

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Jamur

Jamur merupakan organisme bersel tunggal (uniseluler) atau bersel banyak (multiseluler). Sel jamur memiliki dinding yang tersusun kitin, eukariotik, dan tidak berklorofil, jamur dikelompokkan dalam kingdom tersendiri yaitu kingdom fungi (Abdurrahman, 2008). Gambaran tersebut yang membedakan jamur dengan sel hewan dan sel tumbuhan. Jamur mempunyai protoplasma yang mengandung satu atau lebih inti, tidak mempunyai klorofil dan berkembang biak secara aseksual, seksual atau keduanya (Sutanto, 2008).

Cara hidup jamur terbagi menjadi tiga macam, yaitu saprofit, parasit, dan mutualisme. Jamur bersifat saprofit karena mampu menguraikan makhluk hidup yang sudah mati menjadi senyawa anorganik, seperti karbon dan hidrogen. Jamur bersifat parasit, karena jamur menyerap makanan dari organisme lain. Jamur bersifat mutualisme, karena jamur dapat melakukan symbiosis dengan organisme lain, contohnya dengan tanaman (Abdurrahman, 2008).

a. Morfologi Jamur

Jamur terdiri dari dua golongan yaitu yang bersifat uniseluler dikenal sebagai khamir atau ragi dan yang bersifat multiseluler dikenal sebagai kapang.

- 1) Khamir yaitu sel-sel berbentuk bulat, lonjong atau memanjang yang berkembang biak dengan membentuk tunas dan membentuk koloni yang basah atau berlendir (Sutanto, 2008). Khamir bersifat fakultatif; artinya mereka dapat hidup baik dalam keadaan aerobik maupun keadaan anaerobik (Hadioetomo dkk, 2007).
- 2) Kapang adalah mikroorganisme aerobik sejati (Hadioetomo dk, 2007). Kapang terdiri atas sel-sel memanjang dan bercabang yang disebut hifa (Susanto, 2008).

Khamir dan Kapang dapat tumbuh dalam suatu substrat atau media berisikan konsentrasi gula yang dapat menghambat pertumbuhan kebanyakan bakteri, inilah sebabnya mengapa selai dan manisan dapat dirusak oleh kapang tetapi tidak oleh bakteri. Demikian pula, khamir dan kapang umumnya dapat bertahan terhadap keadaan yang lebih asam daripada kebanyakan mikroba yang lain (Hadioetomo dkk,2007).

b. Faktor-faktor yang Dapat Mempengaruhi Pertumbuhan Jamur

1) Faktor Intrinsik

a) pH (Derajat Keasaman)

Mikroorganisme dapat tumbuh pada pH 7,0 (6,6-7,5). Pada pH rendah umumnya bakteri hanya tumbuh sedikit. Kerusakan buah-buahan biasanya disebabkan oleh jamur dan khamir yang dapat tumbuh pada pH rendah. Jenis jenis khamir tertentu dapat tumbuh pada pH yang cukup rendah, yaitu pH 4,5-5,5. Nilai pH akan mempengaruhi dua aspek pada pertumbuhan jamur, yaitu mempengaruhi fungsi enzim dan proses transport nutrisi dari luar ke dalam sel. Berdasarkan pH, makanan dapat dikelompokkan menjadi makanan dengan kadar asam yang rendah (pH di atas 4,6) dan makanan dengan kadar asam yang rendah (pH di atas 4,6). Sebagian besar buah, jus buah, makanan fermentasi, dan saus mayonnaise merupakan makanan tinggi asam (pH rendah), sedangkan sebagian sayuran, daging, ikan, susu, dan sup merupakan makanan rendah asam (pH tinggi) (Lestari, 2018).

b) Nutrisi

Pertumbuhan jamur terjadi karena adanya energi, pembentukan energi dapat terpenuhi apabila terdapat nutrisi yang diperoleh dari lingkungan sekitar jamur berada misalnya dari bahan pangan (Winiati dan nurwitri, 2019). Nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme yaitu karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan vitamin. Air tidak dipertimbangkan sebagai nutrisi, namun air sangat penting sebagai media untuk reaksi biokimia dalam sintesis massa sel da pembentukan energi (Lestari, 2018).

1. Karbohidrat, adalah salah satu sumber karbon yang sering dijumpai dapat dikelompokkan sebagai monosakarida, disakarida, oligosakarida, dan

polisakarida. Semua mikroorganisme dapat memetabolisme glukosa, tetapi kemampuan mikroorganisme dalam menggunakan karbohidrat sangat berbeda antara satu mikroorganisme dengan yang lain. Hal ini disebabkan oleh ketidak mampuan beberapa mikroorganisme untuk mengangkut monosakarida dan disakarida tertentu ke dalam sel serta ketidakmampuan dalam menghidrolisis polisakarida di luar sel. Jamur dapat menggunakan polisakarida (Lestari, 2018).

2. Protein, komponen protein dalam makanan yaitu protein sederhana, protein terkonjugasi, peptide, dan nitrogen nonprotein (asam amino, urea, amonia, kreatinin) protein dan peptide merupakan polimer dari asam amino dengan atau tanpa komponen organik atau anorganik. Asam amino dimanfaatkan oleh mikroba heterotrof sebagai sumber energi utama. Protein sederhana seperti albumin (pada telur), globulin (pada susu), dan albuminoid (kolagen pada otot). Kelarutan protein sederhana tersebut sangat bervariasi dan menentukan kemampuan mikroorganisme dalam menggunakan protein tertentu (Lestari, 2018).
3. Lemak, secara umum merupakan substrat yang kurang disukai oleh mikroorganisme untuk sintesis energi dan material seluler. Secara umum, jamur mampu untuk memproduksi enzim lipase dan oksidase. Mikroorganisme yang mati dapat mengalami lisis dan selanjutnya mengeluarkan lipase dan oksidase intraseluler sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada makanan misalnya ketengikan dan juga dapat menghasilkan flavor yang dikehendaki misalnya pada proses pematangan keju (Lestari, 2018).
4. Mineral dan vitamin, mikroorganisme membutuhkan beberapa elemen mineral dalam jumlah yang kecil seperti fosfor, kalsium, magnesium, zat besi, mangan, dan potasium. Sebagian besar makanan mengandung mineral tersebut dalam jumlah yang cukup. Mikroorganisme membutuhkan vitamin B dalam jumlah kecil dan hampir semua bahan pangan alami mengandung vitamin B (Lestari, 2018).

c) Aktivitas Air

Air yang dapat diergunakan oleh mikroorganismenya untuk pertumbuhannya adalah air bebas, sehingga yang digunakan sebagai parameter adalah aktivitas air bukan kadar air. Kapang tumbuh pada aktivitas air 0,80 (Lestari, 2018)

d) Potensial Reduksi-Oksidasi (Redoks)

Potensial oksidasi-reduksi dapat didefinisikan sebagai kemampuan substrat untuk melepaskan atau mendapatkan elektron. Sedangkan apabila mendapatkan elektron disebut tereduksi. Sebagian besar kapang dan khamir tumbuh secara aerobik, sehingga membutuhkan potensial redoks yang positif (substrat teroksidasi). Oksidasi dapat diperoleh dengan menambahkan oksigen (Lestari, 2018).

e) Komponen Antimikroba

Senyawa antimikroba dari luar bahan pangan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur adalah beberapa senyawa kimia, seperti deterjen, desinfektan, NaCl, asam organik, nitrat, sulfit, alkohol, dan sebagainya. Komponen antimikroba yang bersifat fungisidal dapat bekerja untuk mematikan jamur, sedangkan komponen antimikroba yang bersifat fungistatik dapat bekerja menghambat pertumbuhan jamur (Lestari, 2018).

f) Struktur Biologis

Struktur luar dari beberapa jenis bahan pangan dapat memberikan perlindungan yang baik terhadap pertumbuhan jamur yang akan merusaknya. Struktur biologis yang dimaksud adalah bahan pelindung alami yang sudah ada secara alami pada bahan pangan dan melindungi bahan pangan terhadap mikroba perusak (Lestari, 2018).

2) Faktor Ekstrinsik

a) Suhu

Berdasarkan kisaran suhu lingkungan yang baik untuk pertumbuhan fungi, dapat dikelompokkan sebagai fungi psikrofil, mesofil, dan termofil.

- a. Fungi psiklorofil adalah fungi yang dengan kemampuan untuk tumbuh pada atau di bawah 0°C dan suhu maksimum 20°C. Hanya sebagian kecil spesies fungi yang psiklorofil.

- b. Fungi mesofil adalah fungi yang tumbuh pada suhu 10-35°C, suhu optimalnya 20-35°C. Fungi dapat tumbuh baik pada suhu ruangan (22-25°C), sebagian besar fungi adalah mesofilik.
- c. Fungi termofil adalah fungi yang hidup pada suhu minimum 20°C, suhu optimum 40°C dan suhu maksimum 50-60°C. Contohnya *Aspergillus flavus* yang hidup pada suhu 12-55°C. (Gandjar dkk,2006).

b) Kelembapan Relatif (RH) Lingkungan

Kelembapan relatif lingkungan penyimpanan akan memengaruhi makanan dan pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan bahan. Jika makanan memiliki Aw (aktivitas air) rendah diletakkan dalam lingkungan dengan kelembapan relatif yang tinggi, maka makanan akan menyerap uap air dari udara hingga tercapai titik keseimbangan (Lestari, 2018).

c) Komposisi dan Konsentrasi Gas di Sekitar

Komposisi udara di tempat penyimpanan dapat dimodifikasi. Kondisi penyimpanan bahan makanan dalam udara yang dinaikkan kadar CO₂-n hingga 10% disebut atmosfer terkendali. CO₂ diketahui dapat menghambat pembusukkan oleh jamur pada buah-buahan (Lestari, 2018).

2. *Aspergillus flavus*

Aspergillus flavus adalah mikroorganisme eukariotik yang saat ini diakui sebagai salah satu dari sedikit organisme dengan jangkauan terluas dan paling melimpah di alam, dan jenis kapang ini merupakan polutan umum dari berbagai substrat di daerah tropis dan subtropis. *Aspergillus flavus* adalah jamur umum di berbagai habitat, tetapi umumnya merupakan tanaman saprofit di tanah, pakan, dan makanan yang disimpan. *Aspergillus flavus* juga sering mengkontaminasi biji-bijian dan kacang-kacangan (Utami, dkk, 2012).

Aspergillus flavus yaitu suatu kapang yang umumnya mengkontaminasi Berbagai jenis bahan makanan yang mengalami penyimpanan. Akibat adanya pertumbuhan kapang tersebut dapat menghasilkan metabolit toksik (mitotoksin), yaitu senyawa yang bersifat racun, yang dikenal sebagai aflatoksin. Menurut hasil penelitian di lingkungan Departemen Pertanian dan Departemen Kesehatan Amerika Serikat, dilaporkan bahwa *Aspergillus*

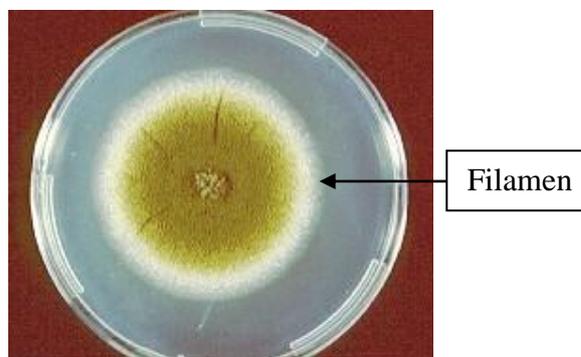
flavus merupakan kapang yang hidup di tanah dan merupakan kapang Gudang, sehingga kalau kondisi lingkungannya cukup menguntungkan, maka perkembangan dan pertumbuhannya akan terpacu dan sangat cepat. Tidak semua *Aspergillus flavus* dapat memproduksi aflatoksin, karena sifat dari kapang toksigenik mempengaruhi sintesis toksin yang dihasilkan (Syarif, 2003).

a. Klasifikasi *Aspergillus flavus*

Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Class : Eurotiomycetes
 Ordo : Eurotiales
 Family : Trichomaceae
 Genus : *Aspergillus*
 Spesies : *Aspergillus flavus*
 (Nathalie, 2011)

b. Morfologi *Aspergillus flavus*

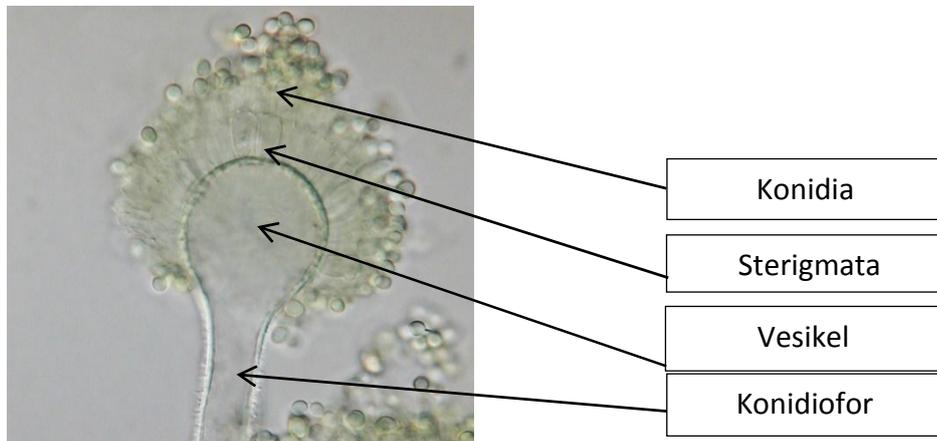
Secara makroskopis tampak koloni *Aspergillus flavus* muncul sebagai filamen putih kemudian berubah warna hijau tua atau hijau gelap dengan pinggiran berwarna putih tampak seperti jamur yang beludru, kuning hingga hijau atau coklat, dengan krem yang tidak berwarna atau berpasir terbalik. Koloni tua muncul sebagai hijau gelap. Bentuknya halus dan beberapa memiliki kerutan radial. Konidiofor berdinding tebal, tidak berwarna, kasar, biasanya kurang dari 1 mm (400 - 800µm) panjangnya dan sering kasar tepat di bawah vesikel globose (Nathalie, 2011).



Sumber : Hikmah, (2018)

Gambar 2.1 Jamur *Aspergillus flavus* makroskopis

Sifat morfologis *Aspergillus flavus* yaitu berseptata, miselia bercabang biasanya tidak berwarna, konidiofor muncul dari kaki sel, sterigmata sederhana atau kompleks dan berwarna atau tidak berwarna, konidia berbentuk rantai berwarna hijau, coklat atau hitam (Sulfiah, 2012).



Sumber : Hikmah, (2018).

Gambar 2.2 *Aspergillus flavus* pada mikroskopis.

c. Pertumbuhan Jamur *Aspergillus flavus*

Aspergillus flavus dapat tumbuh baik pada kisaran suhu yang tinggi, yaitu berkisar 17-42°C dengan suhu ideal 25-30°C dan pH 5,8. Pertumbuhan akan optimal jika kadar air bahan berkisar antara 15-30% dengan kelembapan ruang penyimpanan 87-98% dengan kondisi lingkungan seperti itu perkembangan dan pertumbuhannya akan cepat. Apabila kadar air bahan antara 7-9% dengan kelembapan ruang 70% maka pertumbuhannya akan lambat (Nathalie, 2011).

d. Aflatoksin

Aflatoksin merupakan salah satu mikotoksin yang terpenting di Indonesia. Kondisi iklim tropis sangat sesuai dengan pertumbuhan kapang khususnya *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasticus* yaitu dua jenis kapang yang dapat memproduksi berbagai jenis aflatoksin (Syarief, 2003). Aflatoksin dapat diproduksi oleh *Aspergillus flavus* pada suhu antara 7,5-40°C, dengan suhu optimum 24-28°C. Pengaruh pH media dalam pembentukan aflatoksigenik berkaitan dengan: tipe substrat, asam atau basa

yang digunakan untuk mengubah pH dan faktor-faktor lingkungan lainnya. Pembentukan aflatoksin maksimum pada pH 5,5-7,0 (Syarief, 2003).

3. Media

Media pertumbuhan yang baik adalah media yang mengandung semua nutrient yang diperlukan oleh organisme yang akan ditumbuhkan (Murwani, 2015). Media harus mengandung semua nutrisi yang mudah digunakan oleh mikroba meliputi 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 (Aini, 2015).

a. Syarat media yang baik

Agar mikroba dapat tumbuh dengan baik dalam suatu media, perlu dipenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) Harus mengandung semua nutrisi yang mudah digunakan oleh mikroba.
- 2) Harus mempunyai tekanan osmose, dan pH yang sesuai.
- 3) Tidak mengandung zat-zat penghambat.
- 4) Harus steril.

b. Jenis media dapat digolongkan berdasarkan :

1) Susunan kimia

Berdasarkan susunan kimianya, terdapat berbagai jenis media, yaitu :

- a) Media anorganik: media yang tersusun dari bahan-bahan anorganik, misalnya silika gel.
- b) Media organik : media yang tersusun dari bahan-bahan organik.
- c) Media sintesis : Media buatan, dengan ramuan yang tertentu, baik *ready for use* maupun ramuan sendiri.
- d) Media non sintesis : media alamiah, misalnya media wortel, media kentang, dan lain-lain.

2) Konsistensi/kepadatan

Berdasarkan konsistensinya, terdapat berbagai jenis media yaitu :

- a) Media cair (*Liquid medium*), yaitu media bentuk cair (*broths*) misalnya : air, pepton, nutrient broth dan lain-lain.
- b) Media setengah padat (*semi solid medium*), misalnya : SIM agar, Carry & Blair dan lain-lain.

c) Media padat (*solid medium*), yaitu media bentuk padat/beku misalnya : media wortel, media kentang, media agar dan lain-lain (Permenkes, 2013).

4. Media PDA (*Potato Dextrose Agar*)

Media PDA (*Potato Dextrose Agar*) media umum untuk pertumbuhan jamur di laboratorium dengan pH (4,5-5,6). Media PDA (*Potato Dextrose Agar*) media yang kaya akan nutrisi yang dapat digunakan sebagai pertumbuhan jamur, komposisi media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yaitu, potato 4,0gr, glukosa 20gr, agar 15gr, dan 1 liter aquades. PDA (*Potato Dextrose Agar*) tersusun atas bahan alami kentang, dekstrose yang tinggi merupakan sumber energy sedangkan penambahan agar berfungsi untuk membuat media menjadi padat (Octavia, 2017).

5. Jagung manis (*Zea mays L.*)

Jagung manis (*Zea mays L.*) dapat ditanam di lahan sawah dataran rendah maupun dataran tinggi. Suhu optimum 21-34°C nilai pH tanah 5,6-7,5 pada ketinggian 100-1800 mdpl dan ketinggian optimum 50-600 mdpl. Tanaman jagung membutuhkan air sekitar 100-140 mm per bulan (Badan Standarisasi Nasional, 2009).

Jagung manis (*Zea mays L.*) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Serikat dan telah menyebar ke daerah subtropis dan tropis, termasuk Indonesia. Jagung merupakan tanaman berumah satu dan termasuk dalam family rumput-rumputan (Koswara, 2009). Setelah beras dan gandum, jagung merupakan sumber karbohidrat yang sangat penting yang digunakan sebagai makanan pokok, pakan ternak, dan bahan industri. Kandungan karbohidrat jagung adalah 73-75% lebih tinggi dari gandum yang hanya 64% dan 76,2 beras. Endosperma biji jagung mengandung kalsium, zat besi, fosfor, natrium dan kalium (Sukainah dkk, 2016).

Jagung manis (*Zea mays L.*) merupakan substrat yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan berbagai jamur, termasuk *Aspergillus flavus* (Sukainah dkk, 2016).

a. Taksonomi Jagung manis

Jagung (*Zea mays L.*) termasuk dalam genus *Zea* (famili Graminaceae). Berikut ini merupakan klasifikasi dari jagung manis:

Kingdom	: Plantae (Tumbuh-tumbuhan)
Devisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Monocotyledone (berkeping satu)
Ordo	: Graminae (rumput-rumputan)
Famili	: Graminaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Species	: <i>Zea mays L.</i>



Sumber :Jarwo, 2016
Gambar 2.3 Tanaman Jagung manis

b. Kandungan Gizi Jagung manis

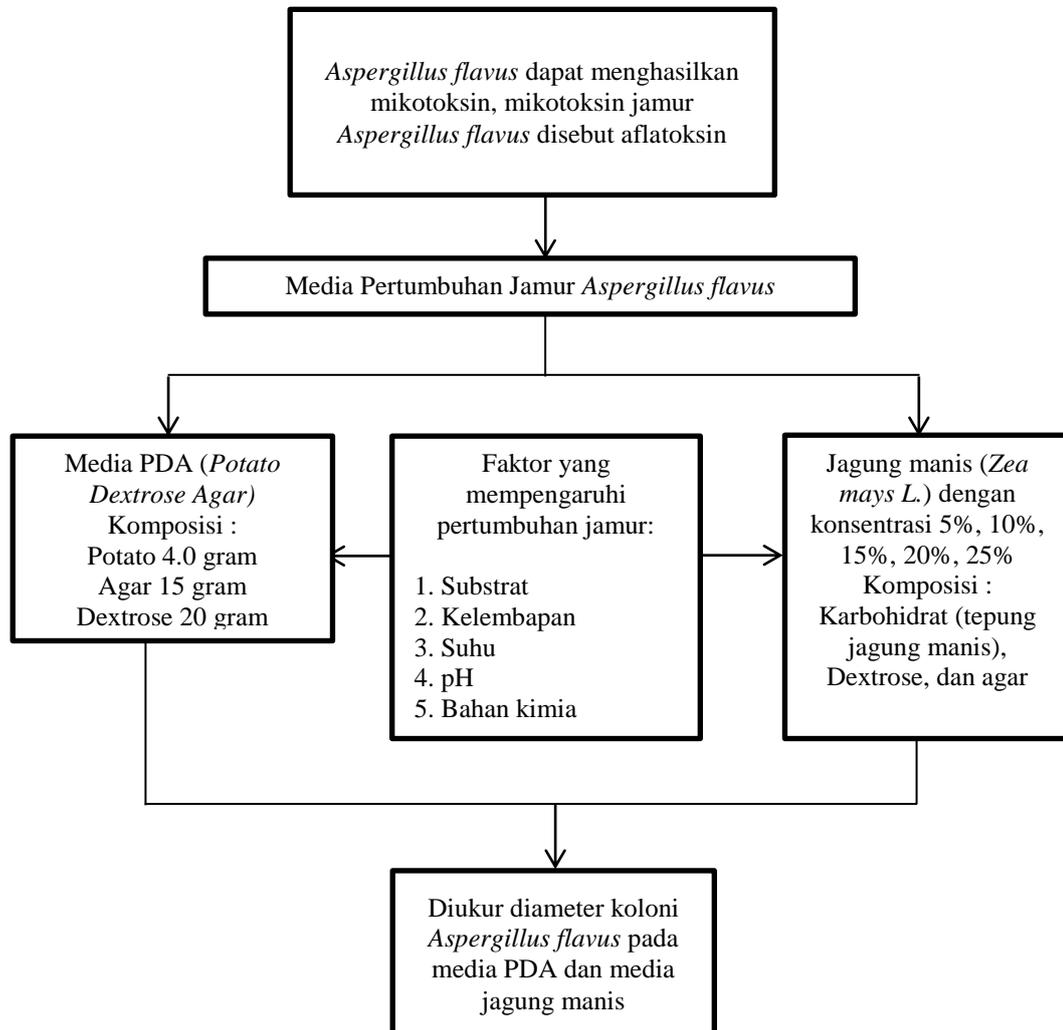
Jagung memiliki beberapa kandungan zat gizi yang terdapat didalam biji jagung manis, yaitu :

Tabel 2.1 Kandungan zat gizi dalam 100 g jagung manis

Komposisi	Jumlah
Air (g)	89.5
Energi (kkal)	33
Protein (g)	12,9
Karbohidrat (g)	69,3
Kalsium (mg)	10
Fosfor (mg)	256
Besi (mg)	2,4
Vitamin A (SI)	510.0
Vitamin B1 (mg)	0.38
Vitamin C(mg)	0.08

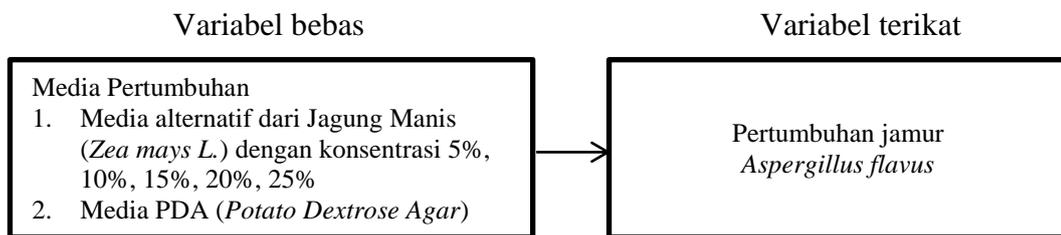
Sumber : Daftar komposisi bahan makanan, Departemen Kesehatan RI(2013)

B. Kerangka Teori



Sumber: (Ward, 2019, Lestari, 2018, Astawan, 2009, Safitri dan Novel, 2010).

C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

Ho : Tidak ada perbedaan diameter koloni *Aspergillus flavus* pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dengan media alternatif dari Jagung manis (*Zea mays L.*).

Ha : Terdapat perbedaan diameter koloni *Aspergillus flavus* pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dengan media alternatif dari Jagung manis (*Zea mays L.*)