

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI PESTISIDA, FUNGISIDA ALAMI, BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.), JAMUR *Fusarium oxysporum* DAN EKSTRAKSI**

#### **A. Pestisida**

Pestisida adalah substansi (zat) kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan berbagai hama. Berdasarkan asal katanya pestisida berasal dari bahasa Inggris yaitu pest berarti hama dan cida berarti pembunuh. Yang dimaksud hama bagi petani sangat luas yaitu tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi (jamur), bakteri dan virus, nematoda (cacing yang merusak akar), siput, tikus, burung dan hewan lain yang dianggap merugikan. Menurut peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1973 (yang dikutip oleh Djojosumarto, 2008, hlm. 2) pestisida adalah semua zat kimia atau bahan lain serta jasad renik dan virus yang dipergunakan untuk :

- a. Memberantas atau mencegah hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian.
- b. Memberantas rerumputan.
- c. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman, tidak termasuk pupuk.
- d. Memberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan-hewan peliharaan dan ternak.
- e. Memberantas dan mencegah hama-hama air.
- f. Memberikan atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan alat-alat pengangkutan.
- g. Memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah dan air.

## 1. Penggolongan Pestisida

Penggolongan pestisida berdasarkan sasaran (Wudianto R, 2010, hlm. 12) yaitu :

- a. Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia yang bisa mematikan semua jenis serangga.
- b. Fungisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun dan bisa digunakan untuk memberantas dan mencegah fungi/cendawan.
- c. Bakterisida. Disebut bakterisida karena senyawa ini mengandung bahan aktif beracun yang bisa membunuh bakteri.
- d. Nermatisida, digunakan untuk mengendalikan nematoda. Universitas Sumatera Utara
- e. Akarisida atau mitisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh tungau, caplak dan laba-laba.
- f. Rodentisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk mematikan berbagai jenis binatang pengerat, misalnya tikus.
- g. Moluskisida adalah pestisida untuk membunuh moluska, yaitu: siput, bekicot serta tripisan yang banyak dijumpai di tambak.
- h. Herbisida adalah senyawa kimia beracun yang dimanfaatkan untuk membunuh tumbuhan pengganggu yang disebut gulma.
- i. Pestisida lain seperti Pisisida, Algisida, Advisida dan lain-lain.
- j. Pestisida berperan ganda yaitu pestisida yang berperan untuk membasmi 2 atau 3 golongan organisme pengganggu tanaman.

## 2. Pestisida Organik

Pestisida nabati adalah bahan aktif tunggal atau majemuk yang berasal dari tumbuhan (daun, buah, biji atau akar) berfungsi sebagai penolak, penarik, antifertilitas (pemandul), pembunuh dan bentuk lainnya. dapat untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Pestisida nabati bersifat mudah terurai (bio-degradable) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan, dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan karena residu mudah hilang (Badan Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, 2012, hlm. 1)

Pestisida yang berkembang sekarang adalah pestisida kimia, yang efeknya tidak baik untuk manusia maupun lingkungan. Selain itu, pestisida kimia juga mahal dan sulit untuk didapatkan. Demi meningkatkan kesejahteraan masyarakat, maka pemerintah membuat program kembali ke alam dengan memanfaatkan tanaman di Indonesia sebagai pestisida alami. Selain aman untuk manusia dan lingkungan, bahannya pun mudah didapat di sekitar kita (Winarti & Tim Redaksi Cemerlang, 2015, hlm. 20).

Menurut Winarti & Tim Redaksi Cemerlang (2015, hlm. 20) ada beberapa pertimbangan dalam pengembangan pestisida organik, yaitu:

- a. Mudah didapat, bahan baku cukup tersedia, berkualitas, kuantitas dan kontinuitas terjamin.
- b. Mudah dibuat ekstrak, sederhana, dan dalam waktu yang tidak lama.
- c. Kandungan senyawa pestisida harus efektif pada kisaran 3-5% bobot kering bahan.
- d. Selektif dan pengendalian yang luas.
- e. Bahan yang digunakan bisa dalam bentuk segar/kering.
- f. Efek residunya singkat, tetapi cukup lama efikasinya.
- g. Cepat diuraikan oleh matahari.
- h. Sedapat mungkin pelarutnya air (bukan senyawa sintetis).
- i. Budidayanya mudah dan tahan terhadap kondisi suhu optimal.
- j. Tidak menjadi gulma atau inang hama penyakit.
- k. Bersifat multiguna.

## **B. Fungisida Alami**

Fungisida adalah jenis pestisida yang secara khusus dibuat dan digunakan untuk mengedalikan (membunuh, menghambat atau mencegah) jamur atau cendawan patogen penyebab penyakit. Bentuk fungisida bermacam-macam, ada yang berbentuk tepung, cair, gas dan butiran. Fungisida yang berbentuk tepung dan cair adalah yang paling banyak digunakan. Fungisida dalam bidang pertanian digunakan untuk mengendalikan cendawan pada benih, bibit, batang, akar, daun, bunga dan buah. Aplikasinya dilakukan dengan penyemprotan langsung

ketanaman, injeksi batang, pengocoran pada akar, perendaman benih dan pengasapan (fumigan) (Sudarmo, 1991, hlm. 50).

Menurut Sudarmo (1991, hlm. 52) fungisida dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan berdasarkan bahannya, yaitu:

1. Fungisida Sintetis/Kimia

Fungisida sintetis atau fungisida kimia adalah fungisida yang dibuat dari bahan-bahan kimia sintetis. Fungisida ini memiliki efek negatif dan berbahaya bagi manusia, hewan dan lingkungan, terlebih jika digunakan dalam jangka panjang.

2. Fungisida Alami/Organik/Nabati

Fungisida alami atau fungisida organik adalah fungisida yang terbuat dari bahan-bahan alami yang banyak tersedia di alam. Fungisida ini relatif lebih aman digunakan karena tidak mengandung bahan kimia berbahaya.

Indonesia Bertanam (2013) mengemukakan bahwa fungisida alami/nabati mempunyai kelebihan dan kekurangannya, diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Kelebihan Fungisida Nabati

- a. Degradasi/penguraian yang cepat oleh matahari sehingga mudah terurai menjadi bahan yang tidak berbahaya.
- b. Memiliki pengaruh yang cepat yaitu menurunkan nafsu makan serangga hama, walaupun jarang menyebabkan kematian.
- c. Memiliki spektrum yang luas (racun lambung dan saraf) dan bersifat selektif.
- d. Dapat diandalkan untuk mengendalikan OPT yang resisten terhadap pestisida kimia.
- e. Phitotoksitas rendah, yaitu tidak meracuni dan merusak tanaman.
- f. Murah dan mudah dibuat oleh petani.

2. Kekurangan Fungisida Nabati

- a. Cepat terurai dan daya kerjanya relatif lambat sehingga aplikasinya harus lebih sering.
- b. Daya racunnya rendah (tidak langsung mematikan cendawan).

- c. Produksinya belum bisa dilakukan dalam skala besar karena keterbatasan bahan baku.
- d. Kurang praktis.
- e. Tidak tahan di simpan.

### C. Bawang Putih (*Allium sativum*)

Sejarah masuknya bawang putih ke Indonesia diduga melalui jalur perdagangan dengan bangsa India, Arab, dan Cina. Kemudian penggunaan bawang putih semakin menyebar. Konsumsi bawang putih memang telah meluas dari Asia Tengah ke Eropa, Afrika, Asia Timur, Amerika bahkan hingga seluruh tanah air kita (Kuswardhani, 2016, hlm. 12).

#### 1. Taksonomi Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Klasifikasi ilmiah bawang putih adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Super division : Spermatophyta  
Division : Magnoliophyta  
Class : Liliopsida  
Order : Liliales  
Family : Liliaceae  
Genus : *Allium*  
Species : *Allium sativum* L.

(CCRC, 2014)



**Gambar 2.1. Bawang Putih (*Allium sativum* L)**

(Sumber: <http://www.bawangputih.org/bawang-putih-obat/>)

## 2. Kandungan Bawang Putih

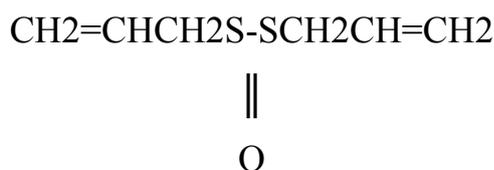
Kandungan farmakologi dari tiap zat bawang putih dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1 Kandungan Farmakologi Bawang Putih (*Allium sativum*)**

No.	Senyawa Aktif	Efek Farmakologi
1.	Alil-metil-sulfida (AMS)	Antihipertensi, antibakteri
2.	Vinil-ditiin	Antioksidan, kardioprotektif
3.	Alistatin	Fungisida, antibiotik, neuroprotektif
4.	Allixin	Antitumor, antiradikal bebas, neuroprotektif
5.	Scordinin	Antikanker, antipotensif, antibakteri, antihiperkolesterol

Sumber: Kuswardhani (2015, hlm. 12)

Bawang putih termasuk salah satu rempah yang telah terbukti dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Golongan senyawa yang diperkirakan memiliki aktivitas antimikroba pada bawang putih, seperti allisin, ajoene, dialil sulfida, dialil disulfida, yang termasuk dalam golongan senyawa tiosulfinat. Tiosulfinat adalah golongan senyawa yang mengandung 2 atom belerang yang saling berikatan rangkap dengan atom oksigen seperti allisin.



**Gambar 2.2. Struktur Kimia Allisin**

Sumber: Block (1992) dalam Hadittama (2009, hlm. 11)

Struktur kimia allisin dapat dilihat pada gambar. Allisin adalah komponen utama hasil degradasi secara enzimatis dari prekursor pembentuk citarasa (Alliin) bawang putih yang tidak stabil dan sangat reaktif yang disebabkan lemahnya ikatan S-S (Block, 1992 dalam Hadittama, 2009, hlm. 11). Dari beberapa penelitian umbi bawang putih mengandung zat aktif awcin, enzim alinase, germanium (mampu mencegah rusaknya sel darah merah), sativine (mempercepat

pertumbuhan sel dan jaringan serta merangsang susunan sel saraf), sinistrine, selenium (mikromineral penting yang berfungsi sebagai antioksidan), scordinin (antioksidan), nicotinic acid. Kandungan allisin pada bawang putih dimanfaatkan sebagai bakterisida, fungisida, dan dapat menghambat perkembangan cendawan maupun antimikroba lainnya (Solihin, 2009, hlm. 58).

Bawang putih diduga mengandung senyawa alilsistein. Alilsistein merupakan salah satu senyawa antijamur yang bekerja dengan mengganggu metabolisme sel *Candida albicans* dengan cara inaktivasi protein, penghambatan kompetitif dari senyawa sulfidril atau dengan penghambatan non kompetitif dari fungsi enzim melalui oksidasi. Selain itu alilsistein juga dapat menghambat sintesis DNA dan protein (Khaira, dkk, 2016, hlm. 39).

Senyawa kimia lain yang dapat merusak membran jamur adalah saponin. Saponin mempunyai kerja merusak membran plasma dari jamur. Senyawa saponin dapat merusak sel membran sitoplasma jamur dengan cara meningkatkan permeabilitas membran sel jamur. Saponin dapat terkondensasi pada permukaan suatu benda atau cairan dikarenakan memiliki gugus hidrokarbon yang larut lemak (berada pada membran sel), sehingga dapat menyebabkan sel-sel pada membran sitoplasma lisis (Kulsum, 2014, hlm. 15). Senyawa kimia flavonoid pada bawang putih juga memiliki aktivitas antijamur. Flavonoid yang berada di dalam sel jamur akan mengendapkan protein yang tersusun atas asam amino sebagai hasil translasi dari RNA. Gangguan pada pembentukan partikel protein dapat mencegah proses sintesis protein di dalam inti sel sehingga menyebabkan kematian pada sel jamur (Supriyono, 2016, hlm.17).

### **3. Manfaat Bawang Putih**

Bawang putih memiliki potensi sebagai antimikroba, kemampuan dalam menghambat pertumbuhan mikroba meliputi virus, bakteri, protozoa, dan jamur. Fungsi bawang putih dalam menghambat pertumbuhan bakteri memiliki spektrum yang luas, karena dapat menghambat pertumbuhan gram positif maupun bakteri gram negatif. Dialildisulfida (DADS) dan dialiltetrasulfida (DATS) yang merupakan kandungan dari bawang putih memiliki berpotensi sebagai antibakteri. Cara senyawa ini bekerja dengan mereduksi sistein dalam bakteri yang akhirnya mengganggu ikatan disulfida dalam protein bakteri (Damayanti, 2014, hlm. 8)

Penelitian yang dilakukan oleh Supriyono (2016, hlm. 20) menunjukkan ekstrak bawang putih mampu untuk pengendalian jamur *S. Rolfsii* yang menyebabkan penyakit pada kedelai dengan kandungan senyawa bawang putih yaitu *alliin* sebagai antifungi yang disintesis dari asam amino sistein. Menurut Desvani dkk (2015) ekstrak bawang putih juga dapat berfungsi sebagai penolak kehadiran serangga. Pestisida dari bawang putih juga dapat berfungsi untuk mengusir keong, siput dan bekicot, bahkan mampu membasmi siput dengan merusak sistem saraf.

Menurut Kulsum (2014, hlm. 10) bawang putih berpotensi sangat kuat dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans*, hal ini disebabkan dalam bawang putih terdapat suatu zat yang disebut minyak atsiri. Minyak atsiri ini sifatnya mudah menguap pada suhu kamar sehingga disebut *Terpenoid Essential Oils*. Minyak atsiri dapat digunakan sebagai pewangi, antibakteri dan antijamur. Salah satu zat aktif yang terdapat di dalam minyak atsiri adalah *allicin*. *Allicin* dapat bergabung dengan protein dan mengubah strukturnya agar mudah untuk dicerna. Kemampuan bergabung dengan protein itulah yang akan mendukung daya antibiotiknya, karena *allicin* menyerang protein mikroba dan akhirnya membunuh mikroba tersebut.

#### **D. Jamur *Fusarium oxysporum***

Menurut Semangun (2000, hlm. 55) Jamur *Fusarium oxysporum* ini merupakan pathogen tanaman yang penting secara ekonomi karena dapat menyebabkan busuk dan layu pada akar, batang maupun buah pada lebih dari 100 jenis tanaman, sehingga penyakit ini termasuk penyakit tumbuhan yang paling merugikan di tropika.

##### **1. Taksonomi Jamur *Fusarium oxysporum***

Menurut Schlecht, Emend, Snyder dan Hansen dalam Agustining (2012, hlm. 10) taksonomi *Fusarium oxysporum* sebagai berikut:

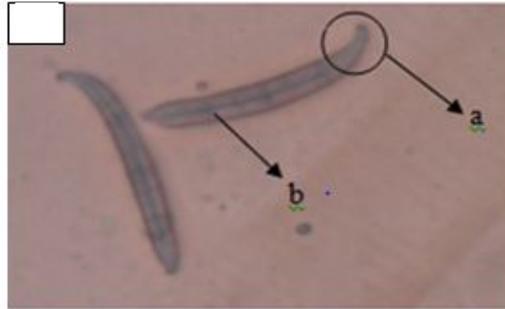
Kingdom : Jamur

Division : Ascomycota

Class : Sordariomycetes

Order : Hypocreales  
 Family : Nectriaceae  
 Genus : *Fusarium*  
 Species : *Fusarium oxysporum*

## 2. Karakteristik Jamur *Fusarium oxysporum*



**Gambar 2.3. Morfologi Mikroskopis Jamur *Fusarium* sp.**

a. Sel kaki (*pedicellate*) b. Sekat pada *makrokonodia*

Sumber: Ningsih dkk (2012, hlm. 55)

Pengamatan secara mikroskopis jamur *Fusarium sp* memiliki karakter yaitu hifa bersekat, tidak berwarna (hialin) dan bercabang. *Konidiofor* dibentuk tunggal dengan bentuk silindris dan bersekat, memiliki *mikrokonidia* dan *makrokonidia* yang berwarna hialin dan bersekat. *Makrokonidia* seperti bulan sabit panjang yang bersekat dan *mikrokonidia* berbentuk ovoid atau pyriform. *Makrokonidia* seperti bulan sabit memiliki sel kaki (*pedicellate*) yang jelas dengan sel ujung *makrokonidia* berbentuk agak bengkok, umumnya memiliki 3-5 sekat (Ningsih, 2012, hlm. 5). Khlamidospora terdapat dalam hifa atau dalam konidia, berwarna hialin, berdinding halus atau agak kasar, berbentuk semibulat dengan diameter 5,0-15  $\mu\text{m}$ , terletak terminal atau interkalar, dan berpasangan atau tunggal (Gandjar, 1999, hlm. 66).

Koloni fungi yang ditumbuhkan pada media ADK (Agar Dekstrose kentang) berwarna abu-abu, coklat, violet atau putih. Sedangkan pada media ADK yang ditambahkan ekstrak sayur-sayuran, koloni mula-mula tidak berwarna, semakin tua menjadi krem, akhirnya koloni tampak mempunyai benang berwarna merah muda agak ungu (Semangun, 1996, hlm. 564-565).

### 3. Pertumbuhan dan Penyakit yang Disebabkan *Fusarium oxysporum*

Dalam budidaya tanaman jeruk petani sering menghadapi kendala dalam pemeliharannya. Kendala tersebut antara lain serangan hama penyakit dan gejala negatif lainnya yang mengganggu pertumbuhan tanaman. Salah satu penyakit yang menyebabkan tanaman jeruk mengalami kendala yaitu penyakit layu fusarium atau busuk buah yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*, penyakit busuk buah atau layu fusarium ini akan mengakibatkan kegagalan dalam berpanen (Cahyono, 2017). Jamur *Fusarium oxysporum* adalah salah satu jamur yang menyebabkan penyakit pada tanaman jeruk yaitu layu atau busuk fusarium dalam pot. Akar tanaman jeruk dalam pot yang terkena busuk fusarium biasanya akan membusuk (Wiryanta, 2005, hlm. 77). Busuk buah pada Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp terlihat pada saat jeruk mulai berbuah. Gejala serangan mulai terlihat pada saat berumur 4 tahun keatas sampai saat panen. Gejala serangan yaitu kulit buah menguning menjadi keras dan membusuk. Awal infeksi jamur ini terjadi melalui percikan air tanah ke buah pada saat musim hujan (Ningsih, 2012, hlm. 5). Penyakit ini terutama menular karena perakaran tanaman sehat berhubungan dengan spora yang dilepaskan oleh tanaman sakit di dekatnya (Semangun, 1994, hlm. 459). Fungi ini berkembang pada suhu tanah 21°C-33°C, dengan suhu optimumnya adalah 25°C-28°C. Pada kondisi kadar air yang tinggi menyebabkan penyakit berkembang pesat, penyakit ini dapat hidup pada pH tanah yang luas variansinya (Semangun, 1996, hlm. 57). Infeksi laten jamur ini umumnya berupa nekrosis pada ujung tangkai buah atau pangkal tangkai putik. Busuk Fusarium berkembang lambat pada buah jeruk yang disimpan lama karena patogen baru aktif bila buah sudah matang. Buah yang sakit kulitnya berwarna coklat muda sampai tua, dan melekek atau mengendap. Dibawah kondisi lembab, miselium jamur putih tumbuh pada permukaan buah. Pusat infeksi berwarna putih atau pink tergantung dari jenis jamur yang menyerang (Martoredjo, 2009, hlm. 145).

Cendawan ini tumbuh dari spora dengan struktur yang menyerupai benang, ada yang mempunyai dinding pemisah dan ada yang tidak. Benang secara individu disebut hifa, dan massa benang yang luas disebut miselium. Miselium adalah struktur yang berpengaruh dalam absorpsi nutrisi secara terus-menerus

sehingga cendawan dapat tumbuh dan pada akhirnya menghasilkan hifa yang khusus menghasilkan spora reproduktif (Foth, 1991 dalam Saragih, 2009, hlm. 12). Patogen ini menyerang jaringan korteks sehingga mengakibatkan tanaman yang terinfeksi lebih cepat kehilangan air daripada tanaman sehat. Penyakit ini terutama menular melalui perakaran tanaman yang sehat bersentuhan atau berhubungan dengan spora yang dilepaskan oleh tanaman sakit di dekatnya, pemakaian bahan tanaman yang sakit, fungi dapat terbawa oleh tanaman yang melekat pada alat-alat pertanian. Perendaman tanah dan air pengairan juga menyebabkan terjadinya pemencaran setempat (Semangun, 2000, hlm. 28). Secara ekonomi *Fusarium* sp adalah patogen penting dalam pertanian hortikultura di dunia (Gandjar, 1999, hlm. 66). Penyakit layu fusarium menyerang akar dan menimbulkan kerugian yang cukup besar (Semangun, 2000, hlm. 30). Habitat spesies ini kosmopolit, dan merupakan saprofit tanah tetapi dapat bersifat patogen terhadap banyak tumbuhan. Spesies ini telah diisolasi dari biji serealia, kacang tanah, kacang kedelai, buncis, kapas, pisang, umbi bawang, kentang, jeruk orange, apel, dan bit. (Gandjar, 1999, hlm. 66).

#### **4. Siklus Hidup Jamur *Fusarium oxysporum***

Penyakit ini terutama menular karena perakaran tanaman sehat berhubungan dengan spora yang dilepaskan oleh tanaman sakit di dekatnya (Semangun 1994, hlm. 88). Selain itu penularan dapat juga terjadi melalui bibit, tanah yang terinfeksi, tanah yang melekat pada alat-alat pertanian, perendaman tanah, aliran air pada permukaan tanah serta sisa-sisa tanaman sakit (Muharam dkk. 1992). Di dalam tanah yang terinfeksi, jamur bertahan dalam bentuk miselium atau dalam semua bentuk konidiumnya (Sastrahidayat, 1990, hlm. 70). Penyakit menyebar cepat pada tanah-tanah bertekstur ringan atau berpasir yang memiliki drainase jelek dan masam (Muharam dkk 1992). *F. oxysporum* termasuk cendawan yang bersifat *soil-borne* yang dapat bertahan hidup lebih lama di dalam tanah dalam bentuk klamidiospora sampai adanya rangsangan untuk berkecambah yang berasal dari jaringan tanaman segar yang belum terkolonisasi cendawan patogen atau ekskresi akar (Semangun 1994, hlm 110). Cendawan penyebab penyakit ini masuk ke dalam akar melalui lubang-lubang alami atau luka, lambat laun masuk

ke bonggol. Patogen berkembang sangat cepat menuju batang sampai ke jaringan pembuluh sebelum masuk ke batang semu atau palsu. Pada tingkat infeksi lanjut miselium akan meluas dari jaringan pembuluh ke parenkim, selanjutnya patogen membentuk konidia dalam jaringan tanaman dan mikrokonidia dapat terangkut melalui xilem dalam arus transpirasi (Sulyo, 1992 dalam Agustining, 2012 hlm. 16).

Di dalam pembuluh xylem tersebut jamur membebaskan polyphenol. Polyphenol ini dioksidasi oleh enzim polyphenoloxydase menjadi quinon yang segera mengadakan polimerasi menjadi melanin yang berwarna sawo matang. Dan inilah yang menyebabkan perubahan warna di dalam pembuluh-pembuluh xylem dari tanaman yang terinfeksi. Kegiatan aktivitas polyphenoloxydase tergantung pada jumlah miselium di dalam pembuluh xylem dari batang yang terinfeksi. Bila tanaman mati, maka pathogen akan mengadakan sporulasi secara luas pada jaringan yang mati tersebut dan ini merupakan sumber inokulum kedua (Sastrahidayat, 1990, hlm. 75).

## **5. Faktor-faktor yang Mendukung Perkembangan Penyakit Layu Fusarium**

Beberapa hal menjadi faktor yang mendukung perkembangan penyakit layu sistem pembuluh yang khas ini. Faktor-faktor tersebut adalah temperatur, kelembaban tanah yang rendah, panjang hari yang pendek, intensitas cahaya yang rendah, nutrisi N dan P yang rendah, nutrisi K yang tinggi dan pH yang rendah (Booth, 1985 dalam Nugraheni, 2010, hlm. 46). Penyakit berkembang pada temperatur tanah 21-33°C, temperatur optimumnya adalah 28°C (Semangun, 1996, hlm. 99). Kelembaban tanah yang diinginkan sesuai dengan tanaman inangnya. Kelembaban tanah yang sangat rendah atau tinggi dapat menahan pertumbuhan tanaman dan juga perkembangan penyakit layu fusarium (Mehrotra, 1980, hlm. 771). Faktor lain yang mempengaruhi perkembangan *Fusarium* adalah unsur-unsur yang terkandung dalam tanah. Di banyak negara diketahui bahwa penyakit berkembang lebih berat bila tanah mengandung banyak nitrogen tapi miskin akan kalium (Semangun, 1996, hlm. 101).

## **E. Ekstraksi**

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak larut dengan pelarut cair. Senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai simplisia dapat digolongkan ke dalam golongan minyak atsiri, alkaloida, flavonoida, dan lain-lain. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat. Selama ribuan tahun manusia menggunakan sumber tanaman untuk meringankan atau menyembuhkan penyakit. Tanaman merupakan sumber senyawa kimia baru yang potensial digunakan dalam bidang kedokteran dan aplikasi lainnya. Tanaman mengandung banyak senyawa aktif seperti alkaloid, steroid, tanin, glikosida, minyak atsiri, minyak tetap, resin, fenol dan flavonoid yang disimpan di bagian-bagian tertentu seperti daun, bunga, kulit kayu, biji-bijian, buah-buahan, akar, dan lain-lain menjadi obat yang lebih bermanfaat dari bahan tanaman, biasanya hasil dari kombinasi dari produk-produk sekunder (Ditjen POM, 2000, hlm. 10).

### **1. Metode-Metode Ekstraksi**

Menurut Harborne (2006, hlm. 76-77) metode ekstraksi yang digunakan dalam ekstraksi tanaman dengan menggunakan pelarut terbagi menjadi 2 cara, yaitu:

#### **a. Cara dingin**

Ekstraksi menggunakan pelarut dengan cara dingin terdiri dari:

##### **1) Maserasi**

Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di

sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil.

Ada beberapa modifikasi-modifikasi pada metode maserasi antara lain:

- a) Metode digesti, yakni maserasi yang dilakukan dengan menggunakan pemanas lemah, pada suhu antara 40 - 50°C terutama untuk sampel yang mengandung komponen kimia yang tahan pemanasan.
- b) Modifikasi dengan menggunakan mesin pengaduk yang ditujukan untuk mempercepat penyarian.
- c) Remaserasi adalah penyarian yang dilakukan setelah penyarian pertama selesai, ampas diperas dan ditambahkan dari cairan penyari.
- d) Maserasi melingkar adalah penyarian yang dilakukan dengan cairan penyari yang selalu bergerak dan menyebar sehingga kejenuhan cairan penyari dapat merata.

Cairan penyari yang digunakan dapat berupa air, etanol, atau pelarut lainnya. Bila cairan penyari yang digunakan adalah air, maka untuk mencegah timbulnya kapang dapat ditambahkan bahan pengawet yang diberikan pada awal penyarian.

## 2) Perkolasi

Pada metode perkolasi, serbuk sampel dibasahi secara perlahan dalam sebuah perkolator (wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya). Pelarut ditambahkan pada bagian atas serbuk sampel dan dibiarkan menetes perlahan pada bagian bawah. Kelebihan dari metode ini adalah sampel senantiasa dialiri oleh pelarut baru. Sedangkan kerugiannya adalah jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Selain itu, metode ini juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu.

### **b. Cara panas**

Ekstraksi menggunakan pelarut dengan cara panas terdiri dari:

#### 1) Refluks dan Destilasi Uap

Pada metode reflux, sampel dimasukkan bersama pelarut ke dalam labu yang dihubungkan dengan kondensor. Pelarut dipanaskan hingga mencapai titik didih. Uap terkondensasi dan kembali ke dalam labu.

Destilasi uap memiliki proses yang sama dan biasanya digunakan untuk mengekstraksi minyak esensial (campuran berbagai senyawa menguap). Selama pemanasan, uap terkondensasi dan destilat (terpisah sebagai 2 bagian yang tidak saling bercampur) ditampung dalam wadah yang terhubung dengan kondensor. Kerugian dari kedua metode ini adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi

## 2) Sokletasi

Metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) dalam klonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam labu dan suhu penangas diatur di bawah suhu reflux. Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Kerugiannya adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang diperoleh terus-menerus berada pada titik didih.

## 3) Infus

Infudasi adalah proses penyarian yang umumnya digunakan untuk menyari zat kandungan aktif yang larut dalam air dari bahan-bahan nabati. Penyarian dengan cara ini menghasilkan sari yang tidak stabil dan mudah tercemar oleh kuman dan kapang.

Oleh sebab itu sari yang diperoleh dengan cara ini tidak boleh disimpan lebih dari 24 jam. Prinsip kerja dari infudasi adalah sebagai berikut: simplisia yang telah dihaluskan sesuai dengan derajat kehalusan yang ditetapkan dicampur dengan air secukupnya dalam sebuah panci. Kemudian dipanaskan di atas air selama 15 menit, dihitung mulai suhu di dalam panci mencapai 90°C, sambil sekali-kali diaduk. Infus diserukai sewaktu masih panas melalui kain flannel. Untuk mencukupi kekurangan air, ditambahkan air mendidih melalui ampasnya.

#### 4) Dekok

Dekok adalah ekstraksi dengan pelarut air pada temperature 90°C selama 30 menit. Campur simplisia dengan derajat halus yang sesuai dalam panci (wadah) dengan air secukupnya, panaskan diatas tangas air selama 30 menit terhitung mulai suhu 90 °C sambil sekali-sekali diaduk. Dekok merupakan proses ekstraksi serbuk simplisia atau tanaman segar dengan menggunakan pelarut air dan dipanaskan dalam tempat tertutup pada suhu antara 96-98°C. Waktu proses ekstraksi selama 30 menit yang dihitung semenjak suhu cairan mencapai 96°C. Rebusan (decocta) merupakan simplisia halus yang dicampur dengan air bersuhu kamar atau dengan air bersuhu > 90°C sambil diaduk berulang-ulang dalam pemanas air selama 30 menit.

## 2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi

Harborne (2006, hlm. 79) mengemukakan bahwa ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ekstraksi, diantaranya:

### a. Suhu

Kelarutan bahan yang diekstraksi dan difusivitas biasanya akan meningkat dengan meningkatnya suhu, sehingga diperoleh laju ekstraksi yang tinggi. Pada beberapa kasus, batas atas untuk suhu operasi ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya perlu menghindari reaksi samping yang tidak diinginkan.

### b. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel, semakin besar luas bidang kontak antara padatan dan solven, serta semakin pendek jalur difusinya, yang menjadikan laju transfer massa semakin tinggi.

### c. Faktor solven

Faktor-faktor yang mempengaruhi pilihan pelarut adalah :

- 1) Jumlah fitokimia yang akan diambil
- 2) Tingkat ekstraksi
- 3) Keanekaragaman senyawa ekstrak yang berbeda
- 4) Keanekaragaman senyawa ekstrak penghambat
- 5) Kemudahan penanganan selanjutnya dari ekstrak
- 6) Potensi bahaya kesehatan

Pilihan pelarut dipengaruhi oleh zat atau senyawa apa yang akan diambil atau diekstrak, karena produk akhir akan mengandung sisa pelarut, dimana pelarut tersebut harus tidak beracun dan tidak boleh mengganggu hasil tersebut.

d. Variasi metode ekstraksi biasanya tergantung pada:

- 1) Panjang periode ekstraksi
- 2) Pelarut yang digunakan
- 3) pH pelarut
- 4) Suhu
- 5) Ukuran partikel dari jaringan tanaman
- 6) Rasio bahan baku/pelarut

#### **F. Keterkaitan Penelitian dengan Kegiatan Pembelajaran**

Hasil penelitian yang menyajikan sumber faktual berupa jamur dalam hal ini jamur dapat dijadikan sumber belajar di dalam kelas. Sumber yang faktual menjadikan tumbuhan ini dapat menjadi verifikasi suatu teori, contoh dalam sebuah praktikum, eksplorasi pembelajaran maupun sebagai bahan sebuah pemecahan masalah di dalam pembelajaran.

Keterkaitan hasil penelitian dengan pembelajaran diperoleh melalui identifikasi kompetensi dasar (KD) yang terdapat di dalam kurikulum yang disebut dengan analisis Kompetensi Dasar. Sebelum kita memperoleh matriks letak kompetensi dasar yang berkaitan dengan penelitian ini, maka dibahas terlebih dahulu pengertian kompetensi dasar secara umum (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 171).

Kompetensi dasar adalah pengetahuan, keterampilan, dan sikap minimal yang harus dicapai oleh siswa untuk menunjukkan bahwa siswa telah menguasai standar kompetensi yang telah ditetapkan, oleh karena itulah maka kompetensi dasar merupakan penjabaran dari kompetensi inti (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 169).

Kompetensi dasar yaitu semua kompetensi dasar dengan proses pembelajaran yang dikembangkan untuk mencapai kompetensi di dalam kompetensi inti. Kompetensi dasar yang dikembangkan berdasarkan pada prinsip akumulatif yang saling memperkuat (*reinforced*) dan memperkaya (*enriched*) mata pelajaran dan jenjang pendidikan (organisasi horizontal dan vertikal). Kompetensi dasar

mengandung 2 hal yaitu dimensi proses kognitif dan dimensi pengetahuan. Berikut merupakan penjelasan keduanya :

### **1. Dimensi Proses Kognitif**

Pembelajaran dan assesmen menekankan satu jenis proses kognitif yaitu mengingat, pendidikan yang paling penting adalah meretensi dan mentransfer (yang mengindikasikan pembelajaran yang bermakna). Meretensi merupakan kemampuan seseorang untuk mengingat materi pelajaran dengan jangka waktu yang tertentu sama seperti materi yang diajarkan. Mentransfer merupakan kemampuan seseorang untuk menggunakan apa yang telah dipelajari untuk menyelesaikan masalah-masalah, menjawab pertanyaan-pertanyaan atau memudahkan pembelajaran materi pelajaran. (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 201). Anderson dan Krathwohl (2014) telah memaparkan dan menjelaskan 19 proses kognitif yang dikelompokkan dalam enam kategori proses. Dua proses kognitif termasuk dalam kategori mengingat dan 17 proses kognitif lainnya termasuk dalam kategori-kategori: Memahami, Mengaplikasikan, Menganalisis, Mengevaluasi, dan Mencipta (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 209).

### **2. Dimensi Pengetahuan**

Anderson (2014) mengategorikan pengetahuan menjadi empat jenis, yaitu: (1) Pengetahuan Faktual, (2) Pengetahuan Konseptual, (3) Pengetahuan Prosedural, dan (4) Pengetahuan Metakognitif (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 211).

#### **a. Pengetahuan Faktual**

Pengetahuan faktual meliputi elemen dasar yang digunakan oleh para pakar untuk menjelaskan, memahami, dan secara sistematis menata disiplin ilmu mereka. Elemen-elemen ini lazimnya berupa symbol-simbol yang diasosiasikan dengan makna-makna konkret, atau “senarai simbol” yang mengandung informasi penting. Pengetahuan faktual kebanyakan berada pada tingkat abstraksi yang relatif rendah (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 211).

#### **b. Pengetahuan Konseptual**

Pengetahuan konseptual meliputi skema, model mental, atau teori yang implisit atau eksplisit dalam beragam model psikologi kognitif. *Pengetahuan Konseptual* terdiri dari tiga subjenis, yaitu *pengetahuan tentang klasifikasi dan*

*kategori (Ba), pengetahuan tentang prinsip dan generalisasi (Bb), dan pengetahuan tentang teori, model dan struktur (Bc) (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 211).*

### c. Pengetahuan Prosedural

Pengetahuan prosedural adalah “pengetahuan tentang cara” melakukan sesuatu. “Melakukan sesuatu” ini boleh jadi mengerjakan latihan rutin sampai menyelesaikan masalah-masalah baru. Pengetahuan prosedural kerap kali berupa rangkaian langkah yang harus diikuti. Pengetahuan ini mencakup pengetahuan tentang keterampilan, algoritme, teknik dan metode yang semuanya disebut sebagai prosedur (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 212).

### d. Pengetahuan Metakognitif

Pengetahuan metakognitif adalah pengetahuan tentang kognisi secara umum dan kesadaran akan, serta pengetahuan tentang kognisi diri sendiri. Metakognisi menyatakan bahwa metakognisi mencakup pengetahuan tentang strategi, tugas, dan variabel-variabel person (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 213).

Kompetensi Dasar yang berkaitan dengan hasil penelitian :

KD 3.6 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan jamur berdasarkan ciri-ciri dan reproduksinya melalui pengamatan secara teliti dan sistematis.

**Tabel 2.2 Matriks Dimensi Pengetahuan dan Dimensi Proses Kognitif**

**Sumber:** (Anderson dan Krathwohl, 2014, hlm. 213)

Dimensi Pengetahuan	Dimensi Proses Kognitif					
	1. Mengingat	2. Memahami	3. Mengaplikasikan	4. Menganalisis	5. Mengevaluasi	6. Mencipta
Pengetahuan Faktual			√			
Pengetahuan Konseptual						
Pengetahuan Prosedural						
Pengetahuan Metakognitif						

Maka penelitian mengenai uji ekstrak bawang putih (*Allium sativum* L.) sebagai fungisida alami dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* dengan salah satu kompetensi dasar di dalam kurikulum 2013 yaitu KD

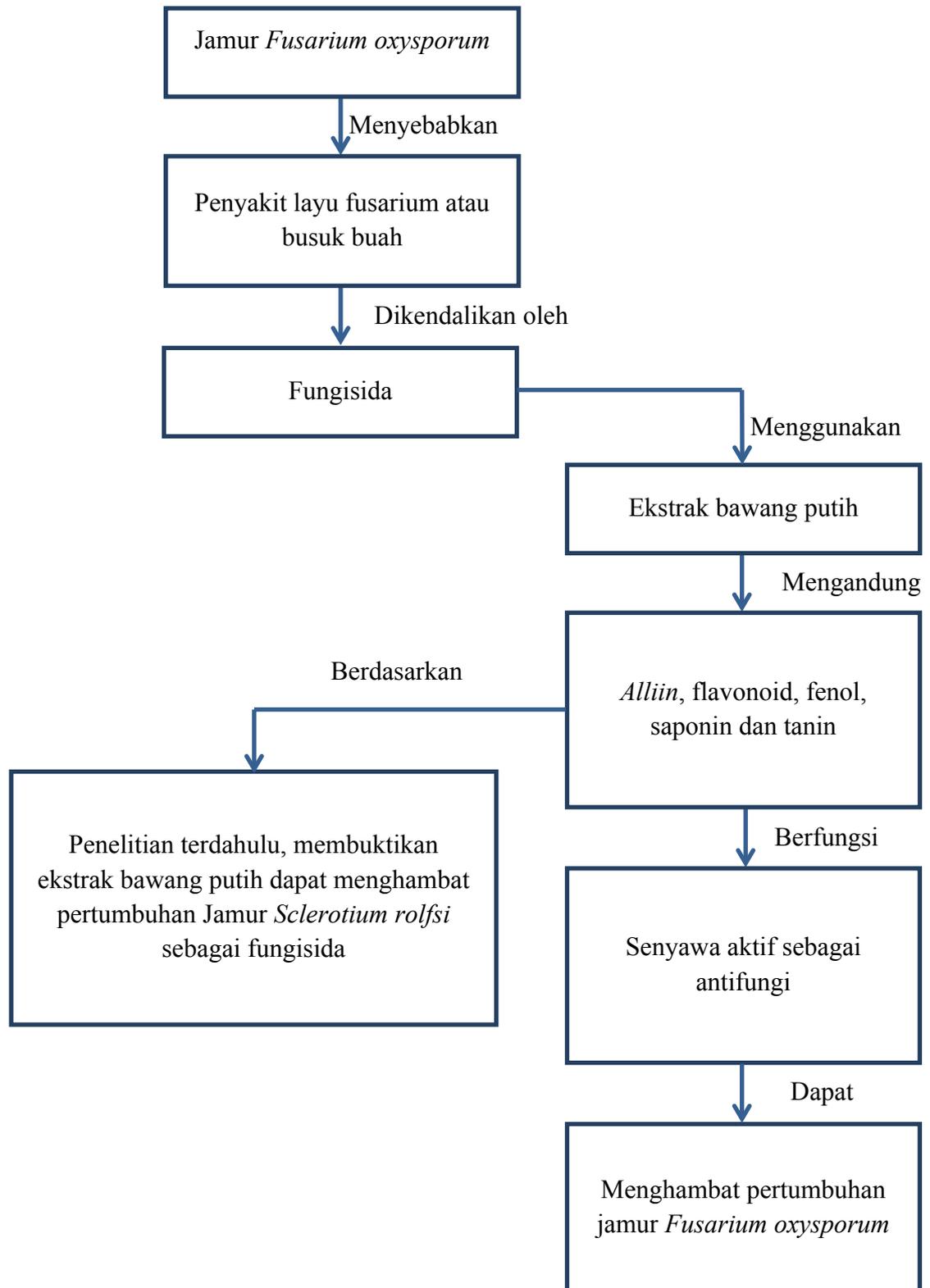
KD 3.6 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan jamur berdasarkan ciri-ciri dan reproduksinya melalui pengamatan secara teliti dan sistematis.. Sub materi yang menjadi bahasan dalam KD tersebut adalah jamur (Fungi), pada jamur diklasifikasikan berdasarkan cara reproduksi dan struktur tubuh menjadi empat divisi yaitu Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, dan Deutermycota. Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa manfaat penelitian dalam pembelajaran biologi yaitu dapat membantu untuk mengaplikasikan salah satu kompetensi dasar dalam pembelajaran biologi pada bahasan mengenai jamur. Terhadap kegiatan pembelajaran biologi yaitu siswa dapat mengenal jamur berdasarkan morfologinya.

#### **G. Hasil Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang dilakukan oleh Supriyono (2014), bahwa penelitian yang berjudul “**Potensi Ekstrak Bawang Putih Sebagai Fungisida Nabati Terhadap Pertumbuhan Jamur *Sclerotium rolfsi* SACC**” berdasarkan penelitiannya dengan mengamati pengembangan koloni jari, presentase penghambatan koloni jamur bobot kering dan jumlah sklerotia, hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih mampu menghambat perkembangan pertumbuhan koloni jamur hingga 92,66% pada konsentrasi 5%.

Penelitian yang dilakukan oleh Haefa Kulsum S (2015), bahwa penelitian yang berjudul “**Aktivitas Antifungi Ekstrak Bawang Putih dan Black Garlic varietas kumbu hijau dengan Metode Ekstraksi yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans***” berdasarkan hasil penelitiannya secara *in vitro* menunjukkan bahwa ekstrak *black garlic* tidak mempunyai aktivitas antifungi, sedangkan ekstrak bawang putih mempunyai aktivitas antifungi terhadap *Candida albicans*.

## H. Kerangka Pemikiran



Gambar 2.4. Kerangka Pemikiran

Jamur *Fusarium oxysporum* merupakan jamur yang menyebabkan penyakit layu atau busuk fusarium atau busuk buah pada tanaman jeruk. Dan gejala buah gugur ini terjadi setiap 2-4 minggu sebelum panen. Penyakit yang disebabkan oleh jamur ini dapat dikendalikan oleh fungisida sintetis. Tetapi fungisida sintetis memberikan efek negatif dan berbahaya bagi manusia, hewan dan lingkungan, terlebih jika digunakan dalam jangka panjang.

Penelitian ini akan menggunakan langkah pengendalian penyakit pada tanaman jeruk dengan menggunakan fungisida alami yang berasal dari tumbuhan, yaitu bawang putih. Berdasarkan penelitian terdahulu bawang putih memiliki kandungan senyawa aktif diantaranya *Alliin*, flavonoid, fenol, saponin dan tanin. *Alliin* inilah yang berfungsi sebagai antifungi yang disintesis dari asam amino sistein. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah ekstrak bawang putih dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.

## **I. Asumsi dan Hipotesis**

### **1. Asumsi**

Penelitian ini bertolak dari anggapan dasar bahwa: Ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) berpotensi menghambat pertumbuhan jamur. Bawang putih merupakan salah satu jenis rempah-rempah yang memiliki komponen bioaktif yang berfungsi sebagai anti jamur yaitu *Alliin*, flavonoid, fenol, saponin dan tanin. Potensi bahan aktif anti jamur dalam bawang putih merupakan salah satu solusi bagi merebaknya penyakit yang disebabkan oleh jamur (Supriyono, 2016, hlm. 18). Bawang putih memiliki kandungan senyawa yaitu *alliin* sebagai antifungi yang disintesis dari asam amino sistein. Apabila bawang putih dihancurkan atau dipotong-potong maka *allinase* akan mengkonversi *alliin* menjadi *allicin* (Syamsiah, 2003, hlm. 24).

### **2. Hipotesis**

Berdasarkan kerangka pemikiran dan asumsi sebagaimana telah dikemukakan diatas maka hipotesis tindakan dalam penelitian ini adalah ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) sebagai fungisida alami dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.