama 20 tahun terakhir yang diolah hanya sekitar (23-47)%. Pengolahan berupa ikan asin, ikan asap, ikan pindang. Jumlah tersebut sebagian besar merupakan pengolahan tradisional seperti pengasapan konvensional yang belum memiliki alat produksi berbasis teknologi modern (Rieny, 2013).

Masalah yang masih dihadapi di Indonesia salah satunya yaitu pendistribusian ikan yang tidak merata. Hal itu disebabkan karena kurangnya pemerataan alat produksi modern yang diberikan, oleh karena itu pengawetan yang ada saat ini masih menggunakan alat seadanya (Merenta, 2008). Sebagaimana hasil wawancara yang dilakukan peneliti pada tanggal 23 April 2019 di rumah asap milik bapak Slamet di pesisir pantai Kota Tegal.

Bahwa provinsi Jawa Tengah adalah salah satu provinsi yang terletak dipesisir pantai utara Jawa, merupakan sentral para nelayan dan penangkapan ikan baik dari skala kecil maupun menengah yang memiliki potensi sebagai penghasil produk olahan ikan. Kota Tegal merupakan salah satu kota yang berbatasan langsung dengan laut Jawa disebelah utara, memiliki potensi perikanan yang layak untuk dikembangkan. Sentral usaha perikanan yang ada di Kota Tegal dipusatkan dibeberapa wilayah antara lain, pangkalan pendaratan ikan (PPI) Tegalsari, PPI Pelabuhan dan PPI Muarareja. Pengolahan ikan masih dilakukan secara tradisonal berupa industri rumah tangga (*home industry*), seperti pengolahan ikan segar (pendinginan), ikan asin (pengasinan), ikan pindang (pemindangan) dan ikan asap (pengasapan).

Menurut Slamet, proses pengasapan ikan di Jawa Tengah khususnya di PPI Muarareja Kecamatan Tegal Barat masih dilakukan secara tradisional. Pengasapan yang berada di rumah Slamet pun masih menggunakan alat pengasapan kabinet atau rumah pengasapan. Kekurangan menggunakan rumah pengasapan tersebut belum adanya sistem monitoring suhu dan konsentrasi asap dan asap yang dihasilkan belum bisa dikelola dengan baik, sehingga dapat berdampak pada kesehatan dan lingkungan. Swastawati (2013) menjelaskan bahwa asap yang dikeluarkan secara tidak teratur juga dapat mempengaruhi tingkat kematangan ikan, serta tekstur yang dihasilkan menjadi kurang menarik. Hal ini terjadi karena asap yang keluar lebih

banyak terurai dilingkungan dibandingkan yang menyerap pada tubuh ikan.

Salah satu produk olahan yang digemari oleh masyarakat Indonesia dan mancanegara saat ini adalah ikan asap. Ikan termasuk dalam katagori yang cepat membusuk sehingga nilai mutu kesegaran ikan merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan. Oleh karena itu, penurunan nilai mutu kesegaran ikan selain akan menurunkan nilai gizi, nutrisi, dan nilai daya jual ikan tersebut harus diutamakan. Salah satu jenis pengolahan ikan yang biasanya digunakan yakni pengasapan ikan. Tujuan adanya pengasapan ikan tersebut untuk mengawetkan ikan dan memeberi aroma harum, warna kecoklatan, serta cita rasa yang khas dan lezat pada daging ikan yang diasap (Wibowo, 1996).. Meningkatnya kesadaran akan hidup sehat, pola konsumsi pun ikut bergeser dan peluang ikan asap untuk digemari para konsumen (Siswiyanti, dkk. 2008).

Kobajashi, (2012) mendefinisikan pengasapan merupakan proses penetrasi senyawa volatil pada ikan yang dihasilkan dari pembakaran kayu serta menghasilkan produk dengan cita rasa dan aroma spesifik. Daya simpan yang lama juga harus diperhatikan karena aktivitas *anti bakteri* yang bisa menghambat aktivitas *enzimatis* pada ikan sehingga dapat menjaga kualitas ikan asap. Asap kayu mengandung senyawa kimia yaitu berupa fenol yang berperan sebagai antioksidan, asam organik, alkohol, karbonil, hidrokarbon, dan senyawa

nitrogen seperti nitro oksida, aldehid, keton yang menempel pada daging ikan tersebut.

Teknik pengasapan ikan umumnya dikenal oleh masyarakat ada dua yaitu pengasapan panas (*hot smoking*) dan pengasapan dingin (*cold smoking*). Menurut Adawyah, (2007) pada pengasapan panas suhu tempat penyimpanan sekitar $(70-100)^{\circ}\text{C}$, sedangkan pengasapan dingin sekitar $(15-50)^{\circ}\text{C}$. Pengasapan panas proses pengeringannya berlangsung cepat, sedangkan pengasapan dingin pengeringannya berlangsung secara lambat. Kadar air yang dihasilkan dengan cara pengasapan dingin relatif rendah, sehingga pengasapan dingin dapat diterapkan untuk tujuan pengawetan yang bertahan lama (Adawyah, 2007). Pengasapan yang biasanya digunakan oleh masyarakat umumnya pengasapan panas, karena ikan yang diasap dengan teknik ini lebih cepat matang dalam waktu cepat antar 2-3 jam, tetapi ikan asap yang dihasilkan tidak tahan lama (Adawyah, 2007).

Kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (*IPTEK*) pada saat ini mengalami peningkatan yang sangat pesat. Teknologi tersebut tentunya tidak lepas dari penggunaan sensor dan transduser. Sensor dan transduser saat ini dibuat menjadi inovasi dan kreatifitas yang dapat diaplikasikan menjadi suatu alat atau piranti untuk eksperimen. Hasil adanya kemajuan IPTEK telah memberikan kemudahan dan keuntungan bagi masyarakat. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Saragih (2011) telah merancang alat pengasapan dingin produk

ikan berbasis *microkontroller*. Hasil uji coba pada alat pengasapan dingin ini menunjukkan nilai konsenstrasi suhu stabil dengan rata-rata $(29,71-39,29)^{\circ}\text{C}$, tegangan yang dikeluarkan dari sensor asap untuk mengukur kepekatan asap berkisar antara 4,11–4,33V. Waktu yang dibutuhkan untuk mengasapi ikan tongkol hingga matang adalah 31 jam. Bahan bakar yang digunakan adalah campuran kayu rambutan dan batok kelapa. Hasil uji *organoleptik* ikan asap bahwa rasa yang dihasilkan enak dan kurang gurih. Ikan asap dapat bertahan satu minggu. Kadar air ikan asap adalah 51,91%, kadar air pada ikan asap yang telah dihasilkan telah memenuhi SNI dengan nilai maksimal yaitu 60%. Pengembangan alat tetap memiliki kekurangan dan kelebihan, hasil dari pengembangan alat tersebut kini masih memiliki kekurangan yang cukup signifikan, seperti masih terdapat celah-celah pada ruang pengasapan sehingga menyebabkan sebagian asap keluar, posisi ikan yang diasapi tidak digantung sehingga perlu dibolak-balik dengan cara manual, maka perlu ada pengembangan agar proses pengasapan merata dan penyimpanan data masih dihubungkan secara langsung menggunakan laptop atau komputer PC.

Berdasarkan latar belakang yang telah dirujuk, maka peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Prototipe Alat Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*) Produk Ikan Asap dengan Sirkulasi Tertutup Menggunakan Sistem Monitoring Suhu dan Konsentrasi Asap Berbasis Arduino Uno”.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana desain (rancangan) prototipe alat pengasapan dingin produk ikan asap dengan sirkulasi tertutup menggunakan sistem monitoring suhu dan konsentrasi asap berbasis arduino uno?
2. Bagaimana hasil uji kadar air pada ikan asap hasil pengasapan dingin dengan sirkulasi tertutup menggunakan sistem monitoring suhu dan konsentrasi asap berbasis arduino uno?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui cara mendesain alat pengasapan dingin produk ikan dengan sirkulasi tertutup menggunakan sistem monitoring suhu dan konsentrasi asap berbasis arduino uno.
2. Mengetahui hasil kadar air dalam ikan asap hasil pengasapan dingin dengan sirkulasi tertutup menggunakan sistem monitoring suhu dan konsentrasi asap berbasis arduino uno.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk membantu dalam proses pengasapan ikan baik sekala kecil maupun besar. Alat pengasapan produk ikan ini sudah dirancang dengan sistem monitoring suhu dan konsentrasi asap.

E. Batasan Masalah

1. Prototipe alat ini dibuat untuk pembuatan ikan asap, dalam skala kecil.
2. Alat ini dirancang menggunakan arduino uno, sensor DS18B20, sensor MQ-2, output di *Liquid Crystal Display* (LCD), dan data tersimpan di *micro SD*.
3. Hanya di ujikan menggunakan ikan layang.
4. Uji yang diukur suhu dan konsentrasi asap serta kadar air pada ikan asap.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Pengasapan

Pengasapan adalah metode tradisional yang menggunakan asap sebagai media untuk pengawetan. Menurut Harris (1989) pengasapan tradisional merupakan proses yang sifat khas produknya terbentuk dari gabungan perlakuan panas dan komponen asap. Asap adalah produk yang dihasilkan karena pembakaran yang tidak sempurna. Pengasapan ikan biasanya menggunakan serbuk kayu atau kepingan kayu (Martin, 1994). Adapun faktor-faktor selama proses pengasapan yang dapat mempengaruhi hasil pengasapan ikan antara lain yaitu volume dan mutu asap, suhu, kelembaban udara, dan kecepatan udara. Kualitas ikan asap juga dipengaruhi oleh lamanya pengasapan. Hal ini juga dipertegas oleh Muchtar (2011) yang menyatakan bahwa jenis, bentuk dan ukuran ikan, suhu pengasapan, serta lamanya pengasapan sangat berpengaruh pada hasil pengasapan.

Penggunaan asap yang bersumber dari api telah lama diketahui oleh masyarakat sebagai pengawetan alami dalam pengolahan ikan. Api merupakan sumber energi panas yang dapat dimanfaatkan untuk pengasapan, tercantum dalam firman Allah dalam Surat Yaasiin ayat 80:

الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنْتُمْ مِّنْهُ تُوقِدُونَ

Artinya :

“yaitu Tuhan yang menjadikan untukmu api dari kayu yang hijau, Maka tiba-tiba kamu nyalakan (api) dari kayu itu”. [Q.S. Yaasiin:80].

Penggunaan asap telah digunakan untuk proses pengawetan daging, ikan dan jagung. Demikian pula pengawetan dengan garam, asam dan gula sudah dikenal sejak dahulu kala (Nuri, 2008). Pada dasarnya apa yang kita konsumsi untuk kebutuhan makanan hendaknya bersifat *halal dan toyyiban* sesuai ajaran Islam. Berdasarkan al-Qur'an maupun al-Hadist. Berikut ini telah dijelaskan di dalam al-Qur'an firman Allah QS. Al- Baqaroh/2: 172-173.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا كُلُوا مِن طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَاشْكُرُوا لِلَّهِ
إِنْ كُنْتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ ١٧٢

إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةَ وَالدَّمَ وَلَحْمَ الْخِنْزِيرِ وَمَا أُهِلَّ بِهِ لِغَيْرِ
اللَّهِ ۚ فَمَن اضْطُرَّ غَيْرَ بَاغٍ وَلَا عَادٍ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ ۚ إِنَّ اللَّهَ غَفُورٌ
رَّحِيمٌ ١٧٣

Artinya :

“Hai orang-orang yang beriman. Makanlah di antara rezeki yang baik-baik yang Kami berikan kepadamu dan bersyukurlah kepada Allah azza wa jalla. Jika benar-benar kepada-Nya kamu menyembah. Sesungguhnya Allah azza wa jalla hanya mengharamkanbagimu bangkai, darah, daging babi, dan binatang yang (ketika disemblih) disebut (nama) selain Allah azza wa jalla, tetapi barang siapa dalam

terpaksa (memakannya) sedang dia tidak ada dosa baginya. Sesungguhnya Allah azza wa jalla Maha Pengampun lagi Maha Penyayang.

Allah *azza wa jalla* menjelaskan bahwa tiada Tuhan kecuali Dia. Dan Dia yang menjadikan serta memberi rezeki kepada semua makhluk- Nya, maka dalam ayat ini Allah *azza wa jalla* memperbolehkan mereka makan semua makanan yang ada di bumi. Yaitu yang halal dan baik, lezat tidak mengandung bahaya bagi tubuh atau akal dan urat saraf. Selain itu Allah *azza wa jalla* melarang manusia mengikuti bisikan setan yang sengaja akan menyesatkan manusia dari tuntunan Allah *azza wa jalla* dengan cara mengharamkan yang halal dan menghalalkan yang diharamkan Allah *azza wa jalla* (Muhammad, 2004).

Allah *azza wa jalla* juga memberitahukan bahwa Dia tidak mengharamkan makanan-makanan itu kecuali bangkai saja, yaitu binatang mati dengan sendirinya, tanpa disembelih. Selain itu, Allah *azza wa jalla* maupun mati dengan sendirinya. Allah *azza wa jalla* juga mengharamkan binatang yang juga disembelih dengan menyebut nama selain Allah (Muhammad, 2004).

Salah satu ikan yang biasanya dikonsumsi oleh manusia adalah ikan layang. Ikan layang masih satu jenis dengan ikan tongkol. Ikan layang kaya akan protein yang sangat berpotensi. Tetapi ikan layang memiliki daya tahan yang tidak lama. Oleh sebab itu, ketika ikan tidak diawetkan

maka mudah membusuk dan hanya bertahan dalam berapa hari saja. Maka perlu adanya pengawetan ikan yaitu salah satunya dengan cara pengasapan.

Pengasapan dilakukan agar ikan tahan lama dan tidak mudah membusuk. Cara pengawetan pada ikan antara lain dengan cara pengasapan, penggaraman dan pengalengan (Adawyah, 2007). Daya tahan ikan yang diawetkan dengan pengasapan dingin dapat disimpan cukup lama dibandingkan dengan ikan segar. Akan tetapi, pengasapan dapat mengakibatkan kandungan protein dalam ikan menurun karena suhu tinggi dalam proses pengasapan (Adawyah, 2007). Namun, dengan pengasapan dingin menggunakan suhu rendah, sehingga kandungan protein dalam ikan tetap terjaga.

a. Teknik Pengasapan

Umumnya teknik pengasapan yang dikenal oleh masyarakat Ada dua yaitu pengasapan dingin dan pengasapan panas, yang membedakan dari dua metode tersebut yaitu suhu yang digunakan untuk pengasapan (Martin, 1994).

1) Pengasapan Dingin

Adawyah, (2007) menyatakan bahwa pengasapan dingin adalah proses pengasapan menggunakan suhu tidak terlalu tinggi, sekitar (15-50)°C. Penggunaan suhu rendah dimaksudkan agar daging ikan tidak cepat masak atau protein didalam

daging ikan tidak hilang (*terkoagulasi*). Menurut Swastawati (2008) proses pengasapan dingin membutuhkan waktu lama tergantung ukuran ikan, sehingga pengasapan dingin dapat menghasilkan ikan asap dapat disimpan lebih lama. Pengeringan yang terjadi pada daging ikan asap menyebabkan kadar air maksimal ikan asap mencapai 60%.

2) Pengasapan Panas

Pengasapan panas lebih dirancang untuk meningkatkan aroma melalui aroma dari asap itu sendiri, dibandingkan untuk pengawetan ikan akibat asap (Oyelese (2006). Pengasapan panas menggunakan suhu tinggi, sekitar $(70-100)^{\circ}\text{C}$, sehingga waktu pengasapan pun akan lebih cepat yaitu 2-3 jam (Adwyah, 2007). Adanya suhu tinggi, daging ikan menjadi masak dan tidak perlu diolah terlebih dahulu sebelum disantap. Menurut (Kadir, 2004). Pengasapan panas pada prinsipnya pengasapan panas terjadi penyerapan asap. Ikan akan cepat masak tetapi kadar air didalam daging ikan masih tinggi, akibatnya daya simpan ikan asap tidak tahan lama (Serkan, 2010). Proses pengasapan panas biasanya sering disebut pemanggangan ikan (Liviawaty, 2015).

b. Bahan Bakar dan Pembakaran

Bahan bakar yang lazim digunakan dalam pengasapan adalah kayu, dapat berupa serbuk gergaji, tempurung kelapa, merang, ampas tebu dan lainnya. Bahan dasar pengasapan ikan biasanya kayu yang keras (Okozumi, 2002).

Penggunaan bahan bakar tersebut mempunyai beberapa kelebihan antara lain:

- 1) Punya rasa kelezatan tersendiri.
- 2) Warna api semu kuning keemasan atau coklat. Hasil dari proses reaksi kimia dari unsur amonia dari tubuh ikan itu sendiri yang meningkatkan kadar asam dilingkungan ruang pengasapan.
- 3) Tingginya daya tahan ikan sehingga awet dalam penyimpanan.
- 4) Apabila pembakaran tidak sempurna maka asap yang mengandung bahan organik akan bereaksi dengan ikan dan menghasilkan aroma asap.

c. Prinsip Pengasapan

Unsur utama yang berperan dalam proses pengasapan ikan adalah asap yang dihasilkan dari pembakaran. Asap tersebut mengandung partikel padatan berukuran kecil. Berdasarkan hasil penelitian laboratorium, Liviawaty, (2015) menyatakan Asap mempunyai kandungan kimia sebagai berikut: air, aldehid,

asam asetat, keton, alkohol, asam fomat, fenol, dan karbon dioksida.

Tingkat keberhasilan proses pengasapan ikan tergantung pada tiga faktor utama yang saling berkaitan, yaitu :

1) Mutu dan Volume Asap

Jenis kayu yang digunakan dapat mempengaruhi Mutu dan volume asap yang dihasilkan. Untuk menghasilkan ikan asap yang bermutu tinggi sebaiknya menggunakan jenis kayu yang mampu menghasilkan asap yang mempunyai kandungan unsur *fenol* dan *asam organik* yang cukup tinggi. (Rieny, 2013). Dua unsur ini lebih banyak melekat pada tubuh ikan dan dapat menghasilkan rasa maupun warna daging ikan asap yang khas.

2) Suhu dan Kelembaban Ruang Pengasapan

Ruangan yang baik digunakan sebagai tempat pengasapan ikan adalah ruangan yang suhu dan kelembabannya rendah. Suhu dan kelembaban yang rendah menyebabkan volume asap yang melekat pada tubuh ikan menjadi lebih banyak dan merata. Selain itu, kelembaban yang rendah dapat membuat cairan dalam tubuh ikan lebih cepat menguap dan proses pengasapan dapat berlangsung cepat (Ashbrook, 1995). Ruang pengasapan lebih baik dibuat terpisah dari

tempat pembakaran agar suhu dan konsentrasi asap mudah untuk dikontrol.

3) Sirkulasi Udara dalam Ruang Pengasapan

Sirkulasi udara yang baik menyebabkan partikel asap yang menempel pada tubuh ikan menjadi merata (Liviawaty, 2015). Ruang pengasapan membutuhkan aliran udara yang cepat guna untuk membuang udara lembab yang ada didalam ruang pengasapan (Ashbrook, 1995).

Standar mutu ikan yang telah diterapkan oleh badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) tahun 2009 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Persyaratan Mutu Ikan Asap

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
<i>a. Organoleptik</i>	Angka(1-9)	Minimal 7
<i>b. ALT</i>		
<i>c. Cemarkan mikroba</i>	-	-
<i>Escherichia coli</i>	APM/gr	Maksimal <3
<i>Salmonella</i>	Per 25 gr	Negatif
<i>Vibrio cholera</i>	Per 25 gr	Negatif
<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/gr	Maksimal $1,0 \times 10^5$
c. Kimia		
Kadar air	%fraksi massa	Maksimal 60
Kadar histanim	Mg/kg	Maksimal 100
Kadar garam	%fraksi massa	Maksimal 4

2. Ikan Layang

Jenis ikan yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini adalah ikan layang. Ikan layang merupakan salah satu hasil sumber daya perikanan *pelagis* kecil di laut Jawa. Ikan ini termasuk jenis ikan pemakan *zooplankton*, hidup didekat permukaan laut (*pelagis*) dan ikan layang tergolong suku *carangidae* yang bisa hidup bergerombolan.

Bentuk tubuhnya memanjang , umumnya (15-25)cm dan ada pula yang mencapai 30 cm. Bagian punggung ikan layang berwarna biru kehijauan dan bagian perutnya berwarna putih perak serta sirip-siripnya berwarna kuning kemerahan. Ikan layang memiliki sirip kecil (*finlet*) yang merupakan ciri khas dari genus *Decapterus* (Saainin, 1984:6).



Gambar 2. 1 Ikan Layang (*Decapterus sp.*)
(Sumber: cuputehnik.blogspot.com)

Klasifikasi ikan layang menurut Saanin(1984) adalah sebagai berikut:

Filum : *Chordata*
 Subfilum : *Vertebrata*
 Kelas : *Pisces*
 Subkelas : *Teleostei*
 Ordo : *Percomorphi*
 Subordo : *Percoidea*
 Famili : *Carangidae*
 Genus : *Decapterus*
 Spesies : *Decapterus sp.*

Kandungan kimia daging ikan layang bervariasi tergantung *spesies*, jenis kelamin, umur, musim dan kondisi lingkungan tempat ikan tersebut ditangkap. Berdasarkan Gomez-Guillen (2009) komposisi kimia ikan layang dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Tabel Komposisi Kimia Ikan Layang (*Decapterus sp.*).

Parameter	Jumlah %
Protein	18,13
Lemak	1,90
Air	78,58

Menurut Serot, (2004) komposisi Ikan layang setelah di asap memiliki kandungan *fenol* tergantung proses yang diaplikasikan pada pengasapan dan lama pengasapan serta suhu pada ruang pengasapan akan

mempengaruhi hasil ikan asap. Kandungan *fenol* pada ikan layang meningkat setelah mengalami proses pengasapan. Pada pengasapan ikan layang menunjukkan kandungan *fenol* 38,6 ppm.

Tabel 2. 3 Nilai Fenol dan pH Ikan Asap Layang

Parameter	Jenis Sampel Ikan Asap	
	Ikan Layang Segar	Ikan Layang Asap
<i>Fenol</i> (ppm)	10,47 ± 0,87	17,4 ± 0,16
pH	9,51 ± 0,33	8,88 ± 0,44

Keterangan ; ± merupakan nilai standar deviasi

Kualitas *mikrobiologi* ikan layang asap mengalami penurunan setelah mengalami proses pengasapan. Hal tersebut karena adanya proses pemanasan dan pengasapan sehingga bakteri yang ada didalam ikan layang mengalami penurunan. Selain itu, asap bersifat *bakteriosidal* dan *bakteriostatik* karena mengandung *fenol* sehingga mampu membunuh bakteri sehingga menurun setelah proses pengasapan.

3. Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 salah satu jenis *sensor onewire* yang dikeluarkan oleh *Dallas Semiconductor*. *DS18B20* merupakan *sensor* suhu yang memiliki keluaran *digital* sehingga tidak diperlukan rangkaian ADC (*Analog Digital Converter*) dan

proporsional dengan suhu pada *orde derajat Celcius* (geeknesia.freshdesk.com)



Gambar 2. 2 Sensor Suhu DS18B20
(Sumber : geeknesia.freshdesk.com)

Bentuk fisik sensor DS18B20 dapat dilihat pada gambar 2.2 *device* dari sensor DS18B20 mempunyai tiga kaki yang terdiri dari *GND* untuk *ground*, *DQ* untuk data masukan atau data keluaran, dan V_{DD} untuk daya *device* (Tweaking4All.com). Kebanyakan sensor memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 memiliki kemampuan tahan air (*waterproof*) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang basah. Karena *output* data sensor ini merupakan data digital, maka tidak perlu khawatir terhadap *degradasi* data ketika menggunakan untuk jarak jauh (geeknesia.freshdesk.com).

4. Sensor Gas MQ-2

Sensor MQ-2 merupakan sensor sensor asap yang berfungsi untuk mendeteksi konsentrasi asap dan output dari sensor ini berupa tegangan analog. Dimana dalam penelitian ini sensor MQ-2 dipakai untuk mengontrol konsentrasi asap

yang berada di ruang pengasapan. Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi dan waktu responnya cepat. Keluaran yang dihasilkan sensor MQ-2 adalah sinyal analog, MQ-2 memerlukan tegangan 5 Volt, resistansi sensor akan berubah bila ada gas, dapat beroperasi dari suhu -20°C sampai 50°C dan arus yang dibutuhkan kurang dari 150 mA pada 5 Volt (Rafiuddin. 2013). Sensor MQ2 adalah sebagai berikut.



Gambar 2.3 Sensor MQ-2
(Sumber : amazon.co.uk)

Spesifikasi sensor pada sensor gas MQ-2 adalah sebagai berikut:

1. Catu daya pemanas : 5 V
2. Catu daya rangkaian : 5V
3. Suhu -20°C sampai 50°C
4. Kelembaban : $65\% \pm 5\%$.

Sensor MQ-2 memiliki 2 masukan tegangan yaitu VH dan VC. VH digunakan sebagai tegangan pada pemanas (*Heater*) internal dan VC sebagai tegangan sumber. Sensor MQ-2 memiliki tabung aluminium yang berlapis silikon, dan dipusatnya memiliki elektroda yang terbuat dari aurum dimana ada element pemanasnya (Rafiuddin. 2013). Prinsip

kerja dari sensor MQ-2 yaitu ketika terjadi pemanasan, kumparan akan dipanaskan sehingga SnO_2 keramik menjadi semikonduktor (penghantar panas) sehingga melepaskan elektron dan ketika asap dideteksi oleh sensor dan mencapai aurum elektroda maka output sensor MQ-2 akan menghasilkan tegangan analog (Rafiuddin, 2013).

5. Arduino Uno

Arduino adalah pengendali *micro-single-board* yang bersifat *open source*. Dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardwarenya* memiliki prosesor *atmel AVR* dan *softwarenya* memiliki bahasa pemrograman sendiri. Maksud dari pengendali *mikro-single-board* bahwa arduino adalah perangkat khusus berupa modul elektronika yang bentuk dan komponennya sudah jadi dan siap dipakai. Jadi tidak perlu solder-menyolder dan tidak perlu memikirkan rangkaian elektroniknya dan maksud dari *open source* adalah perangkat tersebut boleh dikembangkan oleh siapa saja dan dibuat oleh siapa aja. Namun, tetap ada standar dari pembuatannya. *Platform* elektronika *open source* terdiri dari tiga komponen yaitu bahasa pemrograman, *software IDE (Integrated Development Environtment)* dan sebuah perangkat *microkontroller* (Simanjuntak, Matur.2012).

Arduino dapat dikatakan sebagai *prototyping platform* yang berarti suatu alat yang dapat digunakan untuk

menciptakan suatu karya dalam tahapan desain hingga dalam bentuk produk jadi (Heri, 2016). Melalui arduino seseorang dapat berkreasi dan memberi kemudahan dalam merealisasikan karya-karyanya dengan mudah. Dalam arduino uno sudah dilengkapi dengan sistem *IDE (Integrated Development Environment)* yakni sistem yang membantu penggunaan dalam menciptakan suatu aplikasi dengan menuliskan *sketch* (Heri, 2016).

Arduino memiliki 14 pin *digital input* atau *output* dan 6 *analog input*. Arduino sudah dapat bekerja dengan menghubungkan ke komputer melalui kabel USB. Arduino uno memiliki 6 *input analog* yaitu diberi label A0-A5. Setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Nilai tegangan dari *ground* 0 volt hingga 5volt (Simanjuntak, Matur.2012).



Gambar 2. 4 Mikrokontroller Arduino Uno
Sumber: (www.arduino.cc)

Berikut ini adalah penjelasan dari *port-port* yang ada di arduino uno:

- 1) USB *port* , digunakan untuk melakukan upload program yang telah di buat ke *bord* arduino uno.
- 2) DC *Input*, digunakan sebagai sumber tegangan dari arduino uno.
- 3) *Input/Output digital* merupakan port yang digunakan sebagai *input dan output* dari data *digital*.
- 4) *Reset Button* merupakan tombol yang berfungsi untuk restart dari program yang berjalan pada arduino uno.
- 5) *ATMega*, salah satu *mikrokontroller* yang digunakan pada arduino uno.
- 6) *Input Analog* merupakan *port* yang berfungsi sebagai *input* dari kata *analog*.

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh jika seseorang menggunakan arduino adalah sebagai berikut (Prabowo, 2018):

- a. Harga relatif murah dibandingkan dengan *microcontroller*.
- b. Arduino uno dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi.
- c. Bahasa pemrograman mudah dipahami.
- d. Proyek arduino uno sudah banyak dibuat dan dapat diakses pada situs resmi arduino (www.arduino.cc).

6. Kipas AC 12 Volt

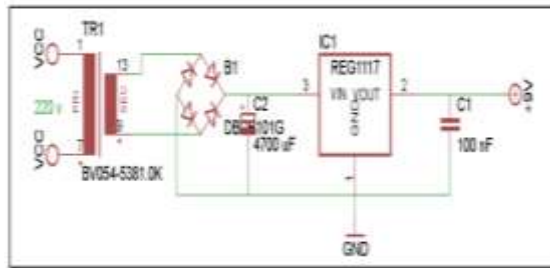
Kipas AC 12 volt digunakan untuk menarik asap menuju ke ruang pengasapan. Kipas jenis ini memiliki dimensi 5 cm x 5 cm x 2,5 cm. Konsumsi daya sekitar 3-4,2 watt (Suharningsih, 2012). Kipas diletakan pada bagian bawah ruang pengasapan. Kipas bagian bawah untuk menarik asap dari tempat pembakaran kedalam ruang pengasapan supaya menghasilkan pemerataan suhu yang optimal. Kipas AC 12 V dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2. 5 Kipas AC 12 Volt
(Sumber: Jualkit.wordpress.com)

7. Catu Daya

Komponen yang sangat penting dalam suatu rangkaian sebagai sumber tegangan yaitu catu daya. Rangkaian catu daya terdiri dari *trafo*, *diode bridge*, *elko*, *regulator 7809*, dan *kapasitor*. Fungsi dari *trafo* sebagai peubah tegangan bolak-balik sebesar 220 V menjadi tegangan searah sebesar 9V. *Microkontroller* arduino membutuhkan tegangan 9V agar dapat digunakan secara optimal (Rafiuddin, 2013).



Gambar 2. 6 Rancangan Catu Daya
(Sumber: teknikelektronika.com)

Penggunaan *regulator 7809* pada *trafo* berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 12V menjadi 9 V, *regulator* ini hanya meneruskan tegangan yang sesuai dengan spesifikasi yang tercantum di *regulator* tersebut. Tegangan ini bernilai positif sedangkan *diode* berfungsi untuk menyearahkan arus (Rafiuddin, 2013).

8. Real Time Clock (RTC DS3231)

Real time clock (RTC DS3231) menggunakan komunikasi DC dengan Arduino. Pada *port A* pin 4 sebagai *SDA* dan *port A* pin 5 sebagai *SCL*. RTC membutuhkan dua *resistor pull-up* 4.7 k Ω (anonim, 2008). Resistor ini berfungsi untuk menyesuaikan level tegangan digital *sensor* dengan *microkontroller* arduino, karena adanya perbedaan arus dari keduanya. Catu daya yang dibutuhkan oleh DS3231 sekitar 2.3-5.5 V (Rafiuddin. 2013).

Real time clock DS3231 juga memerlukan sumber tegangan cadangan agar data tanggal dan waktu yang telah diatur tetap berjalan ketika catu daya utama dimatikan.

Output dari *RTC DS3231* adalah waktu saat ini dengan format hari/bulan/tahun-jam: menit: detik.



Gambar 2. 7 *Real Time Clock DS3231*
(Sumber: id.carousell.com)

9. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid crystal display (LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. Salah satu jenisnya memiliki dua baris dengan setiap baris terdiri atas enam belas karakter. *LCD* seperti itu biasanya disebut *LCD 16 x 2* (Mundar, 2012). Bentuk tampilan dari *LCD* dapat dilihat pada Gambar 2.8.

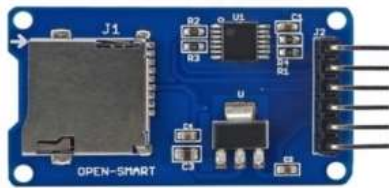


Gambar 2. 8 *LCD 16 x 2* (Mundar, 2012)

10. *Micro SD Card Adapter*

Modul *mikro SD adapter* adalah modul pembaca kartu *MicroSD*, melalui sistem file dan *serial peripheral interface* antar muka *driver*. *Micro SD* umumnya dapat digunakan

sebagai penyimpanan data dari arduino uno dimana data tersebut berjumlah banyak atau berukuran besar. Proyek penelitian ini menggunakan modul *micro SD* sebagai *data logger*. Dimana dalam proses pencatatan data dari *sensor*, setiap ada perubahan yang terjadi pada *sensor* akan dicatat pada memori (Rafiuddin. 2013). Tampilan *micro SD adapter* dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 *Micro SD Adapter*
(Sumber: electrobes.com)

B. Kajian Pustaka

Penelitian ini menggali informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan ataupun kelebihan yang sudah ada. Selain itu, peneliti juga menggali informasi dari referensi buku-buku maupun skripsi dalam rangka mendapatkan suatu informasi yang ada sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul peneliti sehingga bisa menghasilkan landasan teori ilmiah.

1. Penelitian oleh Saragih (2017) yang berjudul "*Perancangan Perangkat Prototype Pengasapan Ikan Dengan Pengontrol Suhu*". Sensor yang digunakan sensor DHT22 sebagai

pendeteksi suhu dan kelembaban, *blower* sebagai pengatur sirkulasi panas, *push button* sebagai *interface* kepengguna, *arduino* sebagai pengoperasi data, jenis ikan yang digunakan ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). Hasil penelitian ini proses pengasapan berlangsung selama 3 jam dengan suhu dan kelembaban dalam ruang pengasapan yaitu suhu mencapai 64.50°C dan kelembaban 15.80°C.

2. Penelitian oleh Saragih (2011) yang berjudul "*Rancang Bangun Alat Pengasapan Dingin Berbasis Mikrokontroler*". Sensor yang digunakan sensor *thermocouple* untuk mengukur suhu pada ruang pengasapan, sensor TGS2600 untuk mengukur konsentrasi asap, *microcontroller* sebagai pengoperasi data, jenis ikan yang digunakan ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). Hasil rata-rata suhu dalam ruang pengasapan (31.57–39.30)°C dan konsentrasi asap dalam ruang pengasapan (176.2-231.6) ppm. Waktu yang dibutuhkan untuk mengasapi ikan tongkol hingga matang 31 jam. Nilai rata-rata kadar air ikan tongkol 51,91%. Hasil uji *organoleptik* menunjukkan bahwa rasa yang dihasilkan enak dan kurang gurih.
3. Penelitian oleh Faisal (2016) yang berjudul "*Implementasi Sistem Sirkulasi Asap Pada Pengasapan Dingin*". Sensor yang digunakan DHT11 untuk mengukur suhu pada ruang pengasapan, sensor TGS2600 untuk mengukur konsentrasi asap, *arduino nano* sebagai pengoperasi data, jenis ikan yang digunakan ikan tongkol dan ikan layang. Hasil rata-

rata suhu dalam ruang pengasapan (29,6-35,2)°C dan konsentrasi asap (136,4-158,9) ppm. Hasil kadar air dalam ikan tongkol asap selama pengasapan 3 hari yaitu 61.37% sedangkan ikan layang asap 62,58%. Kadar protein ikan tongkol asap yaitu 26,78% sedangkan ikan layang asap yaitu 26,12%.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-November 2019. Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu observasi lapangan, pembuatan produk (perancangan *software* dan *hardware* serta desain alat) dan Uji produk. Perancangan *software* dan *hardware* serta desain alat dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Uji lapangan dilakukan di Desa Muarareja Kec. Tegal sari, Kota Tegal Provinsi Jawa Tengah.

B. Alat dan Bahan

Adapun alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Alat yang diperlukan untuk Rancang Bangun Alat Pengasapan Dingin.

Alat	Fungsi
Tang Potong	Memotong kabel
Laptop	Merancang perangkat keras dan merekam data
Solder	Menyolder antar komponen
Multimeter digital	Mengukur voltage, hambatan dan koneksi komponen
AVR USB ISP	Mengunduh firmware dari arduino ke board <i>microkontroler</i>
Gerindra Listrik	Memotong Aluminium
Obeng	Membuka dan memasang baut

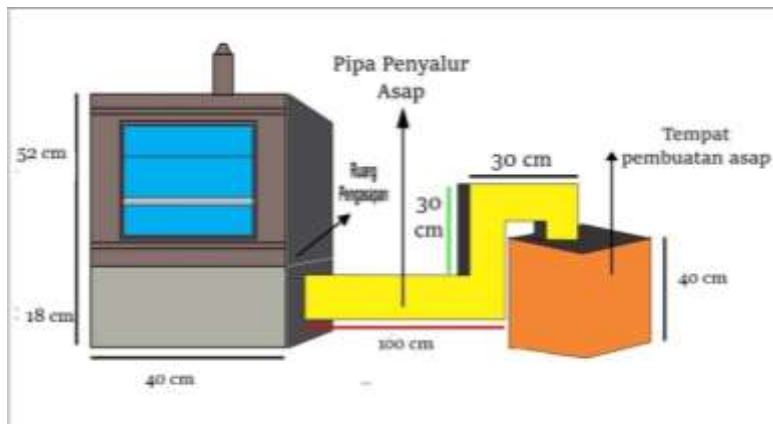
Alat	Fungsi
<i>Eagle</i>	Membuat skematik rangkaian
Bor Listrik Kecil	Melubangi PCB
Arduino IDE	Membuat <i>friemware</i>
<i>Google sketch Up</i>	Membuat rancangan dan dimensi Alat
<i>Microsoft Excel 2010</i>	Mengolah Data

Tabel 3. 2 Bahan-Bahan yang Diperlukan untuk Rancang Bangun Alat Pengasapan Dingin

Bahan	Tipe	Jumlah
Board mikrokontroler	Arduino Uno	1 buah
Sensor suhu	<i>DS18B20</i> Temperature	1 buah
Sensor Asap	MQ-2	1buah
LCD	16 x 2	1 buah
Resistor	1 k Ω , 10 k Ω	6 buah
PCB		1 buah
Batok kelapa	Karung	1karung
Ikan layang		10 buah
RTC	3231	1 buah
Adaptor	12 volt, 5 A	1 buah
KipasAC(<i>Air Conditionning</i>)	5-10 inci	2 buah
Kit Arduino Uno		1 buah
Ruang pengasapan		1 buah
Tempat pembakaran		1buah

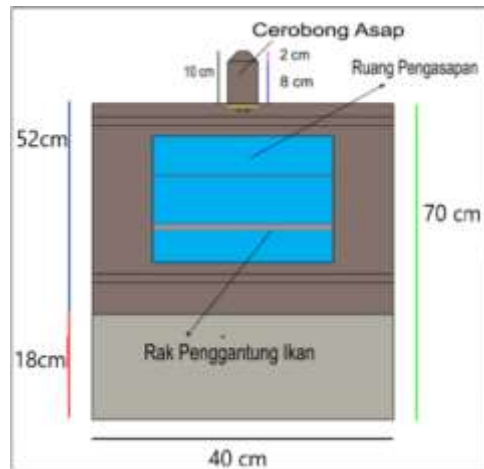
C. Desain Alat

Perancangan desain alat menggunakan *Google SketchUp*, alat pengasapan ini terdiri dari ruang pengasapan, pipa penyalur asap, dan tempat pembuatan asap. Berikut ini desain alat pengasapan dingin produk ikan dengan sirkulasi tertutup menggunakan sistem monitoring suhu dan konsentrasi asap berbasis arduino uno. Desain dapat dilihat pada gambar 3.1



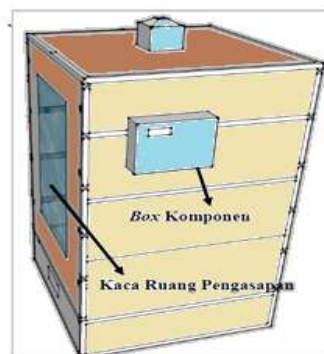
Gambar 3. 1 Desain Alat Pengasapan Dingin

Desain Ruang pengasapan ikan tampak depan dengan ukuran (70x40x40) cm berbentuk kotak. Diatas tungku pengasapan ikan terdapat lubang asap yang berfungsi untuk aliran asap yang keluar dari proses pengasapan. Didalam ruang pengasapan terdapat rak pengasapan berfungsi untuk menggantungkan ikan yang akan diasapi. Desain ruang pengasapan dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Desain Ruang Pengasapan

Desain ruang pengasapan tampak samping terdapat box komponen yang berfungsi untuk menyimpan komponen dari perangkat arduino uno. Diatas terdapat lubang untuk keluarnya asap. Didepan lemari pengasapan terdapat kaca. Desain dapat dilihat pada gambar 3.3



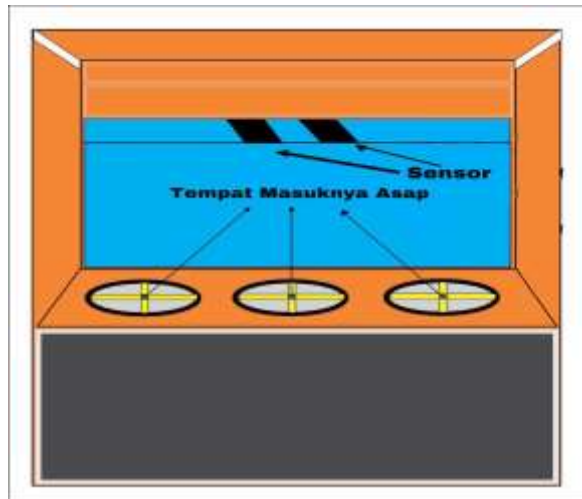
Gambar 3. 3 Desain Box Komponen dan Kaca

Desain bagian dalam ruang pengasapan terdapat kipas AC yang terletak dibawah ruang pengasapan, yang memiliki fungsi untuk masuknya asap yang dialirkn dari tempat pembuatan asap dan didalam ruang pengasapan terdapat rak pengasapan. Desain kipas dan rak didalam ruang pengasapan dapat dilihat pada gambar 3.4.



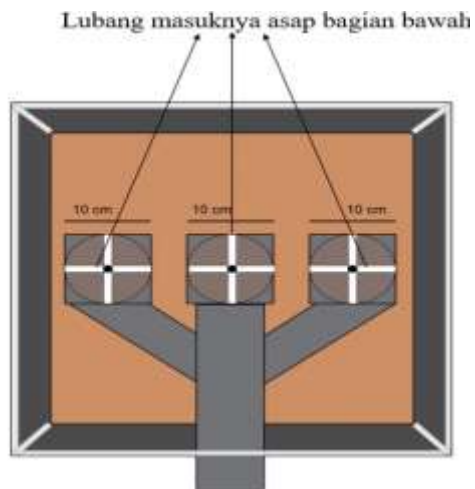
Gambar 3. 4 Desain Letak Kipas dan Rak Pengasapan

Ruang pengasapan terdapat 2 rak yang berfungsi untuk menggantung ikan. Kemudian letak sensor didalam ruang pengasapan terletak diantara rak 1 dan rak 2. Dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3. 5 Desain Letak Sensor

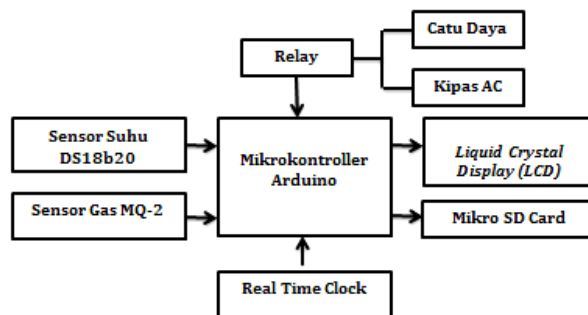
Lubang asap yang terletak dibawah ruang pengasapan. Lubang tersebut dengan ukuran 1,5 inci. Desain letak lubang asap adalah sebagai berikut,



Gambar 3. 6 Desain Lubang Penyalur Asap

D. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras pengukur suhu dan kosentrasi asap dibagi menjadi 9 bagian yaitu Catu daya 12 volt, sensor suhu digital DS18B20, sensor gas MQ-2, arduino uno, *Real Time Clock*, *relay*, *micro SD Card*, dan LCD 16 x 2 karakter dan 2 Kipas AC. Skema perangkat keras pada alat pengasapan dingin produk ikan dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3. 7 Skema Perangkat Keras

Perangkat masing-masing dihubungkan dengan *mikrokontroler* arduino uno. Blok sistem terdiri dari catu daya yang berfungsi memberikan tegangan pada mikrokontroler arduino uno. *relay* sebagai saklar, kipas AC berfungsi untuk menarik asap, sensor suhu berfungsi untuk mengukur nilai suhu pada ruang pengasapan. Sensor MQ-2 merupakan sensor analog yang digunakan untuk mengukur kosentrasi asap. Arduino uno berfungsi sebagai pemproses data. LCD berfungsi sebagai display data, *mikro SD card* berfungsi sebagai penyimpan data. Data dari sensor DS18B20 dan sensor MQ-2 tersimpan dalam Mikro SD.

E. Perancangan Perangkat Lunak

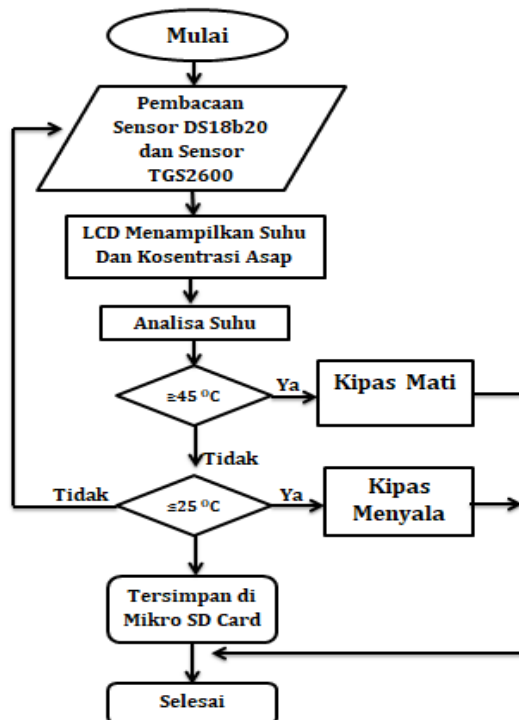
Perancangan perangkat lunak menggunakan *software* arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE adalah suatu perangkat lunak yang berfungsi untuk mengkonfigurasi *board mikrokontroller* arduino uno yang berisi editor teks untuk menulis kode. Syntax monitoring suhu dan konsentrasi asap dapat dilihat pada lampiran 6.

Perangkat alat pengasapan dingin produk ikan asap yang dirancang menggunakan arduino uno sebagai *microkontroller*, perangkat yang dihubungkan ke arduino uno adalah sensor DS18B20, sensor MQ-2, *relay*, *real time clock*, *liquid crystal display* (LCD) dan *micro SD*. Masing-masing memiliki fungsi yang berbeda dalam sistem kerja perangkat alat pengasapan dingin.

Sensor DS18B20 dan sensor MQ-2 sebagai pendeteksi suhu dan konsentrasi asap. Sensor tersebut akan membaca suhu dan konsentrasi asap di ruang pengasapan dan mengirim data digital ke arduino uno untuk diproses setelah itu diteruskan oleh kipas AC 12 volt .

Kipas 12 volt adalah perangkat pengontrol suhu dan konsentrasi asap di kontrol oleh arduino sebagai *microcontroller*. Dua kipas yang berada dibawah ruang pengasapan akan hidup semua apabila suhu didalam ruang pengasapan $<15^{\circ}\text{C}$ dan akan mati salah satu kipas ketika suhu

diruang pengasapan $>45^{\circ}\text{C}$. Kipas AC 12 volt dikendalikan oleh relay yang bekerja sesuai dengan data suhu yang di input ke arduino uno melalui display. *Display* adalah perangkat monitoring suhu dan konsentrasi asap yang terbaca oleh sensor DS18B20 dan sensor MQ-2. *Display* ini menggunakan *Liquid Crystal Display* (LCD) dan data tersebut akan tersimpan di *micro* SD. Sistem kerja keseluruhan perangkat pengasapan dingin produk ikan asap dipaparkan pada diagram alir (*flowchart*) sebagai berikut :



Gambar 3. 8 Diagram Alir Alat Pengasapan Dingin Produk Ikan Asap

Penjelasan alur kerja sistem alat pengasapan dingin. Proses diawali dengan membakar batok kelapa pada tempat pembakaran. Proses tersebut akan menghasilkan asap yang kemudian asap tersebut masuk melalui pipa penyaluran asap dan akan menuju ke ruang pengasapan karena dihisap oleh kipas yang ada di ruang pengasapan. Sensor suhu DS18B20 dan sensor MQ-2 akan mendeteksi suhu dan konsentrasi asap yang ada di dalam ruang pengasapan. LCD menampilkan suhu dan konsentrasi Asap. Kemudian menganalisa jika suhu di tempat pengasapan kurang dari 25°C. Kipas bagian bawah yang berjumlah 2 akan bekerja secara maksimal. Jika suhu di dalam ruang pengasapan berada di suhu 45°C, maka satu kipas di bawah akan berhenti bekerja, dan lubang asap yang ada di atas ruang pengasapan akan dibuka. Asap akan keluar dari lemari pengasapan. Data yang terekam dari sensor suhu dan sensor asap kemudian disimpan dalam *micro SD*, maka proses akan selesai. Data tersebut tersimpan di *micro SD card*.

F. Proses Pembuatan Ikan Asap

Langkah-langkah yang dilakukan selama proses pengasapan ikan dapat mempengaruhi produk akhir dari ikan asap tersebut. Penelitian ini menggunakan ikan layang. Peneliti memilih ikan layang karena sebagian besar produk ikan yang ada di Kota Tegal adalah ikan layang. Selain murah juga mudah didapatkan.

Ada beberapa yang perlu diperhatikan selama proses pengasapan ikan yaitu mulai dari kesegaran ikan, preparasi ikan dan pengasapan ikan. Ikan yang digunakan adalah ikan yang masih segar dan memiliki kualitas yang baik. Sehingga dapat menghasilkan produk ikan asap yang bermutu tinggi.

1. Kesegaran Ikan

Parameter kesegaran ikan dapat dilihat dari penampilan fisik, kondisi mata, insang, adanya lendir dan menekan struktur dan kondisi daging ikan serta mencium bau ikan (Adawyah, (2007) Ikan yang segar dilihat dari tampilan fisik biasanya tampak mengkilap, bagian mata ikan cembung, cerah, putih jernih, pupil mata ikan berwarna hitam dan tidak berdarah. Ikan segar akan berbau amis.

2. Preparasi Ikan

Hal yang utama harus diperhatikan dalam pengasapan ikan yaitu preparasi. Hal ini Sangat penting untuk mengurangi kerusakan pada produk ikan asap (Sebayang,2002). Ikan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan layang. Dalam proses preparasi ikan dibagi menjadi dua yaitu:

a. Pencucian dan Penyiangan

Proses awal yang dilakukan sebelum ikan diasap yaitu terlebih dahulu ikan dicuci untuk menghilangkan kotoran, sisik dan lendir pada ikan. Kemudian ikan disiangi dengan cara membelah pada

bagian perut dan membersihkan kotoran yang ada didalam perut ikan tersebut, Apabila ikan tersebut berukuran besar dan berdaging tebal maka ikan tersebut di *fillet*. Kemudian ikan tersebut dicuci dan direndam dengan larutan air garam. Proses pencucian dan penyiangan ini dapat mengurangi kandungan mikroba (Soedarto dan Siswanto, 2008).

b. Penggaraman Ikan

Penggaraman dapat dilakukan dengan cara menaburkan garam dibagian perut ikan dan dikeringkan selama 10 menit. Menurut Adawyah (2007) pemberian garam berfungsi untuk menghambat pertumbuhan sel bakteri yang ada dalam tubuh ikan (Soedarto dan Siswanto, 2008).

c. Pengasapan

Tujuan pengasapan untuk mengawetkan dan memberi warna serta rasa dan aroma pada ikan asap. Daya awet ikan asap tergantung pada lamanya pengasapan dan volume asapnya. Tahap-tahap pengasapan yaitu pemilihan bahan bakar, penyusunan ikan, dan pengasapan.

G. Pengujian Alat

Uji alat dilakukan dengan cara melihat kinerja sensor suhu dan sensor asap. Uji coba alat ini dilakukan dengan cara melihat apakah rentang nilai suhu yang keluar dari sensor DS18B20 sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Pengolahan data supaya dalam pengontrolan suhu dan konsentrasi asap sesuai diinginkan menggunakan *syntax* di *arduino IDE*.

Uji coba sensor MQ-2 dapat dilakukan dengan melihat nilai *output* dari sensor MQ-2. Nilai tersebut dapat dikonversi menjadi nilai kepekatan asap dalam satuan ppm. Persamaan yang digunakan untuk mengkonversi nilai digital ke nilai *part per million* (ppm) adalah sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{\text{digital Number ADC}}{1024} \times V_c \quad (3.1)$$

Keterangan:

ADC = Analog Digital Converter

1024 = Nilai Konstanta

V_c = Tegangan Rangkaian

$$R_s = 1 + \frac{V_c - V_{out}}{V_{out}} \times R_L \quad (3.2)$$

Keterangan :

V_{out} = Tegangan Keluaran

R_s = Resistansi sensor

R_L = Hambatan indikator (standard nilai R_L=10KΩ)

$$\frac{R_s}{R_o} = \frac{R_s}{R_L} \quad (3.3)$$

Nilai $\frac{R_s}{R_o}$ yang didapatkan kemudian dikonversi dengan grafik konsentrasi gas yang terdapat pada *data sheet* sensor

MQ-2. Persamaan yang digunakan untuk mengkonversi *Analog Digital Converter* (ADC) diubah dalam satuan *Part Per Million* (Ppm) adalah sebagai berikut:

$$\text{Ppm} = 322,39 \times ((R_s/R_o)^2) - (573,12 \times (R_s/R_o)) + 256,7 \quad (3.4)$$

V_{out} merupakan tegangan yang keluaran dari *sensor* MQ-2. ADC merupakan *digital converter* yang berasal dari keluaran *sensor* MQ-2. Nilai ADC tersebut dibagi oleh konstanta berfungsi untuk merubah ADC menjadi *Voltage*. Nilai konstanta adalah nilai pembagi yaitu sebesar 1024. Kemudian hasilnya dikali dengan tegangan rangkaian. Tegangan rangkaian yang digunakan adalah 5 volt.

R_s adalah *nilai resistansi* dari *sensor* MQ-2. Nilai R_s didapatkan dari nilai V_c (5 volt) dikurangi V_{out} . nilai yang telah di dapat kemudian di bagi dengan nilai V_{out} kemudian dikali dengan R_L (nilai hambatan). Nilai hambatan yang digunakan yaitu $10K\Omega$. Setelah nilai R_s sudah di dapatkan kemudian nilai P_c dapat dicari. P_c adalah konsumsi daya. Daya yang digunakan pada *sensor* asap MQ-2 dapat dicari nilainya dari hasil tegangan rangkaian 5V dikurangi nilai V_{out} kemudian hasilnya dipangkatkan, setelah hasil pangkat tersebut kemudian di bagi dengan *nilai* R_s .

Rentang kepekatan asap dapat di bagi menjadi 3 katagori adalah sebagai berikut:

- a. Jika sensor asap $< 1/3$ rentang nilai maksimum-minimum sensor asap maka termasuk dalam katagori rendah.
- b. Jika nilai sensor berada pada rentang waktu $\geq 1/3$ hingga $2/3$ nilai maksimum dan minimum maka termasuk dalam katagori sedang.
- c. Jika nilai sensor asap $\geq 2/3$ rentang nilai maksimum-minimum maka termasuk dalam katagori tinggi.

Dari tiap katagori dapat diketahui mayoritas nilai kepekatan asap. Dari nilai tersebut dapat diketahui rentang kepekatan asap yang baik digunakan untuk pengasapan dingin ikan.

H. Metode Analisis Kadar Air

Menentukan kadar air dalam bahan pangan dapat menggunakan beberapa metode yaitu metode pengeringan (dengan oven), metode destilasi, metode kimia, dan metode khusus seperti *refraktometer*. Penelitian ini menggunakan metode pengeringan dengan oven. Kadar air dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{(A-B)}{c} \times 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan:

a = massa sampel mula-mula (gram)

b = massa sampel setelah di asap (gram)

c = massa sampel mula-mula (gram).

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

A. Hasil Alat Pengasapan

Desain dari alat pengasapan dingin produk ikan asap dengan sistem kendali suhu dan konsentrasi asap dibagi menjadi 3 bagian yaitu tempat pembakaran (pembuatan asap), pipa penyalur asap, dan Ruang pengasapan.



Gambar 4. 1 Alat Pengasapan Dingin

Tempat pembuatan asap di desain terpisah dengan ruang pengasapan. Tempat pembuatan asap berfungsi sebagai pembuatan asap pada pembakaran bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa dan serabut kelapa. Tempat pembuatan

asap berukuran (50x40x40)cm. Bagian atas tempat pembuatan asap dilengkapi dengan lubang udara yang berfungsi untuk menyalurkan asap ke ruang pengasapan.

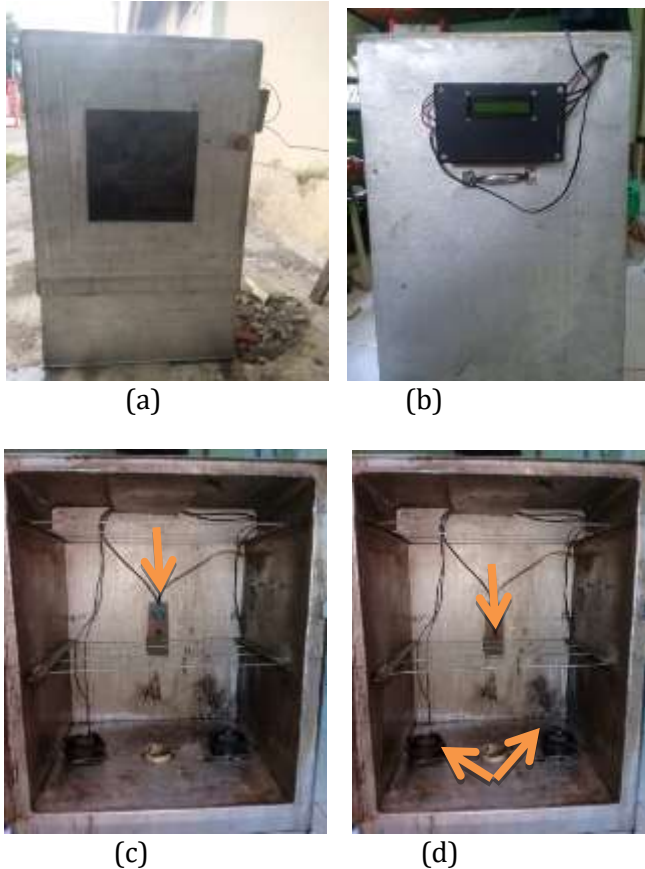


Gambar 4. 2 Tempat Pembuatan Asap

Ruang pengasapan berfungsi sebagai penampung bahan yang akan diasap, yang terbuat dari bahan galvalum dengan ukuran (70x40x40) cm. Bagian depan tempat pengasapan terdapat kaca yang bertujuan untuk mempermudah melihat ikan yang ada didalam ruang pengasapan. Kemudian didalam ruang pengasapan terdapat 2 rak untuk menggantung ikan dengan jarak antara rak 1 dan 2 adalah ± 20 cm.

Ruang pengasapan memiliki dua buah kipas AC 12 volt, kipas yang digunakan berukuran (5x5x2,5)cm dan diantara rak satu dan dua terdapat sensor suhu DS18B20 dan

sensor MQ-2. Bagian luar tepat pengasapan terdapat box komponen yang berfungsi untuk menempatkan komponen dan rangkaian elektro, seperti arduino uno, RTC, LED, LCD, *micro SD*, *relay*. Ukuran box komponen (15x 10)cm. Tampilan ruang pengasapan dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 3 (a) Kaca Pengasapan Ikan (b) Box Komponen (c) Sensor (d) Rak dan Kipas pada Ruang Pengasapan Ikan

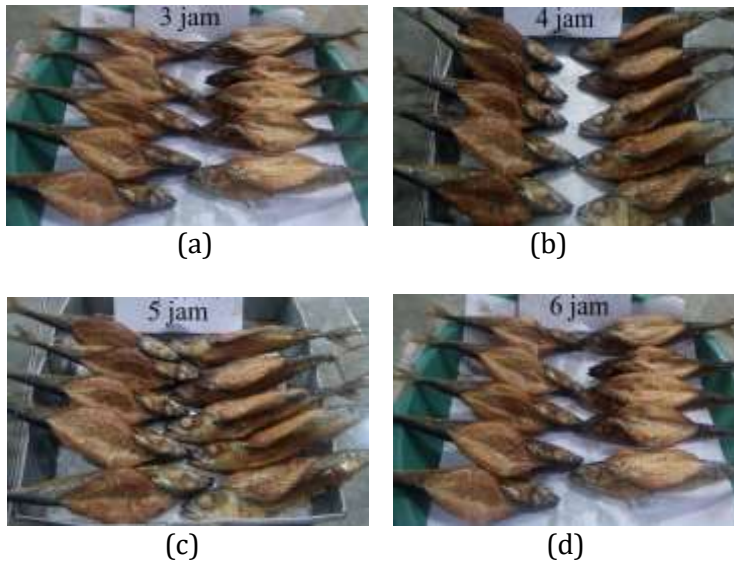
Proses pengasapan pada alat ini yaitu tempurung kelapa yang dibakar pada tempat pembakaran menghasilkan asap, kemudian asap tersebut masuk ke pipa penghubung kemudian didistribusikan ke ruang pengasapan. Kipas yang berada di ruang pengasapan akan menghisap asap yang dialirkan melalui pipa untuk didistribusikan kedalam ruang pengasapan. Kipas bagian bawah yang berjumlah 2 akan menghisap secara maksimal jika suhu di ruang pengasapan kurang dari 15°C . Jika suhu didalam ruang pengasapan berada di 45°C , maka satu kipas dibawah ruang pengasapan akan berhenti bekerja, dan lubang asap yang ada diatas ruang pengasapan akan terbuka. Asap akan keluar dari ruang pengasapan. Asap yang masuk kedalam tempat pengasapan kemudian direkam oleh sensor MQ-2 dan suhu yang berada ditempat pengasapan akan direkam oleh sensor suhu DS18B20. Kemudian data yang terekam dalam sensor suhu dan asap tersebut tersimpan dalam *micro SD card*. Asap bersirkulasi didalam ruang pengasapan dan menempel pada ikan-ikan yang telah digantung di rak, untuk mencegah asap yang berada didalam ruang pengasapan tidak terlalu banyak maka, lubang asap yang ada diatas ruang pengasapan akan dibuka. Hal ini untuk mencegah supaya ikan asap yang dihasilkan berkualitas. Jika asap yang berada diruang pengasapan terlalu banyak dapat menyebabkan hasil dari produk pengasapan kurang bagus. Posisi ikan yang akan di

asapi dengan cara digantungkan pada rak yang ada didalam ruang pengasapan. Posisi ikan dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4. 4 Posisi Ikan Sebelum Diasap

Dilihat dari Gambar 4.4, tujuan Ikan digantungkan secara vertikal hal ini agar ikan selama proses pengasapan tidak perlu di bolak balik. Ikan Asap matang secara merata. Penelitian ini dilakukan uji coba 4 kali dengan variasi waktu pengasapan. Lama pengasapan yaitu 3 jam, 4 jam, 5 jam, dan 6 jam. Berikut ini adalah tampilan hasil ikan layang asap dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Hasil Ikan Asap Dengan Lama Pengasapan
(a) 3Jam, (b) 4 Jam, (c) 5 jam (d) 6 jam

Gambar 4.5 merupakan hasil ikan asap menggunakan alat pengasapan dingin. Dilihat dari tekstur warna ikan asap berwarna kecoklatan. Rasa dan aroma dari ikan asap pekat dan daging ikan empuk.

B. Hasil Uji Alat Pengasapan

Uji coba alat dilakukan di Desa Warureja Kecamatan Tegal Sari Kota Tegal Provinsi Jawa Tengah. Uji coba alat pengasapan dingin dilakukan untuk mengetahui kesetabilan suhu dan konsentrasi asap di ruang pengasapan.

Sensor DS18B20 dan sensor MQ-2 telah terlapisi bahan aluminium dan bersifat *waterproof*, aman digunakan untuk ditempatkan di ruang pengasapan, tingkat sensitivitas sensor DS18B20 dan Sensor MQ-2 tinggi.

Sensor DS18B20 dan sensor MQ-2 berfungsi untuk merekam suhu dan konsentrasi asap yang ada didalam ruang pengasapan. Data rekaman dari sensor tersebut akan tersimpan dalam *micro SD*. Kemudian data tersebut diolah menggunakan *microsoft excel*.

1. Hasil Uji Suhu

Selama perekaman data sensor suhu dibiarkan saja tanpa adanya penanganan khusus, untuk menghindari pembacaan sensor selain suhu di ruang pengasapan. Hasil uji suhu pada ruang pengasapan di sajikan dalam gambar 4.6



Gambar 4. 6 Grafik Suhu Ruang Pengasapan

Sumbu x pada gambar 4.6 adalah waktu pengambilan data dan sumbu y adalah suhu pada ruang

pengasapan. Suhu di ruang pengasapan berkisar antara $(23,18^{\circ}\text{C}-44,81^{\circ}\text{C})$. Hasil dari pengamatan suhu terendah adalah $23,38^{\circ}\text{C}$ dan suhu tertinggi adalah $44,81^{\circ}\text{C}$. Kenaikan suhu disebabkan karna adanya penambahan bahan bakar arang yang berada ditempat pembakaran, maka pendistribusian panas dan asap lebih banyak sehingga suhu yang ada di ruang pengasapan meningkat. Penurunan suhu dikarenakan arang yang berada ditempat pembakaran tidak mencukupi untuk mendistribusikan panas dan asap kedalam ruang pengasapan. Hasil pengujian sensor suhu dapat dikatakan bahwa sensor suhu DS18B20 bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan

2. Hasil Uji Konsentrasi Asap

Sensor asap diletakan dalam ruang pengasapan yaitu diantara rak 1 dan rak 2. Sensor MQ-2 berfungsi untuk mengetahui konsentrasi asap didalam ruang pengasapan. Sensor dibiarkan selama pengambilan data tanpa adanya penanganan khusus, hal ini untuk menghindari pembacaan sensor selain konsentrasi asap di ruang pengasapan. Hasil uji sensor MQ-2 dapat dilihat pada Gambar 4.7



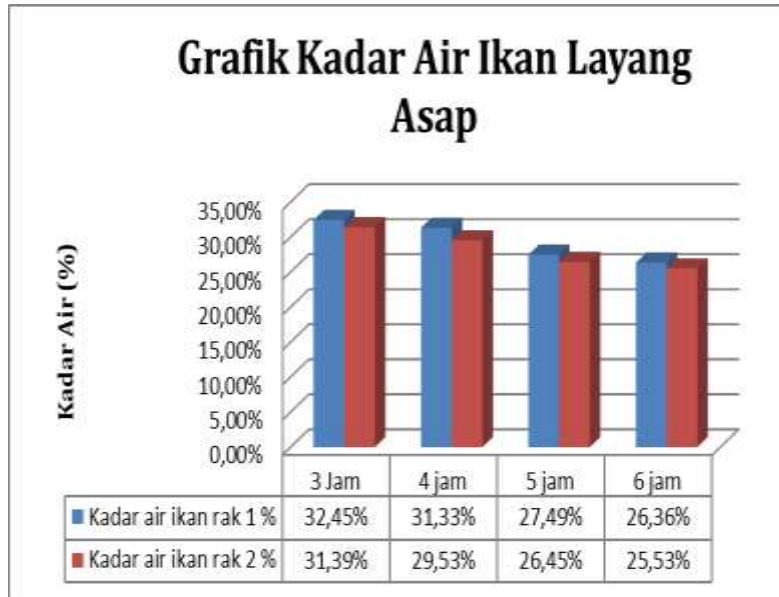
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Uji Konsentrasi Asap

Sumbu x pada Gambar 4.7 adalah waktu pengambilan data. Sedangkan sumbu y adalah nilai *Analog Digital Converter* (ADC) yang diubah dalam satuan *part per million* (ppm) dari sensor MQ-2 dengan menggunakan persamaan 3.4. Berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat bahwa konsentrasi asap yang ada didalam ruang pengasapan adalah (230- 252) ppm. Asap sedang dalam ruang pengasapan selama 6 jam disebabkan karna suhu dalam ruang pengasapan rendah sekitar (23,18°C-44.81)°C. Asap dapat dipengaruhi oleh suhu yang berasal dari ruang pengasapan, jumlah batok kelapa yang mengalami pembakaran kurang sempurna, dan jenis bahan bakar yang digunakan. (Mareta, 2002). Jenis bahan bakar yang digunakan dalam pengasapan dapat menentukan mutu asap yang dihasilkan. Jumlah asap,

ketebalan asap dan kecepatan aliran asap didalam alat pengasapan akan menentukan mutu ikan asap (Sebayang, 2002). Dari percobaan yang telah dilakukan dapat melihat bahwa asap yang baik untuk pengasapan ikan layang adalah diatas 200 ppm. Kepekatan asap dapat mempengaruhi hasil dari pengasapan metode dingin ikan. Jadi, pengasapan diharapkan berada diatas 200 ppm agar hasilnya optimal.

C. Analisis Hasil Produk

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah kadar air pada ikan asap. Keawetan bahan makanan mempunyai hubungan erat dengan kadar air. Semakin rendah kadar air dalam bahan makanan diharapkan bahan makanan semakin awet. Kandungan kadar air dalam bahan makanan mempengaruhi daya tahan bahan makanan terhadap serangan mikroba. Air merupakan saran mikroorganisme untuk berkembang, sehingga proses pengasapan memiliki tujuan mengurangi kadar ai dalam ikan (Swatawati *et al* 2013). Semakin rendah kadar air semakin lambat pertumbuhan mikroba sehingga bahan pangan tersebut awet (Winanmo, 1997). Untuk menganalisis kandungan kadar air pada ikan layang menggunakan persamaan (3.5). Hasil kadar air pengasapan dingin ikan layang disajikan pada gambar 4.8



Gambar 4. 8 Grafik Kadar Air Ikan Layang Asap

Berdasarkan gambar 4,8 rata-rata kadar air ikan layang asap sebesar (25,53%-32,45)%. Panjang rata-rata ikan adalah 16.7 cm dan rata-rata bobot ikan layang adalah 192.3gram. Ikan layang yang dimasukan kedalam ruang pengasapan sebanyak 10 buah. Nilai kadar air terendah ikan layang asap yaitu 25.53% terjadi pada lama pengasapan 6 jam dan kadar air tertinggi ikan layang asap yaitu 32.45% terjadi pada lama pengasapan 3 jam. Efisiensi waktu yang dibutuhkan untuk mengasapi ikan layang terhadap kadar air yaitu 6 jam dibandingkan dengan lama pengasapan 3 jam. Artinya semakin lama pengasapan maka semakin rendah nilai kandungan kadar air dalam ikan layang asap.

Penelitian sebelumnya oleh Saragih (2011) menggunakan ikan tongkol dengan lama pengasapan 31 jam. Nilai kadar air ikan tongkol asap yaitu 51,91% Perbedaan bentuk tubuh kedua jenis ikan yang berbeda dapat mempengaruhi penurunan kadar air. Penurunan kadar air ikan layang lebih cepat karna ikan layang memiliki tubuh ramping.

Rancang bangun alat pengasapan dingin produk ikan asap dengan sirkulasi tertutup menggunakan sistem monitoring suhu dan konsentrasi asap berbasis arduino yang telah di kembangkan yaitu dari sisi sirkulasi udaranya tertutup sehingga asap yang dihasilkan lebih merata tidak keluar melalui celah-celah terbuka. Sirkulasi udara yang baik menyebabkan partikel asap menempel pada tubuh ikan menjadi merata (Afrianto, dan Liviawaty, 2015). Kemudian untuk menghasilkan ikan asap matang secara merata posisi ikan saat diasapi digantungkan sehingga tidak perlu untuk di bolak-balik secara manual. Data hasil monitoring suhu dan konsentrasi asap dalam ruang pengasapan akan terekam dan tersimpan dalam *micro* SD.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Alat pengasapan dingin (*cold smoking*) produk ikan asap dengan sirkulasi tertutup menggunakan sistem monitoring suhu dan konsentrasi asap berbasis arduino uno telah dibuat. Desain alat pengasapan dingin dibagi menjadi tiga bagian yaitu tempat pembakaran, pipa penyaluran asap, dan ruang pengasapan. Hasil suhu yang berada didalam ruang pengasapan suhu terendah 23,18°C dan suhu tertinggi adalah 44.81°C. Kosentrasi asap di ruang pengasapan yaitu (230-252) ppm. Data hasil perekaman suhu tersimpan dalam *micro SD card*.
2. Hasil rata-rata Nilai kadar air terendah ikan layang asap yaitu 25.53% terjadi pada lama pengasapan 6 jam dan kadar air tertinggi ikan layang asap yaitu 32.45% terjadi pada lama pengasapan 3 jam. Efisiensi waktu yang dibutuhkan untuk mengasapi ikan layang terhadap kadar air yaitu 6 jam dibandingkan dengan lama pengasapan 3 jam. Artinya semakin lama pengasapan maka semakin rendah nilai kandungan kadar air dalam ikan layang asap.

B. Saran

Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut mengenai alat pengasapan dingin dan perlu adanya penambahan alarm untuk mengetahui bahan bakar yang telah habis dan menggunakan jenis ikan yang berbeda serta dapat dikembangkan dengan teknologi ozon untuk pengawetan ikan dengan daya simpan lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Bin Muhammad “ Tafsir Ibnu Katsir”, Pustaka Imam As- Syafi’I : Bogor. 2004. Hal 323.
- Adawyah. (2007). *“Pengolahan Dan Pengawetan Ikan”*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Afrianto, dan Liviawaty. (2015). *“Pengawetan Dan Pengolahan Ikan”*, Yogyakarta: Kanisius.
- Andrianto, Heri. (2016). *“Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman”*. Bandung: Informatika.
- Anonim, (2008). *“DS3231, Serial, I2c Real-Time-Clock”*. Maxim Integrated.
- Ashbrook, (1995). *“Butchering, Processing and Preservation of Meat”*. Canada : D. Van Nostrand Company, inc.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009) Spesifikasi Ikan Asap. SNI 2725.1:2009.
- Fansuri, Aldo Saragih. (2011). *“Rancang Bangun Alat Pengasapan Dingin Berbasis Mikrokontroller”*, Skripsi Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan : Institut Pertanian Bogor.
- Fauzi dan Muchtar, (2011). *“Pengasapan Ikan Menggunakan Asap Skala Rumah Tangga”*. Jurnal perikanan dan kelautan vol.16, No.1, Hal 103-116.
- Franciskus, Firdaus (2017), *“Perancangan Perangkat Prototype Pengasapan Ikan Dengan Pengontrol Suhu”*. Fakultas Teknik: Universitas Maritim Raja Ali Haji.

- Fuji , Okozumi. (2002) *Nutritional And Functional Properties Of Squid And Cuttlefish*. Tokyo: National Cooperative Association of Squid Processors.
- Harris, dan Karmas. 1989. *"Evaluasi Pada Pengolahan Bahan Pangan"*. Bandung : ITB.
- Imron, Faisal. (2016). *"Implementasi Sistem Sirkulasi Asap Pada Pengasapan Dingin"*. Skripsi Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan : Institut Pertanian Bogor.
- Irianto, dan Gityami 2009. *"Teknologi hasil perikanan"*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Isamu, Kobajashi dkk.(2012). *"Karakteristik Fisik, Kimia, Dan Organoleptik Ikan Cakalang (Katsuwonus Pelamis) Asap Di Kendari"*. Jurnal Teknologi Pertanian. Vol.13 no.2 (agustus 2-12) 105-110.
- Junaidi, Prabowo, 2018, *Project Sistem Kendali Elektronika Berbasis Arduino*. Bandar Lampung: AURA.
- Kadir, (2004). *"Pengaruh Suhu Dan Lama Penyimpanan Terhadap Jumlah Kandungan Bakteri Dan Kualitas Fisik Ikan Tongkol Asap (Euthynnus Affinis)"*. *Journal of Biological Physics*. Vol.6, No.2 Mei 2004.
- Koral, Serkan. (2010). *"The Effect Of Stronge Temperature On The Chemical And Sensorial Wuality Of Hot Smoked Atlantic Bonito (sarda, sarda, bloch,1838) Packed In Aluminium Foil"*. Turkish. *Journal of Fisheries and aquatic sciences* 10:439-443.
- Marenta TM, and Arwani SN. (2008). *Pengawetan Ikan Bawal Dengan Pengasapan Dan Pemmanggangan*. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*. Vol.7 no.2:33-47.
- Martin, A. M. (1994). *"Fisheries Processing- Biotechnological Applications"*. London : Chapman and Hall.

- Matur, Simanjuntak. (2012). *"Rancang Bangun teknologi pemurni air menggunakan Arduino"*. Universitas Sumatra Utara.
- Mundar. (2012) *Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2*,
www leselektronika.com. Available at:
<http://www leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-dsisplay-lcd-16x2.html>(Accessed:30-maret 2019).
- Nuri . (2008) Pengolahan Makanan Dengan Pengasapan.
- Oyelese. (2006). *"Quality Assement Of Cold Smoked Hot Smoked And Oven Dried Tilapia Nilotica Under Cold Strong Temperature Conditions. Departemen Of Wildlife And Fisheries Management, Faculty Of Agriculture And Forestry". University Of Ibadan, Ibadan, Nigeria. Jurnal Of Fisheries International 1 (2-4):92-97, 2006.*
- Robiatul, Adawyah. (2007). *"Pengolahan Dan Pengawetan Ikan"*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Saanin. (1984) Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan (jilid I dan II). Bandung : Bina Cipta. Hal 516.
- Sebayang .(2002). *"Penerapan Teknologi Pengasapan Ikan Bagi Masyarakat Nelayan"*. Jurnal Pengabdian Masyarakat Vol.8 no.28: 25-34.
- Serot, Baron, dkk. *Effect Of Smoking Processes On The Contens Of 10 Major Phenolic Compound In Smoked Fillets Of Herring (Clupea Harengus)* Food Chemistry, 85, 111-120.
- Siswiyanti. Dkk. 2008. *"Pengembangan Alat Pengasapan Ikan"*. Magister Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Teknoin Bidang Teknik Industri.
- Soedarto, dan Siswanto (2008). *"Respon kualitas Bandeng (Chanos chanos) Asap terhadap Lama Pengeringan"*. Berkala Ilmiah Perikanan Vol.3 no.1:49-53.

- Suharningsih. (2012). *"Rancang Bangun Jemuran Otomatis Berbasis Mikrokontroller"*. Jurnal Teknik elektro industri politeknik elektro negeri Surabaya. Availabel at <http://respostory.uksw.edu/handle/123456789/2772>.
- Sulistijowati ,Rieny. (2013). *" Mekanisme Pengasapan Ikan"*, : UNPAD-Press, hal-1.
- Susanto, Heru. (2009). *"Pertanian Dan Lingkungan Hidup"*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Swastawati, F (2008). *"Quality and Safety of Smoked Catfish (riestal assinus) Using Paddy Chaff and Coconut Shell Liquid Smoke"*. *Journal of Coastal Development* Vol.12 No 1 Hlm 47-55.
- Swastawati, (2013).*"Karakteristik Kualitas Ikan Asap yang Diproses Menggunakan Metode dan Jenis Ikan Berbeda"*. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. Vol.3 no.3:126-132.
- Syam, Rafiuddin. (2013). *" Dasar-dasar Teknik Sensor"*. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Wibowo, S. (1996) *."Industri Pengasapan Ikan"*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Winanmo. 1997. *Kimia pangan dan Gizi* . Jakarta: PT Gramedia
- <http://cuputehnik.blogspot.com>, pengertian Ikan Layang. Diakses 3 Agustus 2019 pukul 12:15 WIB.
- <https://jualkit.wordpress.com>.Kipas-DC-12-volt. Diakses 3 Oktober 2019, pukul 13:12 WIB.
- <https://teknikelektronika.com>,Rangkaian-power-supply-adaptor. Diakses pada 29 september, pukul 20:10 WIB.
- <https://id.carousell.com>, *Real-time-clock-module-2ic*, Diakses Pada 29 September 2019, Pukul 20:30 WIB.

<https://www.instructables.com/LCD-Displays-Arduino>. Diakses pada 21 September 2019, Pukul 07:35 WIB.

<https://electrobes.com/product/micro-sd-card-reader-adapter-module-for-arduino/>. Diakses pada 21 September 2019. Pukul 08:21 WIB.

[www. Tweaking4All.com](http://www.Tweaking4All.com), How to measure temperature with your Arduino and a DS18B20. Diakses pada 26 mei 2019 pukul 10:21 WIB.

Lampiran 1. Surat Penunjuk Pembimbing



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan, Semarang Telp. (024) 7601295 Fax. 7615387

Semarang, 20 Maret 2019

No : B-1147/Un.10.8/J2/PP.00.9/3/2019
Lamp : -
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi
Yth,

1. Agus Sudarmanto, M.Si
2. M. Izzatul Faqih, MPd

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Berdasarkan hasil pembahasan usul judul penelitian pada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, maka disetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Titik Ayu Dwi Jayanti

NIM : 1508026028

Judul : "Rancang Bangun Prototipe Alat Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*) Produk Ikan Asap Dengan Sirkulasi Tertutup Menggunakan Sistem Kontrol Suhu Dan Konsentrasi Asap Berbasis Arduino".

Dan menunjuk :

1. Agus Sudarmanto, M.Si
2. M. Izzatul Faqih, MPd

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan, atas perhatian yang diberikan kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Program Studi Fisika

Agus Sudarmanto, M.Si

NIP.197708232009121001

Tembusan :

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 2. Permohonan Riset

	
KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI	
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185	
Nomor	: B. 5022/Un.10.8/D1/TL.00/12/2019
Lamp	: -
Hal	: Permohonan Izin Riset
Semarang, 6 Desember 2019	
 Kepada Yth. Kepala Laboratorium Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo di Semarang	
Assalamu'alaikum Wr. Wb.	
Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :	
Nama	: Titik Ayu Dwi Jayanti
NIM	: 1508026028
Fakultas/Jurusan	: Sains dan Teknologi / Fisika
Judul Skripsi	: "Rancang Bangun Prototype Alat Pengasapan Dingin (<i>Cold Smoking</i>) Produk Ikan Asap Dengan Sirkulasi Tertutup Menggunakan Sistem Kendali Suhu dan Kosentrasi Asap Berbasis Arduino"
Pembimbing	: 1. Agus Sudarmanto, M.Si. 2. M. Izzatul Faqih, M.Pd.
Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di iijinkan melaksanakan Riset mulai tanggal 5 Oktober-20 November 2019.	
Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.	
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.	
 a.n. Dekan Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan  Agus Sudarmanto, S.Pd., M.Sc. 197206042003121002	
Tembusan Yth.	
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)	
2. Arsip	

Lampiran 3. Suhu di dalam Ruang Pengasapan

Waktu	Suhu (Celsius)	Waktu	Suhu (Celsius)
09:05:03	23,38	11:25:02	42,17
09:10:02	26,23	11:30:22	40,98
09:15:05	26,35	11:35:11	40,01
09:20:02	27,65	11:40:23	39,15
09:25:35	27,93	11:45:02	38,11
09:30:25	28,77	11:50:05	36,07
09:35:22	29,31	11:55:11	33,87
09:40:12	30,25	11:00:02	30,25
09:45:11	30,67	12:05:11	30,67
09:50:01	30,78	12:10:12	30,78
09:55:23	31,93	12:15:23	31,43
10:00:01	31,22	12:20:35	32,17
10:05:05	31,43	12:25:02	33,79
10:10:02	32,17	12:30:22	32,12
10:15:11	33,79	12:35:11	32,17
10:20:13	32,12	12:40:23	32,22
10:25:23	32,17	12:45:02	34,01
10:30:01	32,22	12:50:05	36,19
10:35:12	34,01	12:55:11	37,91
10:40:05	36,19	13:00:02	39,15
10:45:01	41,65	13:05:11	38,11
10:50:31	43,81	13:10:12	41,65
10:55:23	44,81	13:15:23	44,81
11:00:02	44,72	13:20:35	44,82
11:05:11	44,59	13:25:02	44,72
11:10:12	44,56	13:30:22	44,59
11:15:23	43,69	13:35:11	44,56
11:20:35	43,31	13:40:23	43,69

Waktu	Suhu (Celsius)	Waktu	Suhu (Celsius)
13:45:02	43,31	14:45:02	31,25
13:50:05	42,17	14:50:05	30,17
13:55:11	40,98	14:55:11	30,12
13:00:02	40,01	14:00:02	29,77
14:05:11	39,15	15:05:11	29,62
14:10:12	38,11	15:10:12	29,59
14:15:23	37,91	15:15:23	29,56
14:20:35	33,87	15:20:35	29,34
14:25:02	31,76	15:25:02	28,48
14:30:22	31,54	15:30:22	27,56
14:35:11	31,33	15:35:11	27,44
14:40:23	31,29	15:40:23	27,44
14:45:02	31,25	15:45:02	26,89
14:50:05	30,17	15:50:05	26,74
14:55:11	30,12	15:55:11	25,77
14:35:11	31,33	16:00:02	24,69
14:40:23	31,29		

Lampiran 4. Data Konsentrasi Asap

Waktu	ADC	Nilai Konstanta	Vc	Vout	RL=R0	Rs	Konsentrasi Asap
09:05:03	36	1024	5	0,175	10 K Ω	276,7	241,17
09:10:02	37	1024	5	0,181	10 K Ω	276,2	241,78
09:15:05	39	1024	5	0,191	10 K Ω	252,78	242,55
09:20:02	40	1024	5	0,195	10 K Ω	247,4	242,8
09:25:35	42	1024	5	0,205	10 K Ω	234,9	243,5
09:30:25	43	1024	5	0,209	10 K Ω	230,2	243,76
09:35:22	46	1024	5	0,224	10 K Ω	214,2	244,76
09:40:12	48	1024	5	0,234	10 K Ω	204,6	245,19
09:45:11	50	1024	5	0,244	10 K Ω	195,9	245,68
09:50:01	55	1024	5	0,268	10 K Ω	177,5	246,71
09:55:23	66	1024	5	0,322	10 K Ω	141,6	248,73
10:00:01	72	1024	5	0,351	10 K Ω	133,4	249,2
10:05:05	74	1024	5	0,361	10 K Ω	129,5	249,42
10:10:02	79	1024	5	0,385	10 K Ω	120,8	249,91
10:15:11	87	1024	5	0,424	10 K Ω	108,9	250,58
10:20:13	127	1024	5	0,62	10 K Ω	71,6	252,7
10:25:23	129	1024	5	0,629	10 K Ω	70,4	252,76
10:30:01	131	1024	5	0,639	10 K Ω	69,2	252,83
10:35:12	93	1024	5	0,454	10 K Ω	101,1	251,02
10:40:05	96	1024	5	0,468	10 K Ω	97,8	251,8
10:45:01	97	1024	5	0,473	10 K Ω	96,7	251,27
10:50:31	103	1024	5	0,502	10 K Ω	90,6	251,62
10:55:23	113	1024	5	0,551	10 K Ω	81,7	252,12
11:00:02	119	1024	5	0,581	10 K Ω	77	252,39
11:05:11	127	1024	5	0,62	10 K Ω	71,6	252,7
11:10:12	129	1024	5	0,629	10 K Ω	70,4	252,76
11:15:23	72	1024	5	0,351	10 K Ω	133,4	249,2
11:20:35	74	1024	5	0,361	10 K Ω	129,5	249,42
11:25:02	79	1024	5	0,385	10 K Ω	120,8	249,91
11:30:22	66	1024	5	0,322	10 K Ω	141,6	248,73

Waktu	ADC	Nilai Konstanta	Vc	Vout	RL=R0	Rs	Konsentrasi Asap
11:35:11	74	1024	5	0,361	10 K Ω	129,5	249,42
11:40:23	79	1024	5	0,385	10 K Ω	120,8	249,91
11:45:02	55	1024	5	0,268	10 K Ω	177,5	246,71
11:50:05	37	1024	5	0,181	10 K Ω	276,2	241,78
11:55:11	39	1024	5	0,191	10 K Ω	252,78	242,55
13:05:03	36	1024	5	0,175	10 K Ω	276,7	241,17
13:10:02	37	1024	5	0,181	10 K Ω	276,2	241,78
13:15:05	39	1024	5	0,191	10 K Ω	252,78	242,55
13:20:02	40	1024	5	0,195	10 K Ω	247,4	242,8
13:25:35	42	1024	5	0,205	10 K Ω	234,9	243,5
13:30:25	43	1024	5	0,209	10 K Ω	230,2	243,76
13:35:22	46	1024	5	0,224	10 K Ω	214,2	244,76
13:40:12	48	1024	5	0,234	10 K Ω	204,6	245,19
13:45:11	50	1024	5	0,244	10 K Ω	195,9	245,68
13:50:01	55	1024	5	0,268	10 K Ω	177,5	246,71
13:55:23	66	1024	5	0,322	10 K Ω	141,6	248,73
14:00:01	72	1024	5	0,351	10 K Ω	133,4	249,2
14:05:05	74	1024	5	0,361	10 K Ω	129,5	249,42
14:10:02	79	1024	5	0,385	10 K Ω	120,8	249,91
14:15:11	87	1024	5	0,424	10 K Ω	108,9	250,58
14:20:13	127	1024	5	0,62	10 K Ω	71,6	252,7
14:25:23	129	1024	5	0,629	10 K Ω	70,4	252,76
14:30:01	131	1024	5	0,639	10 K Ω	69,2	252,83
14:35:12	93	1024	5	0,454	10 K Ω	101,1	251,02
14:40:05	96	1024	5	0,468	10 K Ω	97,8	251,8

Waktu	ADC	Nilai Konstanta	Vc	Vout	RL=R0	Rs	Konsentrasi Asap
14:45:01	97	1024	5	0,473	10 K Ω	96,7	251,27
14:50:31	103	1024	5	0,502	10 K Ω	90,6	251,62
14:55:23	113	1024	5	0,551	10 K Ω	81,7	252,12
15:00:02	119	1024	5	0,581	10 K Ω	77	252,39
15:05:11	127	1024	5	0,62	10 K Ω	71,6	252,7
15:10:12	129	1024	5	0,629	10 K Ω	70,4	252,76
15:15:23	88	1024	5	0,429	10 K Ω	107,5	250,69
15:20:35	86	1024	5	0,419	10 K Ω	110	250,52
15:25:02	79	1024	5	0,385	10 K Ω	120	249,96
15:30:22	77	1024	5	0,375	10 K Ω	124	249,73
15:35:11	74	1024	5	0,361	10 K Ω	129	249,45
15:40:23	72	1024	5	0,351	10 K Ω	133	249,22
15:45:02	55	1024	5	0,268	10 K Ω	177,5	246,71
15:50:05	88	1024	5	0,429	10 K Ω	107,5	250,69
15:55:11	86	1024	5	0,419	10 K Ω	110	250,52
16:00:23	79	1024	5	0,385	10 K Ω	120	249,96

Lampiran 5. Data Berat Ikan dan Analisis Kadar Air

A. Tabel Panjang dan Berat Ikan Layang

Sampel	Panjang Ikan (cm)	Berat (gram)
Ikan Layang	17,2	194,2
	16,7	201,3
	19,6	201,9
	19,7	203,3
	21,1	204,1
	16,8	197,3
	19,5	203,2
	19,1	204,5
	18,1	201,4
	17,3	196,6

B. Tabel Analisis Kadar Ikan Layang

Waktu	Berat mula-mula (gram)	Sampel setelah di oven (gram)	Kadar Air %	Rata-Rata Kadar Air
3 Jam	1005,8	642.2	32.45%	31,92%
	1003,6	643.5	31,39%	
4 Jam	1005,8	666.2	31,33%	30,43%
	1003,6	679.4	29.53%	
5 Jam	1005,8	685,5	27,49%	26,97%
	1003,6	744,2	26,45%	
6 Jam	1005,8	747.5	26,36%	25,94%
	1003,6	752.6	25,53%	

Lampiran 6. Syntax Arduino Pengontrol Suhu Dan Kosentrasi Asap

```
//===== LIBRARY =====//
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <DS3231.h>
#include <MQ2.h>
//===== INISIALISASI I/O =====//
#define MQ2_WIRE A0
#define ONE_WIRE_BUS 2
#define pinCS 10
#define pinRelay 3

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
DS3231 rtc(SDA, SCL);
File myFile;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
MQ2 mq2(MQ2_WIRE);

int minSmokePPM = 5000;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pinCS, OUTPUT);
  pinMode(pinRelay, OUTPUT);

  // SD Card Initialization
  if (SD.begin())
  {
    Serial.println("SD card is ready to use.");
  } else
  {

```

```

    Serial.println("SD card initialization failed");
    return;
}
lcd.begin();
lcd.backlight();
rtc.begin();
mq2.begin();
sensors.begin();
}

void loop(){

lcd.setCursor(3,0);
lcd.print(rtc.getTimeStr()); // orint out waktu pada lcd

mq2_sensor(); //calling sub program mq2_sensor
reading_temp(); //calling sub-program reading_temp
writingSD(); //calling sub-program writigSD
exhaust(); //calling sub-progam exhaust
}

int smoke;
char smokePrint[6];
int lastSmoke;

void mq2_sensor(){ //sub-program utk pembacaa sensor mq 2

    float* values= mq2.read(false); //set it false if you don't want to print
the values in the Serial
    smoke = mq2.readSmoke();
    if(lastSmoke != smoke){
        Serial.println(smoke);
        sprintf(smokePrint, "%-5d", smoke);
        lcd.setCursor(0,1);
        if(smoke < 9999){
            lcd.print(smokePrint); //print-out nilai PPM asap ke LCD
        }else{
            lcd.print(">9999");
        }
    }
}

```

```

    }
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("PPM");
    lastSmoke = smoke;
    }
}
float Temp = 0;
int lastTemp = 0;
char tempBuff[8];
char tempPrint[14];
void reading_temp(){ // sub-program pembacaan nilai sensor suhu
    sensors.requestTemperatures();
    Temp = sensors.getTempCByIndex(0); // Gets the values of the
    temperature
    dtostrf(Temp, 4, 2, tempBuff);
    sprintf(tempPrint, "%-6s",tempBuff);

    if(lastTemp != Temp ){ //print out pembacaan nilai suhu ke lcd
        lcd.setCursor(9,1);
        lcd.print(tempPrint);
        lcd.setCursor(14,1);
        lcd.print((char)223);
        lcd.print("C");
        lastTemp = (int)Temp;
    }
}

long currentMillis = 0;
int interval = 30; // set point interval penyimpanan data ke memory
per-menit
void writingSD(){ // sub-program menyimpan nilai temp dan asap ke
micro SD

    if(millis ()>= currentMillis + (1000 * 60 * interval)){
        myFile = SD.open("test.txt", FILE_WRITE);
        if(myFile){
            lcd.setCursor(15,0);
            lcd.print('>');

```

```

myFile.print(rtc.getDateStr()); // save tanggal
myFile.print(',');
myFile.print(rtc.getTimeStr()); //save waktu
myFile.print(',');
myFile.print(smoke);           //save nilai PPM asap
myFile.print(',');
myFile.println(Temp);          //save nilai temperature
myFile.close();
currentMillis = millis();
}else{
    lcd.setCursor(15,0);
    lcd.print('-');
    currentMillis = millis();
}
}else{
    lcd.setCursor(15,0);
    lcd.print(' ');
}
}
void exhaust(){ // sub-program utk menyalakan kipas
    if(Temp > 40 ){
        digitalWrite(pinRelay, HIGH);
    }else{
        digitalWrite(pinRelay, LOW);
    }
}
}

```

Lampiran 7. Dokumentasi Proses Uji Alat Pengasapan

A. Penjemuran Tempurung Kelapa



B. Penyusunan Alat



C. Ruang Pengasapan Ikan



(Kaca Pengasapan)



(Box Komponen)



(Letak Sensor & kipas)



(Rak Pengasapan)

D. Tempat Pembakaran



E. Sampel Ikan Layang



F. Tampilan Ikan Sebelum di Asap



G. Tampilan Ikan Layang sesudah di Asap



(a)



(b)



(c)



(d)

H. Box Komponen Arduino



I. Tampilan LCD



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Titik Ayu Dwi Jayanti
Tempat dan Tgl. Lahir : Tegal, 03 Agustus 1996
Alamat Rumah : Jl. Mawar No 15 Ds. Lebakgowah,
RT/RW: 03/02 Kec. Lebaksiu, Kab. Tegal
HP : 085642510891
E-mail : Titikayudwijayanti377@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. TK Syafiil Anwar tahun 2001 - 2003
 - b. SD N 1 Lebakgowah tahun 2003 – 2009
 - c. MTs N Model Babakan tahun 2009 – 2012
 - d. SMA N 2 Slawi tahun 2012 – 2015

Semarang, 20 Desember 2019

Titik Ayu Dwi Jayanti
NIM: 1508026028