

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Jamur

a. Deskripsi

Jamur merupakan tanaman yang tidak memiliki klorofil sehingga tidak bisa melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan makanan sendiri. Jamur hidup dengan cara mengambil zat-zat makanan seperti selulosa, glukosa, lignin, protein dan senyawa pati dari organisme lain. Zat-zat nutrisi tersebut biasanya telah tersedia dari proses pelapukan oleh aktivitas mikroorganisme (Pratama, 2017). Jamur hidup pada lingkungan yang beragam namun sebagian besar hidup ditempat yang lembab. Habitat jamur berada didarat (terrestrial) dan di tempat lembab dengan suhu optimal berkisar antara 22°C sampai 35°C , suhu maksimumnya berkisar antara 27°C sampai 29°C dan suhu minimum kurang lebih 5°C (Smith dan Hursepuny, 2015).

Jamur adalah organisme eukariot sehingga memiliki banyak kemiripan dengan sel-sel manusia (Johnson, Ziegler dan Hawley, 2011). Jamur memiliki ukuran lebih besar dari bakteri dan pada umumnya bersifat multiseluler. Jamur mempunyai dinding sel yang tebal dan kaku karena terdiri dari fibril *chitin* yang terbenam dalam

matriks protein, mannan atau glucan. Membran sitoplasmik yang mengandung sterol terdapat di dalam dinding sel. Jamur filamen atau *mold* tumbuh sebagai filamen tabung bercabang (*hyphae*) yang saling berhubungan seperti jaring (*mycelium*). Pada beberapa keluarga jamur, hifa dipisahkan oleh dinding pemisah (*septa*) (Soedarto, 2015).

b. Morfologi

Morfologi jamur menurut Gandjar, dkk. (2006) dalam Diarrukmi (2021) adalah sebagai berikut :

1) Hifa

Hifa adalah suatu struktur fungus berbentuk tabung menyerupai seuntai benang panjang yang terbentuk dari pertumbuhan spora atau konidia. Hifa berisi protoplasma yang dikelilingi oleh suatu dinding yang kuat. Pertumbuhan hifa berlangsung terus-menerus di bagian apikal, sehingga panjangnya tidak dapat ditentukan secara pasti. Diameter hifa umumnya tetap, yaitu berkisar 3-30 μm .

2) Dinding sel

Dinding sel memberikan bentuk kepada sel dan melindungi isi sel dari lingkungan. Meskipun kokoh, dinding sel tetap bersifat permeabel untuk nutrien-nutrien yang diperlukan fungi bagi kehidupannya. Dinding sel jamur sangat kokoh dan resisten terhadap serangan enzim, suatu hal yang menguntungkan bagi

jamur karena hifa-hifa harus menembus tanah dan aneka substrat lain. Komponen penting dalam dinding sel sebagian besar jamur adalah kitin, suatu polisakarida yang juga merupakan komponen utama dari kerangka luar serangga dan artropoda lainnya.

3) Septum

Septum adalah suatu sekat yang membagi hifa menjadi kompartemen-kompartemen. Meskipun demikian protoplasma dari sel-sel masih saling berhubungan karena septum tersebut mempunyai lubang-lubang. Sebagian hifa jamur mempunyai septum sederhana dengan ukuran diameter pori kurang lebih 0.05-0.5 μm . Septum sederhana (*simple septum*) yaitu septum yang hanya ada satu pori atau lubang di tengah atau beberapa lubang pada satu septum mirip suatu saringan.

4) Membran sel

Membran sel merupakan lapisan yang terdapat di bawah dinding sel yang berguna untuk melindungi isi sel. Komposisi kimia membran sel jamur diduga terdiri dari senyawa-senyawa sterol, protein (dalam bentuk molekul-molekul yang amorf) serta senyawa-senyawa fosfolipid.

5) Mitokondria

Mitokondria terdapat dalam sitoplasma sel jamur, dapat berbentuk lingkaran, oval atau memanjang.

6) Ribosom

Ribosom terdapat bebas dalam sitoplasma, tetapi ada juga yang terikat pada permukaan retikulum endoplasma atau pada membran nukleus. Dalam ribosom terjadi sintesis polipeptida. Ribosom terdapat dalam matriks mitokondria.

7) Aparatus golgi

Aparatus golgi mempunyai aneka peran, antara lain memroses dan menyekresi glikoprotein yang akan menjadi bagian dari dinding sel, menyekresi bahan-bahan ekstraselular seperti *cell coat* pada pembelahan spora dari suatu sitoplasma yang multinukleat, menghasilkan vesikel yang berperan dalam pertumbuhan dinding sel.

8) *Microbodies*

Microbodies, antara lain : peroksisom (mengandung katalase), glioksisom (mengandung enzim-enzim yang terlibat dalam oksidasi asam lemak dan dalam siklus glio-oksalat), hidrogenosom (mengandung hidrogenase untuk reaksi-reaksi yang anaerob dalam sel), lisosom (mengatur pemecahan komponen-komponen sel).

9) Vesikel

Di dalam sel juga terdapat vesikel-vesikel, yaitu struktur-struktur mirip kantung, dalam jumlah besar di lokasi-lokasi pertumbuhan dinding sel terutama pada hifa apikal. Vesikel

tersebut mengosongkan isinya di antara plasmalema dan dinding sel. Beberapa vesikel mengandung enzim-enzim yang melunakkan dinding sel yang sudah ada agar kemudian dapat meluas (bertambah), karena ada vesikel-vesikel lain mengandung bahan-bahan untuk membentuk dinding sel. Peran vesikel juga pada pengikatan zat warna dan fungisida yang racun untuk sel, serta untuk mengekskresi enzim-enzim ekstraseluler.

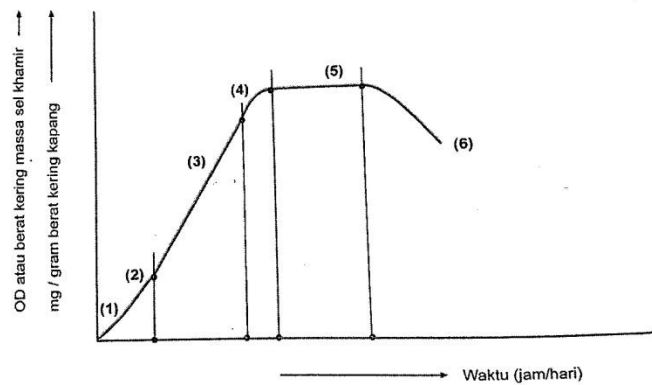
c. Pertumbuhan jamur

Jamur hidup sebagai saprofit, parasit atau simbiot. Sebagai saprofit aktivitas jamur berperan dalam siklus nutrien di tanah dan sebagai parasit tumbuh pada organisme hidup lain. Sebagai simbiot jamur dapat mempengaruhi kehidupan tanaman tertentu. Untuk pertumbuhannya jamur memerlukan nutrien-nutrien dan vitamin-vitamin dari lingkungannya (Gandjar, dkk., 2006 dalam Rahayu, 2015).

Jamur pada umumnya mengekskresi enzim ekstraselular ke lingkungan untuk mengurai substrat yang kompleks agar memperoleh nutrien-nutrien yang diperlukan. Adanya pertumbuhan oleh jamur pada suatu substrat dapat diketahui karena adanya penambahan massa sel. Selain itu proses metabolisme menyebabkan perubahan pada substrat, antara lain substrat menjadi lunak, basah, timbul bau, timbul perubahan warna atau kekeruhan

pada suatu substrat cair (Gandjar, dkk. 2006 dalam Faradiana, 2016).

Mikroorganisme mempunyai kurva pertumbuhan, begitu pula jamur. Kurva tersebut diperoleh dari menghitung massa sel pada kapang atau kekeruhan media pada khamir dalam waktu tertentu. Kurva pertumbuhan menurut Gandjar, dkk. (2006) dalam Diarrukmi (2021), dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Jamur
Sumber : Gandjar, dkk., tahun 2006 dalam
Diarrukmi, tahun 2021.

Kurva pertumbuhan mempunyai enam fase, yaitu :

- 1) Fase lag, yaitu fase penyesuaian sel-sel dengan lingkungan, pembentukan enzim-enzim untuk mengurangi substrat
- 2) Fase akselerasi, yaitu fase mulainya sel-sel membelah dan fase lag menjadi fase aktif
- 3) Fase eksponensial, merupakan fase perbanyak jumlah sel yang sangat banyak, aktivitas sel sangat meningkat dan fase ini

merupakan fase yang penting dalam kehidupan jamur. Enzim-enzim dapat dipanen pada awal dan akhir dari fase ini atau

- 4) Fase deselerasi, yaitu waktu sel-sel mulai kurang aktif membelah serta dapat memanen biomassa sel atau senyawa-senyawa yang tidak lagi diperlukan oleh sel-sel-sel
- 5) Fase stasioner, yaitu fase jumlah sel yang mati relatif seimbang. Kurva pada fase ini merupakan garis lurus yang horizontal. Pada fase ini banyak senyawa metabolit sekunder yang dapat dipanen
- 6) Fase kematian, jumlah sel-sel yang mati atau tidak aktif samasekali lebih banyak daripada sel-sel yang masih hidup (Gandjar, dkk., 2006 dalam Diarrukmi, 2021).

d. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur

Pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut :

1) Substrat

Substrat merupakan sumber utama bagi fungi. Nutrien-nutrien baru dapat dimanfaatkan sesudah fungi mengekskresi enzim-enzim ekstraseluler yang dapat mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat tersebut menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Misalnya substrat yang berkadar lemak tinggi maka jamur tersebut harus mampu menghasilkan lipase agar senyawa asam lemak hasil uraian dapat diserap ke dalam

tubuhnya. Jamur yang tidak dapat menghasilkan enzim sesuai komposisi substrat dengan sendirinya tidak dapat memanfaatkan nutrien-nutrien dalam substrat tersebut (Gandjar, dkk., 2006 dalam Saputri, 2021).

2) Kelembaban

Kelembaban sangat penting untuk pertumbuhan fungi. Pada umumnya fungi tingkat rendah seperti *Rhizopus* atau *Mucor* memerlukan lingkungan dengan kelembaban nisbi 90%, sedangkan kapang *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* dan banyak hyphomycetes lainnya dapat hidup pada kelembaban nisbi yang lebih rendah, yaitu 80%. Jamur yang tergolong xerofilik seperti *Wallemia sebi*, *Aspergillus glaucus*, banyak strain *Aspergillus tamaris* dan *A. flavus* tahan hidup pada kelembaban 70% (Gandjar, dkk., 2006 dalam Saputri, 2021).

3) Suhu

Jamur dapat dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan kisaran suhu lingkungan yang baik untuk pertumbuhan, yaitu jamur psikorofil, mesofil dan termofil (Gandjar, dkk., 2006 dalam Saputri, 2021). Pertumbuhan jamur bersifat mesofilik merupakan jamur tumbuh baik pada suhu kamar. Habitat jamur berada didarat (terrestrial) dan di tempat lembab dengan suhu optimal berkisar antara 22°C sampai 35°C , suhu

maksimumnya berkisar antara 27°C sampai 29°C dan suhu minimum kurang lebih 5°C (Smith dan Hursepuny, 2015).

4) Derajat keasaman lingkungan (pH)

Derajat keasaman lingkungan atau pH substrat sangat penting untuk pertumbuhan jamur, karena enzim tertentu hanya dapat mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu. Pada umumnya jamur hidup pada pH di bawah 7.0. Bahkan jenis khamir tertentu dapat tumbuh pada pH cukup rendah yaitu pH 4.5 – 5.5. Dengan memperhatikan sifat tersebut menjadi sangat penting bagi industri supaya jamur yang ditumbuhkan menghasilkan produk yang optimal, misalnya pada produksi asam sitrat, kefir, enzim protease-asam, antibiotik dan juga untuk mencegah pembusukan bahan pangan (Gandjar, dkk., 2006 dalam Saputri, 2021).

5) Bahan kimia

Bahan kimia sering digunakan untuk mencegah pertumbuhan jamur. Contohnya formalin yang disemprotkan pada tekstil yang akan disimpan untuk waktu tertentu sebelum dijual. Hal ini bertujuan untuk mencegah pertumbuhan kapang yang bersifat selulolitik seperti *Chaetomium globosum*, *Aspergillus niger*, dan *Cladosporium cladosporoides* yang dapat merapuhkan tekstil atau meninggalkan noda-noda hitam akibat

sporulasi yang terjadi, sehingga menurunkan kualitas bahan tersebut (Gandjar, dkk., 2006 dalam Hartati, 2017).

2. Jamur *Aspergillus fumigatus*

a. Deskripsi

Jamur *Aspergillus fumigatus* adalah jamur saprofit yaitu berada dimana-mana dan terutama terkait dengan tanah dan pembusukan bahan sayuran. *Aspergillus fumigatus* di alam tumbuh sebagai massa hifa bercabang namun, juga menghasilkan sejumlah besar spora aseksual, yang dikenal sebagai konidia, dalam struktur dikenal sebagai konidiafor. Konidia dilepaskan ke lingkungan dan dapat dibawa dengan udara, sehingga memberikan sarana untuk mencemari makanan dan sumber air. Konsentrasi konidia di udara bisa berkisar antara 1 sampai 100 per meter³. Oleh karena itu, secara rutin dihirup oleh manusia dan ukurannya (kira-kira 2-3 μm) memungkinkan untuk menembus jauh ke dalam sistem pernafasan bagian bawah (Sullivan, dkk., 2011 dalam Permana, 2018).

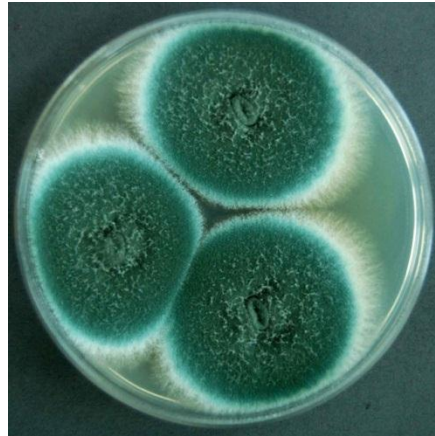
b. Taksonomi

Menurut Citrosupomo (2005) dalam Nopharman (2019), klasifikasi *Aspergillus fumigatus* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Deuteromycota
Kelas	: Eurotiomycetes
Ordo	: Eurotiales
Family	: Trichocomaceae
Genus	: <i>Aspergillus</i>
Spesies	: <i>Aspergillus fumigatus</i>

c. Morfologi

Koloni *Aspergillus fumigatus* muncul sebagai filamen putih kemudian berubah warna hijau tua atau hijau gelap dengan pinggiran putih dan permukaan bawah koloni berwarna kekuningan sampai coklat. Koloni *Aspergillus fumigatus* yang tumbuh berwarna hijau kebiruan, diameter 1-2 cm, permukaan seperti beludru (Akan, dkk., 2002 dalam Praja dan Yudhana, 2017). Kapang *Aspergillus fumigatus* mempunyai koloni berwarna hijau tua karena lebatnya konidiofor yang terbentuk dari miselia yang ada di agar dan juga dari miselium aerial. Kepala konidia berbentuk kolumnar, koniofor pendek, berdinding halus dan berwarna hijau. Vesikula berbentuk gada yang lebar, diameter 20-30 μm dan berwarna hijau. Fialid terbentuk langsung pada vesikula, seringkali berwarna hijau, berukuran 6-8 x 2-3 μm . Konidia berbentuk bulat hingga semi bulat, diameter 2,5-3 μm , berwarna hijau dan berdinding kasar hingga berduri (Noverita, 2009 dalam Wardani, 2019).



Gambar 2. Koloni Jamur *Aspergillus fumigatus*
Sumber : Putri, dkk., 2018

d. Patogenesis

Aspergillus sp. dianggap patogen karena dapat menyebabkan suatu penyakit saluran pernafasan, radang granulomatosis pada selaput lendir, mata, telinga, kulit, meingen, bronchus dan paru-paru (Handajani dan Purwoko, 2008 dalam Praja dan Yudhana, 2017). Jamur *Aspergillus* merupakan patogen utama yang menyebar di udara dan dapat ditemukan pada pupuk kandang dan humus. *Aspergillus* dapat tumbuh sebagai saprofit pada tumbuh-tumbuhan yang membusuk dan terdapat pula pada tanah, debu organik, air atau pada permukaan bahan makanan termasuk buah dan sayuran (Gandi, dkk., 2019).

Aspergillosis merupakan penyakit saluran pernafasan yang disebabkan oleh infeksi jamur dari genus *Aspergillus*. *Aspergillosis* di Indonesia disebabkan oleh beberapa spesies *Aspergillus* yaitu *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus vesicolor* (Fadilah, 2011 dalam Praja

dan Yudhana, 2017). Aspergillosis merupakan infeksi oportunistik, paling sering terjadi pada paru-paru dan disebabkan oleh spesies *Aspergillus* yaitu *Aspergillus fumigatus*, jamur yang terutama ditemukan pada pupuk kandang dan humus. Spora spesies ini dapat diisap masuk ke dalam paru-paru dan menyebabkan infeksi kronik atau aspergillosis diseminata, jika terjadi infeksi paru invasif oleh *Aspergillus*. Kebanyakan manusia menghirup spora *Aspergillus* setiap hari, namun aspergillosis umumnya hanya berkembang pada individu yang immunocompromised (imun rendah), kebanyakan jenis jamur *Aspergillus* yang paling umum menyerang adalah *Aspergillus fumigatus* berbentuk bola yang mengisi kavitas (Hasanah, 2017).

3. Media pertumbuhan jamur

a. Deskripsi

Media biakan atau pertumbuhan mikroorganisme adalah suatu bahan yang terdiri atas campuran nutrisi yang digunakan untuk tumbuh dan berkembangbiak pada media tersebut. Media disusun berdasarkan komponen-komponen penting yang diperlukan oleh mikroorganisme seperti mineral, karbohidrat, asam amino, pH dan air. Secara komersial media diformulasikan sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk isolasi dan identifikasi suatu mikroorganisme (Suarjana, dkk., 2017).

Media merupakan material nutrisi yang dipersiapkan untuk pertumbuhan mikroorganisme di laboratorium. Suatu media untuk dapat menumbuhkan mikroorganisme dengan baik diperlukan persyaratan antara lain media harus mempunyai pH yang sesuai, media tidak mengandung zat penghambat, media harus steril dan media harus mengandung semua nutrisi yang mudah digunakan mikroorganisme. Nutrisi-nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme yaitu karbon, nitrogen, unsur non logam seperti sulfur dan fosfor, unsur logam seperti Ca, Zn, Na, K, Cu, Mn, Mg dan Fe, vitamin, air dan energi (Nurdin, 2020). Media berfungsi untuk mengisolasi, menumbuhkan, memperbanyak jumlah, menguji sifat-sifat fisiologi dan menghitung jumlah mikroba (Askari, 2018).

b. Macam-macam jenis media

Berikut adalah macam-macam media pertumbuhan jamur berdasarkan penyusunnya :

1) Media alami atau non sintetis

Media alami merupakan media yang disusun dari bahan-bahan alami yang komposisinya tidak dapat diketahui secara pasti. Pada umumnya media ini dibuat ekstrak dari bahan dasar seperti kentang, daging, telur, tomat dan sebagainya (Suarjana, dkk., 2017). Bahan makanan merupakan medium alami karena mikroba dapat tumbuh pada bahan makanan dan tidak

diketahui seberapa kadar C, H, O, N dan lain-lain (Saputri, 2018).

2) Media semi sintetis

Media semi sintetis merupakan media yang disusun dari bahan-bahan alami dan sintetis (Suarjana, dkk., 2017). Sebagian komposisi dan takaran pada medium ini diketahui secara pasti. Contoh dari media ini adalah NA (*Nutrient Agar*) yang kandungan utamanya adalah ekstrak daging sapi dan PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang kandungan aslinya adalah ekstrak kentang (Suriawira, 2005 dalam Saputri, 2018).

3) Media sintetis

Media sintetis merupakan media yang disusun dari senyawa kimia dengan formulasi takaran dan jenisnya diketahui secara pasti (Suarjana, dkk., 2017). Contoh dari media ini adalah media untuk pertumbuhan *Clostridium*, *Sabouraud Agar* dan *Czapeksdox Agar* (Saputri, 2018).

c. Nilai kritis pembuatan media

Berikut merupakan nilai kritis pembuatan media menurut Diarrukmi (2021) :

1) Penimbangan media harus sesuai dengan perhitungan yaitu

menggunakan rumus $\frac{v1}{m1} = \frac{v2}{m2}$ dimana massa awal dan volume awalnya terdapat pada kemasan media.

- 2) Media tidak boleh dihomogenkan dengan pemanasan hingga mendidih, karena pemanasan yang berlebih dapat menyebabkan penyimpangan pH, warna lebih gelap (*darkening*), kekuatan gel menjadi berkurang serta menurunnya kualitas media.
- 3) Pelarutan harus sempurna sehingga tidak ada kristal yang bersisa agar media dapat memadat dengan sempurna.
- 4) Pengecekan pH harus dilakukan pada suhu 25°C agar hasil pengukuran pH akurat.

4. Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA)

Media *Sabouraud Dextrose Agar* atau SDA merupakan salah satu media yang digunakan untuk mengisolasi jamur. Konsistensi media SDA berbentuk padat atau solid dan tersusun dari bahan sintesis. Media SDA memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu untuk isolasi mikroorganisme menjadi kultur murni, untuk budidaya jamur patogen, komensal dan ragi, digunakan dalam evaluasi mikologi makanan, serta secara klinis membantu dalam diagnosis ragi dan jamur penyebab infeksi (Askari, 2018).

Tabel 1. Komposisi Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA)

Kandungan	Gram
<i>Mycological peptone</i>	10 g
Glukosa	40 g
Agar	15 g

Sumber : Kustyawati, tahun 2009 dalam Askari, tahun 2018

Mycological peptone berfungsi untuk menyediakan nitrogen dan sumber vitamin yang diperlukan untuk pertumbuhan

mikroorganisme dalam media SDA, glukosa berfungsi sebagai sumber energi dan agar berfungsi sebagai bahan pematat. Kebanyakan jamur terdapat di alam dan tumbuh dengan cepat pada sumber nitrogen dan karbohidrat yang sederhana. Secara tradisional, *Sabouraud Dextrose Agar* yang mengandung glukosa dan pepton modifikasi (pH 7.0) dipakai karena tidak cepat mendorong pertumbuhan bakteri (Kustyawati, 2009 dalam Askari, 2018).

Menurut Pramono (1987) dalam Haryani, dkk (2017) *Aspergillus sp* dapat tumbuh dalam medium yang mengandung karbohidrat seperti *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) yang telah di tambah antibiotika. Selain itu, *Aspergillus* merupakan jamur yang mampu hidup pada media dengan derajat keasaman dan kandungan gula yang tinggi (Praja dan Yudhana, 2017).

5. Media *Malt Extract Agar* (MEA)

Media *Malt Extract Agar* (MEA) adalah salah satu bahan kimia yang biasa digunakan sebagai media pertumbuhan jamur. Media MEA merupakan media pertumbuhan yang digunakan sebagai tujuan umum untuk mengisolasi dan membudidayakan ragi dan kapang dari sampel klinis, serta berbagai lingkungan (Diarrukmi, 2021).

Tabel 2. Komposisi Media *Malt Extract Agar* (MEA)

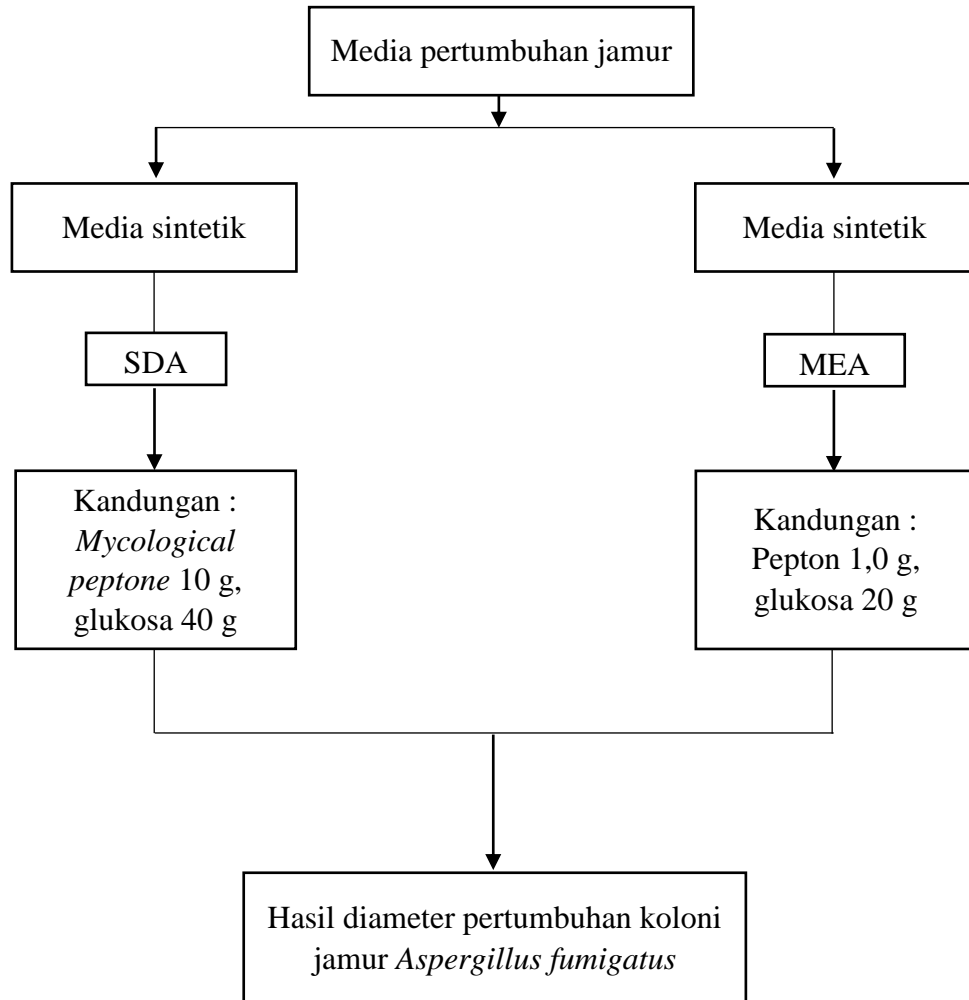
Kandungan	Gram
<i>Malt extract powder</i>	20 g
Pepton	1,0 g
Glukosa	20 g
Agar	20 g

Sumber : Wipradnyadewi, dkk., tahun 2005

Kandungan pepton pada media MEA dari jaringan hewan tersebut menyediakan sumber asam amino bergizi dan senyawa nitrogen untuk pertumbuhan jamur dan ragi. Permainan pH diatur menjadi sekitar 5,5 untuk meningkatkan pertumbuhan jamur dan menghambat pertumbuhan bakteri yang bisa ditemukan sebagai kontaminan lingkungan (Saputri, 2021).

Malt Extract Agar berdasarkan formula yang direkomendasikan oleh Tom dan Chrch (1926) dalam Diarrukmi (2021), mengandung formulasi yang tepat dari karbon, protein dan sumber nutrisi yang penting untuk pertumbuhan kapang dan khamir atau ragi. Selain itu, MEA juga mengandung konsentrasi maltosa tinggi sehingga sangat cocok untuk pertumbuhan khamir dan kapang (Remel *Technical Manual of Microbiological Media*, 2010 dalam Diarrukmi, 2021).

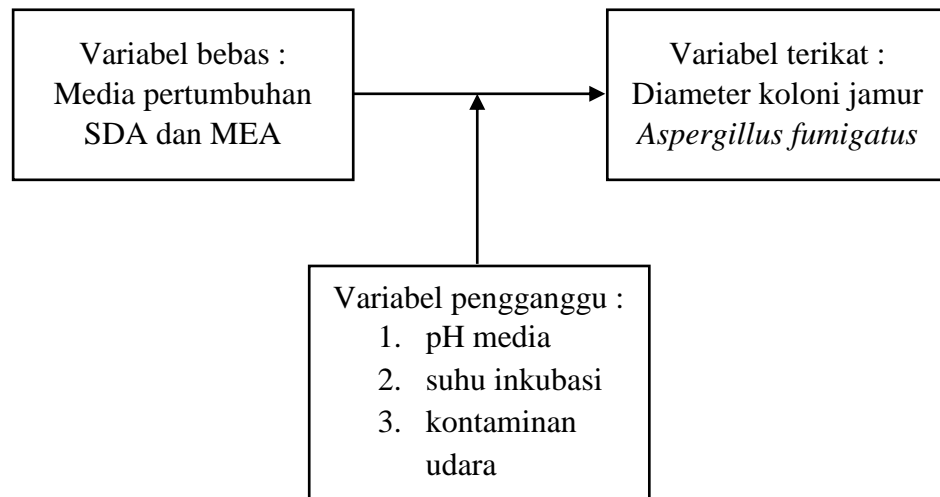
B. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antar variabel ditunjukkan pada gambar 4



Gambar 4. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan diameter koloni jamur *Aspergillus fumigatus* pada media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) dan *Malt Extract Agar* (MEA).