

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Tinjauan umum

a. Pengertian fungi

Fungi dalam bahasa Latin berarti jamur. Jamur termasuk dalam cabang ilmu Mikologi. Kata “mikologi” berasal dari bahasa Yunani, yaitu “*mykes*” yang berarti jamur dan “*logos*” yang berarti ilmu. Jamur merupakan istilah umum yang digunakan untuk mencakup semua bentuk, baik yang kecil maupun yang besar seperti kapang, cendawan, lapuk, kulat dan lain-lain. Oleh karena itu, jamur adalah nama taksonomi seperti ganggang, bakteri, paku-pakuan dan lumut-lumutan. Jamur merupakan organisme yang sangat sederhana, tidak berklorofil, berinti, berspora, berupa sel atau benang bercabang-cabang dengan dinding yang tersusun dari selulosa atau kitin atau keduanya dan umumnya bereproduksi dengan cara seksual atau aseksual (Suryani dkk., 2020).

b. Klasifikasi fungi

Menurut Cappuccino (2013), berdasarkan model reproduksi seksualnya, fungi sejati dibagi menjadi empat kelas, yaitu :

1) Ascomycota

Kelas terbesar meliputi 3.250 genera dan mencakup 32.250 spesies. Sebagian besar dalam kelompok ini adalah mikrofungi

(Gandjar dkk., 2006). Contoh spesies yang termasuk kelas ini adalah kapang dan khamir. Spora seksualnya disebut askospora, yang diproduksi dalam struktur mirip kantung (askus) (Cappuccino, 2013).

2) Deuteromycota

Kelas fungi ini disebut dengan fungi tak sempurna karena tidak ditemukannya fase reproduksi seksual (Cappuccino, 2013). Fungi kelompok Deuteromycota sebagian besar terdiri dari 15.000 spesies dan merupakan bentuk konidia (anamorf) dari Ascomycota, walaupun beberapa memiliki afinitas dengan Basidiomycota. Deuteromycota memiliki hifa bersekat. Proses reproduksi dilakukan melalui spora bersel satu dengan dinding tebal, spora aseksual di ujung hifa khusus yang sederhana, spora bercabang yang langsung dari hifa dan pertunasan (Suryani & Cahyanto, 2022).

3) Basidiomycota

Basidiomycota berasal dari kata basidium yang berarti “landasan”. Basidiomycota mempunyai tubuh buah berupa basidiokarp multiseluler dengan hifa bersekat dan lubang melintang. Hifa vegetatifnya melekat di tempat hidupnya berupa substrat sebagai saprofit (Suryani & Cahyanto, 2022). Contoh spesies kelas ini adalah fungi atau cendawan berdaging, jamur payung (*toadstool*), jamur paku (*mushroom*), jamur gelembung

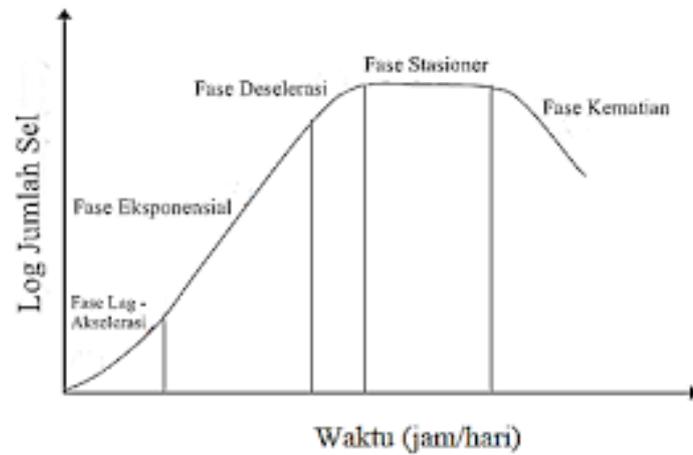
(*puffball*) dan jamur bercabang. Basidiospora merupakan spora reproduktif fungi ini, sedangkan basidia merupakan spora yang terpisah dari tangkai khusus (Cappuccino, 2013).

4) Zygomycota

Kelas zygomycota dicirikan dengan adanya hifa yang tidak bersekat (senosit) dan mampu membentuk struktur dorman bersifat sementara yang biasa disebut dengan zigospora. Zigospora mempunyai dinding yang tebal dan dihasilkan selama proses reproduksi seksual, komponen utama yang dimiliki dinding sel adalah chitosan dan kitin serta jumlah kromosomnya haploid (Suryani & Cahyanto, 2022). Contoh spesies dari kelas ini adalah kapang pada roti, air dan daratan. Spora reproduktif fungi ini memiliki sifat tidak tertutup dan eksternal (Cappuccino, 2013).

c. Fase-fase pertumbuhan fungi

Kurva pertumbuhan dimiliki oleh setiap mikroorganisme yang diperoleh dengan cara menghitung massa sel pada kapang atau kekeruhan media pada khamir dalam waktu tertentu. Fase-fase yang terdapat pada kurva pertumbuhan, yaitu :



Gambar 1. Grafik fase pertumbuhan jamur
Sumber : Rismawati dkk., 2016

1) Fase lag

Fase lag merupakan fase sel-sel beradaptasi dengan lingkungan dan dibentuknya enzim-enzim untuk menguraikan substrat.

2) Fase akselerasi

Fase akselerasi merupakan fase dimana sel-sel mulai membelah dan fase lag menjadi fase aktif.

3) Fase eksponensial

Fase eksponensial merupakan fase bertambahnya jumlah sel yang menjadi sangat banyak, aktivitas sel akan sangat meningkat dan fase ini adalah fase penting yang terjadi dalam siklus kehidupan fungi, kita dapat memanen enzim-enzim pada awal fase ini.

4) Fase deselerasi

Fase deselerasi merupakan akhir dari fase eksponensial, yaitu waktu dimana keaktifan sel-sel dalam membelah mulai berkurang, kita dapat memanen senyawa-senyawa atau biomassa sel yang tidak lagi diperlukan oleh sel-sel.

5) Fase stasioner

Fase stasioner merupakan fase dimana jumlah sel yang bertambah dan jumlah sel yang mati relatif seimbang dan pada fase ini banyak senyawa metabolit sekunder yang dapat dipanen. Sedangkan kurva pada fase stasioner ini menunjukkan garis lurus yang horizontal.

6) Fase kematian dipercepat

Fase kematian dipercepat merupakan fase yang menunjukkan jumlah sel-sel yang mati (tidak aktif sama sekali) lebih banyak dibandingkan dengan sel-sel yang masih hidup.

d. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan fungi

1) Substrat

Substrat adalah sumber nutrient utama untuk pertumbuhan fungi. Setelah fungi mengeksresikan enzim-enzim ekstraseluler yang dapat menguraikan senyawa kompleks dari substrat menjadi senyawa yang lebih sederhana, maka nutrient-nutrient tersebut akan dapat dimanfaatkan. (Gandjar dkk., 2006 dalam Saputri, 2021).

2) Kelembapan

Fungi yang memerlukan lingkungan dengan kelembapan nisbi 90% adalah fungi tingkat rendah seperti *Rhizopus* atau *Mucor*, sedangkan pada kelembapan nisbi yang lebih rendah, yaitu 80%, dapat hidup kapang *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* dan hyphomycetes lainnya. Fungi yang termasuk golongan xerofilik mampu bertahan hidup pada kelembapan 70%, seperti *Aspergillus glaucus*, *Wallemia sebi*, banyak strain *Aspergillus flavus* *Aspergillus tamarii* (Gandjar dkk., 2006 dalam Saputri, 2021).

3) Suhu

Fungi dapat digolongkan menjadi fungi psikrofil, mesofil dan termofil berdasarkan suhu pertumbuhannya (Gandjar dkk., 2006 dalam Saputri, 2021).

4) Derajat keasaman lingkungan (pH)

Derajat keasaman (pH) substrat untuk pertumbuhan fungi sangat penting peranannya, karena enzim-enzim tertentu hanya akan mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu. Umumnya, fungi tumbuh pada pH 7,0. Beberapa jenis khamir bahkan akan tumbuh pada pH yang cukup rendah, yaitu antara pH 4,5 – 5,5 (Gandjar dkk., 2006 dalam Saputri, 2021).

5) Bahan kimia

Seringnya bahan kimia digunakan sebagai pencegah pertumbuhan fungi. Contohnya, natrium benzoat karena tidak

memiliki sifat toksik pada manusia, maka digunakan sebagai pengawet dalam bahan pangan. Selama pertumbuhan, senyawa yang dihasilkan oleh fungi dan tidak digunakan lagi akan dikeluarkan ke lingkungan. Senyawa yang dikeluarkan tersebut berguna sebagai benteng bagi dirinya dari serangan organisme lain termasuk sesama mikroorganisme. Setelah itu, senyawa tersebut yang dikenal dengan nama antibiotik dimanfaatkan oleh manusia sebagai pencegah dari berbagai penyakit akibat mikroorganisme (Gandjar dkk., 2006 dalam Saputri, 2021).

e. Media

Persediaan nutrisi dan lingkungan yang baik berpengaruh terhadap kesinambungan dan ketahanan pertumbuhan mikroorganisme. Sebagian besar mikroba untuk menjaga ketahanan pertumbuhannya harus menggunakan bahan yang bobot molekulnya rendah dan bersifat larut. Bahan ini sering diperoleh dari proses degradasi nutrisi kompleks secara enzimatik. Larutan yang mencakup nutrisi-nutrisi tersebut dinamakan media biakan. Media berbentuk cair, semipadat dan padat. Media cair adalah media yang tidak memiliki senyawa pematatatau yang biasa disebut dengan media kaldu. Media kaldu agar menjadi media semipadat atau padat, maka harus diberi senyawa pematat yang disebut agar. Agar adalah ekstrak dari rumput laut, yang merupakan suatu karbohidrat kompleks yang tidak memiliki nutrisi, melainkan terdiri dari galaktosa. Agar adalah senyawa pematat yang sangat baik,

hal ini dikarenakan agar dapat mencair pada suhu 100°C dan memadat pada suhu 40°C, dengan begitu organisme dapat dikultivasi pada suhu 37,5°C (terutama organisme patogen) atau pada suhu sedikit lebih tinggi tanpa perlu khawatir terjadinya pencairan media. Konsentrasi agar kira-kira 1,5 – 1,8% untuk membentuk media yang benar-benar padat. Sedangkan untuk membentuk media semipadat, konsentrasi agar yang dibutuhkan adalah < 1%. Media padat memberikan keuntungan, diantaranya adalah menghasilkan permukaan media yang cukup keras agar mikroorganisme dapat ditanamkan dengan teknik-teknik khusus untuk isolasi koloni-koloni yang terpisah. Koloni yang terisolasi dengan baik disebut dengan biakan murni. Setiap koloni menunjukkan adanya pertumbuhan satu spesies mikroorganisme dan merupakan kelompok sel yang muncul dari terjadinya pembelahan satu sel tunggal (Cappuccino, 2013).

Media atau medium untuk mengisolasi fungi dibedakan menjadi :

1) Media nonsintetik

Media nonsintetik memiliki komposisi nutrisi tinggi yang diperoleh dari sumber lain. Komposisi kimia yang pasti dari media ini belum diketahui. Sebagian besar mengandung asam amino, gula, vitamin dan mineral yang berlimpah (Diarrukmi, 2021).

2) Media Sintetik

Media sintetik merupakan ramuan-ramuan zat anorganik tertentu yang mengandung zat karbon dan nitrogen. Umumnya, media ini dibuat secara eksperimental (Diarrukmi, 2021).

3) Media Selektif

Media selektif merupakan media yang digunakan untuk mengisolasi kelompok jamur tertentu (yang spesifik). Media ini cocok digunakan untuk spesies jamur tertentu dan tidak cocok untuk spesies yang lain (Diarrukmi, 2021).

Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) dan *Potato Dextrose Agar* (PDA) memiliki komposisi yang diketahui secara terperinci yaitu dengan adanya penambahan senyawa organik serta inorganik murni yang tingkat keasamannya rendah (pH 4,5-5,6), sehingga dapat secara selektif menumbuhkan jamur serta menghambat pertumbuhan bakteri (Basarang dkk., 2020).

f. Persyaratan media

1) Nutrisi

Media membutuhkan beberapa unsur untuk pertumbuhan mikroba, yaitu air, sumber nitrogen, sumber karbon, mineral, vitamin dan gas. Sumber karbon yang dapat digunakan diantaranya adalah CO_2 dan CH_4 atau seperti gula (senyawa karbon kompleks). Sedangkan senyawa nitrogen yang digunakan dapat berupa NH_3

atau senyawa nitrogen yang lebih kompleks, contohnya pepton atau asam amino.

2) Temperatur

Mikroba akan dapat tumbuh optimal pada suhu-suhu tertentu sesuai dengan jenis mikroba tersebut (Rachmawati, 2021).

3) Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) yaitu nilai untuk mengukur tingkat keasaman atau alkalinitas suatu larutan (Putra dkk., 2019).

4) Sterilitas

Sterilitas merupakan faktor mutlak yang dibutuhkan dalam pemeriksaan mikrobiologi. Tujuan adanya sterilitas media yaitu agar mikrobiologi yang tumbuh sesuai dengan apa yang ditanam, karena jika tidak steril, maka akan tumbuh juga mikrobiologi kontaminan pada media (Rachmawati, 2021).

2. Jamur *Aspergillus fumigatus*

a. Klasifikasi

Klasifikasi jamur *Aspergillus fumigatus* yaitu :

Kingdom : Fungi

Divisi : Ascomycota

Kelas : Eurotiomycetes

Ordo : Eurotiales

Family : Trichocomaceae

Genus : *Aspergillus*

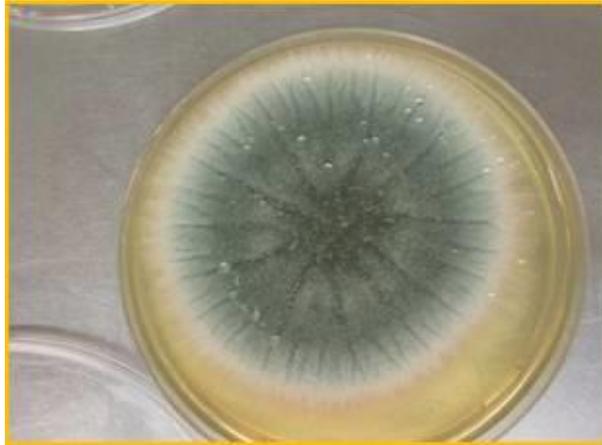
Spesies : *Aspergillus fumigatus* (Citrosupomo, 2005 dalam Nopharman, 2019).

b. Morfologi

Koloni jamur *Aspergillus fumigatus* memiliki warna putih ketika muda, dan akan berubah warna menjadi hijau beriringan dengan munculnya konidia. Kepala konidia berbentuk kolumnar, berwarna hijau, berdinding halus dan konidiofor pendek. Vesikula yang berwarna hijau dan berbentuk gada. Konidia berbentuk bulat sampai semi bulat, berdinding kasar dan memiliki warna hijau (Prasetyaningsih dkk., 2015). Jamur *Aspergillus* mempunyai siklus biologis yang sederhana, hal ini ditandai dengan terjadinya pelepasan konidia ke atmosfer dengan konsentrasi tinggi ($1 - 100$ konidia/m³) yang disebabkan oleh kapasitas sporulasi yang tinggi. Hal ini mejadi penyebab spora *Aspergillus* sering ditemukan di udara bebas. Bentuk spora *Aspergillus* yang ada di udara bebas dinamakan konidia. Diameter konida *Aspergillus* cukup kecil, yaitu sekitar $2 - 3$ μ m untuk mencapai alveoli (Soedarsono dkk., 2017).



Gambar 2. Mikroskopis jamur *Aspergillus fumigatus*
Sumber : Janna, 2017



Gambar 3 : Makroskopis jamur *Aspergillus fumigatus*
Sumber : Drummond, 2021

c. Patogenitas

Jamur *Aspergillus fumigatus* dapat ditemukan di tumbuhan yang busuk, air dan tanah, khususnya pada humus dan pupuk kandang. Jamur ini merupakan penyebab Aspergillosis terbanyak, yaitu >90% mengakibatkan invasif dan non invasif. Penyakit Aspergillosis ini dapat menyebar pada manusia maupun hewan. Cara penularan Aspergillosis dapat dengan cara inhalasi, spora jamur mampu masuk ke dalam paru-paru dikarenakan suhu tubuh manusia normal hampir sama dengan suhu optimum pertumbuhan jamur, yaitu pada rentang $\pm 30^{\circ}\text{C}$ sedangkan suhu tubuh manusia normal adalah $36,5 - 37,2^{\circ}\text{C}$. Jamur ini biasanya juga ditemukan pada penderita immunokompromais. Selain itu, dapat terpapar secara lokal seperti kateter intravenous, luka operasi dan armboard yang terkontaminasi. Spora *Aspergillus* yang berukuran sangat kecil dan ringan akan mempermudah spora tersebut tersebar di

udara, sehingga sangat mudah mencemari makanan dan dapat mengakibatkan pembusukan (Gandi dkk., 2019).



Gambar 4. Aspergillosis paru
Sumber : Anthony, 2018

3. Media Sabouraud Dextrose Agar (SDA)

Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) adalah media yang biasa digunakan sebagai pertumbuhan jamur. Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) ini dengan menggunakan 4% glukosa sudah menghasilkan pertumbuhan yang baik bagi fungi dan menjadi salah satu media pembiakan yang dianggap paling baik. Media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) diproduksi dalam keadaan siap pakai (*ready for use*) oleh pabrik atau perusahaan tertentu, harga media SDA ini cukup mahal, sulit didapat dan higroskopis (Nuryati & Huwaina, 2015). Komposisi media SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) adalah 5 gram peptone yang berguna sebagai sumber nitrogen, 40 gram dextrose untuk sumber karbohidrat, antibiotik kloramfenikol untuk mencegah pertumbuhan bakteri dan 15 gram agar-agar sebagai pematid (Yuniarty & Rosanty, 2017). Media SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) banyak digunakan sebagai media

pertumbuhan atau biakan jamur (Firdaus & Sudarti, 2018) karena memiliki pH yang rendah yaitu ($5,6 \pm 2$), sehingga dapat menghambat tumbuhnya bakteri, karena dalam pertumbuhannya bakteri membutuhkan lingkungan netral dengan pH 7,0, serta suhu yang optimum antara 25 - 30°C. Harga media SDA instan sekitar Rp. 680.000 – 1.200.000 setiap 500 gram (Saputri, 2021).

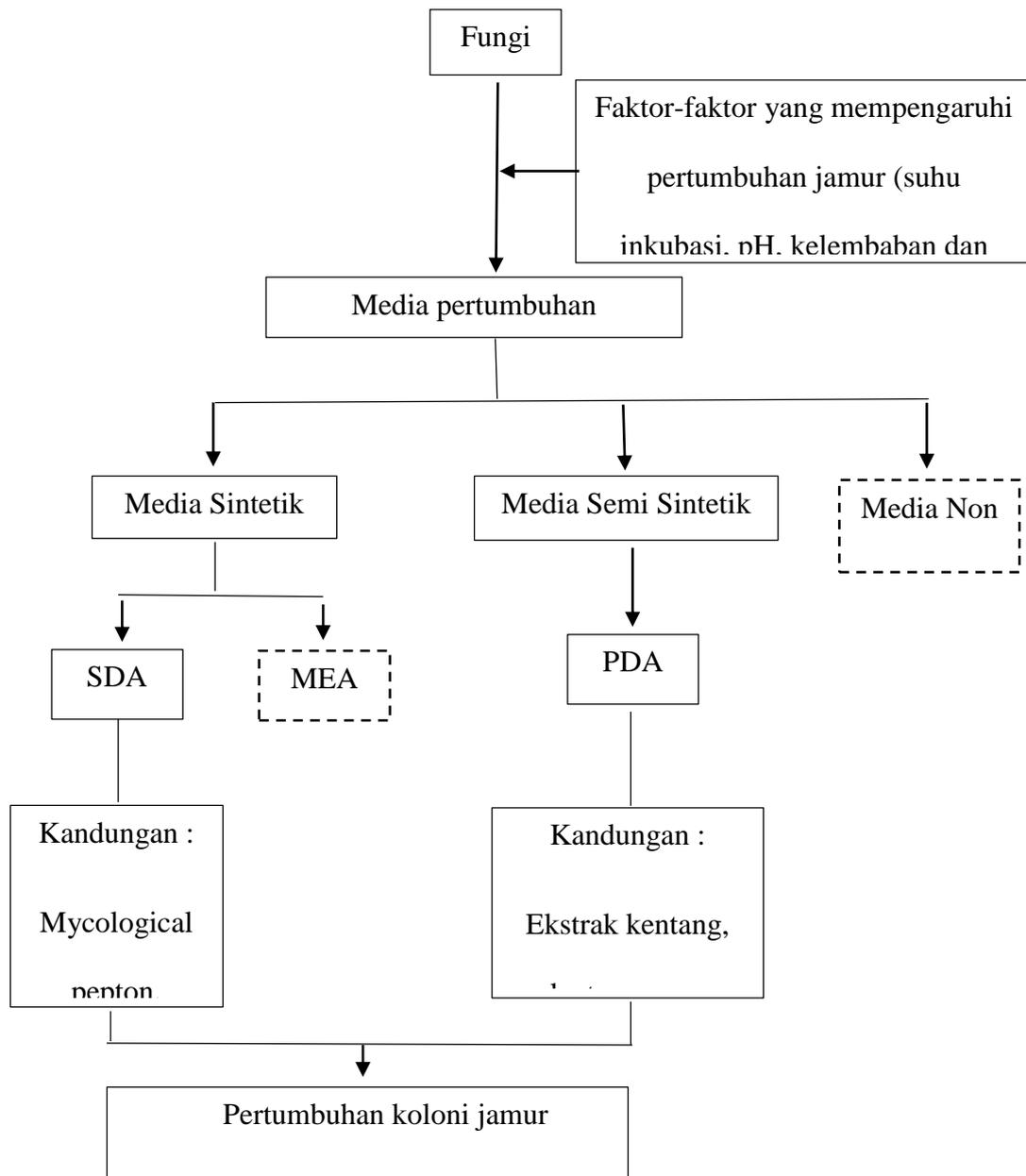
4. Media Potato Dextrose Agar (PDA)

Media PDA (*Potato Dextrose Agar*) merupakan *gold standard* pembiakan jamur di laboratorium (Basarang, dkk., 2020). Media PDA dapat menghambat pertumbuhan bakteri karena memiliki pH 4,5 - 5,5, sedangkan bakteri dalam pertumbuhannya membutuhkan lingkungan netral dengan pH 7,0 serta suhu yang optimum antara 25 - 30°C. Berdasarkan komposisinya, karena PDA terdiri dari bahan alami kentang serta bahan sintetik *dextrose* dan agar, maka PDA termasuk dalam media semisintetik. Kentang memiliki kandungan, yaitu karbohidrat, vitamin serta mikronutrien lain. Sedangkan *dextrose* sebagai karbohidrat sederhana menjadi sumber energi yang dapat segera digunakan. Komponen agar dalam media berfungsi sebagai bahan pematat. Masing-masing dari ketiga komponen tersebut sangat diperlukan bagi perkembangbiakan dan pertumbuhan mikroorganisme (Jamilatun dkk., 2020). Komposisi media PDA yaitu 200 gram kentang, 20 gram dextrose dan 15 gram agar (Arifah, 2019). Media PDA instan dibuat sudah dalam bentuk sediaan siap pakai (ready for use) oleh pabrik atau perusahaan

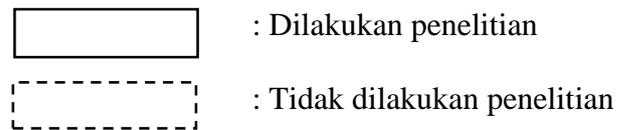
tertentu, namun sulit didapat (hanya di tempat tertentu) dan harganya mahal (Jamilatun dkk., 2020). Harga media PDA instan sekitar Rp. 500.000 – 1.500.000 tiap 500 gram (Octavia & Wartini, 2017).

B. Kerangka Teori

Kerangka teori pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5.

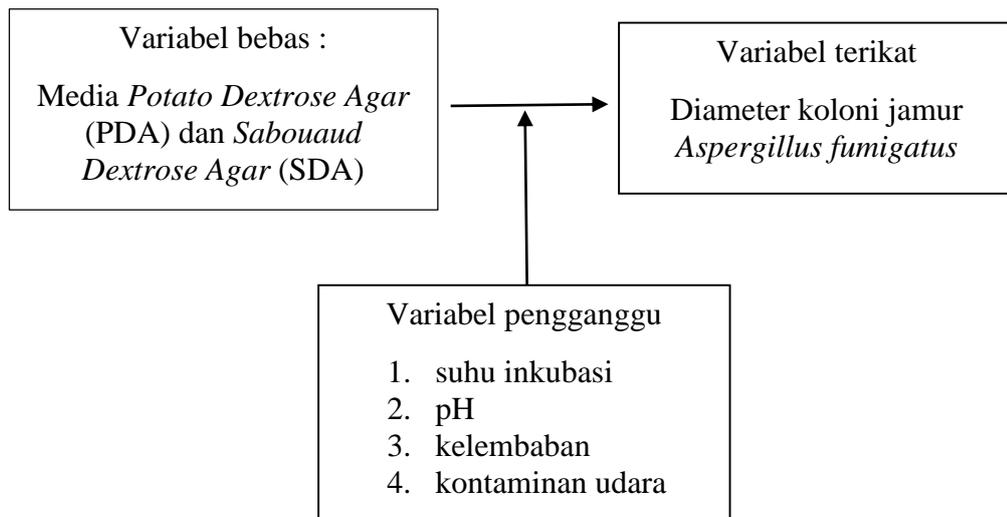


Gambar 5. Kerangka Teori



C. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antar variabel pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan diameter koloni jamur *Aspergillus fumigatus* pada media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) dan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) karena perbedaan komposisi kedua media