

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Kedelai Edamame

2.1.1 Syarat Tumbuh

Tanaman edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan syarat drainase dan aerasi tanah cukup baik serta cukup tersedia air selama pertumbuhan tanaman. Menurut Suprpto (1985), pertumbuhan tanaman edamame cukup baik pada pH tanah antara 6 - 6,5, dan dapat tumbuh subur pada ketinggian antara 0 - 500 m dpl dengan curah hujan sekitar 100 - 200 mm bulan⁻¹. Curah hujan yang tinggi pada saat pembungaan dan pengisian polong mengakibatkan rendahnya hasil yang diperoleh (BPPT, 2005). Suhu optimum yang dikehendaki antara 21 – 32°C, suhu yang kurang dari 21°C atau lebih dari 32°C dapat mengurangi munculnya bunga dan terbentuknya polong (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Kelembaban udara rata-rata sekitar 65 % dengan lama penyinaran 12 jam hari⁻¹ atau minimal 10 jam hari⁻¹. Tanaman edamame dapat ditanam pada berbagai jenis tanah seperti alluvial, regosol, grumusol, latosol dan andosol.

2.1.2 Fase Pertumbuhan

Pertumbuhan tanaman edamame dibagi menjadi 2 fase, yaitu: (1) fase vegetatif dan (2) fase reproduktif. Fase vegetatif diawali dengan perkecambahan biji, pembentukan akar, pembentukan daun, pembentukan batang utama dan cabang - cabang yang berakhir pada saat terbentuknya bunga pertama. Sedang fase generatif atau reproduktif diawali dengan terbentuknya bunga pertama, pembentukan polong dan diikuti dengan pengisian serta pemasakan polong (Sumarno dan Harnoto, 1983). Hidayat (1985) menjelaskan bahwa pertumbuhan tanaman edamame dimulai dari proses perkecambahan. Benih yang ditanam setelah 1 - 2 hari akan muncul bakal akar yang tumbuh cepat di dalam tanah, diiringi dengan kotiledon yang terangkat ke permukaan tanah, kedua lembar daun primer terbuka 2 - 3 hari kemudian. Pertumbuhan awal tanaman muda selanjutnya ditandai dengan pembentukan daun bertangkai 3 dan pada akar akan terbentuk akar-akar cabang. Munculnya tanaman muda ini antara 4 - 5 hari setelah tanam.

Daun - daun berikutnya terbentuk pada batang utama dan berbentuk daun trifolia. Kegiatan ini berlangsung sampai tanaman berumur sekitar 40 hari setelah tanam. Pertumbuhan daun berjalan cepat dan mencapai maksimum pada fase awal pembungaan.

Pergantian fase vegetatif ke fase reproduktif ditandai dengan munculnya bunga pertama. Pada fase reproduktif terbagi menjadi 3 fase, yaitu : (1) fase pembungaan, (2) fase pembentukan polong, dan (3) fase pematangan biji (Hidayat, 1985). Pada umumnya tanaman kedelai yang ada di Indonesia akan berbunga setelah 30 hari setelah tanam, jumlah bunga yang terbentuk pada ketiak daun beraneka ragam tergantung pada varietas dan lingkungan tumbuh tanaman (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Tanaman berada pada fase pembentukan polong apabila terbentuk satu polong sepanjang 5 mm pada batang utama dan terjadi pada saat tanaman berumur 40 hingga 50 hari setelah tanam. Periode pengisian polong merupakan fase paling kritis untuk pencapaian hasil yang optimal. Pada fase ini, kekurangan air, kelebihan air, dan serangan hama penyakit berpengaruh buruk pada proses pengisian polong. Sedangkan fase pemasakan polong ditandai dengan terbentuknya satu polong yang telah berwarna hijau cerah (matang), dan fase ini sering disebut sebagai fase masak fisiologis (Suprpto, 1985).

2.2 Hama dan Penyakit

2.2.1 Definisi Hama dan Penyakit

Tumbuhan tidak selamanya bisa hidup tanpa gangguan, terkadang mengalami gangguan oleh binatang atau organisme kecil seperti virus, bakteri, atau jamur. Hewan dapat disebut sebagai hama karena mengganggu tumbuhan dengan cara memakannya. Belalang, kumbang, ulat, wereng, tikus, walang sangit merupakan beberapa contoh binatang yang sering menjadi hama tanaman (Marwoto, 2006).

Gangguan terhadap tumbuhan yang disebabkan oleh virus, bakteri, dan jamur disebut penyakit. Tidak seperti hama, penyakit tidak memakan tumbuhan, tetapi merusak tumbuhan dengan mengganggu proses – proses dalam tubuh tumbuhan sehingga mematikan tumbuhan. Oleh karena itu, tumbuhan yang terserang penyakit, umumnya bagian tubuhnya utuh. Akan tetapi, aktivitas

hidupnya terganggu dan dapat menyebabkan kematian. Pestisida yang digunakan untuk mengendalikan serangga disebut insektisida. Adapun pestisida yang digunakan untuk mengendalikan jamur disebut fungisida (Kartasapoetra, 1993).

Pengendalian hama dan penyakit dengan menggunakan pestisida dan racun harus dilakukan secara hati – hati dan tepat guna. Hal ini karena penggunaan pestisida yang berlebihan dan tidak tepat justru dapat menimbulkan bahaya yang lebih besar. Hal itu disebabkan karena pestisida dapat menimbulkan kekebalan pada hama dan penyakit. Oleh karena itu penggunaan racun anti hama dan penyakit hendaknya diusahakan seminimal dan sebijak mungkin. Secara alamiah, hama mempunyai musuh yang dapat mengendalikannya, yang umum disebut sebagai musuh alami. Namun demikian, musuh alami ini sering hilang atau mati sebagai akibat dari ulah manusia, dan akibatnya terjadi ledakan populasi hama. (Anonymous^a, 2013).

2.2.2 Jenis Hama dan Penyakit pada Tanaman Edamame

Hama dan penyakit yang umum menyerang tanaman edamame sama dengan yang menyerang pada tanaman kedelai biasa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (1990) menjelaskan ada beberapa hama yang umum menyerang tanaman edamame, diantaranya : (1) Hama kumbang daun kedelai (*Phaedonia inclusa*), larva dan kumbang dewasa menyerang hampir pada semua bagian tanaman edamame, terutama yang masih muda. Serangannya terjadi pada pagi dan sore hari. Siklus hidup kumbang ini adalah 20 - 21 hari, sehingga dalam satu kali musim tanam, tanaman edamame dapat diserang oleh 2 - 3 generasi kumbang. (2) Lalat bibit (*Agromiza phaseolr*), serangannya ditandai dengan adanya bercak - bercak pada keping biji atau daun pertama tanaman muda. Selanjutnya larva lalat ini menyerang pangkal batang dan pangkal akar sehingga daun menjadi layu, menguning, kemudian mati. Jika tanaman yang terserang dicabut, akan terlihat larva pupa, atau kulit pupa di antara batang atau akar dan kulit. (3) Kepik polong (*Riptortus linearis*), serangannya ditandai dengan mengkerutnya polong karena imago dan nymphanya mengisap dan merusak polong. (4) Kepik hijau (*Nezara viridula*), serangannya ditandai dengan mengkerutnya polong karena imago dan nymphanya juga mengisap polong dengan jalan menusuk. Perbedaannya dengan kepik polong adalah warna kepik ini

hijau. (5) Ulat prodenia (*Prodenia litura*), serangannya ditandai dengan keroposnya jaringan epidermis tanaman. Daun menjadi berlubang-lubang karena dimakan oleh larva ulat dewasa. (6) Penggerek polong kedelai (*Etiella zinckenella*), serangannya ditandai dengan berlubangnya polong karena larvanya melubangi, masuk, dan tinggal di dalam polong.

Menurut Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (1990) penyakit yang umum menyerang tanaman edamame diantaranya : (1) Penyakit karat, gejala penyakit ini ditandai dengan timbulnya bintik-bintik coklat terutama di bagian bawah daun. Tepung sari akan bertaburan bila disentuh sehingga mengurangi penyerbukan. Pada serangan yang berat, polong banyak yang tidak terisi penuh. Penyebab penyakit ini adalah cendawan *Phakopsora pachyrhizi*. Pencegahannya dapat dilakukan dengan cara penggunaan varietas yang tahan terhadap serangan penyakit ini. (2) Penyakit bercak daun, gejala serangannya hampir sama dengan penyakit karat, hanya saja bercaknya agak kuning dan terdapat warna merah kecoklatan di tengah bercak. Pada serangan berat, bercak-bercak membesar sehingga menyerupai daun yang mati. Penyebab penyakit ini adalah bakteri *Xanthomonas phaseoli*. Pengendalian dan pencegahannya sama seperti pada penyakit karat. (3) Penyakit busuk batang, gejala serangannya ditandai dengan busuknya batang, terutama pada tanaman muda, yang diikuti dengan kematian. Apabila kelembaban terlalu tinggi, serangan penyakit menjadi semakin hebat sehingga menyebabkan biji gagal berkecambah. Penyebabnya adalah sejenis cendawan *Phyitium sp.* (4) Penyakit mosaik, penyakit ini disebabkan oleh virus mozaik kedelai (SMV) yang ditularkan oleh vektor *Aphis glicines* atau melalui cairan tanaman dan biji. Pengendaliannya dilakukan dengan cara menghindari penggunaan benih dari tanaman yang telah terinfeksi dan memberantas vektornya dengan insektisida.

2.2.3 Cara Pengendalian Hama dan Penyakit

Dalam pengelolaan usaha pertanian, ada beberapa faktor yang menunjang keberhasilan dalam meningkatkan produksi yaitu tanah, iklim, tanaman serta pengendalian hama dan penyakit maupun gulma. Peran pengelola usaha tani dalam menyiapkan semua faktor penunjang keberhasilan sangat penting, salah

satu diantaranya adalah pengendalian hama. Menurut Pracaya (2005), ada 3 cara dalam pengendalian hama dan penyakit, diantaranya adalah : (1) pengendalian dengan kultur teknis, (2) pengendalian secara hayati dan (3) secara kimiawi.

1. Pengendalian secara kultur teknis

Pengendalian secara kultur teknis (*Cultural control*), pada prinsipnya merupakan cara pengendalian dengan memanfaatkan lingkungan untuk menekan perkembangan populasi hama (Anonymous, 2013^b). Hal ini dapat dilakukan melalui :

- Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah selain bertujuan untuk persiapan media tanam, juga bertujuan untuk mematikan larva - larva hama yang hidup di dalam tanah. Sedangkan larva dan telur yang terangkat ke atas permukaan tanah akibat pengolahan tanah akan mati karena telur larva akan dimakan burung atau mati terkena cahaya matahari langsung.

- Sanitasi

Sanitasi dapat dilakukan dengan membersihkan tempat - tempat yang kemungkinan digunakan oleh serangga untuk berkembang biak, berlindung, berdiapause, sehingga perkembangannya dapat dikendalikan.

- Pemupukan

Pemberian pupuk menjadikan tanaman sehat dan lebih mudah mentoleransi serangga hama tanaman.

- Irigasi

Pengelolaan air dapat menghalangi perkembangan hama - hama tertentu. Akan tetapi bila cara pengelolaan air kurang tepat dapat mengakibatkan peningkatan perkembangan populasi hama tanaman.

- Strip farming

Serangan hama tertentu dapat di atasi dengan cara “catch crop” yaitu bercocok tanam secara berselang seling, antara tanaman yang berumur panjang dengan tanaman yang berumur pendek.

- Rotasi tanaman dan pengaturan waktu tanam
Menanam tanaman yang berbeda - beda jenisnya dalam satu tahun dapat memutus atau memotong daur hidup hama terutama hama yang sifatnya monofagus (satu jenis makanan).

2. Pengendalian secara hayati

Pengendalian hama secara hayati merupakan suatu pengendalian hama yang dilakukan secara sengaja dengan memanfaatkan atau memanipulasi musuh - musuh alami untuk menurunkan populasi hama. Pengendalian hama secara hayati dalam pengertian ekologi dapat didefinisikan sebagai pengaturan populasi organisme dengan musuh - musuh alami hingga kepadatan populasi organisme tersebut berada di bawah rata - ratanya atau lebih rendah dibandingkan apabila musuh alami tidak ada. Komponen pengendalian hayati dapat berupa :

- Parasitoid dan Parasit

Parasit adalah binatang atau organisme yang hidup di dalam atau pada organisme lain yang lebih besar yang merupakan inangnya. Parasitoid adalah serangga yang memarasit serangga lain. Pada parasitoid, yang bertindak sebagai parasit adalah stadia pradewasa, sedangkan imagonya hidup bebas dan tidak terikat pada inangnya.

- Predator

Predator merupakan organisme yang hidup bebas dengan memakan atau memangsa organisme yang lain.

- Patogen

Serangga seperti juga organisme lain dalam hidupnya juga diserang oleh banyak patogen atau penyakit yang disebabkan oleh Virus, Cendawan, Bakteri, Nematoda, dan Protozoa. Beberapa patogen yang dalam kondisi lingkungan tertentu merupakan faktor mortalitas utama pada populasi serangga. Oleh karena kemampuannya membunuh serangga hama sehingga sejak lama patogen digunakan dalam pengendalian hayati.

3. Pengendalian secara kimiawi

Pengendalian secara kimiawi merupakan pengendalian dengan menggunakan zat kimia. Pengendalian ini biasa dilakukan dengan penyemprotan zat kimia pada bagian tumbuhan. Pengendalian ini sering dilakukan oleh petani.

Penggunaan pestisida kimia untuk pengendalian penyakit sangat jelas tingkat keberhasilannya. Penggunaan pestisida kimia merupakan usaha pengendalian yang kurang bijaksana, jika tidak dikuti dengan tepat penggunaan, tepat dosis, tepat waktu, tepat sasaran, tepat jenis dan tepat konsentrasinya. Keadaan ini yang sering dinyatakan sebagai penyebab peledakan populasi suatu hama. Karena itu penggunaan pestisida kimia dalam pengendalian penyakit perlu dipertimbangkan, dengan memperhatikan tingkat serangan, ambang ekonomi, pengaruhnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia dan hewan.

Penggunaan pestisida kimia dalam pengendalian penyakit tanaman saat ini banyak menimbulkan dampak negatif. Masalah pencemaran lingkungan merupakan akibat yang jelas terlihat, selain itu penggunaan pestisida secara terus menerus juga dapat menyebabkan resistensi dan bahkan meninggalkan residu pestisida pada produk pertanian sehingga berbahaya apabila dikonsumsi manusia. Oleh karena itu diperlukan upaya pengendalian penyakit secara ramah lingkungan, seperti penggunaan pestisida nabati atau biopestisida.

2.3 Macam – Macam Pestisida

2.3.1 Pestisida Nabati

Banyaknya permasalahan yang ditimbulkan dari produk pertanian, salah satunya adalah adanya sisa bahan kimia yang terkandung dalam tanaman dan buah - buahan, sehingga dapat membahayakan manusia yang mengkonsumsinya. WHO melaporkan bahwa telah terjadi keracunan pestisida di seluruh dunia antara 44.000 sampai 2.000.000 orang per tahun, dan dari jumlah angka tersebut angka terbanyak terjadi di negara berkembang (Anonymous, 2013^c). Penggunaan pestisida sintetis secara terus - menerus menyebabkan permasalahan, diantaranya dapat menimbulkan resistensi hama, meningkatnya biaya produksi dan menimbulkan dampak negatif bagi manusia, ternak dan lingkungan. Di Indonesia, penggunaan pestisida alami mulai dikenalkan sejak tahun 1960-an dengan adanya Pra Revolusi Hijau. Kesadaran masyarakat akan dampak negatif penggunaan pestisida sintetis terus berkembang. Oleh karena itu, salah satu alternatif untuk menanggulangi penggunaan pestisida sintetis yaitu dengan penelitian dan peningkatan kualitas pestisida nabati sehingga memiliki daya bunuh terhadap hama dan penyakit sebanding dengan pestisida sintetis (Anonymous, 2013^c).

Ada banyak berbagai jenis pestisida nabati yang ada di Indonesia, salah satunya adalah pestisida Organeem yang terbuat dari ekstrak daun mimba dengan kandungan bahan aktif *Azadirakhtin* 0,8 – 1,2 %. Penggunaan pestisida alami atau disebut juga pestisida nabati adalah bahan aktif tunggal atau majemuk yang dapat digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan dengan bahan dasar yang berasal dari tumbuhan. Pestisida nabati ini relatif aman bagi lingkungan, mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan yang terbatas (Retno, 2006).

Pestisida nabati merupakan salah satu sarana pengendalian hama alternatif yang layak dikembangkan, karena senyawa insektisida dari tumbuhan mudah terurai di lingkungan, tidak meninggalkan residu di udara, air dan tanah serta mempunyai tingkat keamanan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan racun - racun anorganik. Susunan molekul pestisida nabati sebagian besar terdiri atas karbohidrat, nitrogen, oksigen dan hidrogen yang mudah terurai menjadi senyawa yang aman bagi lingkungan dan juga menurunkan peluang hewan yang bukan sasaran terkena residu. Sedangkan kelemahan penggunaan pestisida nabati yaitu daya tahan singkat (mudah terdegradasi), ketersediaan bahan baku yang musiman, kandungan bahan aktif kurang stabil dan relatif rendah. Indonesia terkenal kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk jenis tumbuhan yang mengandung bahan aktif pestisida. Namun, pemanfaatan tumbuhan sebagai pestisida hanya 10 % dari 300.000 jenis tumbuhan yang ada (Anonymous, 2013^c).

2.3.2 Pestisida Kimia

Pestisida adalah substansi kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama. Pengertian hama di sini sangat luas yang mencakup serangga, tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi (jamur), bakteri dan virus, kemudian nematoda (bentuknya seperti cacing dengan ukuran mikroskopis), siput, tikus, burung dan hewan lain yang dianggap merugikan (Sudarmo, 1991).

Pestisida juga diartikan sebagai substansi kimia dan bahan lain yang mengatur dan atau menstimulir pertumbuhan tanaman atau bagian - bagian tanaman. Sesuai konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT), penggunaan pestisida ditujukan bukan untuk memberantas, namun lebih dititik beratkan untuk

mengendalikan hama sedemikian rupa hingga berada dibawah batas ambang ekonomi atau ambang kendali.

Ada banyak berbagai jenis pestisida kimia yang ada di Indonesia, salah satunya adalah pestisida Ingrofol dan pestisida Mospilan. Kedua pestisida tersebut memiliki fungsi yang berbeda dalam mengendalikan hama dan penyakit yang menyerang tanaman. Bahan aktif yang terkandung di dalam pestisida Ingrofol adalah *Captan* 50% yang berfungsi sebagai fungisida untuk mengendalikan penyakit yang menyerang tanaman kedelai. Sedangkan pada pestisida Mospilan, bahan aktif yang terkandung adalah *Methomyl* 50% yang termasuk dalam bahan aktif insektisida yang berfungsi untuk mengendalikan hama yang menyerang tanaman kedelai. Kedua pestisida tersebut mempunyai peran yang berbeda dalam mengendalikan hama dan penyakit yang menyerang tanaman kedelai. Formulasi dari kedua pestisida tersebut adalah Wettable Powder (WP). Formulasi WP bersama (Emulsifiable Concentrate) EC merupakan formulasi klasik yang masih banyak digunakan hingga saat ini. WP merupakan sediaan berbentuk tepung (ukuran partikel beberapa mikron) dengan kadar bahan aktif relatif tinggi yaitu sebesar 50 – 80 % (Djojsumarto, 2008).

2.4 Peran Pestisida dan Dampaknya Pada Lingkungan

2.4.1 Definisi Pestisida

Menurut Djojsumarto (2008), secara harfiah pestisida berarti pembunuh hama (pest : hama dan cide : membunuh). Berdasarkan SK Menteri Pertanian RI Nomor 434.1/Kpts/TP.270/7.2001, tentang syarat dan tata cara pendaftaran pestisida. Pestisida adalah semua zat kimia atau bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk beberapa tujuan :

1. Mengendalikan hama penyakit yang merusak tanaman, bagian tanaman, atau hasil pertanian.
2. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan.
3. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian - bagian tanaman.
4. Mengendalikan hama ular pada hewan peliharaan dan ternak.

5. Mengendalikan hama air, memberantas binatang dan jasad renik dalam rumah tangga, bangunan, dan dalam alat pengangkutan.
6. Mengendalikan binatang yang bisa menyebabkan penyakit pada manusia.

The United States Environmental Control Act mendefinisikan pestisida sebagai semua zat atau campuran zat yang khusus digunakan untuk mengendalikan, mencegah gangguan serangga, binatang pengerat, nematoda, gulma, virus, bakteri, serta jasad renik yang dianggap hama kecuali virus, bakteri, atau jasad renik lain yang terdapat pada hewan dan manusia. Definisi lain pestisida merupakan semua zat atau campuran zat yang digunakan untuk mengatur pertumbuhan atau mengeringkan tanaman (Kardiman, 1999).

2.4.2 Dampak Aplikasi Pestisida pada Tanah, Tanaman, dan Lingkungan

Penggunaan pestisida kimia memang bermanfaat bagi manusia yaitu dengan terbunuhnya organisme sasaran (hama, penyakit, dan gulma), tetapi juga menimbulkan dampak negatif yang merugikan. Resistensi hama sasaran terhadap insektisida kimia merupakan salah satu dampak negatif yang sangat merugikan bagi manusia. Selain resistensi hama sasaran terhadap insektisida, dampak negatif lainnya adalah resurgensi hama sasaran, terbunuhnya serangga bukan sasaran (serangga penyerbuk, parasitoid, dan predator), pencemaran lingkungan, dan keracunan pada ternak serta pada manusia sendiri.

Resistensi serangga hama terhadap insektisida adalah terjadinya penurunan respon serangga terhadap insektisida yang semula efektif (Bettini *et al.*, 1970). Fenemore (1984) mengemukakan bahwa, resistensi dapat terjadi melalui dua mekanisme, yaitu : (1) resistensi fisiologi, meliputi proses - proses detoksifikasi, intensitivitas target, laju penetrasi yang lebih lambat, disimpan, dan ditolak, dan (2) resistensi perilaku, yang menunjukkan adanya perilaku serangga agar tidak kontak langsung dengan bahan aktif. Resistensi serangga hama terhadap insektisida kimia adalah fenomena dari proses seleksi evolusi. Populasi serangga hama normal dapat berubah menjadi tidak peka terhadap insektisida, karena terdiri dari individu-individu yang memiliki gen - gen resisten terhadap insektisida yang bertanggung jawab agar tetap hidup. Tanpa adanya gen resisten itu individu akan mati oleh perlakuan insektisida. Secara teoritis, perubahan setiap proses yang menentukan penetrasi, distribusi atau interaksi insektisida dan sasarannya

memberikan andil terhadap terjadinya resistensi (Sudarmo, 1991). Penggunaan pestisida yang demikian itu telah menimbulkan dampak ekologis yang sangat serius. Dampak ekologis yang ditimbulkan diantaranya adalah timbulnya resurgensi hama, ledakan hama sekunder, matinya musuh alami primer dan resistensi hama utama.

Pengendalian hama yang terintegrasi yaitu dengan jalan penggunaan pestisida sekecil mungkin, sesuai dengan kebutuhan. Pengendalian hama yang terintegrasi paling efektif dicapai dengan melihat alam pertanian sebagai ekosistem, dengan tujuan utama adalah untuk menghindari berkembangnya resistensi terhadap insektisida dan untuk memperkecil gangguan ekologi predator dan parasit yang memangsa serangga hama pertanian (Supardi, 1994).

Perencanaan dalam penggunaan pestisida harus dilakukan untuk memperkecil kemungkinan manusia dan lingkungan tercemar oleh pestisida yang beracun dan resisten di alam. Termasuk didalamnya terdapat peraturan pengendalian penggunaan pestisida di sektor pertanian. Penelitian yang ditujukan untuk pencarian bibit tahan hama dan penyakit dengan kualitas produksi yang tinggi perlu terus dilakukan. Biasanya ini dapat dicapai dengan mengadakan perkawinan silang, dengan suatu varietas yang telah diketahui resistensinya terhadap penyakit tertentu sehingga varietas baru yang timbul akibat perkawinan ini diharapkan akan resisten terhadap penyakit (Retno, 2006).

2.5 Pengaruh Waktu Aplikasi Pestisida pada Tanah, Tanaman, dan Lingkungan

Pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan menggunakan pestisida dapat menimbulkan masalah ekologi yang rawan. Keadaan ini mengakibatkan pencemaran tanah dan air, adanya resiko keracunan bagi manusia yang memperlakukan pestisida dan tanaman, kemungkinan adanya residu pestisida yang tinggi pada produk - produk yang dipasarkan dan biaya produksi yang tinggi.

Residu pestisida adalah zat tertentu yang terkandung dalam hasil pertanian bahan pangan atau pakan hewan, baik sebagai akibat langsung maupun tidak langsung dari penggunaan pestisida. Istilah ini mencakup juga senyawa turunan

pestisida, seperti senyawa hasil konversi, metabolit, senyawa hasil reaksi dan zat pengotor yang dapat bersifat toksik (Sakung, 2004).

Telah disadari bahwa pestisida dapat mengakibatkan keterpaparan terutama terhadap penjama pestisida yang bekerja kurang hati - hati dan tidak mengikuti petunjuk – petunjuk yang telah ditetapkan begitupun dengan orang yang mengkonsumsi hasil pertanian tersebut. Penggunaan pestisida pada tanaman sayuran di dataran tinggi tergolong sangat intensif, hal ini terutama disebabkan kondisi iklim yang sejuk dengan kelembaban udara dan curah hujan yang tinggi menciptakan kondisi yang baik untuk berkembangbiakan hama dan penyakit tanaman (Mustafa *et al.*, 2006).

Dewasa ini kasus mengenai residu atau pencemaran pestisida pada hasil pertanian menjadi sorotan tajam. Hal ini disebabkan karena residu pestisida yang terkandung pada tanaman yang dikonsumsi dapat mengganggu kesehatan manusia, bahkan membahayakan kehidupan manusia. Sehubungan dengan hal tersebut, maka pengujian analisis residu pestisida di laboratorium selalu digunakan sebagai ukuran untuk menentukan apakah hasil pertanian ada pada tingkat yang aman atau tidak untuk dikonsumsi (Sudarmo, 1991).

Dampak negatif penggunaan pestisida yang lain adalah : (1) menimbulkan resistensi pada hama pertanian, (2) menurunkan populasi predator baik dari golongan serangga, burung, maupun ikan yang sebenarnya bukan sasaran, (3) menurunkan populasi organisme yang berperan penting dalam menjaga kesuburan tanah (cacing tanah, jamur, dan serangga tanah), (4) menghambat aktivitas fiksasi nitrogen pada tanaman kacang - kacangan, (5) tidak terdegradasi di lingkungan sehingga residunya akan terdistribusi melalui rantai makanan, (6) menimbulkan keracunan pada hewan ternak dan manusia, (7) racun pestisida dapat terakumulasi melalui rantai makanan dan dapat terkonsentrasi pada organisme tertentu, (8) karena peristiwa akumulasi tersebut (bioakumulasi) melalui rantai makanan, pestisida cenderung untuk lebih terkonsentrasi pada organisme yang menempati piramida makanan yang lebih tinggi. Salah satu organisme tersebut adalah manusia. Hal ini menyebabkan manusia rawan untuk teracuni pestisida, yang menurut penelitian diduga kuat termasuk bahan karsinogenik atau penyebab kanker (Sa'id, 1994).