

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Jamur

Jamur adalah salah satu kingdom dalam klasifikasi makhluk hidup, yang tersusun atas sel eukariotik. Tubuh jamur yang mikroskopis tersusun atas satu sel (uniseluler) sedangkan tubuh jamur yang makroskopis tersusun atas banyak sel (multiseluler). Jamur termasuk dalam makhluk yang heterotrof yakni tidak dapat memproduksi makanan sendiri. Jamur tidak memiliki klorofil. Dinding selnya tersusun atas zat kitin. Dalam perkembangbiakannya jamur menghasilkan spora. Tubuhnya memiliki talus. Habitatnya terdapat pada daerah yang lembab (Warda, 2021).

Jamur merupakan organisme eukariotik yang dapat berbentuk filamen atau sel tunggal, dengan struktur yang bisa bersifat multiseluler maupun uniseluler. Sel jamur tidak memiliki klorofil, dinding selnya tersusun atas kitin, serta tidak mengalami diferensiasi jaringan seperti pada tumbuhan atau hewan. Secara metabolismik, jamur dikategorikan sebagai *kemoorganoheterotrof*, yakni memperoleh energi melalui proses oksidasi senyawa organik. Untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya, jamur mensekresikan enzim ekstraseluler yang berfungsi dalam pemecahan senyawa organik kompleks, seperti polisakarida, lignin, dan protein, menjadi senyawa sederhana yang lebih mudah diserap. Jamur bersifat aerobik, yang berarti membutuhkan oksigen dalam proses metabolisme dan pertumbuhannya. Habitatnya dapat ditemukan di lingkungan perairan maupun tanah. Dalam keberlangsungan hidupnya, jamur dapat bersifat soliter ataupun bersimbiosis, serta berperan sebagai saprofit yang menguraikan bahan organik mati atau sebagai parasit yang menyerang tumbuhan, hewan, dan manusia (Nur Hidayat et al., 2016).

a. Jamur Kontaminan

Kapang atau jamur kontaminan termasuk dalam kelompok mikroorganisme yang berperan dalam menurunkan kualitas bahan pangan dengan memicu degradasi atau pembusukan. Kapang ini dapat berkembang pada substrat

dengan kadar air rendah atau aktivitas air yang terbatas. Pada produk olahan ikan seperti ikan pindang, ikan asin, dan ikan asap, jenis kapang yang paling umum ditemukan berasal dari genus *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. Di antara kapang yang mendominasi, *Aspergillus flavus* dan *Polypaecilum* sp. merupakan spesies yang paling sering mengkontaminasi produk-produk tersebut (Aris et al., 2021).

b. Reproduksi Jamur

Sebagian besar fungi berkembang biak dengan menghasilkan spora dalam jumlah sangat besar, baik melalui reproduksi seksual maupun aseksual. Sebagai contoh, *Puffball*, yaitu struktur reproduktif pada spesies fungi tertentu, mampu melepaskan hingga triliunan spora dalam satu semburan yang menyerupai awan. Spora tersebut dapat tersebar dalam jarak jauh dengan perantara angin atau air. Jika spora mendarat di lingkungan yang lembap dan kaya akan sumber nutrisi, maka mereka akan berkecambah dan mulai membentuk miselium baru.

Jamur berkembang biak melalui dua mekanisme, yaitu secara vegetatif (aseksual) dan generatif (seksual). Umumnya, reproduksi generatif terjadi sebagai respons terhadap kondisi lingkungan yang berubah drastis, sehingga sering dianggap sebagai bentuk reproduksi darurat. Dibandingkan dengan reproduksi vegetatif, mekanisme generatif menghasilkan keturunan dengan tingkat variasi genetik yang lebih besar. Keanekaragaman genetik ini memungkinkan keturunan jamur memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap perubahan lingkungan yang terjadi (Layyinatul, 2021).

a. Reproduksi Aseksual

Reproduksi vegetatif pada jamur uniseluler terjadi melalui pembentukan tunas, di mana tunas yang terbentuk akan berkembang menjadi individu baru. Sementara itu, jamur multiseluler bereproduksi secara vegetatif melalui beberapa mekanisme berikut:

1. Fragmentasi (pemutusan) hifa.

Bagian hifa yang terpisah dari tubuh utama akan tumbuh dan berkembang menjadi individu jamur yang baru.

2. Pembentukan spora aseksual.

Spora aseksual yang dihasilkan dapat berupa *sporangiospora* atau *konidiospora*, yang masing-masing terbentuk melalui mekanisme berbeda dan berperan dalam penyebaran jamur.

b. Reproduksi Seksual

Nukleus dari pada hifa dan spora sebagian besar spesies fungi bersifat haploid, meskipun dalam siklus hidup seksualnya, beberapa fungi mengalami fase diploid sementara. Secara umum, reproduksi seksual pada fungi diawali dengan pelepasan molekul sinyal kimiawi yang disebut *feromon (pheromone)* oleh hifa dari dua miselium yang berlainan. Jika kedua miselium berasal dari tipe kawin yang kompatibel, feromon yang dilepaskan akan berinteraksi dengan reseptor spesifik pada pasangan masing-masing, sehingga memicu pemanjangan hifa menuju sumber feromon tersebut. Saat hifa bertemu, terjadi proses penyatuan atau fusi. Pada spesies fungi dengan mekanisme *uji kompatibilitas*, sistem ini berperan dalam meningkatkan keberagaman genetik dengan menghambat fusi antarhifa yang berasal dari miselium yang sama atau memiliki kesamaan genetik yang tinggi (Layyinatul, 2021).

c. Sifat Umum Jamur

1) Sifat Umum Jamur

Jamur merupakan organisme eukariotik yang bersifat heterotrof, bergantung pada senyawa organik di lingkungannya sebagai sumber nutrisi. Proses metabolisme jamur melibatkan sekresi enzim ekstraseluler untuk menguraikan molekul kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana, sehingga dapat diserap dan dimanfaatkan dalam aktivitas pertumbuhan serta perkembangan seluler. Beberapa jenis jamur bersifat saprofit, yakni memperoleh energi melalui proses dekomposisi materi organik seperti bangkai, sisa tumbuhan, makanan, serta kayu lapuk. Selain itu, terdapat pula jamur parasit yang memperoleh nutrisi dari inangnya, misalnya dengan menginfeksi jaringan kulit manusia, hewan, atau tumbuhan. Di sisi lain, ada juga jamur yang hidup secara simbiosis mutualisme, yaitu membentuk hubungan saling menguntungkan dengan organisme lain. Contohnya adalah jamur yang

berasosiasi dengan ganggang membentuk lumut kerak (*lichen*), di mana keduanya bekerja sama untuk bertahan hidup di lingkungan yang ekstrem (Zunelti, 2020).

2) Sifat Fisiologis

Mayoritas jamur yang menyerang manusia memiliki kemampuan beradaptasi terhadap suhu tubuh inangnya, meskipun secara umum mereka berkembang paling baik pada rentang suhu optimal 25-35°C. Sementara itu, kelompok dermatofita, yang menginfeksi jaringan kaya keratin seperti kulit, rambut, dan kuku, menunjukkan tingkat pertumbuhan maksimal pada kisaran suhu 28-30°C.

2. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur

a. Kelembapan

Kelembapan menjadi faktor krusial, karena jamur memerlukan tingkat kelembapan tertentu untuk berkembang. Beberapa spesies xerofilik seperti *Wallemi sebi*, *Aspergillus glaucus*, serta beberapa strain *Aspergillus tamarii* dan *Aspergillus flavus* mampu bertahan pada kelembapan 70%. Jamur tingkat rendah seperti *Rhizopus* lebih optimal pada kelembapan 90%, sementara kelompok kapang seperti *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, dan *Hypomyces* tumbuh pada kelembapan sekitar 80%. Untuk mencegah pertumbuhan jamur pada bahan pangan, penting untuk memperhatikan faktor-faktor yang dapat mendukung pertumbuhan mereka.

b. Substrat

Substrat berperan sebagai sumber nutrisi bagi jamur, yang dimanfaatkan setelah enzim ekstraseluler disekresikan untuk menguraikan senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana. Sebagai contoh, pada substrat berbasis pati seperti nasi, kentang, dan singkong, jamur mengeluarkan enzim α -amilase untuk menghidrolisis amilum menjadi glukosa. Jika substrat yang digunakan mengandung protein, jamur akan menghasilkan enzim protease guna memecah protein menjadi peptida dan asam amino. Sementara itu, pada substrat dengan kadar lemak tinggi, jamur mensekresikan enzim lipase yang berperan dalam menghidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Jamur tidak secara spontan menghasilkan enzim sesuai dengan komposisi

substratnya, melainkan merespons stimulus lingkungan yang memengaruhi aktivitas enzimatik berdasarkan ketersediaan substrat.

c. Suhu/Temperatur

Suhu atau temperatur juga berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur. Sebagian besar jamur tumbuh optimal pada kisaran suhu 25-30°C, dengan pertumbuhan yang masih memungkinkan hingga 35-37°C dalam media tertentu. Beberapa jenis khamir dan kapang dapat mengalami kematian pada suhu 60°C dalam waktu 15 menit. Berdasarkan toleransi suhu, jamur diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama: jamur psikofil atau termotoleran seperti *Candida tropicalis*, *Paecilomyces variotii*, dan *Mucor miehei*; jamur mesofil yang berkembang pada suhu sedang; serta jamur termofil yang dapat bertahan pada suhu tinggi.

d. Bahan Kimia

Beberapa senyawa kimia tertentu memiliki sifat fungistatik atau fungisidal, sehingga mampu menghambat atau mencegah proliferasi jamur. Sebagai contoh, *sodium benzoate* berperan sebagai agen pengawet dalam industri pangan, sementara *formalin* efektif dalam menginhibisi pertumbuhan kapang selulolitik seperti *Chaetomium globosum*, *Aspergillus niger*, dan *Cladosporium cladosporoides*. Kapang-kapang tersebut berpotensi menyebabkan biodegradasi pada substrat tekstil, ditandai dengan munculnya diskolorasi kehitaman akibat proses sporulasi.

3. Jamur yang dapat Mengkontaminasi Ikan asin

Spesies jamur yang sering menyerang ikan asin, antara lain *Aspergillus paracticus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus clavus*, dan *Penicillium* serta jenis-jenis lainnya (Purnomo et al., 2017)

a. *Aspergillus*

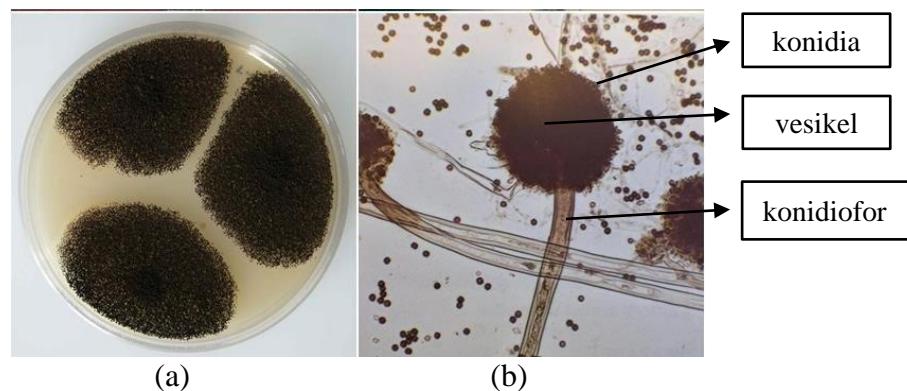
Aspergillus merupakan genus jamur yang termasuk dalam kelas *Ascomycetes* dan tersebar luas di berbagai lingkungan. Jamur ini tumbuh sebagai *saprofit* pada materi organik yang membosuk serta sering ditemukan di tanah, partikel debu organik, bahan makanan, dan sebagai kontaminan umum di lingkungan rumah sakit serta laboratorium. *Aspergillus* memiliki struktur hifa berbentuk filamen panjang yang bercabang, serta mampu

membentuk miselium dan *conidiospore* pada media biakan (Crystovel, 2016).

Menurut (Refai, El-yazid and Hassan, 2014). Macam-macam spesies dari *Aspergillus* yaitu :

1) *Aspergillus niger*

Pertumbuhan Pada agar Czapek dox menunjukkan bahwa koloni terdiri atas basal yang kompak dengan warna putih atau kuning, kemudian tertutup oleh lapisan padat kepala konidia berwarna coklat tua hingga hitam. Kepala konidia berukuran besar dengan diameter mencapai $3\text{ mm} \times 15\text{--}20\text{ }\mu\text{m}$, berbentuk bulat dan berwarna coklat tua. Konidiofor memiliki dinding halus, awalnya hialin kemudian menggelap menuju vesikula. Fialid terbentuk pada *metula*, dengan *metula* berwarna hialin hingga coklat dan sering kali bersepta. Konidia berbentuk bulat hingga agak bulat dengan diameter $3,5\text{--}5,0\text{ }\mu\text{m}$, berwarna coklat tua hingga hitam, serta memiliki dinding yang kasar. Keterangan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini.



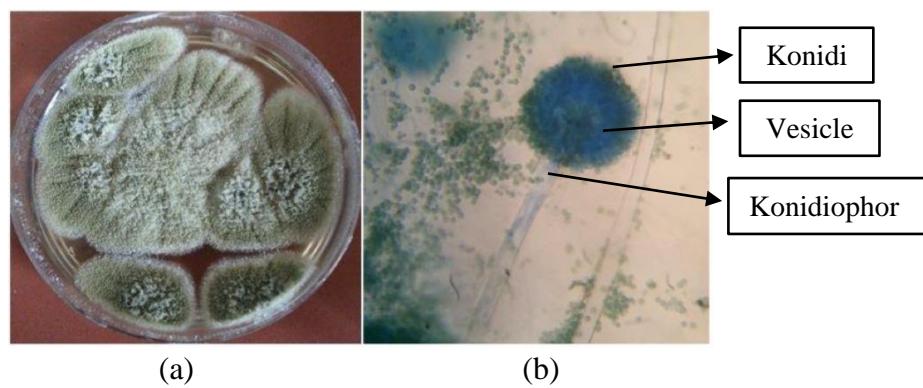
Sumber: Basil et al, 2021

Gambar 2. 1 Morfologi jamur *Aspergillus niger* secara (a) makroskopis dan (b) mikroskopis

2) *Aspergillus flavus*

Termasuk spesies dengan kepala konidia yang memiliki warna koloni bervariasi, mulai dari kuning kehijauan hingga coklat, serta dapat menunjukkan nuansa emas hingga merah kecoklatan, sering disebut sebagai jamur beludru. Pertumbuhan pada media Czapek dox agar menunjukkan koloni berbentuk butiran, datar, dan sering kali memiliki alur radial. Awalnya berwarna kuning, tetapi dengan cepat berubah menjadi kuning kehijauan tua. Kepala konidia umumnya

tersebar, dengan diameter berkisar antara 300-400 μm . Konidiofor bervariasi dalam panjangnya, berdinding kasar, berlubang, dan sering kali berduri. Struktur konidiofor dapat berupa uniseriate atau biseriate, menutupi seluruh vesikel, dengan fialid yang mengarah ke berbagai arah. Konidia berbentuk bulat hingga agak oval, diameter bervariasi antara 3,5 hingga 4,5 μm . Keterangan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.

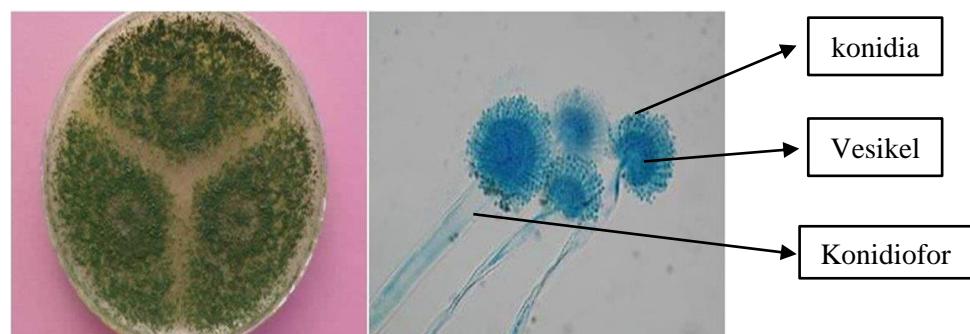


Sumber: Basil et al, 2021

Gambar 2.2 Morfologi jamur *Aspergillus flavus* secara (a) makroskopis dan (b) mikroskopis

3) *Aspergillus parasiticus*

Karakteristik koloni memiliki kemiripan dengan *Aspergillus fumigatus*. Kepala konidia umumnya bersifat biseriate, meskipun pada beberapa kasus dapat ditemukan dalam bentuk uniseriate, dengan pigmentasi hijau minyak kekuningan hingga hijau rumput. Struktur metula menutupi setengah hingga seluruh permukaan vesikel. Konidiofor memiliki permukaan yang kasar serta berukuran relatif panjang. Koloni secara makroskopis tampak berwarna hijau gelap-kuning, sedangkan miselium menunjukkan warna putih. Keterangan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



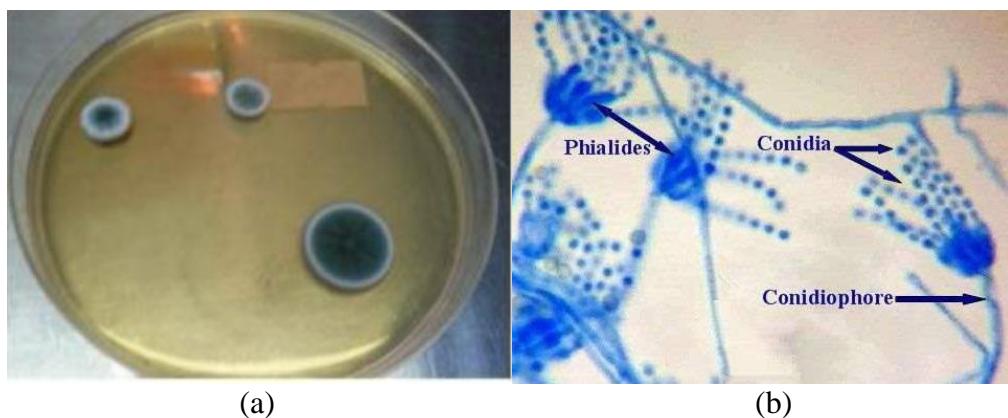


Sumber: Basil et al, 2021

Gambar 2. 3 Morfologi jamur *Aspergillus parasiticus* secara (a) makroskopis dan (b) mikroskopis

b. *Penicilium*

Penicillium sp. merupakan genus fungi yang termasuk dalam ordo *Hypocreales* dan filum *Ascomycota*. Karakteristik utama dari *Penicillium* sp. adalah hifa yang bersepta serta kemampuan membentuk struktur reproduktif berupa konidium. Berbeda dengan sporangium, konidium tidak memiliki selubung pelindung. Reproduksi aseksual *Penicillium* sp. terjadi melalui pembentukan konidium yang terbentuk di ujung hifa, di mana setiap konidium yang berkecambah akan berkembang menjadi individu jamur baru. Konidium *Penicillium* sp. umumnya berpigmen hijau dan dapat ditemukan pada berbagai substrat organik, seperti makanan, roti, buah yang mengalami pembusukan, kain, serta kulit. Fungi ini dikenal sebagai kapang perusak yang sering menyebabkan deteriorasi pada produk hortikultura, seperti sayuran, buah-buahan, dan serealia. Selain itu, *Penicillium* juga memiliki peran penting dalam industri farmasi, terutama dalam produksi antibiotik (Josua, 2017). Keterangan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



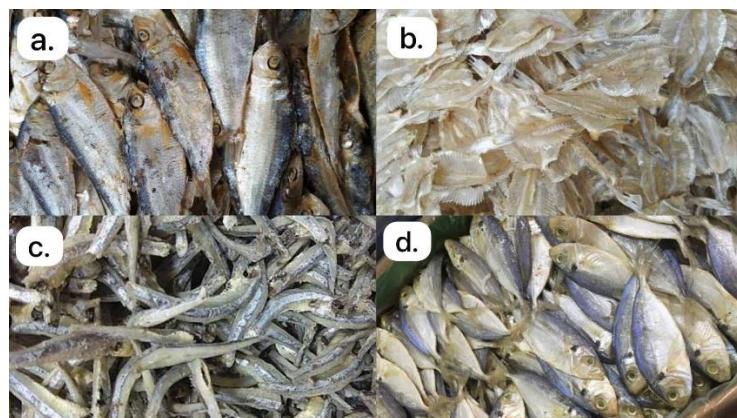
Sumber: Basil et al, 2021

Gambar 2. 4 Morfologi jamur *Penicillium Sp* secara (a) makroskopis dan (b) mikroskopis

4. Ikan Asin

Ikan asin ialah produk perikanan yang diawetkan melalui proses penggaraman yang diikuti dengan pengeringan. Proses pengawetan ini terdiri dari dua tahapan utama, yakni penetrasi garam ke dalam jaringan ikan dan pengurangan kadar air melalui evaporasi. Tujuan utama dari penggaraman sejalan dengan metode pengawetan

lainnya, yaitu memperpanjang masa simpan ikan dengan menghambat aktivitas mikroorganisme pembusuk serta proses autolisis. Ikan asin memiliki kadar air yang rendah akibat absorpsi oleh garam dan penguapan selama tahap pengeringan (Tingginehe, 2022). Keterangan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini.



Sumber: Farhan, 2024

Gambar 2. 5 Merupakan gambar (a) Ikan asin tanjan, (b) Ikan asin kapasan (b) Ikan asin teri (d) Ikan asin selar

a. Cara Pembuatan Ikan asin Persiapan Ikan

- 1) Persiapan Ikan Berdasarkan Ukuran
 - a) Ikan berukuran besar (misalnya kakap, tenggiri) diproses dengan menghilangkan sisik dan memotong insangnya. Ikan dibelah sepanjang garis punggung hingga ke bagian perut tanpa terputus. Seluruh organ dalam dikeluarkan dengan hati-hati untuk menghindari pecahnya kantung empedu. Bagian kepala turut dihilangkan.
 - b) Ikan berukuran sedang (misalnya layang, kembung, mujair) mengalami proses pembersihan dengan cara menghilangkan sisik dan dapat dibelah atau dibiarkan utuh. Jika dibelah, insang dan organ dalam dikeluarkan dengan menarik insang secara perlahan agar isi perut ikut terangkat melalui rongga insang.
 - c) Ikan berukuran kecil (misalnya teri, petek) tidak mengalami proses pembersihan yang kompleks. Sisik, insang, dan organ dalam dibiarkan utuh, namun ikan tetap dicuci menggunakan air

bersih untuk menghilangkan kotoran yang melekat..

- 2) Ikan dicuci menggunakan air bersih, idealnya air mengalir, untuk memastikan seluruh kotoran yang masih menempel, terutama pada rongga perut dan sisa pembuluh darah, dapat tereliminasi secara optimal.
- 3) Setelah pencucian, ikan ditiriskan dengan menyusunnya dalam wadah, dengan posisi bagian perut menghadap ke bawah, guna mencegah akumulasi air di dalam rongga perut yang dapat menghambat proses penggaraman.
- 4) Setelah ikan mencapai tingkat kekeringan yang cukup, dilakukan penimbangan untuk menentukan jumlah garam yang diperlukan dalam tahap penggaraman agar proses pengawetan berlangsung efektif.

Pengasinan Ikan Cara Kombinasi

- 1) Ikan teri dicuci hingga bersih. Jika menggunakan ikan berukuran sedang, proses pembersihan mencakup penghilangan sisik dan isi perut (jerohan), kemudian dicuci kembali hingga bersih. Untuk mempercepat proses pengeringan, ikan dapat dibelah pada bagian perutnya dengan tetap mempertahankan bagian punggung agar tidak terpisah, lalu dibuka.
- 2) Setelah proses pencucian, ikan ditempatkan ke dalam wadah perendaman (ember/tong) yang telah ditaburi butiran garam sebagai lapisan dasar. Ikan disusun secara bertingkat, dengan setiap lapisan ikan diberikan taburan garam sehingga seluruh bagian ikan tertutup oleh garam secara merata.
- 3) Ikan yang telah tersusun dalam wadah kemudian disiram dengan larutan garam 40% untuk mengoptimalkan proses penggaraman. Jumlah garam serta durasi perendaman disesuaikan dengan jenis ikan asin yang diinginkan, yaitu:
 - a. Setengah asin : Rasio garam terhadap ikan adalah 1:8 dengan durasi perendaman 1–2 jam.
 - b. Asin : Rasio garam terhadap ikan adalah 1:4 dengan durasi perendaman minimal 12 jam.

- 4) Setelah tahap perendaman selesai, ikan dipilah dan ditata secara teratur di atas anyaman bambu untuk menjalani proses pengeringan dengan paparan sinar matahari langsung. Selama tahap penjemuran, ikan perlu dibalik secara berkala guna memastikan penguapan air berlangsung merata. Ikan berukuran kecil seperti teri umumnya mengalami dehidrasi lebih cepat dan dapat mencapai tingkat kekeringan optimal dalam rentang waktu 5–6 jam, tergantung pada intensitas panas matahari dan kondisi lingkungan. Sementara itu, ikan berukuran lebih besar membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama (Sutrisno, 2019).
1. Persentase ikan asin yang tercemar jamur kontaminan
 2. Persentase ikan asin yang tercemar jamur kontaminan berdasarkan jenis ikan
 3. Spesies jamur yang mengkontaminasi ikan asin
 4. Persentase spesies jamur kontaminan berdasarkan jenis ikan yang mengkontaminasi ikan asin

B. Kerangka Konsep

Ikan asin yang dijual di
 Pasar Rakyat Way Halim
 Kota Bandar Lampung
