

Studi Organisme Pengganggu Tanaman pada Bit Merah (*Beta vulgaris* L.) yang Dibudidayakan Dalam Greenhouse Dataran Rendah

Mahindra Dewi Nur Aisyah¹, Enik Akhiriana¹, Mahmudah Hamawi^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Darussalam Gontor

Jl. Raya Siman Kabupaten Ponorogo 63471 Jawa Timur

*mahmudahhamawi@unidagontor.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i3.20058>

Abstrak

Tanaman bit (*Beta vulgaris* L) merupakan tanaman potensial penghasil gula (*sugar beet*) dan pewarna (*beetroot*). Oleh karena itu, terdapat peluang yang besar untuk dibudidayakan di Indonesia karena iklimnya yang sesuai. Tanaman bit akan bisa dua kali panen dalam setahun dan memiliki rendemen yang lebih tinggi dibanding daerah yang beriklim subtropis. Namun, serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dianggap menjadi faktor pembatas produksi pada tanaman bit. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengamati OPT yang menyerang tanaman bit yang dibudidayakan di dalam *greenhouse*. Pengamatan dilakukan selama periode September 2022 sampai dengan Januari 2023 secara langsung dan mendokumentasikan gejala yang terjadi pada tanaman bit merah. Hasil pengamatan menunjukkan adanya gejala serangan hama dan penyakit yaitu *Spodoptera* sp., *Lyriomyza* sp., tungau, *Cercospora* sp., *Rhizoctonia* sp., dan *Erysiphe* sp.

Kata Kunci : bit, gula, hama, penyakit

Abstract

Beet (Beta vulgaris L) is a potential plant for producing sugar (sugar beet) and dye (beetroot). Therefore, there is a great opportunity to be cultivated in Indonesia because of the suitable climate. Beet plants can harvest twice a year and have a higher yield than in areas with subtropical climates. However, the presence of plant pests and disease organism attacks can be a limiting factor in beet production. This study aims to observe pests and diseases attack beet cultivated in greenhouses. The observation conducted for five months, from September 2022 to January 2023. The results showed that symptoms of pest and disease attacks beet are Spodoptera sp., Lyriomyza sp., tungau, Cercospora sp., Rhizoctonia sp., and Erysiphe sp.

Key words : beet, sugar, pest, disease

PENDAHULUAN

Bit (*Beta vulgaris* L.) menduduki peringkat kedua tanaman penghasil gula terpenting setelah tebu), menyumbang sekitar 40% dari total produksi gula global (Subrahmanyeswari & Gantait, 2022). Tanaman bit mempunyai posisi penting dalam rotasi tanaman di Mesir sebagai tanaman musim dingin yang bisa ditanam di tanah marjinal atau subur. Selain itu, bit gula dianggap sebagai salah satu tanaman terpenting, tidak hanya untuk produksi gula tetapi juga untuk pakan ternak dan bahan organik tanah. Tanaman bit juga dianggap sebagai tanaman sangat bermanfaat bagi para petani, yang mana umbinya diproses untuk

produksi gula, daun hijau dan pucuknya digunakan untuk pakan ternak (Hozayn *et al.*, 2014). Bit yang umum dikenal oleh masyarakat terdiri atas bit merah (*beetroot*) dan bit gula (*sugarbeet*).

Bit merah memiliki berbagai kandungan yang bermanfaat bagi manusia. Vitamin C yang dapat digunakan sebagai antioksidan pencegah penyakit kanker, berbagai pigmen seperti betasianin (warna merah keunguan) yang bermanfaat sebagai antioksidan dan berpotensi menstabilkan tekanan darah karena senyawa nitrat (NO_3^-) yang akan dipecah menjadi NO_2^- di dalam tubuh yang membentuk senyawa asam, berperan melindungi pembuluh darah dan jantung (Coles & Clifton, 2012). Kandungan β -karotin yang merupakan antioksidan eksogen penghalang molekul radikal bebas. Lebih lanjut, industri pangan juga memanfaatkan ekstrak buah bit merah sebagai alternatif pewarnaan pada produk sosis (Winanti *et al.*, 2013), pemanis alami pada berbagai produk makanan karena selulosa dalam bit dapat mengatasi gangguan kolesterol (Fajri *et al.*, 2018).

Article History:

Received: May, 16th 2023; **Accepted:** September, 30th 2023

Cite this as :

Aisyah, M.D.N., Akhiriana, E., Hamawi, M. 2023. Studi Organisme Pengganggu Tanaman pada Bit Merah (*Beta vulgaris* L) yang Dibudidayakan dalam GreenHouse Dataran Rendah. *Rekayasa*. Vol 16(3). 337-344.

Di Indonesia, penanaman bit merah mulai dikembangkan pada tahun 2010 karena dianggap dapat menjadi sumber bahan baku gula selain tebu. Penanaman bit di daerah tropis memiliki keunggulan yaitu umur panen yang pendek 5-6 bulan dengan rendemen mencapai 14-20% (setahun bisa 2 kali produksi), toleran terhadap cekaman hara, air maupun suhu, produksi tinggi mencapai 130 ton/ha (Ditjenbun, 2013; Islam *et al.*, 2012). Bit merah umum dibudidayakan di dataran tinggi dengan ketinggian 500 m dpl seperti Cipanas, Lembang (Jawa Barat) dan Batu (Jawa Timur). Namun, karena keterbatasan luas lahan saat ini, budidaya bit merah mulai banyak dikembangkan di dataran rendah (Khan *et al.*, 2008). Pengembangan bit merah di dataran rendah diharapkan dapat memenuhi permintaan pasar.

Selain teknik budidaya, budidaya bit membutuhkan perlindungan, dari berbagai OPT seperti bakteri *Pseudomonas*, virus *Beet Necrotic Yellow Vein Virus* (BNYVV), jamur patogen: *Ramularia beticola* Fautrey dan Lambotte, *Erysiphe betae* (Vanva), *Uromyces betae* (Bellyck), *Cercospora beticola* Sacc., *Verticillium spp* dan *Phoma betae* Frank. (Wolf & Verreet, 2002; Dewar & Qi, 2021; Hanse *et al.*, 2011; Gummert *et al.*, 2015). Selain itu bit juga dapat diserang oleh hama yang hidup di tanah, termasuk nematoda parasit, nematoda sista *Heterodera betae* Wouts, Rumperhorst dan Sturha dan *H. schachtii* Schmidt, nematoda vektor virus *Trichodorus*, *Paratrichodorus spp.* dan *Ditylenchus dipsaci* Filipje, (Hanse *et al.*, 2011; Cooke, 1993; Dobosz & Kornobis, 2008; Storelli *et al.*, 2021).

Lebih lanjut, serangga yang menjadi hama di bit gula dapat digolongkan pemakan daun dan tunas, hama pengisap dan pemakan akar. Beberapa dari hama tersebut adalah *Hulstia undulatella* Clemens, *Loxostege similalis L.*, *Spoladea recurvalis* FabEuxoa auxiliaries Grote, Agrotis *ipilon* Hufnagel, *Spodoptera litura* dan *S. exigua* Hub., *Melonoplus differentialis* Thomos, *Pegomya hyoscyami* Panzer, *Spilosoma obliqu*, *Tatanops myopaeformis*, *Limonius californicus* Mannerheim, *Lachnosterna spp.*, *Phyllophaga spp.*, *Pemphigus populivenae*, *P. betae* Fitch, *Peridroma saucia* (Hübner), *Xestia cnigrum* (L.), *Crymodes devastator* (Brace), *Feltia ducens* (Walker), *Scrobipalpa ocellatella* Boyd, dan *Pseudaletia unipunctata* (Haworth) (Hanse *et al.*, 2011; Halina & Soroka, 2008; Jakubowska *et al.*, 2020; Bažok *et al.*, 2018; Santeshwari *et al.*, 2020) dan tungau laba-laba *T. urticae* Koch (Bocianowski *et al.*, 2022). Penelitian terkait OPT yang menyerang

tanaman bit merah masih terbatas dibandingkan bit gula, bahkan di Indonesia belum ada yang melaporkan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengamati OPT yang menyerang tanaman bit merah pada budidaya *greenhouse* di dataran rendah.

METODE PENELITIAN

Pengamatan serangan hama dan penyakit pada tanaman bit yang dibudidayakan di polybag dilakukan pada bulan September 2022 sampai dengan Januari 2023 di *greenhouse* Agroteknologi Universitas Darussalam Gontor yang berada di Desa Sambirejo, Mantingan, Ngawi, Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati OPT yang menyerang tanaman bit merah dimulai dari persemaian sampai dengan panen. Serangga yang didapatkan diawetkan menggunakan alkohol 80% selanjutnya diidentifikasi sampai tingkat famili dan genus. Identifikasi OPT berdasarkan karakter morfologi (serangga) dan gejala yang muncul pada tanaman bit merah (serangga dan patogen) dengan dibantu berbagai sumber, seperti buku *The Pests of Crops In Indonesia* (Kalshoven, 1981) dan deskripsi dari berbagai jurnal.

HASIL PEMBAHASAN

Armyworms

Ulat yang umum menyerang tanaman bit adalah *Beet armyworm (Spodoptera exigua)*. (Alimohamadian *et al.*, 2022). Pada pengamatan yang dilakukan juga didapatkan *Spodoptera sp.* yang menyerang tanaman bit di *greenhouse* (Gambar 1). *Spodoptera sp.* merupakan serangga polifag yang tidak hanya menyerang tanaman bit, namun sayuran, hortikultura dan banyak tanaman lain yang dibudidayakan (Taylor dan Riley 2008). Meskipun memiliki kisaran inang yang sangat luas, serangga ini memiliki preferensi dan kesesuaian makanan (Capinera, 2023). Serangan dari ulat ini umumnya terjadi pada ujung titik tumbuh, namun bisa sampai ke tulang daun jika sumber makanannya terbatas. Ulat yang ditemukan di tanaman bit sampai menghabiskan daun dan menyisakan batang daun, bahkan ulat mampu menyerang umbi (Gambar 1). Gejala yang ditunjukkan sesuai dengan (Talee *et al.*, 2017) yang menyebutkan bahwa serangan mencapai 40-60%, bahkan hanya menyisakan tulang daun saja. Pada bit gula, larva yang memakan daun secara intensif dapat menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan dan mampu memakan umbi bit yang ada

di dekat tanah sehingga membuka jalan masuknya patogen dan mengurangi persentase sukrosa pada umbi yang dipanen (Talee *et al.*, 2017).



Gambar 1. Gejala serangan *Sugar beet-Armyworm*

Lyriomyza sp.

Lyriomyza sp. adalah salah satu pengorok daun yang menyerang tanaman bit. Di India, kerusakan yang disebabkan oleh *Liriomyza* mencapai 52,2%, paling tinggi dibanding dengan OPT lain. Serangga ini memiliki kisaran inang yang luas, khususnya tanaman hortikultura. *L. huidobrensis* merupakan salah satu dari tiga genus *Agromizidae* yang menyebabkan kerusakan paling tinggi dan kisaran inang yang luas, sekitar 32% spesies tanaman pangan, 18% tanaman bunga, dan 50% sisanya pada tanaman yang tidak dibudidayakan (Weintrau *et al.*, 2017). Di provinsi Yunan, tanaman inang yang paling disukai pengorok daun adalah *Beta vulgaris* L., *V. faba*, *L. sativa* dan *A. graveolens* (He *et al.*, 2001). Faktor yang menyebabkan peningkatan serangan diantaranya adalah kondisi iklim yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan serangga, kegagalan proses karantina, kekurangan studi tentang bioekologi, dan ketidaksesuaian penggunaan pestisida (Prakash *et al.*, 2021). Meskipun memiliki kisaran inang yang beragam, akan tetapi faktor dari dalam tanaman juga memengaruhi, seperti kandungan gula dalam daun kentang (Junping *et al.*, 2006) dan jumlah trikoma pada daun terong (Han *et al.*, 2005)..

Gejala yang terlihat pada tanaman bit merah yaitu terbentuknya bekas korokan yang tidak beraturan pada daun (Gambar 2). Namun, setiap spesies *Liriomyza* memiliki korokan yang lebih spesifik lagi, maka perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut untuk mengetahui spesies yang menyerang tanaman bit merah. *L. bryonae* membentuk korokan yang lebih besar dan korokannya teratur, *L. chinensis* membentuk korokan yang lebih besar dan dimulai dari ujung daun lalu masuk ke bagian tengah dekat tangkai daun, selanjutnya *L. huidobrensis* membentuk korokan yang lebih besar

dan alur korokannya lebih panjang, sedangkan *L. sativae* memiliki korokan yang lebih kecil dari *L. bryonae* dan menyeluruh pada bagian daun. *L. brassicae* membentuk korokan yang dimulai dari ujung daun dan lama kelamaan akan menyebar ke seluruh bagian daun (Hikmawati *et al.*, 2013).



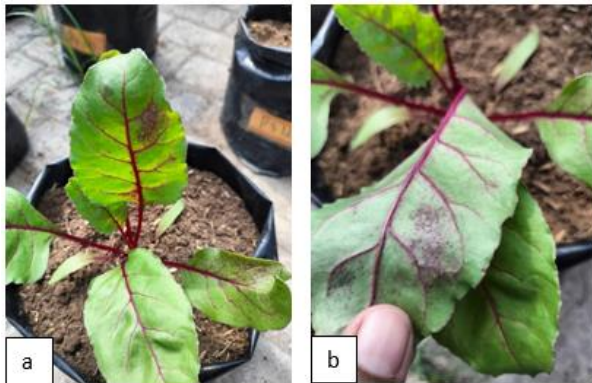
Gambar 2. Gejala serangan *Lyriomyza* spp. Sumber: dokumentasi pribadi (kiri), Weintraub *et al.* 2017)

Beet-Spider mite

Spider mite yang dilaporkan menyerang tanaman bit adalah *two-spotted spider mite T. urticae* Koch (Legrand *et al.* 2000). *T. urticae* adalah tungau laba-laba yang bersifat polifag, memiliki inang yang banyak termasuk tanaman bit. Kondisi suhu tinggi di musim panas antara 25–30 °C dan curah hujan rendah 0–200 mm di Polandia menguntungkan untuk perkembangan tungau, sehingga mengakibatkan efek negative pada perkebunan bit (Jakubowska *et al.*, 2020). Karena kondisi yang sesuai, tungau ini bisa mencapai enam generasi selama musim tanam, Selain itu, kondisi suhu yang menguntungkan pada akhir musim semi dan musim panas, hanya diperlukan delapan hari untuk berkembangnya tungau secara lengkap (Jakubowska *et al.*, 2020).

Gejala kerusakan tanaman bit oleh *T. urticae* muncul paling awal di pinggir lahan kemudian berkembang dan menyebabkan daun menguning secara perlahan. Gejala aktivitas makan tungau yaitu bitnik-bintik yang terlihat di bagian sisi atas atau bawah daun, seperti yang terlihat pada Gambar 3. Gejala yang disebabkan oleh tungau laba-laba sering dikacaukan dengan gejala yang disebabkan oleh kekeringan, virus, atau gejala nonspesifik yang dipicu oleh infestasi nematoda (Bocianowski *et al.*, 2022). Gejala yang secara langsung menunjukkan keberadaan tungau laba-laba ini adalah jaring halus yang menutupi bagian bawah daun, tempat ditemukannya imago atau telur. Perkembangan populasi *T. urticae* selama

vegetasi bit menyebabkan deformasi daun, tanaman layu dan bahkan mati pucuk. Mencari makan intensif *T. urticae* menyebabkan penurunan hasil (20-50%) dan kandungan gula di akar mungkin lebih rendah hingga 2% (Hozayn *et al.*, 2014).



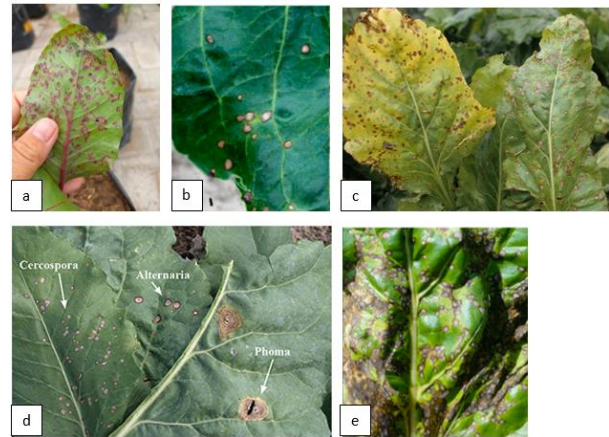
Gambar 1 Gejala serangan *Sugar beet-Spider mite*

Cercospora Leaf Spot

Cercospora leaf spot (CLS) adalah penyakit daun bit gula yang paling serius dan merusak di Dataran Tinggi tengah Nebraska barat, Colorado timur laut, dan Wyoming tenggara. Penyakit ini disebabkan oleh jamur udara *Cercospora beticola* yang menyebabkan kerusakan bit gula di dunia (Rangel *et al.*, 2020). Kerugian akibat penyakit ini bisa mendekati 40 persen, meliputi tonase akar dan persentase gula di akar (Harvenson, 2013). Perkembangan penyakit sangat tergantung pada kerentanan kultivar yang ditanam, inokulum yang memadai, dan kondisi lingkungan, yang ditandai dengan periode kelembapan tinggi atau periode kebasahan daun lebih dari 11 jam (kelembapan relatif di atas 90%) dan suhu hangat (>60°F atau >15°C). Potensi inokulum awal tergantung pada kelangsungan hidup spora jamur dan struktur bantalan spora (psuedostromata) bahan tanaman yang terinfeksi *C. beticola* melalui alat atau mesin (Knight *et al.*, 2018, 2019), benih yang terinfeksi, konidia yang terbawa angin, atau stromata dari tanaman inang lainnya (Knight *et al.*, 2020; Khan *et al.*, 2008; Tenford *et al.*, 2018; Skaracis *et al.*, 2010).

Bercak daun individu awalnya terjadi pada daun yang lebih tua dan kemudian berkembang pada daun yang lebih muda. Lesi pada daun berdiameter sekitar seperdelapan inci dengan bagian tengah berwarna abu dan batas luar berwarna ungu hingga coklat, dan (Gambar 4a, 4b). Bercak daun *Cercospora* dibedakan dari penyakit daun lainnya (*Alternaria*, *Phoma* dan bercak daun bakteri) dengan ukuran dan bentuknya yang lebih kecil (Gambar 4d). Saat penyakit berkembang, daun yang

terinfeksi berat awalnya menguning (Gambar 4c). Bintik individu dapat menyatu dan membentuk area jaringan mati yang lebih luas (Gambar d), menyebabkan daun yang terinfeksi parah menjadi layu dan mati (Gambar 7). Tanaman yang menunjukkan gejala parah nampak terbakar atau hangus. Gejala yang ditunjukkan diperkuat oleh pernyataan (Rossi *et al.*, 2000) yang menyebutkan bahwa patogen berkembang pada daun primer kemudian nekrotik akan menyebar pada daun sehingga aktivitas fotosintesis berkurang. Akibat kerusakan yang ada di daun, pertumbuhan akan berfokus pada vegetative dan mengorbankan cadangan gula yang ada di umbi, sehingga tanaman bit akan berpotensi kehilangan berat umbi dan kandungan sukrosa (Rossi *et al.*, 2000; Skaracis *et al.*, 2010)



Gambar 2 Gejala serangan *Cercospora leaf spot*; (a) bit merah; (b) dan (c) *sugar beet*.

Sumber a: dokumentasi pribadi; b dan c: Harvenson, 2013)

Busuk mahkota dan akar (*Rhizoctonia Crown and Root rot*)

Busuk mahkota dan akar *Rhizoctonia*, merupakan penyakit umum pada bit merah, disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani*. *R. solani* termasuk patogen tular tanah yang bersifat kosmopolitan, menyebabkan kerugian secara ekonomi pada berbagai tanaman yang dibudidayakan di dunia (Junping *et al.*, 2006). Jamur ini tersebar luas, memiliki banyak inang tanaman, dan bertahan hidup pada sisa-sisa tanaman di tanah sebagai struktur istirahat kecil yang disebut sclerotia. Penyakit ini paling umum selama musim semi dan musim panas saat kondisi hangat (77° hingga 92°F, 25° hingga 33°C) dan tanah lembab. Jamur tumbuh di tanah, menginfeksi akar dan tajuk tanaman. *Rhizoctonia* terjadi paling parah pada

tanah berdrainase (Kaffka *et al.* 2023). Busuk mahkota dan akar *Rhizoctonia* dapat mengurangi daya tarik produk untuk penjualan dalam bentuk segar. Kematian bibit (*damping off*) akibat patoge, secara signifikan mengurangi populasi tanaman di lapangan yang menyebabkan kehilangan hasil yang cukup besar (Rangel *et al.*, 2020) (Sharma *et al.* 2021).



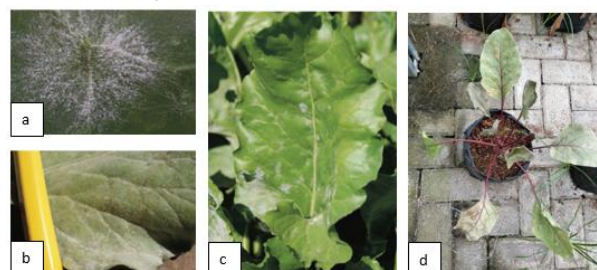
Gambar 3. Gejala serangan *Rhizoctonia Crown and Root Rot*

Busuk mahkota dimulai di pangkal tangkai daun yang lebih tua dapat melalui infeksi langsung tangkai daun yang bersentuhan dengan tanah atau pergerakan patogen ke atas dari akar yang terinfeksi. Area yang terinfeksi pada tangkai daun menjadi nekrotik dan menyebabkan daun kerdil dan layu. Gejala daun lebih terlihat pada siang hari dalam kondisi kelembaban rendah (Sharma *et al.* 2021). Gejala pada bit dewasa juga dapat secara signifikan mengurangi hasil dan membuat umbi tidak bisa diproses. Busuk akar *Rhizoctonia* juga dapat mengurangi umur simpan tanaman dengan menyebabkan pembusukan pascapanen (Sharma *et al.*, 2023). Pra dan pasca kemunculan patogen pada bit merah dapat menyebabkan kematian (*Damping off*). *Damping off* bisa dimulai dengan gejala lesi cekung berwarna coklat tua hingga hitam pada batang. Area lesi dapat meluas dan mengembang seperti kawat, kemudian rapuh, dan putus (Gambar 5b, 5c). Selain itu, busuk mahkota dimulai di pangkal tangkai daun yang lebih tua baik melalui infeksi langsung tangkai daun yang bersentuhan dengan tanah atau pergerakan patogen ke atas dari akar yang terinfeksi. Area yang terinfeksi pada tangkai daun menjadi nekrotik dan menyebabkan daun kerdil dan layu (Gambar 5a, 5b) (Sharma *et al.*, 2023). Infeksi pada umbi dimulai dengan perubahan

warna permukaan menjadi coklat kemudian berkembang menjadi luka aktif hingga berwarna hitam (Gambar 5d) yang meluas ke dalam dan luar akar (Gambar 5f). Gejala dan busuk dengan miselia jamur berwarna abu-abu juga dapat diamati (Gambar 5a, 5c). Umbi yang terkena juga dapat dikolonisasi oleh bakteri dan jamur sekunder.

Powdery Mildew.

Erysiphe betae, penyebab *powdery mildew* (embun tepung pada bit gula), merupakan penyakit jamur daun yang serius yang mengakibatkan hilangnya hasil gula hingga 30%, termasuk bit merah (Francis, 2002). Penyakit ini umum yang menyerang tanaman bit di Eropa, Inggris dan Amerika Serikat bagian barat. Kehilangan hasil mencapai 35%. Saat ini embun tepung dapat ditemukan di semua wilayah yang menanam bit. Pathogen ini mampu beradaptasi dengan baik dengan kondisi lingkungan di daerah semi-kering dan iklim hangat dan kering dengan suhu yang berfluktuasi (Neher & Gallian, 2023). Embun tepung disebabkan oleh cendawan *Erysiphe betae* (sinonim = *Erysiphe polygoni*), yang merupakan parasit obligat, membutuhkan inang hidup untuk berkembang dan bereproduksi. Cendawan hanya menyerang *Genus Beta*, seperti *sugar beet*, *fodder beet*, *chard Swiss*, dan spesies *Beta* liar (Neher & Gallian, 2023).



Gambar 6. Gejala serangan *Powdery Mildew*

Gejala pertama penyakit ini adalah miselium putih kecil, tersebar, melingkar, pada daun yang lebih tua, umumnya bagian bawah daun (Gambar 6). Saat penyakit berkembang, semua daun menjadi terinfeksi, dan tanaman tampak putih berdebu. Penyakit ini dapat menyebar dengan cepat ketika kondisi kondusif untuk pertumbuhan patogen dan dapat menutupi seluruh daun dalam waktu singkat (Gambar 6). Daun yang terinfeksi parah dapat menguning dan kemudian berubah menjadi coklat keunguan. Kemudian pada musim tanam, ketika penyakit menjadi lebih parah dan kondisi lingkungan mendukung, struktur reproduksi

seksual berwarna coklat tua hingga hitam (chasmothecia = cleistothecia dalam literatur yang lebih tua) dapat muncul, sebagian besar pada permukaan atas daun yang lebih tua (Francis, 2002).

KESIMPULAN

Terdapat 6 Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang ditemukan pada budidaya tanaman bit merah di *greenhouse*, yang terdiri atas *Spodoptera* sp., *Lyriomyza* sp., tungau, *Cercospora* sp., *Rhizoctonia* sp., dan *Erysiphe* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimohamadian, M., Aramideh, S., Mirfakhaie, S., & Frozan, M. (2022). Silica nanoparticle: A potential of non-invasive and as a natural insecticide application for beet armyworm, *Spodoptera exigua* Hubner (Lep.: Noctuidae) control. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 24 (2), 248–257.
- Bažok, R., Drmić, Z., Čačija, M., Mrganić, M., Gašparić, H. V., Lemić, D., & Perven, F. (2018). Moths of economic importance in the maize and sugar beet production. In *Moths. Pests of Potato, Maize and Sugar Beet*. IntechOpen.
- Bocianowski, J., Jakubowska, M., Zawada, D., & Dobosz, R. (2022). The effect of acaricide control of the Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch on the cultivation of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) and on the size and quality of the yield. *Applied Sciences*, 12, 1–18. <https://doi.org/10.3390/app122312139>
- Chao, W., & Zhuang, W.-Y. (2019). Evaluating effective *Trichoderma* isolates for biocontrol of *Rhizoctonia solani* causing root rot of *Vigna unguiculata*. *Journal of Integrative Agriculture*, 18 (9), 2072–2079.
- Coles, L. T., & Clifton, P. M. (2012). Effect of beetroot juice on lowering blood pressure in free-living, disease-free adults: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutrition Journal*, 11(6). <https://doi.org/10.1186/1475-2891-11-106>
- Cooke, D. (1993). Nematode parasites of sugarbeet. In K. Evans, T. DL, & J. Webster (Eds.), *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*; CABI.
- Dewar, A. M., & Qi, A. (2021). The virus yellows epidemic in sugar beet in the UK in 2020 and the adverse effect of the EU ban on Neonicotinoids on sugar beet production. *Outlooks on Pest Management*. https://doi.org/10.1564/v32_apr_02
- Ditjenbun, D. (2013). *Kerjasama Rencana Pengembangan Tropical Sugar Beet*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Dobosz, R., & Kornobis, S. (2008). Population dynamics of sugar beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*) on spring and winter oilseed rape crops. *Journal of Plant Protection Research*, 48 (2), 237–245. <https://doi.org/10.2478/v10045-008-0027-4>
- Fajri, N., Hidayat, F., & Juliani, J. (2018). Pengaruh penambahan pasta umbi bit merah (*Beta vulgaris* L.) dan lama fermentasi terhadap organoleptik donat. *Agriovet*, 1(1), 96–108.
- Francis, S. (2002). Sugar-beet powdery mildew (*Erysiphe betae*). *Molecular Plant Pathology*, 3 (3), 119–124. <https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2002.00103.x>
- Gummert, A., Ladewig, E., Bürcky, K., & Märlander, B. (2015). Variety resistance to *Cercospora* leaf spot and fungicide application as tools of integrated pest management in sugar beet cultivation – A German case study. *Crop Protection*, 72, 182–194. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.024>
- Halina, H., & Soroka, S. (2008). Phytosanitary situation in sugar beet crops in Belarus. *Zemdirbyste-Agriculture*, 95 (3), 65–73.
- Han, J., Pang, B., Pang, Z., Gao, S., & Chui, W. (2005). Host plant selectivity on different strains of egg plants in *Liriomyza huidobrensis*. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University*, 26 (3), 29–32.
- Hanse, B., Schneider, J., Termorshuizen, A., & Varrelmann, M. (2011). Pests and diseases contribute to sugar beet yield difference between top and averagely managed farms. *Crop Protection*, 30 (6), 671–678. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.02.018>
- He, C., Wu, W., Wang, S., & Wang, L. (2001). Host plants and feeding preferences of *Liriomyza huidobrensis*. *Acta Entomology Sinica*, 44, 384–388.
- Hikmawati, H., Hasrianty, H., & Shahabuddin, S. (2013). Kajian jenis pengorok daun *Liriomyza* sp.

- (Diptera: Agromizidae) pada berbagai tanaman inang di Lembah Palu. *Agrotekbis*, 1 (3), 204–210.
- Hozayn, M., Korayem, A., El-Saady, A., Darwish, D., AA, A.-E. M., & EM, A.-E. L. (2014). Sugar beet productivity as influenced by sources and over doses of nitrogen fertilizers grown in clay soil. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 3 (4), 1189–1195.
- Islam, M., Ahmad, S., Uddin, M., & MA, S. (2012). Evaluation of tropical sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) genotypes under Bangladesh condition. *Bangladesh Journal of Agriculture Research*, 37 (4), 721–728.
- Jakubowska, M., Bocianowski, J., Nowosad, K., & Kowalska, J. (2020). Decision support system to improve the effectiveness of chemical control against cutworms in sugar beet. *Sugar Technology*, 22, 911–922. <https://doi.org/10.1007/s12355-020-00808-z>
- Junping, G., Pang, B., Liu, H., & Meng, R. (2006). Relationship between host selectivity of *Liriomyza huidobrensis* on tomatoes and leaf trichomes and nutriments. *Plant Protection*, 32(2), 25–28.
- Khan, J., Del Rio, L., Nelson, R., Rivera-Varas, R., Secor, G., & MFR, K. (2008). Survival, Dispersal, and primary infection site for *Cercospora beticola* in sugar beet. *Plant Disease*, 92(5), 741–745. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-5-0741>
- Knight, N. L., Koenick, L. B., Sharma, S., & Pethybridge, S. J. (2020). Detection of *Cercospora beticola* and *Phoma betae* on table beet seed using quantitative PCR. *Phytopatology*, 110. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-11-19-0412-R>
- Neher, O. T., & Gallian, J. J. (2023, July 13). *Powdery mildew on sugar beet*. <https://www.kpu.ca/sites/default/files/Powdery%20Mildew%20on%20Sugar%20Beet%20Importance%2C%20Identification%20and%20Control.pdf>
- Prakash, P. N., Suganthi, A., Bhuvanewari, K., & Kumar, M. S. (2021). Insect pests, pesticide use, and usage pattern in Beetroot crop cultivated in Tamil Nadu. *Biological Forum-An International Journal*, 13 (4), 719–727.
- Rangel, L. I., Spanner, R. E., Ebert, M. K., Pethybridge, S. J., Stukenbrock, E. H., de Jonge, R., Secor, G. A., & Bolton, M. D. (2020). *Cercospora beticola*: The intoxicating lifestyle of the leaf spot pathogen of sugar beet. *Molecular Plant Pathology*, 21 (8), 1020–1041. <https://doi.org/10.1111/mpp.12962>
- Rossi, P., Meriggi, V., Biancardi, E., Asher, M., Holtschulte, B., Molard, M. R., Rosso, F., Steinrucken, G., & Beckers, R. (2000). Effect of *Cercospora* leaf spot on sugar beet growth, yield and quality. In *Advances in sugar beet research Vol. 2: Cercospora beticola Sacc. Biology, agronomic influence and control measures insugar beet*. International Institute for Beet Research.
- Santeshwari, S., Misra, V., Mall, A., & Kumar, D. (2020). Problems and integrated pest management strategy for *Spodoptera litura* in sugar beet in India. *Journal of Experimental Zoology*, 23 (2), 1887–1890.
- Sharma, P., Branch, E., Kikkert, J., & Pethybridge, S. J. (2023, Mei). Rhizoctonia Crown and root rot of table beet. *Cornell CALS*. <https://www.vegetables.cornell.edu/pest-management/disease-factsheets/rhizoctonia-crown-and-root-rot-of-table-beet/>.
- Skaracis, G. N., Pavli, O. I., & Biancardi, E. (2010). *Cercospora* Leaf Spot Disease of sugar beet. *Sugar Technology*, 12(3–4), 220–228. <https://doi.org/10.1007/s12355-010-0055-z>
- Storelli, A., Minder, A., Keiser, A., Kiewnick, S., Daub, M., Mahlein, A.-K., Schumann, M., & Beyer, W. (2021). Screening of sugar beet pre-breeding populations and breeding lines for resistance to *Ditylenchus dipsaci* penetration and reproduction. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128, 1303–1311. <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00483-6>
- Subrahmanyeswari, T., & Gantait, S. (2022). Advancements and perspectives of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 106 (22), 7417–7430. <https://doi.org/10.1007/s00253-022-12226-0>
- Suryarini, D. Y. (2019). *Pengaruh komposisi beberapa jenis media tanam pada pertumbuhan dan hasil tanaman bit merah (Beta vulgaris L.)*. Universitas Brawijaya.

- Talee, L., Fathipour, Y., Talebi, A., & Khajehali, J. (2017). Performance Evaluation of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae on 10 sugar beet genotypes using nutritional indices. *Journal of Agriculture Science and Technology*, *19*, 1103–1112.
- Tenford, S. L., Schaafsma, A. W., Trueman, C. L., & Burlakoti, R. R. (2018). Relationships among airborne *Cercospora beticola* conidia concentration, weather variables, and cercospora leaf spot severity in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Canadian Journal of Plant Pathology*, *40* (1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/07060661.2017.1410726>
- Weintraub, P. G., Scheffe, S. J., Visser, D., Valladares, G., Correa, A. S., Shepard, B. M., Rauf, A., Murphy, S. T., Mujica, N., MacVean, C., Kroschel, J., Kishinevsky, M., Joshi, R. C., Johansen, N. S., Hallett, R. H., Civelek, H. S., Chen, B., & Metzler, H. B. (2017). The Invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): Understanding its pest status and management globally. *Journal of Insect Science*, *17* (1), 1–27. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew121>
- Winanti, E., Andrianti, M., & Nurhartadi, N. (2013). Pengaruh Penambahan bit (*Beta vulgaris*) sebagai pewarna alami terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori sosis daging sapi. *Jurnal Teknosains Pangan*, *2* (4), 18–24.
- Wolf, P., & Verreet, A. (2002). An Integrated pest management system in Germany for the control of fungal leaf diseases in Sugar Beet: The IPM sugar beet model. *Plant Disease*, *86* (4), 336–344.