

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pengeringan

Proses pemisahan cairan atau kandungan air dari suatu bahan hingga mencapai kadar tertentu dengan memanfaatkan gas sebagai media pemanas dikenal sebagai pengeringan, yang melibatkan transfer panas dan energi dalam prosesnya (Alifinanda Firca Ardini, 2013). Hasil pengeringan yang optimal dapat dicapai ketika suhu pengeringan zat padat diatur dengan tepat. Namun, jika suhu pengeringan terlalu tinggi, akan terjadi fenomena case hardening atau pengerasan permukaan. Fenomena ini mengakibatkan bagian permukaan benda mengeras dan membentuk lapisan tipis yang keras seperti kulit, sementara bagian dalamnya tetap dalam kondisi yang lembut.

2.2 Mekanisme Pengeringan

Teori tekanan uap dapat menjelaskan bagaimana proses pengeringan suatu bahan berlangsung. Dalam proses ini, ada dua macam air yang mengalami penguapan yaitu air bebas serta air terikat. Air bebas yang terletak di permukaan bahan akan menguap terlebih dahulu. Setelah air di permukaan habis menguap, proses difusi akan terjadi dimana air serta uap air dari bagian dalam bahan akan berpindah ke permukaan. Proses perpindahan atau migrasi air serta uap ini terjadi akibat adanya tekanan uap yang berbeda antara bagian dalam serta luar bahan.

Ketika bahan belum mengalami proses pengeringan, tekanan uap air yang terkandung di dalamnya terletak pada kondisi seimbang dengan tekanan uap air di

lingkungan sekitar. Kemudian, saat proses pengeringan dijalankan, permukaan bahan yang terpapar oleh aliran uap panas akan mengalami peningkatan tekanan uap air, yang mana hal ini terjadi seiring dengan meningkatnya suhu pada bahan tersebut.

Saat bahan mengalami proses pengeringan, uap air bergerak dari permukaan bahan menuju udara, sehingga terjadi pengeringan di permukaan bahan tersebut. Proses ini mengakibatkan penurunan tekanan uap air di permukaan bahan. Ketika suhu meningkat dan menyebar ke seluruh bagian bahan, air akan berdifusi dari dalam bahan menuju ke permukaan, dan proses penguapan di permukaan akan terus berulang. Seiring berkurangnya kandungan air dalam bahan, tekanan uap air akan terus menurun hingga mencapai kondisi seimbang dengan udara di sekitarnya.

2.3 Pengaruh Temperatur pada Proses Pengeringan

Tingkat evaporasi air pada proses pengeringan sangat bergantung pada peningkatan suhu. Ketika selisih temperatur antara media pemanas dan material yang dikeringkan semakin tinggi, proses transfer panas ke dalam material akan berlangsung lebih cepat, sehingga mengakibatkan proses penguapan air dari material tersebut menjadi lebih cepat dan lebih banyak volumenya.

Proses pengeringan akan berlangsung lebih cepat seiring dengan meningkatnya temperatur. Ketika temperatur udara pengeringan meningkat, energi panas yang dibawa udara juga bertambah sehingga dapat menguapkan lebih banyak cairan dari permukaan bahan. Dengan demikian, semakin tinggi temperatur yang digunakan, semakin besar energi yang diberikan dan semakin cepat proses pengeringannya. Namun, pengeringan yang terlampau cepat dapat merusak bahan karena permukaan

bahan mengering terlalu cepat dibandingkan dengan pergerakan air dari dalam bahan ke permukaan. Setiap bahan memiliki batasan temperatur pengeringan tersendiri. Ketika proses pengeringan terlalu cepat, akan terjadi pengerasan pada permukaan bahan. Akibatnya, air yang berada di dalam bahan tidak dapat menguap karena terhalang oleh permukaan yang telah mengering. Selain itu, pemakaian temperatur yang terlalu tinggi juga bisa menjadi merusak daya fisiologi ikan.

2.4 Pengering tipe rak (*type dryer*)

Alat pengering yang memiliki desain berbentuk rak atau dikenal sebagai tray dryer memiliki konstruksi persegi yang dilengkapi dengan rak-rak di bagian dalamnya sebagai wadah untuk mengeringkan bahan. Umumnya, rak-rak tersebut terpasang permanen dan tidak dapat dilepas, namun beberapa model dilengkapi dengan roda pada raknya sehingga memungkinkan untuk dikeluarkan dari unit pengering. Bahan yang nantinya dilakukn pengeringan ditempatkan di atas rak yang terbentuk dari material logam dengan permukaan berlubang. Adanya berbagai lubang pada permukaan rak ini berfungsi untuk memfasilitasi sirkulasi udara panas dan membantu keluarnya uap air selama proses pengeringan (Taib dkk., 1988).

Alat pengering dengan model rak merupakan pilihan ekonomis dalam hal biaya produksi, perawatan yang tidak rumit, serta memiliki fleksibilitas tinggi dalam pengoperasiannya. Alat ini umumnya dimanfaatkan untuk keperluan riset di laboratorium dalam proses pengeringan sayur dan buah, selain itu cocok untuk penggunaan skala kecil dan kegiatan komersial yang bersifat musiman (Desrosier, 1988).

Alat pengering tipe rak bekerja dengan memanfaatkan aliran udara panas dari ruang pemanas yang didorong oleh kipas. Udara ini mengalir dari bagian dasar rak melalui lubang-lubang yang ada, kemudian bersentuhan dengan bahan yang sedang dikeringkan sambil melepaskan energi panas, sehingga mengakibatkan penguapan kadar air dari bahan tersebut. Ketika udara bergerak ke arah atas rak, temperaturnya akan berangsur-angsur menurun. Penting untuk mengontrol penurunan suhu ini dengan tepat agar ketika udara mencapai bagian paling atas, suhunya masih cukup tinggi untuk dapat menguapkan air dari bahan yang dikeringkan.

Kelembaban udara pengering ketika mencapai bagian atas perlu dijaga agar tidak mencapai titik jenuh, sehingga masih memiliki kapasitas untuk menyerap uap air yang dilepaskan. Untuk mencapai hasil pengeringan yang optimal, beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dalam pengoperasian alat ini meliputi pengaturan suhu yang tepat, pengaturan kecepatan aliran udara pengering, serta ketebalan tumpukan bahan yang akan dikeringkan. Ilustrasi mengenai pengering tipe tray dryer ini dapat dilihat pada gambar 2.1 (Rachmawan, 2001).

2.5 Prinsip – Prinsip Pengeringan

Mengingat beragamnya jenis material yang dikeringkan menggunakan peralatan komersial serta bervariasinya peralatan yang dimanfaatkan, tidak ada teori pengeringan tunggal yang mampu mencakup seluruh jenis bahan dan peralatan yang tersedia. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti keberagaman bentuk dan dimensi bahan, tingkat kandungan air di dalamnya, cara pergerakan zat cair, serta metode pemanasan yang dibutuhkan untuk proses penguapan. Dalam merancang sebuah alat pengering,

terdapat beberapa prinsip penting yang harus dipertimbangkan:

- a) Pola suhu di dalam pengering
- b) Perpindahan kalor di dalam pengering
- c) Perhitungan beban kalor
- d) Satuan perpindahan kalor
- e) Perpindahan massa di dalam pengering

2.6 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pengeringan

Proses pengeringan dipengaruhi oleh dua kelompok faktor utama. Kelompok pertama berkaitan dengan karakteristik udara yang digunakan untuk mengeringkan, sementara kelompok kedua terkait dengan karakteristik dari material yang sedang dikeringkan. Dalam hal udara pengering, terdapat tiga aspek penting yang perlu diperhatikan yaitu tingkat suhu, seberapa cepat volume udara pengering mengalir, serta tingkat kelembaban udaranya.

a) Luas Permukaan

Proses penguapan air terjadi melalui permukaan bahan, sementara air yang berada di bagian dalam akan bergerak secara perlahan menuju permukaan untuk kemudian menguap. Oleh karena itu, agar proses pengeringan dapat berlangsung lebih cepat, biasanya bahan yang akan dikeringkan akan diperkecil ukurannya terlebih dahulu dengan cara dipotong-potong atau dihaluskan. Hal ini terjadi karena :

- 1) Proses pengecilan ukuran melalui pemotongan atau penghalusan mengakibatkan bertambahnya luas area permukaan bahan, sehingga kontak antara bahan dengan media pemanas menjadi lebih optimal dan

mempermudah proses keluarnya air.

- 2) Berbagai partikel kecil maupun lapisan yang tipis menjadi pengurang jarak yang mana panas harus bergerak hingga kepusat bahan.

b) Perbedaan Suhu dan Udara Sekitar

Kecepatan perpindahan panas ke dalam bahan akan meningkat seiring dengan besarnya selisih suhu antara medium pemanas dan bahan tersebut, yang juga mempercepat proses penguapan air dari bahan. Ketika air keluar dari bahan yang sedang dikeringkan, udara di sekitarnya menjadi jenuh sehingga kemampuannya untuk menghilangkan air menjadi berkurang. Oleh karena itu, semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pengeringan, semakin cepat pula proses tersebut berlangsung. Namun, penggunaan suhu yang tidak sesuai dengan karakteristik bahan yang dikeringkan dapat mengakibatkan fenomena “casehardening”, di mana bagian permukaan bahan telah mengering sementara bagian dalamnya masih dalam kondisi basah.

c) Kecepatan Aliran Udara

Pergerakan udara dengan intensitas tinggi memiliki kemampuan untuk menyerap dan memindahkan uap air dari permukaan makanan. Proses ini mencegah terbentuknya atmosfer yang jenuh yang dapat menghambat penguapan air. Ketika sirkulasi udara di area pengeringan berjalan lancar, maka proses pengeringan akan berlangsung lebih efisien karena uap air lebih mudah dan cepat terangkat serta menguap.

d) Tekanan UDara

Kemampuan udara dalam mengangkut air selama proses pengeringan berbanding terbalik dengan tekanan udara yang ada. Ketika tekanan udara rendah, kerapatan udara

menjadi berkurang sehingga memungkinkan lebih banyak uap air yang dapat ditampung dan dikeluarkan dari bahan. Di sisi lain, tekanan udara yang tinggi menyebabkan udara di sekitar area pengeringan menjadi lembab, yang mengakibatkan terbatasnya kapasitas udara dalam menampung uap air dan pada akhirnya memperlambat proses pengeringan.

2.7 Kadar Air Bahan

Jumlah kandungan air yang terdapat dalam suatu bahan diukur berdasarkan satuan bobot bahan tersebut, yang dikenal sebagai kadar air bahan. Penentuan kadar air dapat dilakukan melalui dua cara pengukuran - bisa menggunakan metode bobot kering (dry basis) atau metode bobot basah (wet basis). Khusus untuk produk-produk pertanian, pengukuran kadar air umumnya menggunakan metode bobot basah (wet basis).

Dalam perhitungan ini berlaku rumus seperti pada persamaan 2.1

$$MC_{wb} = W_a / W_b \times 100\% \quad (2.1)$$

Di mana :

MC_{wb} = Kadar Air Bobot Basah (%)

W_a = Bobot Air Bahan (kg)

W_b = Bobot Bahan Basah (kg)

Penentuan bobot kering bahan dilakukan dengan melakukan penimbangan setelah mencapai kondisi dimana bahan tidak mengalami perubahan berat selama proses pengeringan. Proses ini umumnya menggunakan metode pengeringan pada suhu 105°C dengan durasi minimal dua jam. Setelah mendapatkan bobot kering, perhitungan kadar air dapat dilakukan menggunakan rumus yang tercantum dalam persamaan 2.2.

$$MC_{db} = 100 \times \frac{MC_{wb}}{100 - MC_{wb}} \quad (2.2)$$

Di mana :

MC_{db} = Kadar Air Bobot Kering (%)

2.8 Periode Laju Pengeringan

Henderson dan Perry (1955), Pengeringan terdiri dari dua fase penting, yaitu fase di mana kecepatan pengeringannya konstan dan fase ketika kecepatan pengeringannya berangsur-angsur berkurang. Titik pemisah antara kedua fase utama tersebut ditandai dengan adanya tingkat kelembaban yang disebut sebagai kadar air kritis (critical moisture content).

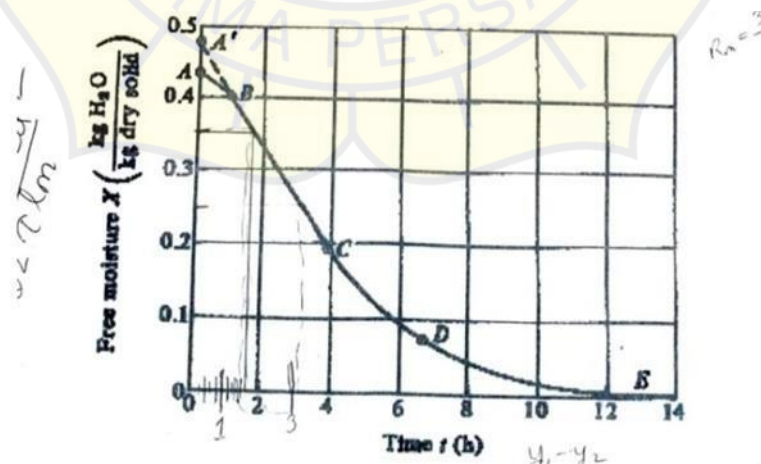
Simmonds et al. (1953) mengungkapkan bahwa kadar air kritis didefinisikan sebagai level paling rendah ketika kecepatan perpindahan air dari bagian dalam menuju permukaan bahan setara dengan kecepatan maksimal pengambilan uap air dari bahan tersebut. Ketika proses pengeringan biji-bijian dimulai, kadar airnya biasanya berada di bawah titik kritis ini. Hal ini mengakibatkan proses pengeringan yang terjadi memiliki laju yang semakin menurun. Saat transisi dari laju pengeringan konstan ke laju pengeringan yang menurun, setiap jenis bahan memiliki tingkat kadar air yang berbeda-beda.

Henderson dan Perry (1955) mengungkapkan bahwa ketika suatu bahan melalui tahap pengeringan dengan kecepatan yang konstan, kandungan airnya masih tergolong tinggi, sehingga proses penguapan yang terjadi di permukaannya dapat disetarakan dengan penguapan yang terjadi pada air bebas. Proses penguapan ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitar bahan tersebut, sementara karakteristik

dari bahan itu sendiri hanya memberikan pengaruh yang relatif kecil.

Selama proses pengeringan berlangsung, penurunan kadar air akan menyebabkan laju pengeringan menjadi semakin lambat, dimana air yang terikat pada bahan akan terus berkurang seiring waktu. Setiap bahan memiliki karakteristik berbeda dalam hal perubahan dari fase laju pengeringan tetap ke fase laju pengeringan menurun, yang ditandai dengan kadar air yang bervariasi. Ketika memasuki periode laju pengeringan menurun, lapisan air tidak lagi menutupi permukaan partikel bahan yang sedang dikeringkan. Pada periode ini, energi panas yang diterima oleh bahan dimanfaatkan untuk menguapkan sisa air bebas yang jumlahnya sangat sedikit.

Setelah fase laju pengeringan konstan, terjadi fase laju pengeringan menurun ketika kadar air dalam bahan berada di bawah kadar air kritis, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Fase laju pengeringan menurun ini terdiri dari dua proses yang berlangsung secara bersamaan, yakni proses perpindahan air dari bagian dalam menuju ke permukaan bahan, serta proses perpindahan uap air yang terjadi dari permukaan bahan ke udara di sekitarnya.



Gambar 2.1 Laju Pengeringan

Keterangan:

AB : Periode pemanasan

BC : Periode laju pengeringan konstan

CD : Periode laju pengeringan menurun pertama DE : Periode laju pengeringan menurun kedua

Adapun laju pengeringan dapat dihitung menggunakan rumus seperti persamaan 2.3.

$$M = M_0 - M_t \Delta t \quad (2.3)$$

Di mana :

M : Laju Pengeringan (kg/s)

M₀ : Massa awal produk yang dikeringkan (kg) M_t : Massa akhir produk yang dikeringkan (kg)

Δt : Selang waktu pengeringan (s)

2.9 Internet Of Things

Kemampuan beragam perangkat untuk terkoneksi dan bertukar data melalui jaringan internet merupakan definisi dari IoT (*Internet of Thing*). Teknologi ini memungkinkan terjadinya pengendalian, komunikasi, serta kolaborasi antar perangkat keras dan data menggunakan jaringan internet. Dengan kata lain, IoT dapat dipahami sebagai konsep menghubungkan berbagai benda (things) ke internet tanpa perlu dioperasikan secara langsung oleh manusia (Hardyanto, 2017).

Tetapi IOT tidak hanya sebatas mengendalikan perangkat dari jarak jauh, tetapi juga mencakup aspek berbagi data dan mengubah hal-hal nyata menjadi bentuk virtual dalam internet. Internet berperan sebagai jembatan yang menghubungkan antar mesin

secara otomatis. Dalam pengoperasiannya, terdapat pengguna yang bertanggung jawab untuk mengatur dan mengawasi kinerja perangkat secara langsung. Dengan menerapkan teknologi IoT, berbagai pekerjaan manusia dapat dituntaskan dengan lebih cepat, mudah, dan efisien.

2.10 Sensor

D Sharon, dkk (1982), mengatakan alat pendeteksi yang dikenal sebagai sensor memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi berbagai tanda dan sinyal yang muncul akibat terjadinya perubahan energi, termasuk energi listrik, fisika, kimia, biologi, dan mekanik. Berbagai contoh sensor yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari antara lain mata kamera yang berfungsi menangkap citra visual, telinga yang berperan sebagai pendeteksi suara, permukaan kulit yang dapat merasakan sentuhan, serta komponen LDR yang peka terhadap intensitas cahaya.

Perangkat yang mengkonversi besaran fisik menjadi besaran listrik untuk keperluan analisis rangkaian listrik dikenal sebagai sensor. Saat ini, sensor dapat ditemukan pada hampir semua perangkat elektronik. Seiring perkembangan teknologi, sensor telah berhasil diminiaturisasi menjadi komponen yang sangat kecil. Dengan dimensi yang minimal ini, sensor menjadi lebih praktis dalam penggunaannya dan lebih efisien dalam konsumsi energi. Sebagai komponen dari transducer, sensor berperan untuk “mendeteksi dan menangkap” perubahan energi dari luar yang masuk ke input transducer, untuk kemudian diteruskan ke bagian konverter transducer yang akan mengubahnya menjadi energi listrik.

Sensor berperan layaknya indera pada tubuh manusia, seperti mata untuk melihat,

telinga untuk mendengar, hidung untuk mencium, serta lidah untuk mengecap. Seluruh informasi yang ditangkap oleh sensor ini kemudian diproses oleh kontroler yang berfungsi sebagai otak dalam sistem pengendali dan robotika. (Petruzella, 2001). (Shobirin & Hapzi Ali, 2019), (Ashshidiqy & Ali, 2019), (V. N. Sari & Ali, 2019), (Djojo & Ali, 2012a), (Darwisyah et al., 2021), (Somad, A., Imron Rosadi, K., & Ali, 2021), (Erlina Gusnita, Hapzi Ali, 2021).

2.11 Software Arduino IDE

Integrated Development Environment (IDE) ialah suatu aplikasi komputer yang dirancang khusus untuk menciptakan rancangan atau kerangka program yang ditujukan bagi papan Arduino. Program IDE Arduino sendiri adalah perangkat lunak yang memiliki teknologi mutakhir yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor Program ialah suatu window yang menjadi kemungkinan bagi pemakai untuk menulis serta mengedit program pada bahasa Processing.
2. Compiler merupakan modul yang berfungsi melakukan konversi dari kode program berbasis bahasa Processing ke dalam bentuk kode biner. Mikrokontroler pada dasarnya tidak memiliki kemampuan untuk mengerti bahasa Processing, melainkan hanya dapat memahami kode biner. Oleh karena itu, keberadaan compiler menjadi sangat penting untuk menerjemahkan bahasa pemrograman agar dapat dijalankan oleh mikrokontroler.
3. Uploader Adalah suatu modul yang berisi kode biner dari komputer ke

dalam memory yang ada pada papan Arduino. Suatu kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah sketch. Kata “sketch” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.

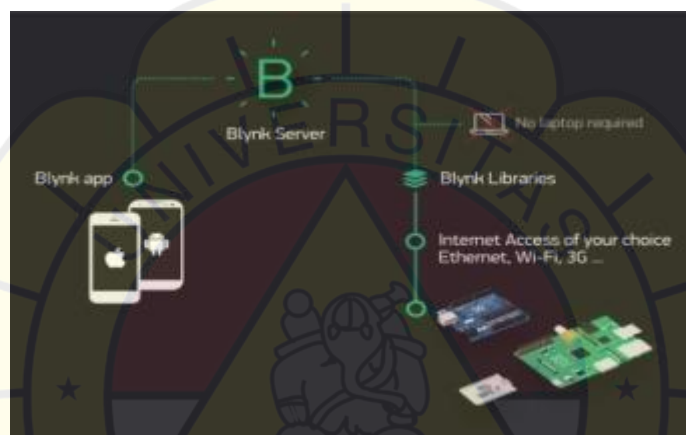
2.12 Pemrograman Bahasa C

Penelitian ini menggunakan pemrograman bahasa C dalam program Arduino. Sebagai bahasa prosedural, bahasa C menggunakan konsep runtutan dimana program dijalankan secara berurutan dari atas ke bawah. Ketika kita menulis fungsi-fungsi tambahan di bawah fungsi utama, kita perlu menuliskan prototipe terlebih dahulu agar compiler dapat mengenali daftar fungsi yang akan digunakan dalam program. Sebaliknya, jika fungsi-fungsi tambahan ditulis sebelum fungsi utama, penulisan prototipe tidak diperlukan. Dalam bahasa C juga dikenal adanya file header dengan ekstensi `h(*.h)` yang berfungsi sebagai file pendukung untuk melakukan penyimpanan daftar fungsi yang nantinya dipakai pada program. Untuk orang yang sudah belajar bahasa Pascal, file tersebut memiliki kesamaan fungsi dengan unit.

2.13 Aplikasi Blynks

Blynk ialah platform sistem operasi iOS ataupun Android untuk menjadi kendali dalam modul Arduino, Raspberry Pi, ESP32 serta perangkat yang sama melewati internet [11]. Aplikasi Blynk merupakan platform yang memiliki kemudahan dalam pengoperasiannya, di mana pengguna dapat mengaksesnya baik melalui perangkat Android maupun iOS. Meskipun aplikasi ini bersifat fleksibel dan tidak terikat pada komponen atau chip tertentu, syarat utamanya adalah board yang digunakan harus

dilengkapi dengan konektivitas wifi untuk memungkinkan komunikasi dengan perangkat keras. Dalam implementasinya, Blynk terdiri dari tiga komponen fundamental yaitu Aplikasi, Server, dan Libraries. Adapun Server Blynk berperan penting sebagai penghubung yang mengatur seluruh komunikasi antara smartphone dan perangkat keras. Proses komunikasi ini dapat dijelaskan melalui sebuah diagram blok [12] dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2.2 Blok Diagram Komunikasi pada Aplikasi Blynk

2.14 Standarisasi Pengeringan Ikan Asin

Pengawetan ikan dapat dilakukan melalui proses pengeringan dengan cara menghilangkan kadar air pada tubuh ikan semaksimal mungkin, yang bertujuan untuk menghambat aktivitas bakteri bahkan mematikannya. Tahapan persiapan dalam proses pengeringan ikan memiliki kemiripan dengan proses pembuatan ikan asin, namun perbedaannya adalah tidak dilakukannya proses penggaraman secara spesifik. Metode pengawetan dengan mengurangi kandungan air atau pengeringan ini dapat dilaksanakan II-7 dengan memanfaatkan panas matahari atau menggunakan peralatan pengering mekanis.

Menurut ketentuan Badan Standar Nasional, batas maksimal kandungan air dalam ikan asin ditetapkan sebesar 40%. Untuk menghasilkan kualitas yang optimal, kadar air yang direkomendasikan untuk seluruh jenis ikan asin sebaiknya berada di level 30%. Pada tingkat kadar air 30% tersebut, pertumbuhan dan aktivitas bakteri dalam ikan asin akan mengalami penurunan [Moeljanto, 1992]. Perlakuan tempertur pengeringan ikan asin yang baik adalah 60°C sampai 70°C selama 12 jam memiliki kadar air 39.05% [Angga dkk, 2013]. Berdasarkan hasil pengujian parameter sensori yang meliputi tekstur, kenampakan, dan warna, ditemukan bahwa kualitas terbaik ikan asin sepat diperoleh melalui proses penggaraman sebanyak 5% yang dikombinasikan dengan metode pengeringan menggunakan oven pada suhu 60 derajat Celsius.

Suhu ruangan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dalam proses pengeringan ikan dapat berdampak negatif karena akan mempengaruhi durasi pengeringan. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan ikan berbeda-beda, bergantung pada ketebalan ikan tersebut - semakin tebal ikan yang dikeringkan, semakin panjang waktu yang diperlukan dalam proses pengeringannya.

2.15 Hipotesis Penelitian

1. Ikan asin yang dikeringkan menggunakan sistem berbasis IoT akan memiliki kualitas yang lebih konsisten dan tinggi dibandingkan dengan ikan asin yang dikeringkan menggunakan metode konvensional.
2. penggunaan pengering ikan asin berbasis IoT akan mengurangi waktu pengeringan secara signifikan dibandingkan dengan metode pengeringan tradisional.