

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tembakau (*Nicotiana Tabacum*)

##### 2.1.1 Klasifikasi Tembakau

Tanaman tembakau merupakan salah satu tanaman tropis asli Amerika, di mana bangsa pribumi menggunakannya dalam upacara adat dan untuk pengobatan. Tembakau digunakan pertama kali di Amerika utara, tembakau masuk ke Eropa melalui Spanyol (Basyir, 2006). Tembakau adalah tanaman musiman yang tergolong dalam tanaman perkebunan. Pemanfaatan tanaman tembakau terutama pada daunnya yaitu untuk pembuatan rokok. Tanaman tembakau diklasifikasikan sebagai berikut (Susilowati, 2006) :

Famili : *Solanaceae*  
Sub Famili : *Nicotianae*  
Genus : *Nicotianae*  
Spesies : *Nicotiana tabacum* dan *Nicotiana rustica*

*Nicotiana tabacum* dan *Nicotiana rustica* mempunyai perbedaan yang jelas. Pada *Nicotiana tabacum*, daun mahkota bunganya memiliki warna merah muda sampai merah, mahkota bunga berbentuk terompet panjang, daunnya berbentuk lonjong pada ujung runcing, kedudukan daun pada batang tegak, merupakan induk tembakau sigaret dan tingginya sekitar 120 cm. Adapun *Nicotianan rustica*, daun mahkota bunganya berwarna kuning, bentuk bunga seperti terompet berukuran pendek dan sedikit gelombang, bentuk daun bulat pada ujungnya tumpul dan kedudukan daun pada batang mendatar agar terkulai. Tembakau ini merupakan varietas induk untuk tembakau cerutu yang tingginya sekitar 90 cm (Susilowati, 2006).

## 2.1.2 Bagian - bagian tanaman tembakau

Menurut Susilowati (2006), Tanaman tembakau mempunyai bagian - bagian sebagai berikut :

### a. Akar

Tanaman tembakau berakar tunggang menembus ke dalam tanah sampai kedalaman 50-75 cm, sedangkan akar kecilnya menyebar ke samping. Tanaman tembakau juga memiliki bulu akar. Perakaran tanaman tembakau dapat tumbuh dan berkembang biak dalam tanah yang gembur, mudah menyerap air dan subur.

### b. Batang

Batang tanaman tembakau agak bulat, lunak tetapi kuat, makin ke ujung makin kecil. Ruas batang mengalami penebalan yang ditumbuhi daun dan batang tanaman tidak bercabang atau sedikit bercabang. Pada setiap ruas batang selain ditumbuhi daun juga tumbuh tunas ketiak daun dengan diameter batang 5 cm. Fungsi dari batang adalah tempat tumbuh daun dan organ lainnya, tempat jalan pengangkutan zat hara dari akar ke daun dan sebagai jalan menyalurkan zat hasil asimilasi ke seluruh bagian tanaman.

### c. Daun

Bentuk daun tembakau adalah bulat lonjong, ujungnya meruncing, tulang daun yang menyirip, bagian tepi daun agak bergelombang dan licin. Daun bertangkai melekat pada batang, kedudukan daun mendatar atau tegak. Ukuran dan ketebalan daun tergantung varietasnya dan lingkungan tumbuhnya. Daun tembakau tersusun atas lapisan *palisade parenchyma* pada bagian atasnya dan *spongy parenchyma* pada bagian bawah. Jumlah daun dalam satu tanaman berkisar 28-32 helai, tumbuh berselang-seling mengelilingi batang tanaman.

### d. Bunga

Bunga tanaman tembakau merupakan bunga majemuk yang terdiri dari beberapa tandan dan setiap tandan berisi sampai 15 bunga. Bunga berbentuk terompet dan panjang. Warna bunga merah jambu sampai merah tua pada bagian atasnya, sedang bagian lain berwarna putih. Kelopak memiliki lima pancung, benang sari berjumlah lima tetapi yang satu lebih pendek dan melekat pada mahkota bunga. Kepala putik atau tangkai putik terletak di atas bakal buah di dalam tabung bunga. Letak kepala

putik dekat dengan benang sari dengan kedudukan sama tinggi.

e. Buah

Buah tembakau akan tumbuh setelah tiga minggu penyerbukan. Buah tembakau berbentuk lonjong dan berukuran kecil berisi biji yang sangat ringan. Biji dapat digunakan untuk perkembangbiakan tanaman.



Gambar 2.1. Daun Tembakau

(sumber : wikipedia, diakses pada 22 agustus 2016, <http://eka-agrotani-eka.blogspot.co.id>)

### 2.1.3 Kandungan yang terdapat pada tanaman tembakau

Tembakau merupakan tanaman yang dapat menimbulkan adiksi karena mengandung nikotin dan juga zat-zat karsinogen serta zat-zat beracun lainnya. Setelah diolah menjadi suatu produk apakah rokok atau produk lain, zat-zat kimia yang ditambahkan berpotensi untuk menimbulkan kerusakan jaringan tubuh serta kanker. Racun utama pada tembakau adalah tar, nikotin, dan CO (Gondodiputro, 2007). Zat – zat beracun yang terdapat dalam tembakau antara lain:

a. Nikotin

Nikotin adalah zat atau bahan senyawa pirolidin yang terdapat dalam *Nicotiana tobacum*, *Nicotiana rustica* dan spesies lainnya atau sistesisnya yang bersifat adiktif dapat mengakibatkan ketergantungan (PP RI No. 19 Tahun 2003). Formula kimia dari nikotin adalah  $C_{10}H_{14}N_2$  yaitu cairan berminyak yang beracun dan tidak berwarna atau terkadang berwarna kekuningan. Nikotin merupakan obat perangsang yang memiliki efek berlawanan yaitu memberikan rangsangan sekaligus menenangkan. Nikotin menyebabkan ketagihan karena dapat memicu *dopamine* yaitu unsur kimia di dalam otak yang berhubungan dengan perasaan

senang (Yumaria, 2002).

b. Tar

Yang dimaksud dengan tar adalah senyawa polinuklir hidrokarbon aromatika yang bersifat karsinogenik (PP RI No. 19 Tahun 2003). Tar terbentuk selama pemanasan tembakau dan kadar tar yang terdapat asap rokok inilah yang menyebabkan adanya resiko kanker (Sukendro, 2007).

c. Formaldehid

Formaldehid adalah sejenis gas dengan bau tajam. Gas ini tergolong sebagai pengawet dan pembasmi hama. Oleh sebab itu tembakau juga dapat dimanfaatkan menjadi Pestisida penggerak batang padi (Susilowati, 2006).

d. Amonia

Amoniak merupakan gas yang tidak berwarna terdiri dari nitrogen dan hidrogen. Racun yang ada pada ammonia sehingga jika masuk sedikit pun ke dalam peredaran darah akan mengakibatkan seseorang pingsan atau koma (Gondodiputro, 2007).

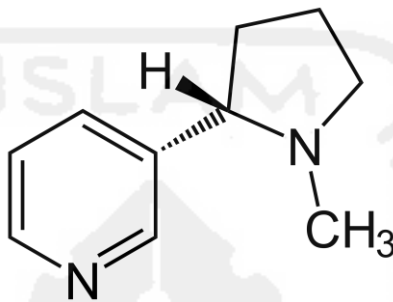
e. Nitrogen Oksida

Nitrogen Oksida adalah unsur kimia yang dapat mengganggu saluran pernafasan bahkan merangsang kerusakan dan perubahan kulit tubuh. Bahan yang paling berbahaya dari beberapa bahan kimia diatas yakni tar, nikotin, dan CO bersama – sama mempengaruhi kerja jantung, CO mengurangi kadar O<sub>2</sub> dalam darah, sedangkan nikotin menstimulasi aksi jantung sehingga butuh lebih banyak (Sitepu, 2000).

#### **2.1.4 Nikotin pada tanaman tembakau**

Nikotin adalah suatu alkaloid dengan rumus senyawa kimia N<sub>10</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>. Saat diekstraksi dari daun tembakau, nikotin tak berwarna, tetapi segera menjadi coklat ketika bersentuhan dengan udara. Nikotin dapat menguap dan dapat dimurnikan dengan cara penyulingan uap dari larutan yang dibasakan. Nikotin adalah bahan alkaloid toksik yang merupakan senyawa amin tersier, bersifat basa lemah dengan pH 8,0. Pada pH tersebut, sebanyak 31% nikotin berbentuk bukan ion dan dapat melewati membran sel. Pada pH ini nikotin berada dalam bentuk ion dan tidak melewati membran secara cepat sehingga hanya terjadi sedikit absorpsi nikotin dari

asap rokok. Nikotin adalah zat alkaloid yang ada secara natural di tanaman tembakau. Nikotin juga didapati pada tanaman-tanaman lain dari famili biologis *solanaceae* seperti tomat, kentang, terung dan merica hijau pada level yang sangat kecil dibandingkan tembakau. Zat alkaloid telah diketahui memiliki sifat farmakologi, seperti efek stimulan dari kafein yang meningkatkan tekanan darah dan detak jantung (Susilowati, 2006).



Gambar 2.2. Struktur kimia Nikotin

(Sumber : wikipedia, diakses pada 23 agustus 2016,  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nikotin - Nicotine.svg>)

## 2.2 Rokok dan Puntung Rokok

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2003 tentang pengamanan rokok bagi kesehatan, Rokok adalah hasil olahan tembakau terbungkus termasuk cerutu atau bentuk lainnya yang dihasilkan dari tanaman *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica* dan species lainnya atau sintesisnya yang mengandung nikotin dan tar dengan atau tanpa bahan tambahan. Rokok adalah silinder dari kertas berukuran panjang antara 70 hingga 120 mm (bervariasi tergantung negara) dengan diameter sekitar 10 mm yang berisi daun-daun tembakau yang telah dicacah. Rokok dibakar pada salah satu ujungnya dan dibiarkan membara agar asapnya dapat dihirup lewat mulut pada ujung lain. Ada dua jenis rokok, rokok yang berfilter dan tidak berfilter. Filter pada rokok terbuat dari bahan busa serabut sintetis yang berfungsi menyaring nikotin (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Puntung rokok adalah sisa dari rokok yang tidak ikut terbakar dan merupakan salah satu limbah yang sulit di daur ulang. Pada puntung rokok masih

terdapat sisa-sisa zat yang terkandung dalam rokok seperti nikotin. Menurut study *Massachusetts Department of Public Health* dan *the University of Massachusetts Medical School* yang dipublikasikan pada tahun 2014, Pertumbuhan tanaman tembakau juga dipengaruhi oleh kebutuhan industri untuk melanjutkan usaha dalam produksi rokok. Pertumbuhan tanaman ini dari tahun 1998 – 2012 adalah 14,5%. Data ini dilihat dari penggunaan nikotin yang semula membutuhkan 1,65 mg nikotin menjadi 1,89 mg untuk satu batang rokok (Burns, 2014).

## 2.3 Tanaman Usia Pendek

### 2.3.1 Klasifikasi Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*)

Tomat (*Lycopersicon esculentum*) adalah tumbuhan dari keluarga *Solanaceae*, tumbuhan asli Amerika Tengah dan Selatan, dari Meksiko sampai Peru. Tomat merupakan tumbuhan siklus hidup singkat, dapat tumbuh setinggi 1 sampai 3 meter.



Gambar 2.3. Tomat  
sumber : Dokumentasi pribadi

Berikut adalah klasifikasi Tomat :

- Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)
- Subkingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)
- Super Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji)
- Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)
- Kelas : *Magnoliopsida* (Berkeping dua / dikotil)
- Sub Kelas : *Asteridae*
- Ordo : *Solanales*

Famili : *Solanaceae* (Suku terung-terungan)  
Genus : *Solanum*  
Spesies : *Solanum lycopersicum L*

### **2.3.2 Morfologi dan Jenis Tomat (*Lycopersicum esculentum*)**

Adapun morfologi dari tanaman tomat adalah sebagai berikut :

#### **a. Morfologi Akar**

Tanaman tomat memiliki akar tunggang yang tumbuh menembus kedalam tanah dan akar serabut yang tumbuh ke arah samping tetapi dangkal. Berdasarkan sifat perakaran ini, tanaman tomat akan dapat tumbuh dengan baik jika ditanam ditanah yang gembur.

#### **b. Morfologi Batang**

Batang tanaman tomat berbentuk persegi empat hingga bulat, berbatang lunak tetapi cukup kuat, berbulu atau berambut halus dan diantara bulu tersebut terdapat rambut kelenjar. Batang tanaman tomat berwarna hijau, pada ruas – ruas atas batang mengalami penebalan, dan pada ruas bagian bawah tumbuh akar – akar pendek. Selain itu, batang tanaman tomat dapat bercabang dan apabila tidak dilakukan pemangkasan akan bercabang banyak yang menyebar secara merata.

#### **c. Morfologi Bunga**

Bunga tanaman tomat berukuran kecil, berdiameter sekitar 2 cm dan berwarna kuning cerah. Kelopak bunga yang berjumlah 5 buah dan berwarna hijau terdapat pada bagian bawah atau pangkal bunga. Bagian lain pada bunga tomat adalah mahkota bunga, yaitu bagian terindah dari bunga tomat. Mahkota bunga tomat berwarna kuning cerah, berjumlah sekitar 6 buah dan berukuran sekitar 1 cm. bunga tomat merupakan bunga sempurna, karena benang sari atau tepung sari dan kepala benang sari atau kepala putik terletak pada bunga yang sama. Bunganya memiliki 6 buah tepung sari dengan kepala putik berwarna sama dengan mahkota bunga, yakni kuning cerah.

#### **d. Morfologi Buah**

Buah tomat memiliki bentuk bervariasi, tergantung pada jenisnya. Ada buah tomat yang berbentuk bulat, agak bulat, agak lonjong, bulat telur (oval), dan bulat persegi.

Ukuran buah tomat juga sangat bervariasi, yang berukuran paling kecil memiliki berat 8 gram dan yang berukuran besar memiliki berat sampai 180 gram. Buah tomat yang masih muda berwarna hijau muda bila sudah matang warnanya menjadi merah. Buah tomat yang masih muda memiliki rasa getir dan aromanya tidak enak, sebab masih mengandung zat *lycopersicin* yang berbentuk lendir. Aroma yang tidak sedap tersebut akan hilang dengan sendirinya pada saat buah memasuki fase pematangan hingga matang. Dalam proses pematangan buah terjadi perubahan warna dari hijau muda sedikit demi sedikit berubah menjadi kuning. Pada saat matang optimal, warna buah berubah menjadi cerah. Buah tomat banyak mengandung biji lunak berwarna putih kekuning – kuningan yang tersusun secara berkelompok dan dibatasi oleh daging buah. Biji tomat saling melekat karena adanya lendir pada ruang – ruang tempat biji tersusun. Daging buah tomat lunak agak keras, berwarna merah apabila sudah matang dan mengandung banyak air. Buah tomat juga memiliki kulit yang sangat tipis dan dapat dikelupas bila sudah matang. Namun, buah tomat tidak harus dikelupas kulitnya terlebih dahulu apabila hendak dimakan (Tugiono, 2005).

#### **e. Morfologi Daun**

Daun tanaman tomat berbentuk oval, bagian tepinya bergerigi dan membentuk celah – celah menyirip agak melengkung ke dalam. Daun berwarna hijau dan merupakan daun majemuk ganjil yang berjumlah 5 – 7. Ukuran panjang daun sekitar (15 – 30 cm) dan lebar daun antara (10 x 25 cm) dengan panjang tangkai sekitar 3 – 6 cm. Diantara daun yang berukuran besar biasanya tumbuh 1 – 2 daun yang berukuran kecil. Daun majemuk pada tanaman tomat tumbuh berselang seling atau tersusun spiral mengelilingi batang tanaman.

#### **Jenis Tomat**

Adapun tanaman tomat memiliki beberapa jenis yaitu ;

##### **a. Tomat biasa (*L. commune*)**

Bentuk buahnya bulat pipih dan beralur-alur didekat tangkainya serta lunak. Tomat ini banyak ditanam oleh petani dan mudah didapat di pasar.



#### **b. Tomat apel (*L. pyriforme*)**

Bentuk buahnya bulat, kokoh dan agak keras sedikit seperti buah apel. Tomat apel ini merupakan blasteran dari berbagai jenis tomat menghasilkan buah yang besar dan lebat (Soewito, 1987).

### **2.3.3 Syarat Tumbuh Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum*)**

Adapun syarat tumbuh buah tomat adalah sebagai berikut :

#### **a. Iklim**

Tanaman tomat bisa tumbuh baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah, tergantung varietasnya. Tanaman tomat dapat tumbuh baik di dataran tinggi (lebih dari 700 m dpi), dataran medium (200 m - 700 m dpi), dan dataran rendah (kurang dari 200 m dpi). Faktor temperatur dapat mempengaruhi warna buah. Pada temperatur tinggi (di atas 32°C) warna buah tomat cenderung kuning, sedangkan pada temperatur tidak tetap warna buah cenderung tidak merata. Temperatur ideal dan berpengaruh baik terhadap warna buah tomat adalah antara 24°C - 28°C yang umumnya merah merata. Keadaan temperatur dan kelembaban yang tinggi, berpengaruh kurang baik terhadap pertumbuhan, produksi dan kualitas buah tomat. kelembaban yang relatif diperlukan untuk tanaman tomat adalah 80 %. Tanaman tomat memerlukan intensitas cahaya matahari sekurang-kurangnya 10-12 jam setiap hari (Sastrahidayat, 1992)

#### **b. Tanah**

Tanaman tomat merupakan tanaman yang bisa tumbuh disegala tempat, dari daerah dataran rendah sampai daerah dataran tinggi (pegunungan) untuk pertumbuhan yang baik, tanaman tomat membutuhkan tanah yang gembur, kadar keasaman pH antara lain 5-6, tanah sedikit mengandung pasir, dan banyak mengandung humus, sertapengairan yang teratur dan cukup mulai tanam sampai tanaman mulai dari panen. Berdasarkan tipe pertumbuhannya, tanaman tomat dibedakan atas tipe *determinate* dan *indeterminate*. Tanaman tomat bertipe *determinate* mempunyai pola pertumbuhan batang secara vertikal yang terbatas dan diakhiri dengan pertumbuhan organ vegetatif (akar, batang daun), sedangkan tomat bertipe *indeterminate* mempunyai kemampuan untuk terus tumbuh dan tandan bunga tidak

terdapat pada setiap buku serta pada ujung tanaman senantiasa terdapat pucuk muda. Bunga tanaman tomat berjenis dua dengan lima buah kelopak berwarna hijau berbulu dan dua buah daun mahkota (Tugiyono, 2002). Pembuahan terjadi 96 jam setelah penyerbukan dan buah masak 45 hari sampai 50 hari setelah pembuahan. Persentase penyerbukan sendiri pada tanaman tomat adalah 95% - 100%.

### **2.3.4 Jenis dan Pengendalian Hama dan Penyakit Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum*)**

Adapun beberapa jenis hama dan penyakit yang sering menyerang buah tomat adalah sebagai berikut :

#### **Hama**

##### **a. Ulat Buah (*Hiliothis armigera*)**

Ulat ini menyerang tomat yang masih muda sehingga buah sudah tua tampak berlubang-lubang dan biasanya busuk karena infeksi, ulat ini dapat diberantas dengan inteksida.

##### **b. Nematoda (*Helodogyama sp*)**

Cacing ini menyebabkan akar-akar tomat berbintil-bintil, biasanya hanya timbul pada tanah-tanah ringan yang terlalu asam (pH 4 – 5). Biasanya pemberantasan dengan nematisida.

##### **c. Lalat Buah (*Dacus durcalis*)**

Lalat ini umumnya menyerang dengan cara menyuntikan telur-telurnya kedalam kulit buah tomat, dan telur tersebut akan menjadi larva yang menggerogoti buah tomat dari dalam sehingga buah tersebut menjadi busuk dan rontok. Lalat buah dapat dikendalikan dengan cara menyemprotkan inteksida sistemik sejak buah berumur 1 minggu.

#### **d. Kutu Putih (*Pseu dococus sp*)**

Kutu putih menyerang tomat dengan cara menghisap cairan daun. Hama ini juga membawa penyakit embun jelaga. Akibatnya daun menjadi keriting dan bunga/buah mengalami kerontokan pemberontakan gunakan insektisida.



Gambar 2.4. Hama Kutu Putih

(Sumber : diakses melalui google pada 22 agustus 2016,  
<https://greengardenstory.wordpress.com/2012/11/15/tingkah-si-kutu-daun/>)

### **Penyakit**

#### **a. Busuk Ujung Buah (*Blossom and Root*)**

Biasanya menyerang buah tomat baik yang masih muda maupun yang sudah tua. Penyakit disebabkan oleh kekurangan unsur hara mikro Ca (kalsium). Pembarantasnya dengan penyebaran kapur dolomit.

#### **b. Layu Bakteri (*Bacterial wilt*)**

Biasanya menyerang tanaman tomat yang tumbuh didaerah dataran rendah dengan suhu dan kelembaban yang tinggi penyakit ini disebabkan oleh bakteri *psedomonas*.

#### **c. Penyakit Busuk Buah**

Biasanya disebabkan oleh cendawan *Collectroticum sp*. Pencegahan serangan penyakit ini dengan cara pemangkasan yang teratur, menjaga kelembaban kebun, dan menjaga sanitasi tanah.

## **2.4 Pestisida Sintetik**

Pestisida adalah substansi yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan berbagai hama. Kata pestisida berasal dari kata *pest* yang berarti hama dan *cida* yang berarti pembunuh. Berdasarkan bahan aktif atau senyawa kimia yang dikandungnya, pestisida dikelompokkan antara lain menjadi (Suryaningsih, 1998) :

- 1) Pestisida golongan klor organik
- 2) Pestisida golongan fosfat organik
- 3) Pestisida golongan karbamat
- 4) Pestisida golongan piretroid sintetis
- 5) Pestisida golongan benzoil urea
- 6) Pestisida golongan mikroba

Pestisida pada dengan bahan aktif emamektin benzoat merupakan insektisida yang diisolasi dari fermentasi bakteri *Streptomyces avermitilis* (*Actinomycetes*). Emamektin tersusun atas emamektin B1a dan emamektin B1b, dan diproduksi dalam bentuk emamektin-benzoat. Emamektin terutama sangat baik untuk mengendalikan larva *lepidoptera*, dengan efek tambahan terhadap thrips, tungau dan pengorok daun, pada tanaman sayuran, jagung, teh, kapas, dan kedelai. Juga direkomendasikan digunakan dengan cara injeksi pohon. Emamektin terutama adalah racun kontak, yang mempunyai efek sebagai racun perut. Hanya memiliki sedikit efek sebagai racun sistemik (diserap lewat akar tanaman), tetapi memiliki efek translaminar yang kuat. Terhadap serangga bekerja sebagai racun syaraf, yang secara biokimia bekerja dengan menstimulasi gamma amino asam butirat (Extoxnet, 1996).

#### **2.4.1 Dampak Penggunaan Pestisida Sintetik**

Penggunaan pestisida kimia sintetis untuk mengendalikan hama mempunyai dampak negatif terhadap komponen ekosistem lainnya seperti terbunuhnya musuh alami, resurgensi dan resistensi hama. Penggunaan pestisida sintetis oleh sebagian besar petani Indonesia cenderung pada satu jenis tertentu saja dan takaran dosisnya berlebih, sehingga selain berdampak pencemaran lingkungan juga berakibat terjadinya kekebalan dari hama atau penyakit tanaman yang ada. Penyemprotan pestisida sintetis juga menyebabkan matinya musuh alami hama maupun mikroba antagonis sehingga akan mempermudah terjadinya ledakan hama ataupun penyakit tertentu dan juga dipercepat oleh pemusnahan musuh alami oleh insektisida yang sebelumnya menahan spesies-spesies pada tingkat terkendali. Petani selama ini tergantung pada penggunaan pestisida kimia untuk

mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Selain yang harganya mahal, pestisida kimia juga banyak memiliki dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia antara lain adalah: (1) hama menjadi kebal (resisten); (2) peledakan hama baru (resurgensi); (3) penumpukan residu bahan kimia di dalam hasil panen; (4) terbunuhnya musuh alami; (5) pencemaran lingkungan oleh residu bahan kimia. Harga pestisida kimiawi yang tinggi sehingga membebani biaya produksi pertanian. Tingginya harga pestisida disebabkan bahan aktif masih diimpor. Kondisi pertanian Indonesia saat ini tidak terjangkau oleh petani.

#### **2.4.2 Konsep Pengendalian Hama Terpadu**

Pengendalian hama terpadu (PHT) merupakan cara pengelolaan pertanian dengan setiap keputusan dan tindakan yang diambil selalu bertujuan meminimalisasi serangan hama, sekaligus mengurangi bahaya yang ditimbulkannya terhadap manusia, tanaman, dan lingkungan. Sistem PHT memanfaatkan semua teknik dan metode yang cocok (termasuk biologi, genetis, mekanis, fisik, dan kimia) guna mempertahankan populasi hama berada dalam suatu tingkat di bawah tingkat yang merugikan secara ekonomis. Keuntungan yang diperoleh yaitu biaya perlindungan tanaman dapat di kurangi terlebih lagi apabila pengendalian hama menggunakan insektisida nabati, sehingga dampak negatif terhadap produk hortikultura dari residu pestisida dan pencemaran lingkungan hampir tidak ada. Implementasi PHT di Indonesia secara nasional di mulai sejak dikeluarkannya Inpres No. 6 tahun 1986, kemudian diikuti dengan Undang-undang No. 12 tahun 1992. Alternatif lain untuk pengendalian hama yaitu dengan memanfaatkan senyawa beracun yang terdapat pada tumbuhan yang dikenal dengan insektisida nabati. Insektisida nabati secara umum diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuh-tumbuhan yang bersifat racun bagi organisme pengganggu, mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid dan fenolik. Proses pengendalian hayati harus berkelanjutan dan berkesempatan sebagai komponen yang kuat dalam konsep PHT. Hal ini akan terwujud bila dilakukan

koordinasi untuk melakukan eksplorasi, pengadaan agen hayati, penggunaan di lapangan dan evaluasi secara terus-menerus. Dalam upaya eksplorasi untuk mendapatkan agen hayati diperlukan penelitian yang tekun dan berkelanjutan. Pengadaan agen hayati untuk dapat digunakan di lapangan pada umumnya memerlukan langkah-langkah sebagai berikut: (1) isolasi mikroorganisme atau jasad sebagai agen hayati; (2) penelitian dasar; (3) perbanyakkan; (4) proses pengembangan dan optimasi; (5) produksi dan aplikasi (Sudarmo S, 2005).

### **2.4.3 Pestisida Nabati atau Biopestisida**

Biopestisida adalah bahan yang berasal dari alam seperti tumbuh-tumbuhan yang digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman atau juga disebut dengan pestisida hayati. Biopestisida tidak terlalu beracun seperti pestisida kimia sehingga aman untuk lingkungan. Biopestisida nabati adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tanaman atau tumbuhan. Biopestisida nabati juga merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah hama. Penggunaan pestisida nabati selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan, harganya relatif lebih murah bila dibandingkan dengan pestisida sintetik. Pestisida nabati dapat membunuh atau mengganggu serangga hama dan penyakit melalui perpaduan berbagai cara atau secara tunggal. Peningkatan strategi pengendalian hama merupakan salah satu metode untuk menghasilkan kualitas yang lebih tinggi dan kuantitas yang lebih besar dari produk pertanian (Mazid S, 2011). Menurut Sudarmo (2005), cara kerja insektisida nabati sangat spesifik, yaitu: (1) merusak perkembangan telur, larva, dan pupa; (2) menghambat pergantian kulit; (3) mengganggu komunikasi serangga; (4) menyebabkan serangga menolak makan; (5) menghambat reproduksi serangga betina; (6) mengurangi nafsu makan; (7) memblokir kemampuan makan serangga; (8) mengusir serangga; dan (9) menghambat perkembangan penyakit (Duriat, 1995). Kelebihan dari insektisida berbahan baku nabati antara lain : (1) mengalami degradasi/penguraian yang cepat oleh sinar matahari; (2) memiliki efek/pengaruh yang cepat yaitu menghentikan nafsu makan serangga walaupun jarang menyebabkan kematian; (3) toksitasnya umumnya rendah terhadap hewan dan relatif lebih aman pada manusia (lethal

dosage (LD) >50 Oral); (4) memiliki spektrum pengendalian yang luas (racun lambung dan syaraf) dan bersifat selektif; (5) dapat diandalkan untuk mengatasi hama yang telah kebal pada pestisida sintesis; (6) Phitotoksitas rendah yaitu tidak meracuni dan merusak tanaman. Sedangkan kelemahan penggunaan pestisida nabati sebagai berikut : (1) cepat terurai dan aplikasinya harus lebih sering; (2) daya racunnya rendah (tidak langsung mematikan serangga/ memiliki efek lambat); (3) kapasitas produksinya masih rendah dan belum dapat dilakukan dalam jumlah massal (bahan tanaman untuk pestisida nabati belum banyak dibudidayakan secara khusus); (4) ketersediaannya di toko-toko pertanian masih terbatas (Sudarmo, 2005).

Beberapa langkah untuk tindakan perlindungan tanaman dari serangan hama dengan sistem PHT, sehingga pengembangan agribisnis dengan usaha tani non sintetik bisa dilaksanakan, antara lain sebagai berikut: a. Budidaya tanaman : pengolahan tanah yang baik, penggunaan pupuk kandang, melakukan pemulsaan, mengatur pengairan, mengatur jarak tanam, menanam secara tumpang sari (bertanam ganda), melakukan rotasi tanaman, menanam tanaman perangkap/penarik, menanam tanaman naungan dan menggunakan benih yang sehat dan bersih dari kontaminasi hama; b. Fisik: menghasilkan sumber infeksi (dicabut/dipetik), menggunakan peralatan yang bersih, memasang perangkap mekanis, pembakaran sumber infeksi dan menggunakan alat penimbul suara-suara (menolak hama); c. Biologis: introduksi atau pelestarian musuh alami dan penggunaan/eksploitasi benih tahan hama dan penyakit; d. Kimiawi: penggunaan pestisida dari tumbuhan/nabati dan penggunaan pestisida kimia sintesa/buatan; e. Pasca panen: melakukan penyimpanan/penanganan pasca panen yang tepat. Contoh-contoh penerapan PHT pada tanaman hortikultura khususnya pada tanaman sayuran dapat dijelaskan berikut ini (Sitepu, 1995).

## **2.5 Metode Ekstraksi**

Ekstraksi terbagi atas dua jenis yaitu ekstraksi dingin dan ekstraksi panas. Ekstraksi cara dingin memiliki keuntungan dalam proses ekstraksi total, yaitu memperkecil kemungkinan terjadinya kerusakan pada senyawa termolabil yang

terdapat pada sampel. Sebagian besar senyawa dapat terkestraksi dengan ekstraksi cara dingin walaupun ada beberapa senyawa yang memiliki kelarutan pada suhu ruangan. Terdapat sejumlah metode ekstraksi yang paling sederhana adalah ekstraksi dingin (dalam labu besar berisi biomasa yang diagitasi menggunakan stirrer) dengan cara ini bahan kering hasil gilingan diekstraksi pada suhu kamar secara berturut-turut dengan pelarut yang kepolarannya makin tinggi. Keuntungan cara ini merupakan metode ekstraksi yang mudah karena ekstrak tidak dipanaskan sehingga kemungkinan kecil bahan alam menjadi terurai. Penggunaan pelarut dengan peningkatan kepolaran bahan alam secara berurutan memungkinkan pemisahan bahan-bahan alam berdasarkan kelarutannya (dan polaritasnya) dalam pelarut ekstraksi. Hal ini sangat mempermudah proses isolasi. Ekstraksi dingin memungkinkan banyak senyawa terekstraksi, meskipun beberapa senyawa memiliki pelarut ekstraksi pada suhu kamar (Heinrich, 2004 dalam Istiqomah, 2013).

### **2.5.1 Metode Ekstraksi Maserasi**

Maserasi adalah proses pengestrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Maserasi bertujuan untuk menarik zat-zat berkhasiat yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan pemanasan. Secara teknologi, Maserasi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Maserasi dilakukan dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan atau kamar (Depkes RI, 2000). Maserasi berasal dari bahasa latin *Macerace* berarti mengairi dan melunakan. Maserasi merupakan cara ekstraksi yang paling sederhana. Dasar dari maserasi adalah melarutnya bahan kandungan simplisia dari sel yang rusak, yang terbentuk pada saat penghalusan, ekstraksi (difusi) bahan kandungan dari sel yang masih utuh. Setelah selesai waktu maserasi artinya keseimbangan antara bahan yang diekstraksi pada bagian dalam sel dengan masuk kedalam cairan telah tercapai maka proses difusi segera berakhir. Selama maserasi atau proses perendaman dilakukan pengocokan berulang-ulang. Upaya ini menjamin keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi yang lebih cepat didalam cairan. Sedangkan keadaan diam selama



macerasi menyebabkan turunannya perpindahan bahan aktif. Secara teoritis pada suatu macerasi tidak memungkinkan terjadinya ekstraksi absolut. Semakin besar perbandingan simplisia terhadap cairan pengestraksi, akan semakin banyak hasil yang diperoleh (Voight, 1994). Kerugiannya adalah pengerjaannya lama dan penyaringan kurang sempurna. Secara teknologi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Macerasi kinetik berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan macerat pertama dan seterusnya (Depkes RI, 1995 dalam Istiqomah, 2013).

### **2.5.2 Proses Pembuatan Ekstrak**

Berdasarkan Depkes RI 2000 dalam Istiqomah (2013) Pembuatan ekstrak melalui tahap-tahap sebagai berikut :

a. Pembasahan

Pembasahan serbuk dilakukan pada penyarian dimaksudkan memberikan kesempatan sebesar-besarnya kepada cairan penyari memasuki pori-pori dalam simplisia sehingga mempermudah penyarian selanjutnya.

b. Penyari/Pelarut

Cairan penyari yang digunakan dalam proses pembuatan ekstrak adalah penyari yang baik untuk senyawa kandungan yang berkhasiat atau aktif. Penyari tersebut dapat dipisahkan dari bahan dan dari senyawa kandungan lainnya. Faktor utama yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan cairan penyari adalah selektifitas, ekonomis, kemudahan bekerja, ramah lingkungan dan aman. Dalam hal keamanan untuk manusia atau hewan cairan pelarut harus memenuhi syarat kefarmasian atau dalam perdagangan dikenal dengan kelompok spesifikasi "*Pharmaceutical grade*". Sampai saat ini berlaku aturan bahwa pelarut yang diperbolehkan adalah air, alkohol (etanol) atau campuran (air dan alkohol).

c. Pemisahan dan pemurnian

Tujuannya adalah untuk menghilangkan (memisahkan) senyawa yang tidak dikehendaki semaksimal mungkin tanpa pengaruh pada senyawa kandungan yang dikehendaki sehingga diperoleh ekstrak yang lebih murni. Proses-proses pada tahap

ini adalah pengendapan, pemisahan dua cairan tak bercampur, sentrifugasi, dekantasi, filtrasi, serta proses absorpsi dan penukar ion.

d. Pemekatan/Penguapan

Pemekatan berarti peningkatan jumlah partikel solut (senyawa terlarut) dengan cara penguapan pelarut tanpa sampai menjadi kering tetapi ekstrak hanya menjadi kental/pekat.

## **2.6 Metode Analisis**

### **2.6.1 *Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GCMS)***

Pada umumnya GC-MS memiliki penggunaan yang luas dalam beberapa bidang kesehatan, ilmu biologi dan analisis. Prinsip kerja instrumen adalah memisahkan komponen dari suatu larutan yang berbentuk berupa cairan untuk mendeteksi kandungan senyawa di dalam suatu larutan. Mekanisme kerja kromatografi gas adalah gas dalam silinder baja bertekanan tinggi dialirkan melalui kolom yang berisi fasa diam. Cuplikan berupa campuran yang akan dipisahkan, biasanya dalam bentuk larutan, disuntikkan ke dalam aliran gas tersebut. Kemudian cuplikan dibawa oleh gas pembawa ke dalam kolom dan di dalam kolom terjadi proses pemisahan. Komponen-komponen campuran yang telah terpisahkan satu persatu meninggalkan kolom. Suatu detektor diletakkan di ujung kolom untuk mendeteksi jenis maupun jumlah tiap komponen campuran. Hasil pendeteksian direkam dengan rekorder dan dinamakan kromatogram yang terdiri dari beberapa puncak. Jumlah puncak yang dihasilkan menyatakan jumlah komponen (senyawa) yang terdapat dalam campuran. Bila suatu kromatogram terdiri dari 5 puncak maka terdapat 5 senyawa atau 5 komponen dalam campuran tersebut. Sedangkan luas puncak bergantung kepada kuantitas suatu komponen dalam campuran. Karena puncak-puncak dalam kromatogram berupa segitiga maka luasnya dapat dihitung berdasarkan tinggi dan lebar puncak tersebut (Hendayana, 2006).