

## PERHITUNGAN KONSTRUKSI DAN KALOR PADA ALAT PENGASAP IKAN BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO

*Construction and Heat Calculations in a Fish Smoker Based on an Arduino Microcontroller*

Simon Petrus<sup>1\*</sup>, Merpatih<sup>2</sup>, Suwarto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Prodi. Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Negeri Samarinda,  
Jl.Dr.Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda Seberang, Kota Samarinda  
e-mail: <sup>1</sup>s\_pet66@yahoo.com, <sup>2</sup>merpatih1966@yahoo.com, <sup>3</sup>suwartopoltek78@gmail.com,

### Info Artikel

Riwayat Artikel:  
Diterima: 10-05-2024  
Diterima dalam bentuk revisi:  
25-05-2024  
Diteima/publis: 27-05-2024

### Kata Kunci:

*Fish smoker*,  
Mikrokontroler, Berat Ikan

### Abstrak

Masyarakat pada umumnya membuat ikan asap secara tradisional, ikan diasap di atas tempat pembakaran dan asap hasil pembakaran biomassa dibiarkan begitu saja bercampur dengan udara. Teknik pengasapan ini memiliki beberapa kekurangan diantaranya terkena paparan asap secara langsung yang cukup lama, ini sangat berbahaya bagi kesehatan karena dapat menyebabkan iritasi mata, gangguan pernapasan, dan tenggorokan. Kekurangan yang berikutnya adalah kontrol suhu yang sulit, suhu pada pengasapan tradisional relatif cukup tinggi. Proses pengasapan memerlukan kontrol suhu yang tepat agar ikan yang diasap tidak terlalu matang atau bahkan gosong dan memiliki kualitas yang baik untuk di konsumsi oleh masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat alat pengasap ikan yang lebih efisien. Metode yang digunakan dalam penggunaan alat ini adalah merancang alat, kemudian menguji coba alat, selanjutnya mengalisis alat dan memastikan alat dapat bekerja dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pengasap ikan berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 dapat berkerja maksimal dengan proses pengasapan memerlukan waktu 5-6 jam. Alat pengasap ikan berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 dapat menurunkan berat total ikan dari 9 kg turun menjadi 6,7 kg. Suhu yang baik dalam melakukan proses pengasapan ikan agar di peroleh hasil pengasapan ikan yang merata adalah 40°C - 50°C.

### Abstract

People generally make smoked fish traditionally, fish smoked above the kiln and smoke from burning biomass is left to mix with the air. This smoking technique has several disadvantages including exposure to direct smoke for a long time, this is very dangerous for health because it can cause eye irritation, respiratory problems, and throat. The next drawback is difficult temperature control, the temperature in traditional fumigation is relatively high. The smoking process requires proper temperature control so that smoked fish is not too cooked or even burnt and has good quality for consumption by the public. The purpose of this research is to design and make a more efficient fish smoker. The method used in using this tool is to design the tool, then test the tool, then analyze the tool and make sure the tool can work properly. The test results show that the fish smoker based on the Arduino Uno R3 microcontroller can work optimally with the smoking process taking 5-6 hours. Arduino Uno R3 microcontroller-based fish smoker can reduce the total weight of fish from 9 kg down to 6.7 kg. A good temperature in carrying out the process of smoking fish in order to obtain the results of smoking fish evenly is 40 °C -50 °C.

## PENDAHULUAN

Ada 2 cara pengasapan utama yang biasa dilakukan yaitu pengasapan dingin (cold smoking) dan pengasapan panas (hot smoking). Menurut Adawyah (2007) pada pengasapan panas suhu tempat penyimpanan sekitar (70-100)°C, sedangkan pengasapan dingin sekitar (15-50)°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). Nilai standar kadar air pada ikan asap berdasarkan SNI (2013) adalah 60%.

Masyarakat pada umumnya membuat ikan asap secara tradisional, ikan diasap di atas tempat pembakaran dan asap hasil pembakaran biomassa dibiarkan begitu saja bercampur dengan udara. Teknik pengasapan ini memiliki beberapa kekurangan diantaranya terkena paparan asap secara langsung yang cukup lama, ini sangat berbahaya bagi kesehatan karena dapat menyebabkan iritasi mata, gangguan pernapasan, dan tenggorokan. Kekurangan yang berikutnya adalah kontrol suhu yang sulit, suhu pada pengasapan tradisional relatif cukup tinggi. Proses pengasapan memerlukan kontrol suhu yang tepat agar ikan yang diasap tidak terlalu matang atau bahkan gosong. Kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) pada saat ini mengalami peningkatan yang sangat pesat. Teknologi tersebut tentunya tidak lepas dari penggunaan suatu sensor. Sensor 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.

Bagaimana cara merancang alat pengasap ikan berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 dengan sensor suhu sebagai pengontrol suhu pada ruang pengasapan agar dapat mengetahui suhu yang berada diruang pengasapan. Dan juga menghindari paparan asap secara langsung selama proses pengasapan nantinya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengasapan

Sakti et al. (2016), mengatakan pengolahan ikan secara tradisoanal umumnya didasari pada pengurangan kadar air yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Diharapkan proses ini dapat menghambat jumlah dan aktivitas mikroorganisme, sehingga masa simpan produk dapat diperpanjang. Memperpanjang masa simpan produk, khususnya di sektor perikanan merupakan hal lazim yang sudah dikenal masyarakat sejak dahulu. Beberapa praktik pengawetan yang sudah dilakukan masyarakat seperti teknik pengeringan, pengasinan, pengasapan, pendinginan ataupun pembekuan yang umumnya dilakukan secara sederhana. Dari penerapan beberapa teknik pengawetan ini dapat disimpulkan bahwa kondisi ikan yang mudah mengalami pembusukan merupakan suatu permasalahan nyata yang berdampak negatif pada masyarakat khususnya nelayan atau pedagang ikan yang membutuhkan solusi yang tepat sehingga dapat meningkatkan keuntungan.

Pengasapan adalah salah satu teknik pengawetan yang sudah dikenal masyarakat walaupun dalam penerapannya pengasapan kalah populer dibandingkan pengasinan. Pengasapan memiliki nilai lebih dari segi tampilan visual dan aroma khas dari hasil pembakaran biomassa. Secara sederhana pengasapan merupakan teknik pengawetan yang berfokus pada penurunan kandungan air produk pangan dan pemberian aroma khas dengan memanfaatkan asap panas yang diperoleh dari hasil pembakaran biomassa. Biomassa yang digunakan juga

cukup murah dan mudah ditemukan di lingkungan sekitar, seperti tempurung atau sabut kelapa, serbuk gergaji atau kayu kering lainnya. Senyawa kimia yang terdapat pada asap pembakaran biomassa mampu membunuh bakteri penyebab pembusukan pada ikan dan menambah aroma sehingga ikan memiliki cita rasa khas saat dikonsumsi. Sirait dan Saputra (2020) mengatakan terdapat beberapa faktor yang dapat berpengaruh terhadap mutu ikan asap yaitu proses pembersihan ikan sebelum diasap, pencampuran bumbu, proses pengasapan dan pemilihan bahan bakar pengasapan. Umumnya teknik pengasapan yang dikenal oleh masyarakat ada dua yaitu pengasapan dingin (cold smoking) dan pengasapan panas (hot smoking). Perbedaan utama dari dua metode pengasapan ini adalah suhu dan waktu yang digunakan selama pengasapan. Pengasapan panas memerlukan suhu tinggi dengan waktu pengasapan yang relatif singkat, sedangkan pengasapan dingin memerlukan waktu yang relatif lama dengan suhu yang lebih rendah.

### **Bahan Pengawet Alami**

#### **Garam**

Garam dapat bertindak sebagai pengawet karena garam akan menarik air dari ikan sehingga mikroorganisme pembusuk tidak dapat berkembang biak karena menurunnya aktivitas air. Garam bisa mengeringkan mikroba melalui proses osmosis atau menyerap air dari ikan. Cara pengawetan ini bisa mencegah timbulnya jamur, menghambat tumbuhnya bakteri yang ada pada tubuh ikan, serta mencegah munculnya bau yang tidak sedap. pembusukan makanan akan menjadi lebih lambat jika seluruh bagian tubuh akan dilumuri dan ditutupi dengan garam. Proses pengawetan dengan garam tidak hanya membuat ikan tahan lebih lama, tetapi juga bisa menambah cita rasa ikan.

#### **Jeruk Nipis**

Pada dasarnya jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sudah banyak dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai tanaman berkhasiat. Buah tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) merupakan salah

satu tanaman yang selama ini dimanfaatkan oleh masyarakat untuk keperluan sehari-hari, mulai dari minuman, masakan, obat-obatan, bahkan digunakan sebagai zat aktif yang bisa membunuh bakteri. Perasan jeruk nipis segar mengandung asam organik seperti asam sitrat 6,15%, asam laktat 0,09%, serta sejumlah kecil asam tartarat (Nour et al., 2010). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Faiza Rahmawati (2018), kandungan asam sitrat pada jeruk nipis lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan asam sitrat pada belimbing wuluh yang juga dapat menjadi pengawet alami pada ikan karena kandungan asam organiknya. Penggunaan perasan jeruk nipis dengan asam sitrat yang tinggi tersebut dapat efektif untuk menurunkan pH sehingga menghambat aktifitas pertumbuhan bakteri. Kandungan asam organik yang tinggi inipun, dapat membuat jeruk nipis efektif mengurangi bau amis pada ikan.

### **Batok atau Tempurung Kelapa**

Batok atau tempurung kelapa kerap kali dibuang begitu saja di pasar-pasar tradisional. Padahal, batok kelapa bisa sebagai bahan baku mentah untuk diolah menjadi arang. Produk arang batok kelapa sebagai bahan baku setengah jadi itu pun dapat diolah lagi menjadi produk arang yang inovatif. Komponen senyawa fenol yang berperan sebagai zat antioksidan dalam asap cair, dijadikan alternatif untuk menggantikan fungsi formalin sebagai pengawet bahan pangan yang berbahaya bagi kesehatan (Solichin; 2008).

### **Jenis-Jenis Ikan Yang Digunakan**

#### **Ikan Bandeng**

Bandeng telah lama dikenal di negara-negara maritim seperti Indonesia, Filipina, Taiwan, Tahiti, Sri Lanka hingga Madagaskar. Menurut sejumlah penelitian klinis, ikan bandeng merupakan jenis ikan air asin dengan nilai gizi yang paling tinggi dibandingkan jenis ikan lain. Ikan bandeng merupakan sumber protein, mineral dan vitamin yang sangat baik (Malle, Tawali, Tahir dan Bilang, 2019). Lebih spesifik, kandungan Omega-3 dari bandeng bahkan diklaim 6 kali lipat lebih banyak

dibandingkan salmon dan 71 kali lipat lebih besar dibandingkan ikan tuna (Malle dan kolega, 2019). Daging ikan bandeng pun umumnya berwarna putih susu atau putih pucat, lunak dan tidak terlalu berbau amis namun disertai dengan banyak duri kecil.

Tabel 1. Komposisi Proksimat Ikan Bandeng

Komposisi Proksimat	Air Tawar	Air Payau
Air	75,857%	70,787%
Abu	2,812%	1,405%
Protein	20,496%	24,175%
Lemak	0,721%	0,853%
Karbohidrat	0,114%	2,780%

### Ikan Tongkol

Ikan tongkol (*Euthynnus Affinis*) salah satu jenis ikan yang sering digunakan sebagai bahan baku pengolahan ikan asap karena minat konsumen pada ikan tongkol sangat tinggi serta memiliki keunggulan mengandung protein tinggi. Daging ikan tongkol memiliki komposisi kimia air 69,40%; lemak 1,50%; protein 25,00%; abu 2,25% serta karbohidrat 0,03%. Protein ikan terdiri atas protein sarkoplasma yang terdapat pada otot daging ikan dan protein miofibrilar yang terdiri atas miofibril dan stroma. Protein tersebut berperan dalam pembentukan tekstur daging ikan (Sanger, 2010). Umumnya pengolahan ikan tongkol asap secara tradisional tidak dapat memperpanjang masa simpan lebih dari 2-3 hari.



Gambar 1. Ikan Tongkol

### Ikan Pari

Ikan pari merupakan ikan demersal berbentuk pipih (depressed). Bagian mulut terletak dibagian ventral dan inferior (Widodo et al. 2016). Sirip dadanya menyatu dengan bagian kepala membentang ke kanan-kiri (Rahardjo, 2009). Ekor ikan Pari panjang dan kecil menyerupai cambuk dengan duri sengat,

namun tidak semua jenis memiliki duri sengat. Umumnya, ikan pari berenang menggunakan gerakan gelombang sirip pectoral yang berukuran lebar. Ukuran pari yang telah dewasa sangat bervariasi. Ukuran terkecil ikan ini hanya sekitar 10 cm dengan lebar 5 cm. Ikan pari terbesar dikenal dengan nama pari manta panjang tubuh pari manta mencapai 7 meter dengan lebar 6 meter. Habitat yang disenangi ikan pari adalah dasar perairan pantai yang dangkal dengan substrat pasir, lumpur, dan terumbu karang. Kandungan gizi ikan pari meliputi kadar air 79,10%, kadar abu 0,83%, kadar lemak 0,42% dan kadar protein 16,86%. Daging ikan pari biasa dikonsumsi manusia sebagai bahan makanan dan minyaknya juga dapat digunakan sebagai obat-obatan. Ikan pari yang dijual di pasar-pasar ikan biasanya dalam keadaan segar maupun sudah dikeringkan.



Gambar 2. Ikan Pari

### Kadar Air Ikan

Kadar air ikan yang dicapai dengan cara persentase berat kandungan air ikan setelah di asap dengan menggunakan rumus:

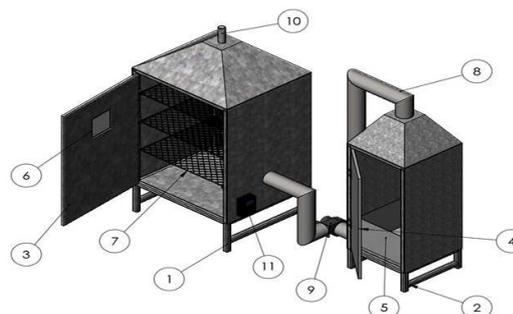
$$KA = \frac{B_s - B_f}{B_s} \times 100\% \quad (1)$$

### Rendemen Berat Ikan

Rendemen, yaitu perbandingan penurunan berat ikan dengan rumus:

$$R = \frac{F_d}{F_a} \times 100\% \quad (2)$$

### METODE PENELITIAN



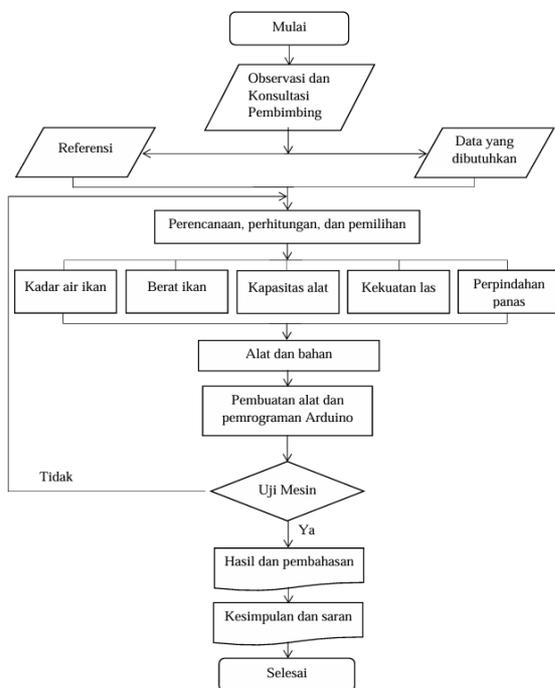
Gambar 4. Alat Pengasap Ikan  
 Dalam perencanaan mesin ini meliputi beberapa tahapan yaitu :

**Tahap Persiapan**

Persiapan perencanaan alat pengasap ikan berbasis mikrokontroller arduino uno r3 proses dimaksudkan untuk melakukan studi literature dan membuat daftar alat dan bahan yang digunakan

**Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Kegiatan pembuatan alat pengasap ikan berbasis mikrokontroler Arduino Uno dilaksanakan di Jalan P. Diponegoro Kelurahan Bukuan Kecamatan Palaran Kota Samarinda. Waktu perencanaan dimulai dari bulan Januari 2024 sampai dengan akhir Juli 2024.



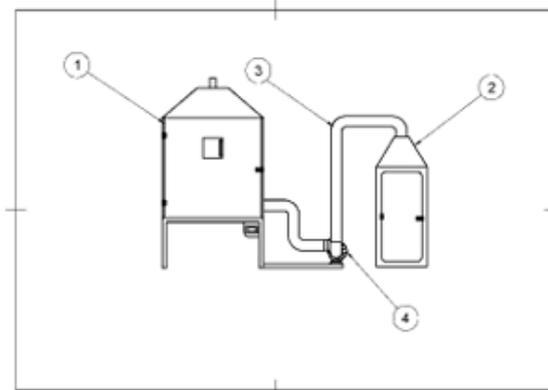
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Perancangan**

Alat pengasap ikan berbasis mikrokontroler Arduino ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi panas dan senyawa kimia asap hasil pembakaran biomassa selama proses pengasapan berlangsung. Efisiensi panas yang dimaksud yaitu sebagai pengontrol suhu pada saat proses pengasapan agar mendapatkan hasil produksi ikan asap yang berkualitas. Desain alat pengasapan ikan terdiri dari 4 bagian komponen utama, yaitu :

1. Ruang pengasapan
2. Tungku pembakaran (Tempat pembuatan asap)
3. Pipa penyalur asap
4. Blower



Gambar 6. Gambar Desain Alat

**Proses Pembuatan Alat**

Proses pembuatan alat ini diawali dengan pembuatan desain gambar beserta ukuran dan membeli bahan-bahan yang diperlukan pada pembuatan alat tersebut dan mempersiapkan alat-alat bantu lainnya. Proses pembuatannya dimulai dari:

1. Proses diawali dengan pembuatan rangka ruang pengasapan dengan ukuran tinggi 150 cm, panjang 85 cm, dan lebar 75 cm. Sedangkan rangka tungku pembakaran berukuran dengan tinggi 130 cm, panjang 50cm, dan lebar 50 cm. Bahan yang digunakan untuk pembuatan rangka yaitu besi holo ukuran 4x4 dengan tebal 0,8 mm.
2. Menutup bagian depan, belakang, kanan, kiri, dan atap dengan plat 1,2 mm dengan mengelas titik tiap bagian sisinya, lalu membuat cerobong asap dan lubang dibagian samping untuk tempat masuknya asap melalui pipa.
3. Lalu membuat pintu ruang pengasapan dan ruang pembakaran.
4. Kemudian membuat 3 buah rak dengan plat expanded (plat jaring-jaring) dan besi baja ukuran 10, yang nantinya rak tersebut diletakkan didalam ruang pengasapan sebagai tempat ikan yang akan diasap.
5. Membuat bak penampung tetesan ikan dengan panjang 80 cm, lebar 70 cm, dan tinggi 5 cm.

6. Membuat bak pembakaran dengan panjang 40 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 20 cm.
7. Lalu menutup bagian celah-celah kecil dengan dengan menggunakan dempul dan lem sealant.
8. Lalu melakukan pengecatan terhadap keseluruhan rangka pengasapan dan pembakaran dengan warna hitam.
9. Kemudian mengelas pipa penyalur asap dari ruang pembakaran ke ruang pengasapan dengan ukuran pipa 3 Inch.
10. Jika pipa sudah siap, lalu sambungkan pipa pada blower yang telah disiapkan.
11. Memasang sensor DHT11 (sensor suhu) di dalam ruang pengasapan ikan.
12. Memasang box project arduino yang sudah terdapat layar LCD, board Arduino, dan relay. Box project arduino ini diletakkan diluar ruang pengasapan, gunanya untuk melihat suhu yang ada diruang pengasapan pada saat proses pengasapan berlangsung nantinya.
13. Merangkai seluruh komponen. Seperti ruang pengasapan, pipa saluran asap, blower, dan ruang pembakaran.
14. Melakukan uji coba pada alat yang telah dibuat.

**Data Pengamatan Suhu**

Pengambilan data suhu ruang pengasapan ini dilakukan dengan cara mengamati layar LCD yang terpasang dibagian luar ruang pengasapan. LCD tersebut menampilkan data dari sensor DHT11 yang sudah terpasang didalam ruang pengasapan. Uji coba pengasapan dilakukan selama 3 hari dengan jenis ikan yang berbeda.

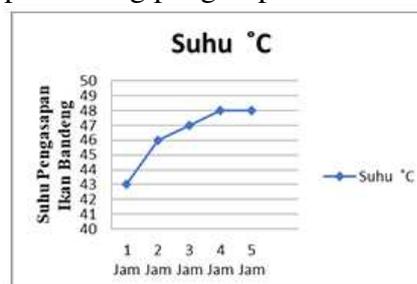
**Analisa Suhu Pada Proses Pengasapan Ikan Bandeng**

Berikut tabel analisa suhu pada proses pengasapan ikan bandeng selama 5 jam.

**Tabel 1. Pengamatan Suhu Ruang Pengasapan Ikan Bandeng**

No	Waktu	Suhu Ruang Pengasapan
1.	1 Jam	43 ° C
2.	2 Jam	46 ° C
3.	3 Jam	47 ° C
4.	4 Jam	48 ° C
5.	5 Jam	48 ° C
Rata-Rata		46,4 ° C

Dari data yang diperoleh diatas kemudian dibuat grafik suhu yang terjadi didalam ruang pengasapan. Berikut grafik suhu pada ruang pengasapan.



**Gambar 7. Grafik Suhu Ruang Pengasapan Ikan Bandeng**

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pengamatan dilakukan selama 5 jam proses pengasapan ikan bandeng. Panas asap yang disalurkan melalui pipa penghubung ke dalam ruang pengasapan 43–48°C. Suhu 1 jam awal berada di 43°C, kemudian setelah 2 jam naik menjadi 46°C, kemudian 3 jam berada di 47°C. Di 45 jam semakin naik menjadi 48°C.

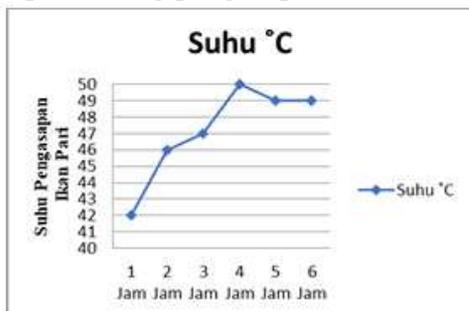
**Analisa Suhu Pada Proses Pengasapan Ikan Pari**

Berikut tabel analisa suhu pada proses pengasapan ikan pari selama 6 jam.

**Tabel 2. Pengamatan Suhu Ruang Pengasapan Ikan Pari**

No	Waktu	Suhu Ruang Pengasapan
1.	1 Jam	42 ° C
2.	2 Jam	46 ° C
3.	3 Jam	47 ° C
4.	4 Jam	50 ° C
5.	5 Jam	49 ° C
6.	6 Jam	49 ° C
Rata-Rata		47,1 ° C

Dari data yang diperoleh diatas kemudian dibuat grafik suhu yang terjadi didalam ruang pengasapan. Berikut grafik suhu pada ruang pengasapan.



Gambar 8. Grafik Suhu Ruang Pengasapan Ikan Pari

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pengamatan dilakukan selama 6 jam proses pengasapan ikan bandeng. Panas asap yang disalurkan melalui pipa penghubung ke dalam ruang pengasapan 42–50°C. Suhu 1 jam awal berada di 42°C, kemudian setelah 2 jam naik menjadi 46°C, kemudian 3 jam naik berada di 47°C. Di 4 jam mencapai suhu tertinggi yaitu 50°C. Dan pada 5-6 jam akhir suhu konstan berada di 49°C.

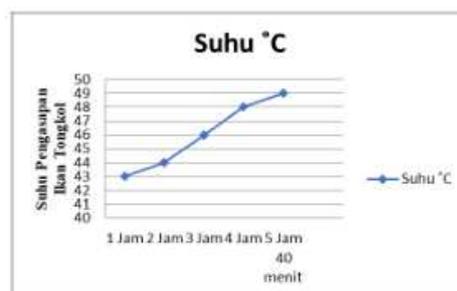
### Analisa Suhu Pada Proses Pengasapan Ikan Tongkol

Berikut tabel analisa suhu pada proses pengasapan ikan tongkol selama 5 jam 40 menit

Tabel 3. Pengamatan Suhu Ruang Pengasapan Ikan Tongkol

No	Waktu	Suhu Ruang Pengasapan
1.	1 Jam	43 ° C
2.	2 Jam	44 ° C
3.	3 Jam	46 ° C
4.	4 Jam	48 ° C
5.	5 Jam 40 Menit	49 ° C
Rata-Rata		46 ° C

Dari data yang diperoleh diatas kemudian dibuat grafik suhu yang terjadi didalam ruang pengasapan. Berikut grafik suhu pada ruang pengasapan.



Gambar 9. Grafik Suhu Ruang Pengasapan Ikan Tongkol

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pengamatan dilakukan selama 5 jam 40 menit proses pengasapan ikan bandeng. Panas asap yang disalurkan melalui pipa penghubung ke dalam ruang pengasapan 43–59°C. Suhu 1 jam awal berada di 43°C, kemudian setelah 2 jam naik menjadi 44°C, kemudian 3 jam naik berada di 46°C. Di 4 jam mencapai suhu tertinggi yaitu 48°C. Pada saat 5 jam 40 menit suhu berada di 49°C.

### Perhitungan Penurunan Kadar Air Ikan Bandeng

#### Perhitungan Kadar Air Pengamatan Pertama

Pengamatan pertama pada saat 2 jam pengasapan.

##### 1) Rak 1

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,82 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 18\%$$

##### 2) Rak 2

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,76 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 24\%$$

##### 3) Rak 3

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,68 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 32\%$$

Jadi, penurunan kadar air paling banyak selama 2 jam berada pada rak 3 yaitu 32%.

#### Perhitungan Kadar Air Pengamatan Kedua

Pengamatan kedua pada saat 4 jam pengasapan.

##### 1) Rak 1

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,76 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 24\%$$

### 2) Rak 2

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,72 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 29\%$$

### 3) Rak 3

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,66 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 34\%$$

Jadi, penurunan kadar air paling banyak selama 4 jam berada pada rak 3 yaitu 34%.

### Perhitungan Kadar Air Pengamatan Ketiga

Pengamatan ketiga pada saat 5 jam pengasapan.

#### 1) Rak 1

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,72 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 28\%$$

#### 2) Rak 2

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,66 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 34\%$$

#### 3) Rak 3

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,64 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 36\%$$

Jadi, penurunan kadar air paling banyak selama 5 jam berada pada rak 3 yaitu 36%.

### Perhitungan Penurunan Kadar Air Ikan Pari

#### Perhitungan Kadar Air Pengamatan Pertama

Pengamatan pertama pada saat 2 jam pengasapan.

##### 1) Rak 1

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,92 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 8\%$$

##### 2) Rak 2

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,86 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 14\%$$

##### 3) Rak 3

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,8 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 20\%$$

Jadi, penurunan kadar air paling banyak selama 2 jam berada pada rak 3 yaitu 20%.

### Perhitungan Kadar Air Pengamatan Kedua

Pengamatan kedua pada saat 4 jam pengasapan.

#### 1) Rak 1

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,88 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 12\%$$

#### 2) Rak 2

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,76 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 24\%$$

#### 3) Rak 3

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,74 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 26\%$$

Jadi, penurunan kadar air paling banyak selama 4 jam berada pada rak 3 yaitu 26%

### Perhitungan Kadar Air Pengamatan Ketiga

Pengamatan ketiga pada saat 6 jam pengasapan.

#### 1) Rak 1

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,82 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 18\%$$

#### 2) Rak 2

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,72 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 28\%$$

#### 3) Rak 3

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,68 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 32\%$$

Jadi, penurunan kadar air paling banyak selama 6 jam berada pada rak 3 yaitu 32%

### Perhitungan Penurunan Kadar Air Ikan Tongkol

#### Perhitungan Kadar Air Pengamatan Pertama

Pengamatan pertama pada saat 2 jam pengasapan.

**1) Rak 1**

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,98 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 2\%$$

**2) Rak 2**

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,8 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 20\%$$

**3) Rak 3**

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,78 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 22\%$$

Jadi, penurunan kadar air paling banyak selama 2 jam berada pada rak 3 yaitu 22%.

**Perhitungan Kadar Air Pengamatan Kedua**

Pengamatan kedua pada saat 4 jam pengasapan.

**1) Rak 1**

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,88 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 12\%$$

**2) Rak 2**

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,78 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 22\%$$

**3) Rak 3**

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,76 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 24\%$$

Jadi, penurunan kadar air paling banyak selama 4 jam berada pada rak 3 yaitu 24%.

**Perhitungan Kadar Air Pengamatan Ketiga**

Pengamatan ketiga pada saat 5 jam 40 menit pengasapan.

**1) Rak 1**

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,84 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 16\%$$

**2) Rak 2**

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,76 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 24\%$$

**3) Rak 3**

$$KA = \frac{1 \text{ kg} - 0,74 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times 100\% = 26\%$$

Jadi, penurunan kadar air paling banyak selama 5 jam 40 menit berada pada rak 3 yaitu 24%.

**Kapasitas Massa Pada Rak Ruang Pengasapan**

Kr : Kapasitas Rak

Lr : 77 cm x 73 cm = 5621 cm<sup>2</sup>

U : p x l = 26 x 6,5 = 169 cm<sup>2</sup>

Kr = 5621/169 = 33 ekor/rak

Tr : 33 ekor x 200 gram/ekor = 6,6 kg ikan

Rk : 6,6 x 3 = 19,8 → 20 kg

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil Analisa dari pengujian dan evaluasi data serta pembahasan pada proses pengasapan pada alat pengasap ikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat pengasapan ini lebih baik daripada pengasapan tradisional karena asap yang dihasilkan yaitu asap murni dari ruang pembakaran yang disalurkan oleh pipa yang dihisap oleh blower lalu di salurkan menuju ke ruang pengasapan. Sehingga tidak berpaparan dengan asap secara langsung.
2. Penggunaan mikrokontroller arduino uno R3 ini memungkinkan adanya fleksibilitas dalam pengasapan ikan. Pengguna dapat mengetahui suhu yang terjadi pada ruang pengasapan untuk dapat mengetahui waktu yang sesuai dalam mengasapi ikan.
3. Penurunan kadar air setiap jenis ikan selama proses pengasapan berbedabeda. Pada ikan bandeng mengalami penurunan kadar air sebesar 36% selama 5 jam proses pengasapan. Pada ikan pari mengalami penurunan kadar air sebesar 32% selama 6 jam proses pengasapan. Dan yang terakhir ikan tongkol mengalami penurunan kadar air sebesar 26% selama 5 jam 40 menit proses pengasapan.
4. Penurunan berat setiap jenis ikan selama proses pengasapan berbeda beda. Pada ikan bandeng mengalami penurunan dari 3 kg menjadi 2,1 kg selama 5 jam proses pengasapan. Pada ikan pari mengalami penurunan dari 3 kg menjadi 2,2 kg selama 6 jam proses pengasapan.

Dan yang terakhir ikan tongkol mengalami penurunan dari 3 kg menjadi 2,4 kg selama 5 jam 40 menit proses pengasapan.

5. Alat pengasapan ikan berbasis mikrokontroller arduino uno R3 ini mengalami proses perpindahan panas terbesar yaitu di ruang pembakaran.

## REFERENSI

- [1] Arizal, A., Putra, M. R., Tama, M. K., & Meilani, R. (2018, Maret 01). Pengaruh Waktu Dan Kecepatan Aliran Udara Terhadap Kadar Air Pada Proses Pengasapan Ikan Dengan Sistem Sikulasi Asap Bebas TAR. *Politeknik Negeri Sriwijaya, Jurnal Kinetika*, 15-16.
- [2] Atmadja, S. T. (2006, Oktober 4). Pengaruh Jarak Swirl Fan Terhadap Laju Penurunan Temperature Case, Hambatan Termal Dan Efektifitas Fin Pada Extrude Fin. 8, 41.
- [3] Hafiludin. (2015). Analisis Kandungan Gizi Pada Ikan Bandeng yang Berasal Dari Habitat Yang Berbeda. *Jurnal Kelautan*, 38-39.
- [4] Kaban, D. H., Timbowo, S., Pandey, E., Mewengkang, H., Palenewen, J., Mentang, F., & Dotulong, V. (2019). Analisa Kadar Air, pH, Dan Kapang Pada Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*, L) Asap Yang Dikemas Vakum Pada Penyimpanan Suhu Dingin. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 76.
- [5] *Mengenal Ikan Tongkol ( Euthynnus Affinis)*. (2019, November 14). Retrieved from Dunia Perairan: <https://www.dunia-perairan.com/2019/11/mengenal-ikan-tongkol-euthynnus-affinis.html>
- [6] Mufarida, N. A. (2019). *Perpindahan Panas 1*. Jember: CV. Pustaka Abadi.
- [7] Mursadin, A., & Subagyo, R. (2016). In *Bahan Ajar Perpindahan Panas I HMKK* 453 (p. 2). Banjarbaru: Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
- [8] Putri, T. M., Leksono, T., & Syahrul. (2020). Pengaruh Penambahan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Mutu Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Selama Penyimpanan Pada Suhu Ruang. *Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Riau Pekanbaru*, 1.
- [9] Rahmat, A. (2014, Dec 31). *Jenis-Jenis Mikrokontroler Arduino*. Retrieved from Kelas Robot: <https://kelasrobot.com/jenis-jenis-microcontroller-arduino/>
- [10] Rasyda, H. P., Sunarto, W., & Haryani, S. (2015). Penggunaan Asap Cair Tempurung Kelapa Dalam Pengawetan Ikan Bandeng. *Indonesia Jurnal of Chemical Science Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang*, 12.
- [11] Sulistjiowati S, R., Djunaedi I, O. S., Nurhajati, J., Afrianto, E., & Udin, Z. (2011). *Mekanisme Pengasapan Ikan*. Bandung: UNPAD PRESS.
- [12] Yusuf, M., Aprilia, Y., Mardotillah, I., & Saputra, A. D. (2018). Rancang Bangun Alat Pengasap Ikan. *AGROTEKNIKA*, 28.