



I. TOLAK PIKIR PERLINDUNGAN TANAMAN

1.1 Arti Penting Pengganggu Tanaman

Kehidupan manusia boleh dikatakan sangat tergantung kepada tumbuhan. Ketergantungan tersebut disebabkan karena banyaknya kebutuhan manusia yang sebagian besar berasal dari tumbuhan dan sering kebutuhan tersebut tidak dapat diganti dari organisme atau benda lain. Golongan cerealia, kacang-kacangan, sayuran, dan buah-buahan merupakan contoh sebagian besar makanan manusia yang berasal dari tumbuhan. Pakaian yang kita pakai, rumah yang kita huni, perabot rumah tangga yang kita gunakan sehari-hari sebagian besar baik secara langsung maupun tidak langsung juga berasal dari tumbuhan. Di pihak lain, tumbuhan dalam kehidupannya harus berkompetisi dengan organisme lain (pengganggu, lingkungan biotik) dan juga tergantung kepada kondisi lingkungan abiotik tumbuhan itu sendiri. Oleh karena itu, agar tumbuhan dapat memenangkan kompetisi sehingga dapat menyediakan kebutuhan manusia, maka perlu dilakukan perlindungan terhadapnya dari pengganggu-pengganggu tersebut.

Tanaman atau kelompok tanaman yang hasilnya diharapkan manusia, selalu dipengaruhi oleh berbagai faktor produksi. Beberapa faktor penting yang berpengaruh yaitu faktor internal tanaman itu sendiri, faktor lingkungan tanaman, dan faktor campur tangan manusia. Faktor internal tanaman meliputi : jenis tanaman dan sifat genetik tanaman. Faktor lingkungan tanaman meliputi lingkungan biotik dan abiotik. Contoh lingkungan abiotik, meliputi iklim, cuaca, geografi, dan keadaan tanah (*edaphic*). Contoh lingkungan biotik meliputi semua jasad di selingkung pertanaman, yaitu : binatang, tumbuhan, dan mikroorganisme. Kelompok binatang yang mengganggu tanaman disebut *hama*. Kelompok tumbuhan yang berkompetisi dengan tanaman disebut *gulma* dan jika tumbuhan hidup pada tanaman disebut *tumbuhan parasit*. Kelompok mikroorganisme yang hidup dalam tubuh tanaman disebut *parasit* dan jika parasit ini hidupnya mengakibatkan penderitaan tanaman, maka disebut *patogen*. Tanaman yang diganggu disebut juga *tanaman inang*.

Tanaman akan memberikan tanggap (respon) terhadap perubahan lingkungan tumbuh yang berbeda-beda. Faktor lingkungan biotik dan abiotik akan mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga proses produksi tanaman akan terganggu, bahkan dapat hilang dan tidak menghasilkan. Oleh karena itu, pengganggu tanaman disini meliputi semua agen (pelaku) yang menyebabkan berkurangnya kuantitas dan atau kualitas hasil yang diharapkan, sedangkan gangguannya merupakan proses perubahan tanaman yang mengarah kepada



kehilangan hasil atau berkurangnya kuantitas dan atau kualitas hasil yang diharapkan. Bentuk kehilangan hasil dari segi perubahan sosial ekonomi disebut *kerugian* dan dari segi perubahan tanaman disebut *kerusakan*.

Bentuk kehilangan hasil akibat pengganggu dapat bersifat kuantitatif, yaitu menurunkan kuantitas produksi dan kualitatif, yaitu menurunkan kualitas (mutu) produksi. Kerugian yang terjadi pada tanaman budidaya bervariasi, tergantung kepada jenis tanaman yang dibudidayakan, iklim dan populasi pada jenis tanaman yang dibudidayakan tersebut. Di Amerika, kerugian akibat serangan hama mencapai 37%, akibat penyakit 35% dan gulma 29%. Kerugian hasil pertanian dunia oleh gangguan organisme pengganggu pada kisaran waktu sebelum tanaman dipanen diperkirakan mencapai 35% dan kerugian oleh gangguan pasca panen mencapai 20% dari total produksi atau 13% dari total kapasitas produksi. Oleh karena itu kerugian hasil pertanian dunia sampai dengan pasca panen mencapai hampir separuh (48%) dari total kapasitas produksi. Apabila dunia mampu menekan kerugian tersebut, maka setiap 10% kerugian dapat menyelamatkan ± \$ 20 milyar, sehingga kalau dikurs ke rupiah (tahun 2006), kerugian tersebut mencapai Rp 1.000 triliun per musim tanam. Mengingat besarnya kerugian yang diakibatkan oleh organisme pengganggu tanaman tersebut, maka diperlukan langkah-langkah untuk menyelamatkannya.

Organisme yang berfungsi sebagai hama tanaman meliputi semua binatang pengganggu tanaman, misalnya dari kelompok : Vertebrata, Molusca, Chordata, Arthropoda, dan Nematoda. Dari lima kelompok tersebut, kelompok Chordata yang paling banyak berperan sebagai hama, terutama dari kelas Insekta (serangga). Antara serangga hama dan tanaman inang terjadi interaksi atau mempunyai hubungan yang erat sekali, karena dalam hubungannya hama memerlukan sumber nutrisi, tempat berlindung, dan tempat berbiak dari tanaman inang. Akibat hubungan hama dengan tanaman inang akan menimbulkan *kerusakan (injury)* pada tanaman inang, sedangkan sifat interaksinya nonkontinyu. Kecenderungan serangga hama dalam memilih tanaman sebagai inang sangat ditentukan oleh sifat-sifat yang terkandung dalam tanaman tersebut. Apabila tanaman mempunyai sifat-sifat yang disukai oleh serangga hama, maka ada kecenderungan bahwa tanaman tersebut mengalami kerusakan yang lebih berat. Bagian tanaman yang dirusak dapat akar, batang, daun, bunga, buah, atau tanaman secara keseluruhan.

Seperti halnya hama, patogen juga merusak tanaman. Akibat interaksi patogen dengan tanaman inang juga menimbulkan kerusakan pada tanaman inang tetapi istilahnya biasanya disebut *gejala (symptom)*, proses interaksinya disebut *penyakit (disease)* dan bersifat kontinyu. Penyakit yang diderita oleh suatu tanaman dapat



disebabkan oleh agen penyebab penyakit yang berupa faktor biotik maupun abiotik. Faktor-faktor abiotik yang mengakibatkan penderitaan tanaman biasanya berupa faktor lingkungan ekstrim, baik kelebihan ataupun kekurangan, misalnya iklim, suhu, kelembaban, sinar, dan angin yang ekstrim. Faktor-faktor biotik yang menjadi patogen dapat berupa : tumbuhan parasit, jamur (cendawan), mikoplasma, bakteri, virus dan viroid. Penyakit baru yang timbul pada tanaman dapat disebabkan oleh berbagai macam hal, misalnya : karena bertambahnya perhatian manusia kepada tanaman, bertambahnya pengetahuan, bertambah intensifnya pengelolaan pertanian, terjadinya mutasi organisme penyebab (patogen), berubahnya sifat fisiologis patogen, seperti bertambahnya daya merusak (patogenisitas) dan timbulnya sifat ketahanan patogen terhadap bahan kimia (pestisida).

Tumbuhan pengganggu yang berkompetisi atau lebih sering disebut gulma mempunyai cara mengganggu dan akibat gangguan yang berbeda dengan hama maupun patogen. Gulma mengganggu tanaman dengan cara mempengaruhi tanaman secara tidak langsung, yaitu melalui kompetisi atau persaingan dalam memperebutkan faktor-faktor yang diperlukan dalam pertumbuhannya, misalnya : cahaya, unsur hara, air, tempat hidup, dan gas. Banyak gulma menghasilkan senyawa kimia yang menghambat pertumbuhan tanaman, yang biasanya disebut dengan *alelopati*. Kehadiran gulma dapat berfungsi sebagai kompetitor tanaman dan dapat pula menjadi inang pengganti (*alternative host*) bagi hama dan patogen.

1.2 Agen Pengganggu Tanaman

Tumbuhan seperti halnya makhluk hidup lainnya, untuk dapat hidup dengan baik harus mampu berkompetisi dengan organisme lain dan memanfaatkan lingkungan. sebaik mungkin. Kompetisinya dengan organisme lain menyebabkan gangguan kepada tanaman. Lingkungan yang tidak menguntungkan untuk tanaman akan memperlemah kondisi tanaman dan akan menjadi lebih mudah terganggu. Dari segi kebutuhan hidup, sebagian organisme pengganggu tanaman. memanfaatkan tanaman sebagai pemenuhan kebutuhan hidupnya dan ada sebagian yang hanya berkompetisi dengan tanaman dalam mendapatkan kebutuhan hidup. Binatang yang memanfaatkan tanaman atau bagian tanaman untuk memenuhi sebagian kebutuhan hidupnya disebut hama, sedangkan yang bukan binatang disebut organisme penyebab penyakit atau patogen. Patogen, selain memanfaatkan tanaman atau bagian tanaman untuk memenuhi sebagian kebutuhan hidupnya, ia biasanya juga hidup pada atau di dalam tubuh tanaman. Tanaman tempat mengambil sebagian kebutuhan hidup pengganggu disebut tanaman inang atau host.



Binatang yang berupa hama tanaman dapat terdiri dari kelompok atau filum Nematoda (cacing), Mollusca (Bekecot), Chordata (terutama Mamalia), dan Arthropoda (terutama Serangga dan Tungau). Organisme penyebab penyakit atau patogen tanaman dapat berupa tumbuhan parasit, jamur atau cendawan, bakteri, mikoplasma, dan virus.

Selain hama dan patogen masih ada organisme pengganggu lain, yaitu gulma yang berupa tumbuhan yang hidup berkompetisi dengan tanaman. Gulma termasuk organisme pengganggu tanaman karena gulma merebut unsur, senyawa, air, dan sinar matahari yang dibutuhkan tanaman, bahkan banyak gulma mengeluarkan senyawa-senyawa tertentu (alelopati) yang menghambat pertumbuhan tanaman.

Tanaman juga akan terganggu jika kebutuhan hidupnya tidak tercukupi atau tidak seimbang. Tanaman akan tetap terganggu, meskipun tidak diganggu hama, tidak diganggu patogen, dan tidak diganggu gulma tetapi ditanam pada tanah yang tidak subur, atau ditanam di tanah subur tetapi kekurangan air, dan lain-lain kondisi yang tidak menguntungkan tanaman. Oleh karena itu, agar tanaman tidak terganggu, maka kita lindungi dari gangguan hama, gangguan patogen, gangguan gulma, dan kebutuhan lingkungannya.

1.3 Timbulnya Gangguan

Setiap kita mengalami gangguan atau siapapun, selalu timbul pertanyaan ‘dari mana timbulnya gangguan tersebut?’ Timbulnya gangguan di alam sangat bervariasi, tergantung kepada faktor-faktor pendukung dan yang melakukan analisis. Oleh karena itu, terdapat berbagai konsep tentang timbulnya gangguan, mulai dari yang dogmatis sampai ke yang logis, misalnya konsep yang menganggap bahwa timbulnya gangguan disebabkan karena kemarahan Tuhan, kutukan Dewa, makhluk ghaib, cairan kotor, dan lingkungan kotor. Berikut ini akan disampaikan konsep logis yang umum dibahas secara ilmiah.

1.3.1 Konsep segitiga gangguan



Gambar 1.1 Skema interaksi pada konsep segi tiga gangguan

Gangguan akan timbul jika terjadi interaksi antara tumbuhan yang rentan dengan pengganggu yang ganas dalam kondisi lingkungan yang mendukung interaksi. Beberapa ahli menganggap



bahwa konsep segi tiga gangguan ini ekosistem tumbuhan tanpa campur tangan hanya berlaku untuk ekosistem hutan atau manusia.

Ketiga unsur dalam konsep ini antara yang satu dengan lainnya saling mempengaruhi. Untuk dapat terjadi interaksi, maka tumbuhan harus dalam kondisi rentan (*susceptible*), pengganggu bersifat ganas, dan lingkungan mendukung perkembangan kehidupan pengganggu atau lingkungan melemahkan tanaman. Berat ringannya gangguan atau hasil interaksi ditentukan oleh tingkat kerentanan inang, keganasan pengganggu, dan kesesuaian lingkungan, yang pada skema digambarkan sebagai panjang sisi segitiga, dan hasil interaksi digambarkan sebagai luas segi tiganya. Dalam konsep segi tiga gangguan tersebut, perlindungan tanaman mempunyai tiga sasaran pokok, yaitu : mengusahakan tanaman menjadi tidak rentan, pengganggu tidak ganas, dan lingkungan pertanaman menjadi tidak sesuai untuk perkembangan pengganggu, tetapi lebih sesuai untuk kebutuhan tanaman. Oleh karena itu konsep segi tiga gangguan dapat dinyatakan juga bahwa : *gangguan akan terjadi jika tanaman rentan berinteraksi dengan pengganggu ganas dalam lingkungan yang menguntungkan perkembangan pengganggu tetapi melemahkan tanaman.*

1.3.2 Konsep Segi empat gangguan



Gambar 1.2 Skema interaksi pada konsep segi empat gangguan

Gangguan akan timbul jika terjadi interaksi antara tumbuhan yang rentan dengan pengganggu yang ganas dalam kondisi lingkungan yang mendukung interaksi, akibat campur tangan manusia.

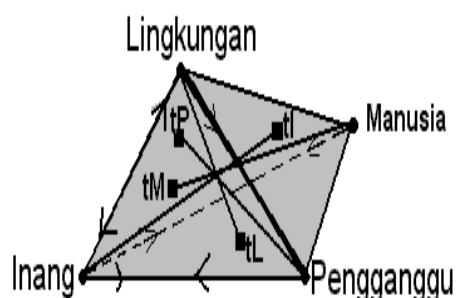
Pada ekosistem pertanian, perubahan kerentanan tanaman, keganasan pengganggu, dan lingkungan disebabkan karena akibat campur tangan manusia. Oleh karena itu, manusia menjadi faktor yang ikut menyusun timbulnya gangguan pada tanaman. Manusia berusaha mengelola pertanian dengan berbagai macam rekayasa untuk memodifikasi ketiga faktor tersebut. Oleh karena itu konsep segi empat gangguan menyatakan bahwa : *gangguan akan terjadi jika tanaman rentan berinteraksi dengan patogen virulen dalam lingkungan yang menguntungkan perkembangan pengganggu, karena adanya tindakan manusia.* Dengan demikian perlindungan tanaman pada konsep segi empat gangguan ini ditujukan untuk empat sasaran, yaitu tanaman, pengganggu, lingkungan dan manusia. Ketiga sasaran pertama menggunakan langkah yang sama dengan yang ada pada konsep segi tiga gangguan, sedangkan sasaran manusia ditujukan untuk mengatur manusia



agar tidak melakukan tindakan yang mengakibatkan terjadinya interaksi ketiga faktor dalam konsep segi tiga gangguan. Salah satu bentuk peraturan yang berhubungan dengan hal ini tercantum dalam undang-undang atau peraturan karantina tumbuhan. Undang-undang maupun Peraturan Karantina Tumbuhan pada prinsipnya mengatur keluar masuknya tumbuhan dari dan ke daerah atau negara lain. Pelaksanaan perlindungan tanaman melalui sasaran manusia tidak hanya peraturan karantina tumbuhan saja, tetapi masih banyak lagi, misalnya : melatih petani untuk menggunakan bahan kimia yang tidak menimbulkan bertambah ganasnya pengganggu, memberi penyuluhan kepada petani untuk dapat mengolah tanah yang mampu menciptakan kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan pengganggu, dan lain-lain.

1.3.4 Konsep Limas gangguan

Pada konsep limas gangguan menyatakan bahwa *gangguan akan menjadi berkembang dan mungkin mewabah jika tanaman rentan berinteraksi dengan patogen virulen dalam waktu yang cukup lama dan dalam lingkungan yang menguntungkan perkembangan pengganggu, karena adanya tindakan manusia.*



Gambar 1.3 Skema interaksi pada konsep limas gangguan

Hasil interaksi antara unsur-unsur yang mendukung timbulnya gangguan bersifat dinamis atau mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Oleh karena itu hasil interaksi akhir akan sangat ditentukan oleh unsur waktu (t). Dengan demikian, skema konsep dinamika unsur-unsur ini menjadi berbentuk limas atau piramida.

Jika dirinci, konsep ini ada dua macam, yaitu konsep pada ekosistem yang tanpa campur tangan manusia dan ekosistem pertanian yang di dalamnya terdapat campur tangan manusia. Oleh karena itu, dua konsep limas tersebut berupa piramida segi tiga (*tetrahedron*) dan piramida segi empat (biasa kita sebut piramida saja).

Perlindungan tanaman dalam konsep limas gangguan, mempunyai lima sasaran pokok, yaitu : tanaman, pengganggu, lingkungan, manusia, dan waktu. Contoh perlindungan tanaman menggunakan sasaran waktu antara lain : menanam tanaman berumur genjah, menanam tanaman pada waktu pengganggu sedang tidak ganas.

1.4 Arti Penting Perlindungan Tanaman



Berkurangnya kuantitas dan atau kualitas hasil tanaman akibat pengganggu bila dibiarkan terus menerus akan semakin meningkat bahkan dapat mencapai tingkat yang tidak menghasilkan sama sekali. Untuk mengurangi dan mengatasi kehilangan hasil yang diakibatkan oleh pengganggu, maka tanaman perlu dilindungi supaya usaha tani yang dilakukan benar-benar memberikan keuntungan nyata. Perlindungan tanaman dari waktu ke waktu semakin dirasakan penting mengingat serangan pengganggu tidak semakin berkurang, tetapi justru semakin meningkat.

Usaha melindungi tanaman dapat dilakukan dengan mengendalikan faktor-faktor timbulnya gangguan sebagai sasaran, yaitu : tanaman, lingkungan pertanaman, manusia, waktu, dan pengganggu tanaman. Perlindungan tanaman yang dilakukan dengan mengendalikan **tanaman** diarahkan untuk mengkondisikan tanaman tidak dalam keadaan rentan. Perlindungan tanaman yang dilakukan dengan mengendalikan **lingkungan** diarahkan untuk menciptakan lingkungan yang tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan pengganggu tetapi sesuai dengan kebutuhan tanaman. Perlindungan tanaman yang dilakukan dengan mengendalikan **manusia** diarahkan dengan cara mengatur campur tangan manusia di bidang pertanian dan mengatur distribusi tanaman yang dibawa manusia dari dan ke daerah atau negara lain. Perlindungan tanaman yang dilakukan dengan mengendalikan **waktu** diarahkan untuk membuat faktor-faktor timbulnya gangguan terkondisi dalam waktu yang berbeda. Perlindungan tanaman yang dilakukan dengan mengendalikan **pengganggu** diarahkan untuk menekan populasi sampai di bawah tingkat yang tidak merugikan secara ekonomi.

Pengendalian yang dilakukan dapat berupa pengendalian *hayati* yang memanfaatkan potensi musuh alami, pengendalian *kimiawi*, pengendalian *fisik*, pengendalian *mekanik*, pengendalian *kultur teknis*, penggunaan *tanaman tahan*, dan pemberlakuan *peraturan-peraturan* tertentu. Dalam usaha pengendalian, tidak dibenarkan melakukan “pembrantasan” terhadap jasad-jasad pengganggu, karena akan mengakibatkan ketidakseimbangan ekosistem. Pembrantasan berfalsafah lebih mengarah kepada “pemusnahan” jasad pengganggu secara menyeluruh, sedangkan pengendalian lebih mengarah ke pendekatan yang mengusahakan keadaan populasi, insiden atau kerusakan berada pada kisaran yang tidak merugikan secara ekonomi.

Pelaksanaan perlindungan tanaman harus mempertimbangkan aspek *ekologi*, *sosial*, dan *ekonomi*. Dari aspek **ekologi** (lingkungan), perlindungan tanaman dilakukan jika tidak menimbulkan dampak negatif kepada lingkungan, atau kalau menimbulkan dampak negatif dampaknya sangat kecil. Aspek **sosial**, pelaksanaan perlindungan tanaman harus dapat diterima oleh masyarakat. Aspek sosial ini lebih

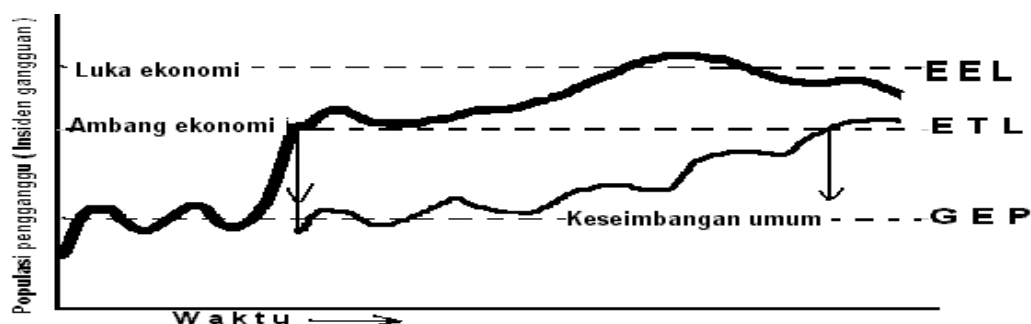


banyak dipengaruhi oleh tradisi lama konsep timbulnya gangguan, yang diantaranya menghubungkan dengan kekuatan ghaib, dosa manusia, kekuatan supra natural dan sejenisnya. Aspek **ekonomi**, pelaksanaan perlindungan tanaman yang dilakukan harus memberikan manfaat yang lebih besar dibanding dengan biaya yang dikeluarkan untuk perlindungan atau dengan kata lain bahwa B/C (*benefit cost ratio*) perlindungan tanaman harus lebih besar dari satu.

Pengendalian pengganggu akan lebih berhasil apabila menggunakan pendekatan secara terpadu. Pendekatan ini dilakukan dengan cara memadukan berbagai teknik dan strategi pengendalian dengan budidaya tanaman dalam satu kesatuan pengelolaan pertanian, yang dikenal sebagai pengendalian hama terpadu (PHT = *IPM = Integrated Pest Management*). Pada istilah ini, H pada PHT atau P pada IPM adalah 'hama' atau 'pest' dalam arti pengganggu.

Dalam menilai arti ekonomi suatu pengganggu dalam hubungannya dengan tindakan perlindungan tanaman, dikenal beberapa istilah, yaitu :

1. Tingkat Luka Ekonomi (atau *Economic Enjury Level (EEL)*). Kerusakan ekonomi merupakan suatu tingkat kepadatan populasi pengganggu atau tingkat insiden gangguan terendah yang dapat mengakibatkan kerugian ekonomi. Tingkatan ini beragam dari suatu pengganggu dengan pengganggu lainnya, dari suatu tempat ke tempat lainnya, dari suatu waktu ke waktu lainnya, dan tergantung kepada perubahan tingkat sosial-ekonomi (tingkat resiko yang mampu ditanggung) masyarakat. Pada tingkat ini, pengendalian menggunakan bahan kimia akan tidak menguntungkan ($benefit/cost < 1$) karena banyak komoditi yang tidak dapat diselamatkan. Meskipun tidak menguntungkan, pengendalian pada tingkat ini biasanya tetap dilakukan untuk mengurangi populasi pengganggu atau insiden gangguan pada musim tanam berikutnya.



Grafik *populasi pengganggu atau tingkat insiden gangguan secara teoritik*

2. Tingkat Ambang Ekonomi atau *economic threshold level (ETL)*. Tingkat ambang ekonomi merupakan kepadatan populasi pengganggu atau tingkat insiden



gangguan yang membutuhkan suatu tindakan pengendalian, untuk mencegah peningkatan kepadatan atau insiden ke arah luka ekonomi. Pengendalian yang dilakukan pada tingkat ini mempunyai $\text{benefit/cost} > 1$ (nilai komoditi yang dapat diselamatkan lebih tinggi dari pada biaya pengendaliannya)

3. Garis keseimbangan umum atau *general equilibrium position* (GEP). GEP merupakan suatu kepadatan populasi pengganggu atau tingkat insiden gangguan rata-rata pada suatu tempat dalam kurun waktu yang panjang tanpa adanya perubahan yang berarti. Pada tingkat ini, pengendalian kimiawi tidak perlu dilakukan karena secara alami faktor-faktor biotik dan abiotik mampu mengatur populasi pengganggu berada pada garis keseimbangan.

