

EPIDEMIOLOGI
FAKTOR LINGKUNGAN YANG MENYEBABKAN PENYAKIT
TUMBUHAN



Ir. Sopiarena, MP., Ph.D.

JURUSAN AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN

2024



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MULAWARMAN
FAKULTAS PERTANIAN

Alamat : Kampus Gunung Kelua Jl. Pasir Belengkong P.O. BOX. 1040 Samarinda 75123
E-mail : faperta@unmul.ac.id Website: faperta.unmul.ac.id Telp: (0541) 2083337

SURAT TUGAS

Nomor : 2061/UN17.3/KP.04.00/2024

Yang bertandatangan di bawah ini Dekan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, dengan ini menugaskan :

Nama : Dr. Ir. Hj. Sopialena, MP.
NIP : 19631009 198803 2 001
Pangkat/golongan Ruangan : Pembina Utama Muda/IVc
Jabatan : Lektor Kepala
Unit : Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

untuk Menyusun **Buku Ajar Ilmu Penyakit Tumbuhan; Epidemiologi; Mikologi dan Bakteriologi dan Mikrobiologi** pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

Demikian surat tugas ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk dilaksanakan sebagai mana mestinya.

02 Agustus 2024



Dekan Fakultas Pertanian Unmul,

Prof. Dr. Ir. H. Rusdiansyah, M.Si.

NIP 19610917 198703 1 005

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan buku ajar ini dengan judul **Epidemiologi: Faktor Lingkungan yang Menyebabkan Penyakit Tumbuhan**. Buku ini disusun sebagai bahan ajar bagi mahasiswa, dosen, peneliti, serta praktisi di bidang ilmu penyakit tumbuhan dan pertanian, yang memiliki minat khusus dalam memahami pengaruh faktor lingkungan terhadap penyebaran dan perkembangan penyakit pada tanaman.

Dalam buku ini, kami menyajikan pembahasan yang komprehensif mengenai berbagai aspek epidemiologi penyakit tumbuhan, dengan penekanan pada faktor lingkungan yang berperan dalam penyebaran penyakit. Buku ini dibagi menjadi beberapa bab yang dirancang untuk memberikan pemahaman yang menyeluruh mengenai interaksi antara tanaman, patogen, dan lingkungan.

Bab pertama memaparkan **Gejala Morfologi Tanaman Sakit**, yang mencakup berbagai gejala yang dapat diamati pada tanaman yang terinfeksi penyakit. Kami menjelaskan berbagai jenis gejala morfologis yang muncul akibat infeksi patogen serta faktor yang mempengaruhinya.

Bab kedua membahas tentang **Lingkungan Abiotik**, yang meliputi faktor-faktor non-biologis seperti suhu, kelembaban, cahaya, dan komposisi tanah. Faktor-faktor ini dapat mempengaruhi kondisi fisik tanaman dan interaksi antara tanaman dan patogen.

Bab ketiga menguraikan **Faktor Lingkungan yang Menyebabkan Penyakit Tumbuhan**, di mana kami mengidentifikasi dan membahas berbagai faktor lingkungan yang dapat memicu atau memperburuk epidemi penyakit pada tanaman. Kami menyajikan tinjauan literatur dan studi kasus yang relevan untuk memberikan wawasan yang mendalam mengenai mekanisme dan dinamika penyakit tumbuhan.

Bab terakhir berfokus pada **Pengendalian Penyakit Tumbuhan yang Ditujukan Terhadap Lingkungan**, yang mencakup strategi dan metode untuk memitigasi dampak negatif dari faktor lingkungan terhadap tanaman. Kami membahas berbagai pendekatan pengelolaan yang dapat dilakukan, termasuk perubahan praktik pertanian, penggunaan bahan kimia, serta pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan.

Kami berharap buku ajar ini dapat menjadi sumber referensi yang bermanfaat bagi pembaca dalam memahami epidemiologi penyakit tumbuhan dan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Kami juga berharap bahwa buku ini dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya pengelolaan penyakit tanaman yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kami mengundang pembaca untuk memberikan kritik dan saran yang konstruktif demi penyempurnaan buku ini di masa mendatang.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pertanian.

Samarinda, Agustus 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
BAB II.....	3
PEMBAHASAN	3
2.1 Gejala Morfologi Tanaman Sakit	3
2.2 Lingkungan Abiotik	4
2.3 Faktor Lingkungan yang Menyebabkan Penyakit Tumbuhan.....	4
2.4 Pengendalian Penyakit Tumbuhan yang Ditujukan Terhadap Lingkungan .	14
BAB III	16
KESIMPULAN.....	16
DAFTAR PUSTAKA	17

BAB I

PENDAHULUAN

Penyakit tumbuhan adalah suatu kondisi abnormal karena gangguan fisiologis, baik pada bagian tertentu dari tanaman maupun di seluruh bagian tanaman tersebut, yang disebabkan oleh gangguan biotik atau abiotik. Penyakit tumbuhan adalah penyimpangan dari pertumbuhan normal dan struktur yang tampak dari tanaman tersebut lemah atau secara ekonomi nilai mutunya rendah. Tanaman sakit ialah penyimpangan dari fungsi proses fisiologis secara normal di dalam tanaman. Gangguan fisiologis pada tanaman ditunjukkan dalam bentuk gejala.

Lingkungan adalah segala sesuatu yang mempengaruhi kehidupan makhluk hidup. Lingkungan adalah semua yang terdapat disekitar makhluk hidup termasuk kekuatan-kekuatan alaminya. Lingkungan juga dapat diartikan hubungan satu dengan lainnya antara air, udara, dan tanah dengan organisme flora dan fauna, termasuk di dalamnya semua ruang lingkup, baik fisik maupun biologis dan interaksinya.

Lingkungan mempunyai berbagai cara untuk mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kondisi lingkungan yang tepat selama pertumbuhan dapat merangsang tanaman untuk berbunga dan menghasilkan benih. Pertumbuhan suatu tanaman yang diproduksi akan selalu dipengaruhi oleh faktor dalam maupun luar tanaman. Mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tentunya sangat bermanfaat.

Terjadinya epidemi penyakit tumbuhan salah satunya karena pengaruh adanya kondisi lingkungan yang sesuai untuk reproduksi, penyebaran, dan infeksi patogen. Faktor lingkungan ini antara lain: temperatur, kelembaban, curah hujan, angin, dan cahaya. Faktor lingkungan seperti curah hujan dan kelembaban tinggi dapat menyebabkan terbentuknya penyebaran inokulum patogen karena percikan air hujan sehingga menimbulkan terjadinya epidemi penyakit.

Penyakit yang dapat terjadi akibat faktor lingkungan contohnya antara lain: Penyakit hawar beludru (*Velvet Blight*) pada tanaman lada yang disebabkan oleh pengaruh suhu, Penyakit embun tepung pada *Plantago major* yang disebabkan akibat pengaruh kemasaman, suhu dan cahaya.

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Gejala Morfologi Tanaman Sakit

Tanaman yang sakit dapat dikenali dari gejala yang muncul. Gejala eksternal yang terlihat pada bagian tanaman yang terserang disebut gejala morfologi. Disisi lain, gejala dalam jaringan yang dapat dilihat di bawah mikroskop disebut gejala histologis. Gejala morfologi termasuk nekrosis, hipoplasia, dan hiperplasia.

Nekrosis ditandai dengan regenerasi protoplas dan kematian sel, jaringan, organ, atau seluruh tanaman. Kerusakan klorofil ditimbulkan oleh gejala menguning. Gangguan pada sistem transportasi air dapat menurunkan tekanan turgor di dalam sel berkurang dan menyebabkan pelayuan. Istilah hidrosis digunakan untuk menggambarkan jaringan yang sakit yang menunjukkan gejala kebasah-basahan dan tembus cahaya. Hidrosis ini biasanya mendahului perkembangan gejala seperti busuk, bercak dan hawar (*blight*). Pembusukan sering terjadi pada organ penyimpanan seperti buah, biji, umbi, akar dan rimpang. Tunas yang layu dan terkulai secara tiba-tiba akibat nekrosis batang di dekat permukaan tanah sering disebut gejala rebah kecambah.

Bercak adalah gejala yang muncul pada daun atau buah berupa nekrosis terbatas, berwarna abu-abu atau kecoklatan. Nekrosis yang terjadi di sepanjang batang dan tulang daun disebut jalur, dan nekrosis yang terjadi pada jaringan lamina di antara tulang-tulang daun gramineae disebut garis (*stripe*). Nekrosis yang menyebar dengan cepat dan menutupi hampir seluruh daun disebut hawar daun. Gugur buah disebabkan oleh nekrosis yang meluas, sehingga menyebabkan buah jatuh sebelum waktunya. Nekrosis tajuk yang melebar dari bagian atas pucuk disebut kematian pucuk. Nekrosis yang terbatas pada jaringan korteks batang atau akar dan biasanya dikelilingi oleh kalus disebut kanker.

Hipoplasia adalah kegagalan organ tanaman untuk berkembang sepenuhnya. Contoh umum yang termasuk adalah kerdil, bulai, dan klorosis. Mosaik adalah suatu kondisi di mana daun memiliki garis-garis hijau atau kuning.

Hiperplasia adalah pertumbuhan abnormal suatu organ dalam warna, ukuran, atau perkembangan dini organ tubuh. Contohnya, yaitu gigantisme, keriting, dan kudis. Pembengkakan lokal yang mempengaruhi semua organ disebut tumefaksi. Contohnya, yaitu puru (*gall*), bintil (*knot*) dan gada (*club*). Perkembangan organ di sekitar titik fokus menyebabkan penyakit sapu dan *hairy root*.

2.2 Lingkungan Abiotik

Pada dasarnya lingkungan terdiri dari dua komponen, yaitu abiotik dan biotik. Komponen abiotik adalah segala sesuatu yang tidak hidup atau bernyawa, seperti tanah, udara, air, curah hujan, kelembaban, cahaya, bunyi dan bahan pencemar. Faktor lain yang juga dimasukkan sebagai komponen abiotik seperti pH, aktifitas air dan faktor kimia lainnya.

Makhluk hidup dibentuk oleh lingkungan yang ada disekitarnya dan dapat berubah-ubah untuk merespon adanya perubahan lingkungan yang terjadi pada sekitarnya. Interaksi ini terjadi diantara semua makhluk hidup dengan lingkungan fisik, yaitu tanah, udara, air, suhu, cahaya, serta organisme hidup lain dan lingkungan abiotik lainnya.

2.3 Faktor Lingkungan yang Menyebabkan Penyakit Tumbuhan

Faktor lingkungan baik secara sendiri-sendiri maupun saling berinteraksi sangat berpengaruh terhadap perkembangan penyakit tumbuhan. Pengaruh faktor lingkungan terhadap penyakit tumbuhan dapat terjadi melalui pengaruh terhadap patogen, terutama terjadi pada masa sebelum infeksi atau selama patogen masih berada diluar inang. Namun, setelah terjadi infeksi atau setelah patogen berada dalam jaringan inang, faktor lingkungan juga masih dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya. Kemudian pengaruh terhadap tumbuhan inang yang dapat mempengaruhi ketahanan dan kerentanan tumbuhan terhadap patogen, sehingga akan menentukan keberhasilan terjadinya suatu infeksi.

Perkembangan penyakit umumnya terjadi pada musim panas, saat hari-hari basah, dan pada tanaman yang di pupuk N secara berlebihan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan, termasuk suhu, kelembaban, cahaya, zat hara dan pH tanah berpengaruh terhadap perkembangan penyakit.

Untuk perkembangan penyakit diperlukan adanya tiga faktor, yaitu tumbuhan yang rentan, patogen yang infeksiif dan lingkungan yang sesuai bagi perkembangan patogen. Perubahan pada faktor lingkungan dapat berpengaruh terhadap patogen atau pertumbuhan atau keduanya.

Lingkungan dapat berpengaruh terhadap ketersediaan, stadia perkembangan dan kerentanan genetik inang. Selain juga dapat berpengaruh terhadap ketahanan hidup, tingkat perkembangbiakan, tingkat sporulasi, kemudahan, arah dan jarak penyebaran patogen serta tingkat perkecambahan spora dan penetrasinya. Faktor lingkungan yang berperan penting adalah kelembaban, suhu dan kegiatan manusia seperti praktek bercocok tanam dan tindakan perlindungan tanaman. Berikut faktor lingkungan yang menyebabkan penyakit tanaman:

1. Suhu

Tumbuhan maupun patogen memerlukan suhu tertentu untuk tumbuh dan melakukan aktifitasnya, antara lain fotosintesis, respirasi, transpirasi, pertumbuhan, penyerbukan, pembuahan, dan keguguran buah. Patogen mempunyai pilihan yang berbeda untuk suhu tinggi dan rendah. Pada suhu optimum untuk patogen, tetapi jauh dibawah atau diatas suhu optimum untuk inang maka penyakit akan berkembang dengan cepat. Sebagai contoh penyakit hawar daun kentang oleh *Phytophthora infestans* lebih berkembang di daerah yang dingin. Sedangkan penyakit layu yang disebabkan oleh *Fusarium* dan *Ralstonia solanacearum* pada tanaman solanaceae lebih banyak berkembang di daerah panas.



Gambar 1. Penyakit hawar daun kentang

Sumber: www.plantix.net



Gambar 2. Penyakit layu fusarium tanaman cabai

Sumber: www.agri.kompas.com

Epidemi dapat meningkat pada waktu suhu tidak menguntungkan bagi inang tetapi cukup baik bagi patogen. Pada suhu yang optimum, siklus penyakit dapat lebih cepat terjadi sehingga jumlah inokulum lebih banyak tersedia dalam satu musim. Namun, suhu yang dingin dapat mengurangi serangga vektor.

Suhu berpengaruh sebagai *differentiating effect* (pembeda), yaitu bersifat menghambat atau mempercepat, jadi bukan sebagai faktor penentu. Suhu dapat mempengaruhi banyaknya spora yang berkecambah, kecepatan dan tipe perkecambahan. Pada umumnya suhu minimum untuk perkecambahan spora adalah $1-3^{\circ}\text{C}$ dan suhu maksimum adalah $30-36^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu optimumnya tergantung pada masing-masing jenis patogen.

Untuk mengamati pengaruh suhu terhadap perkembangan patogen di dalam jaringan tumbuhan memang cukup rumit, karena yang sangat berperan dalam menentukan perkembangan patogen salah satunya adalah suhu dipermukaan jaringan tumbuhan, sementara ini sangat sulit untuk dilakukan pengukuran. Pengaruh suhu terhadap tumbuhan inang juga cukup sulit untuk diketahui. Contohnya penyakit karat daun kopi (*Hemileia vastatrix*) sangat dibantu oleh suhu yang tinggi, hal ini terjadi karena suhu yang tinggi kurang

cocok bagi perkembangan kopi arabika yang akan menyebabkan ketahanan tanaman menjadi turun, namun suhu yang tinggi akan membantu mempercepat perkembangan patogen.



Gambar 3. Penyakit karat daun kopi
Sumber: www.sciencephoto.com

2. Kelembaban

Kelembaban berpengaruh terhadap perkecambahan spora cendawan, penembusan tabung kecambah ke dalam inang, mengaktifkan bakteri dan nematoda yang dapat menginfeksi tumbuhan. Kelembaban juga meningkatkan sukulensi tumbuhan sehingga meningkatkan kerentanan tumbuhan terhadap beberapa patogen.

Infeksi oleh patogen yang bersifat *air borne* (terbawa angin) biasanya paling baik terjadi dalam setetes air baik air hujan, kabut maupun embun. Dalam hal ini meskipun keberadaan embun hanya dalam waktu yang singkat, namun dapat memegang peran yang sangat penting. Pada umumnya jamur hanya membentuk spora pada kondisi udara yang cukup lembab.

Kelembaban yang tinggi dalam waktu yang lama dan berulang merupakan faktor penting dalam mendukung epidemi penyakit oleh kebanyakan cendawan dan bakteri. Epidemi yang disebabkan oleh virus atau fitoplasma secara tidak langsung dipengaruhi oleh kelembaban, terutama melalui vektornya waktu kelembaban (hujan) tinggi. Waktu banyak hujan, aktivitas serangga-serangga yang dapat menjadi vektor virus atau fitoplasma umumnya menurun. Kelembaban yang tinggi dapat dipengaruhi oleh

berbagai faktor antara lain kerapatan pertanaman, adanya pohon pelindung, kecepatan angin, topografi, dll.

Contoh penyakit yang meningkat pada musim hujan antara lain hawar daun kentang, kudis apel dan embun bulu anggur. Sebaliknya, penyakit embun tepung berkembang bila kelembaban nisbinya agak rendah, yaitu sekitar 50-70%. Banyaknya patogen dalam tanah seperti cendawan *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *sclerotium* dan bakteri *Erwinia* serta *Pseudomonas* berkembang pesat dalam keadaan lembab sampai basah, sedangkan *Streptomyces scabies* penyebab kudis kentang banyak menimbulkan masalah pada tanah yang agak kering.

Penyakit lain adalah penyakit embun tepung. Penyakit ini banyak ditemukan pada daun tanaman *Plantago* yang terdapat di Instalasi Penelitian Cimanggu, Balitro, Bogor. Penyakit ini banyak ditemukan selama musim kemarau. Gejala embun tepung berwarna putih umumnya ditemukan di permukaan atas daun. Pada serangan yang lebih lanjut embun tepung juga terbentuk di kedua permukaan daun, juga tangkai daun. Pada kondisi tersebut koloni-koloni embun tepung tumbuh dan menyatu menyebabkan permukaan daun tertutup oleh kumpulan koloni yang berwarna putih, terbentuk nekrosis, daun gugur lebih awal, dan tanaman menjadi lemah.



Gambar 4. Penyakit embun tepung

Sumber: www.belajartani.com

3. Angin

Angin dapat menyebarkan patogen dan mempercepat pengeringan permukaan tumbuhan yang basah. Angin lebih berperan dalam penyebaran patogen bila menyertai hujan. Hujan yang tertiuip angin membantu melepaskan spora cendawan dan sel-sel bakteri dari jaringan terinfeksi, kemudian mengangkutnya melalui udara dan menempelkannya di permukaan tumbuhan yang basah. Angin juga menimbulkan luka pada bagian tumbuhan dan ini menjadi jalan masuk bagi virus dan bakteri.

4. Sinar/Cahaya

Pengaruh sinar terhadap patogen bersifat langsung dan tidak langsung. Secara tidak langsung sinar berpengaruh terhadap kelembaban, dan secara langsung sinar berpengaruh terhadap patogen yang berada di luar jaringan tanaman. Sinar cahaya tampak yang secara kasarnya mempunyai panjang gelombang 400-800 nm, hanya sedikit berpengaruh terhadap perkecambahan spora, kecuali apabila sinar tersebut sangat tinggi intensitasnya sehingga sifatnya menjadi memanaskan.

Spora yang basah dan spora yang sudah mulai berkecambah lebih peka oleh hambatan sinar. Sinar cahaya akan menyebabkan pembuluh kecambah membelok menjauhi sumber sinar (fototropisme negatif). Hal ini terjadi karena dinding proksimal pembuluh menyebabkan jamur mengalami mutasi atau kematian, dan pengaruh yang paling besar terjadi pada panjang gelombang 265 nm.

5. Tanah

Pengaruh tekstur tanah dapat bersifat langsung maupun tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pada tanah yang bertekstur ringan akan mempermudah bagi nematoda untuk berpindah dari satu tanaman ke tanaman lain, sehingga akan membantu penyebaran patogen. Pada tanah bertekstur berat, air akan lebih mudah tertahan oleh tanah, dan akan

menyebabkan tanaman inang menjadi sukulen, sehingga menjadi lebih rentan terhadap patogen. Selain itu tanah yang bertekstur berat juga memiliki aerasi yang kurang baik, sehingga akan mempengaruhi organisme yang hidup didalamnya.

pH tanah adalah ukuran aktivitas ion H^+ dalam larutan tanah. Jumlah aktivitas H^+ yang tinggi menghasilkan kondisi tanah yang asam, sedangkan aktivitas yang rendah menyebabkan aktivitas OH^- yang dominan, yang menyebabkan tanah bersifat basa. Meskipun beberapa spesies tanaman memiliki kecenderungan kondisi tanah yang lebih asam atau basa. Umumnya pH 6-7 paling baik untuk pertumbuhan tanaman. pH tanah di luar kisaran ini dapat berdampak terhadap kelarutan dan ketersediaan nutrisi tanaman. pH tanah di bawah 5,5 umumnya menghasilkan ketersediaan kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan fosfor (P) yang rendah, dan peningkatan kelarutan aluminium (Al), besi (Fe), dan boron (B).



Gambar 5. Nekrosis pada tepi dan ujung daun

Sumber: buku Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman

Penyakit akar gada pada kubis yang disebabkan oleh cendawan *Plasmodiophora brassicae* lebih hebat pada pH tanah dibawah 5,7 daripada pH yang tinggi. Sebaliknya penyakit kudis kentang umumnya lebih berkembang pada pH tanah diatas 5,2 daripada dibawahnya. Selain mempengaruhi patogen, kemasaman tanah juga berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara bagi tumbuhan.



Gambar 6. Penyakit akar gada pada kubis

Sumber: www.lmgaagro.com

6. Unsur Hara

Ketersediaan unsur hara dapat mempengaruhi pertumbuhan dan ketahanan tumbuhan. Unsur akan menyebabkan bertambahnya masa vegetatif tanaman, sehingga masa rentan menjadi lebih panjang dan kerugian menjadi lebih besar. Kelebihan unsur N akan menyebabkan pertumbuhan yang sukulen, memperpanjang masa vegetatif, dan meningkatkan kerentanan tumbuhan terhadap patogen tertentu, misalnya *Erwina* dan *Puccinia*. Sebaliknya kekurangan N akan membuat pertumbuhan lambat, tumbuhan lemah, dan menjadi rentan terhadap patogen seperti *Sclerotium*, *Fusarium*, dan *Phyitium*. Pada umumnya tanaman yang mendapat unsur hara yang seimbang dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan akan lebih kuat terhadap serangan patogen. Unsur K berfungsi untuk memacu perkembangan jaringan mekanis sehingga menjadi lebih kuat dan hal ini akan menghambat perkembangan patogen. Unsur P dan K seringkali dapat mengurangi tingkat kerusakan penyakit yang dibantu oleh kelebihan N.

Perkembangan penyakit tanaman dipengaruhi oleh sifat kimia tanah. Sifat kimia tanah khususnya komponen K, P, dan C organik memberikan pengaruh kepada perkembangan persentase kejadian penyakit layu bakteri yang ditimbulkan oleh *R.solanacearum* pada tanaman tomat. Sifat kimia

tanah khususnya komponen N berpengaruh bagi pertumbuhan serta perkembangan tanaman tomat.

7. Defisiensi Hara Mineral

Tumbuhan memerlukan bermacam komponen mineral yang diperlukan bagi tumbuhan. Berbagai komponen yang biasa disebut dengan komponen makro seperti N, P, Mg, K, serta S diperlukan dalam kuantitas yang relatif banyak, sedangkan komponen mikro atau komponen yang diperlukan dalam kuantitas sedikit antara lain Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo, dan Cl. Jenis gejala yang ditimbulkan oleh defisiensi hara bergantung kepada peranan komponen tersebut di dalam tanaman. Peranan sebagaimana disebutkan bisa jadi menghambat atau mengganggu jika komponen-komponen tersebut terbatas. Gejala yang timbul pada tumbuhan yang dipicu oleh defisiensi hara antara lain: komponen N, memiliki peranan vital dalam penyusunan sel, jaringan, serta organ tanaman. Nitrogen mempunyai peran utama sebagai bahan untuk pembuatan klorofil, protein, asam amino, amida, nukleotida, koenzim, dll. Dengan demikian nitrogen sangat diperlukan dalam kuantitas yang relatif banyak, khususnya pada fase vegetatif pada pertumbuhan tanaman. Bersama dengan komponen P, nitrogen ini berperan mengarahkan pertumbuhan tanaman secara menyeluruh.

Defisiensi nitrogen pada tumbuhan dapat diamati cirinya dari bagian bawah daun. Daun pada bagian yang dimaksud menjadi menguning karena minimnya klorofil. Selanjutnya daun menjadi kering dan kemudian rontok. Tulang-tulang di bawah permukaan daun muda akan terlihat pucat. Pertumbuhan tanaman terhambat sehingga tanaman menjadi kerdil dan rawan terserang penyakit. Akibatnya produksi bunga dan biji pun akan minim. Sebaliknya, tanaman yang berlebihan kuantitas komponen N memiliki ciri warna daun yang terlalu hijau dan daun yang rimbun.



Gambar 7. Klorosis akibat defisiensi nitrogen dan fosfor

Sumber: buku Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman

Tanaman yang mengalami defisiensi komponen fosfor (P) dapat diamati cirinya berupa daun tua berubah warna menjadi keunguan bahkan cenderung kelabu. Tepi daun menjadi coklat, tulang daun muda berwarna hijau gelap serta hangus, daun berukuran kecil, yang pada akhirnya rontok (Gambar 7). Fase pertumbuhan menjadi terhambat serta tumbuhan menjadi kerdil. Sebaliknya surplus P menghasilkan absorpsi terhadap komponen lain khususnya komponen mikro antara lain Fe, Cu, dan Zn menjadi terganggu. Namun secara fisik gejala tersebut tidak nampak pada tanaman.



Gambar 8. Defisiensi kalium pada tumbuhan

Sumber: www.batukita.com

Tanaman yang mengalami defisiensi kalium memiliki tanda yang sama dengan defisit magnesium. Karena karakter antagonism antara kalium dan magnesium lebih besar daripada karakter antagonism antara kalium dan kalsium. Dalam bermacam kasus, surplus kalium berciri mirip dengan tanaman defisit kalsium. Bunga menjadi mudah rontok dan gugur. Surplus K

mengganggu penyerapan Cad an Mg. Pertumbuhan tanaman menjadi terhambat dan tanaman mengalami defisiensi.

Defisiensi magnesium mengakibatkan sejumlah komponen tidak dapat terbawa energy yang siap digunakan tidak memadai. Yang terangkut hanyalah komponen yang relatif layaknya nitrogen. Akibatnya, sel-sel dengan ukuran besar namun encer akan terbentuk. Jaringan menjadi lemah serta jarak antar ruas menjadi jauh. Tanda-tanda sebagaimana disebutkan persis seperti tanda-tanda etiolasi atau kekurangan cahaya pada tanaman. Pada tanaman tampak bercak-bercak kuning di permukaan daun tua.



Gambar 9. Morfologi daun akibat defisiensi magnesium

Sumber: www.hidroponic.com

8. Perlakuan Pertanian

Perlakuan pertanian, misalnya: kerusakan mekanik oleh alat-alat pertanian, dan kerusakan kimia oleh pestisida (fitotoksisitas), akibat konsentrasi yang terlalu tinggi.

2.4 Pengendalian Penyakit Tumbuhan yang Ditujukan Terhadap Lingkungan

Tindakan pengendalian yang ditujukan pada tempat tumbuh atau dimana terjadi interaksi antara inang dan patogen. Dalam tindakan ini juga termasuk memodifikasi komponen ekosistem atau komunitas tanaman di area tempat budidaya atau tempat dilakukannya kegiatan produksi. Beberapa tindakan yang memodifikasi atau memanipulasi lingkungan tempat tumbuh meliputi: (i)

membuat tanaman campuran, yaitu dengan mengatur komposisi, jarak tanaman, dan pemilihan jenis campuran sehingga dapat dihasilkan tanaman yang tahan terhadap penyakit. (ii) mengatur jarak tanam dari tegakan sedmikian rupa sehingga menghasilkan keadaan yang merugikan terhadap kehidupan patogen. (iii) melakukan penjarangan atau pemotongan tanaman yang sakit atau terancam sakit agar dapat menghasilkan kondisi tanaman yang tidak disenangi patogen misalnya mengurangi kelembaban di bawah tajuk, sehingga dapat menghambat infeksi patogen. (iv) mengatur naungan terutama pada naungan persemaian agar intensitas sinar matahari masuk dan kelembaban udara dapat diatur hingga patogen tidak menyukainya. (v) pergiliran tanaman dilakukan dengan mengadakan pergiliran jenis tanaman sehingga patogen yang ada pada suatu waktu tertentu akan hilang inangnya hingga patogen pun ikut mati, tertekan, atau tereliminasi.

BAB III

KESIMPULAN

1. Faktor-faktor lingkungan yang menyebabkan penyakit tumbuhan antara lain: suhu, kelembaban, angin, tanah, cahaya/sinar, unsur hara, defisiensi hara mineral dan perlakuan pertanian.
2. Macam-macam penyakit yang diakibatkan oleh faktor lingkungan antara lain: penyakit hawar daun kentang karena pengaruh suhu, penyakit akar gada tanaman kubis karena pengaruh pH tanah, penyakit embun tepung karena pengaruh kelembaban (curah hujan), penyakit yang terjadi akibat defisiensi unsur hara.
3. Untuk mengendalikan penyakitnya dapat ditujukan terhadap lingkungannya antara lain: membuat tanaman campuran, mengatur jarak tanam, memangkas tanaman yang sakit, membuat naungan, dan pergiliran tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yuningsih, D. (2017). Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Perubahan Struktur Anatomi Daun. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta. Indonesia (B)* (pp. 103-110).
- Florina, D., Manohara, D., & Wahyuno, D. (2014). Pengaruh Kemasaman, Suhu, dan Cahaya terhadap *Golovinomyces sordidus* Penyebab Penyakit Embun Tepung pada *Plantago major*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 10(5), 170-170.
- Herlina, N., & Prasetyorini, A. (2020). Pengaruh perubahan iklim pada musim tanam dan produktivitas jagung (*Zea mays L.*) di Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 118-128.
- Nursanti, N., & Adriadi, A. A. (2021). KOMPONEN FAKTOR ABIOTIK LINGKUNGAN TEMPAT TUMBUH PUSPA (*Schima wallichii* DC. Korth) DI KAWASAN HUTAN ADAT BULIAN KABUPATEN MUSIRAWAS: Components Of Environmental Abiotik Faktors Where Grow Puspa (*Schima wallichii* Dc. Korth) In Bulian Traditional Forest Area Musirawas District. *Jurnal Silva Tropika*, 5(2), 438-445.
- Purwanto, D. S., Nirwanto, H., & Wiyatiningsih, S. (2017). Model epidemi penyakit tanaman: hubungan faktor lingkungan terhadap laju infeksi dan pola sebaran penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) pada tanaman jagung di Kabupaten Jombang. *Berkala Ilmiah Agroteknologi-PLUMULA*, 5(2).
- Rahmiyah, M., Wildaniyah, U., Arsi, A., Septiarini, D., Yulistin, E., Karenina, T., ... & Melani, D. (2021). *Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman*. Yayasan Kita Menulis.
- Sembel, D. T. (2015). *Toksikologi lingkungan*. Penerbit Andi.
- Sutarman, S. (2017). *DASAR-DASAR ILMU PENYAKIT TANAMAN*.
- Tjahjono, B. (2012). *Ilmu Penyakit Tumbuhan*.
- Wahyudin, D., Indarwati, I., Arsi, A., Astuti, T., Budiarti, L., Ramdan, E. P., ... & Malik, A. F. (2021). *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman*. Yayasan Kita Menulis.
- Wirantika, R. (2018). *Studi perubahan curah hujan dan hubungannya dengan produktivitas tanaman lada (*Piper nigrum L.*) di Kabupaten Lampung Timur* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).