

Original Research Paper

Alga Parasit *Cephaleuros* di Lingkungan Kampus Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Parasitic Algae *Cephaleuros* on the Campus of the Faculty of Biology at the Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Muhammad Rizky¹, Airlangga Wibisono¹, Rifat Rizki Adi Nugroho¹, Della Putri Syalom¹, Japareng Lulang², Ludmilla Fitri Untari^{1*}

¹Departmen Biologi Tropika, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jalan Teknik Selatan Sekip Utara Yogyakarta 55281, Indonesia

²School of Industrial Technology, Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia

*Corresponding Author: ludmilla.untari@ugm.ac.id

Abstrak: Genus *Cephaleuros* merupakan anggota famili Trentepohliaceae, ordo Trentepohliales, dan divisi Chlorophyta adalah alga yang dapat bersifat parasit pada tanaman anggota Angiospermae. Eksistensi alga ini ditandai dengan nampaknya bercak pada permukaan epidermis daun dan umumnya tidak menimbulkan masalah yang serius, walau dalam beberapa kasus tertentu, infeksi alga ini dapat menyebabkan kerusakan pada daun, buah, dan batang tanaman terutama pada lingkungan yang lembab. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis alga *Cephaleuros* yang berada di lingkungan kampus Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pengambilan sampel dengan metode *random purposive sampling*, kemudian dilakukan identifikasi berdasarkan ciri makroskopis maupun mikroskopis. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdapat dua species *Cephaleuros* yaitu *C. virescens* dan *C. parasiticus* ditemukan menginfeksi beberapa tumbuhan yang terdapat di lingkungan kampus Fakultas Biologi UGM. Deskripsi setiap species disajikan dalam artikel ini.

Kata kunci: Algae; Parasit; *Cephaleuros*; Morfologi; Terrestrial;

Abstract: *Cephaleuros* belongs to the family Trentepohliaceae, order Trentepohliales, and division Chlorophyta, and acts as a parasite on higher plants. The presence of this alga is characterized by the appearance of spots on the surface of the leaf epidermis and generally does not cause serious problems. However, in certain cases, this algal infection can cause serious problems to the leaves, fruits and stems of plants, especially in humid environments. This research objective is to identify the species of *Cephaleuros* in the campus of the Faculty of Biology, Gadjah Mada University, Yogyakarta. In this research, sampling was conducted using a purposive random sampling method. The samples were then identified based on macroscopic and microscopic characteristics. Two species of *Cephaleuros*, i.e. *C. virescens* and *C. parasiticus*, were identified as infesting several plants on the Faculty of Biology UGM campus. Each species is described and illustrated in the following article.

Keywords: Algae; Parasitic; *Cephaleuros*; Morphology; Terrestrial;

Dikumpulkan: 30 Oktober 2023 Direvisi: 3 November 2023 Diterima: 13 Desember 2023 Dipublikasi: 28 Desember 2023

© 2023 Rizky, dkk. This article is open access

Pendahuluan

Cephaleuros merupakan salah satu genus anggota Alga Hijau (Chlorophyceae) yang biasanya dijumpai sebagai parasit pada tanaman tingkat tinggi. Keberadaan genus *Cephaleuros* ditandai dengan adanya bercak pada daun dan biasanya tidak menimbulkan masalah yang serius. Namun, dalam kasus tertentu, terutama di lingkungan yang lembab, infeksi *Cephaleuros* dapat menyebabkan kerusakan pada daun, buah, dan batang tanaman. Patogen ini tumbuh subur dalam kondisi yang ditandai dengan curah hujan yang tinggi dan suhu yang hangat. Faktor-faktor seperti nutrisi tanaman yang kurang, drainase tanah buruk, dan udara yang lembab dapat membuat tanaman rentan terhadap penyakit ini (Nelson, 2008). Infeksi *Cephaleuros* ini telah dilaporkan terjadi di berbagai negara, misalnya Thailand (Pitaloka *et al.*, 2015), India (Muthukumar, Uma, & Priyadharsini 2014), Brazil (Vasconcelos *et al.*, 2016), Korea (Han *et al.*, 2011), dan Jepang (Suto & Ohtani, 2019). Bahkan infeksi *Cephaleuros* telah dilaporkan menyerang perkebunan kelapa sawit di Indonesia (Susanto *et al.*, 2020).

Alga anggota genus *Cephaleuros* merupakan anggota dari family Trentepohliaceae, ordo Trentepohliales, dan kelas Chlorophyceae. Infeksi yang disebabkan oleh *Cephaleuros* spp. menimbulkan karat pada daun sering disebut sebagai 'karat merah' atau 'karat alga' atau 'karat daun' (Muthukumar *et al.*, 2014). Karat pada daun sendiri merupakan penyakit yang muncul pada daun tanaman karena terinfeksi suatu organisme patogen (Park *et al.*, 2015). Dalam kebanyakan kasus, karat daun yang ditimbulkan oleh *Cephaleuros* disalahartikan disebabkan oleh jamur, karena gejalanya menunjukkan filamen tegak dengan warna kuning ke merah dan rambut seperti tubuh buah yang muncul di daun permukaan daun, yang sesuai dengan karakteristik karat jamur (Sunpapao & Pitaloka, 2015). *Cephaleuros* tumbuh di jaringan daun *subcuticular*,

subepidermal, dan *intramesophyll*. Penelitian oleh Susanto *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Cephaleuros virescence* dapat terjadi dalam intensitas tinggi mampu menurunkan laju fotosintesis lebih dari 40%. Nekrosis terjadi pada jaringan yang terinfeksi *Cephaleuros* (Sunpapao & Pitaloka, 2015). Infeksi bercak daun dimulai sebagai titik kuning-hijau yang biasanya muncul di bagian atas daun, tetapi kadang-kadang di bagian bawah daun sebagai cakram yang tidak beraturan berwarna oranye hingga merah kecoklatan. Bercak tersebut jika sudah membesar akan terlihat seperti terangkat dan memiliki penampilan beludru (Baysal-Gurel *et al.*, 2020). Warna tersebut disebabkan karena *Cephaleuros* membentuk zat berwarna yang disebut *hematochrome*, yang terdiri dari karoten dan klorofil. *Hematochrome* akan mengakumulasi pigmen karotenoid dalam selnya. Jumlah karotenoid yang dihasilkan, tergantung pada kondisi lingkungan, alga akan menghasilkan karotenoid terbesar jika terpapar cahaya matahari tinggi dan ketersediaan nutrisi terbatas. Sebaliknya, jika di tempat teduh maka produksi karotenoid akan minimal sehingga terlihat hijau (Asmaliyah, Hadi, & Irianto, 2019; Brooks *et al.*, 2015). Penyakit karat daun dapat mempengaruhi laju fotosintesis tanaman karena terjadi nekrosis pada jaringan daun di sel epidermis dan palisade. Gangguan terhadap laju fotosintesis mengakibatkan kurangnya asupan asimilat yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu, tanaman juga akan kehilangan air, mineral, dan nutrisi (Purba, Subandar, & Usman, 2022; Chanthapatchot & Satjarak, 2019). Belum pernah dilakukan penelitian mengenai alga parasite di lingkungan kampus UGM, sehingga, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi alga parasit yang menginfeksi daun tanaman tumbuhan tingkat tinggi untuk mengetahui persebarannya di

sekitar wilayah Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan selama bulan Agustus hingga Oktober 2023 yang terdiri dari tahapan pengambilan dan identifikasi sampel.

Lokasi dan Waktu Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada 30 Agustus 2023 hingga 5 Oktober 2023 di wilayah kampus Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada (UGM), Daerah Istimewa Yogyakarta dengan titik koordinat 7°46'01"S 110°22'32"E (Gambar 1). Kegiatan sampling dilakukan pada musim kemarau dengan curah hujan rendah, intensitas sinar matahari maksimal, serta udara yang relatif panas dan kering.



Gambar 1. Penampakan titik-titik sampling melalui satelit di kampus Fakultas Biologi UGM, DIY (Google Earth). Keterangan: titik sampling ditandai dengan dot berwarna biru.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gunting, kamera, optiLab, *sliding microtome*, mikroskop stereo, dan mikroskop cahaya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel alga parasit yang didapatkan dari lingkungan kampus Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta yang tertera pada Gambar 1.

Metode Sampling

Teknik pengambilan sampel yang digunakan yakni *random purposive sampling*. Sampel diambil secara acak dengan mempertimbangkan wilayah di Fakultas Biologi UGM, mencakup wilayah sekitar di setiap gedung dan juga taman, serta halaman parkir sehingga dapat dicapai data yang representatif. Secara total terdapat 26 titik sampling dengan jumlah 27 sampel.

Masing-masing sampel diamati di bawah mikroskop stereo meliputi bentuk, ukuran, warna, bentuk pertumbuhan talus, dan lesi yang selanjutnya didokumentasikan. Bercak infeksi dipreparasi dengan pemotongan secara transversal dengan *sliding microtome*. Pengamatan dilakukan dengan mikroskop cahaya meliputi bentuk spora, sporangiofor, dan *head cell* lalu dilanjutkan dengan kegiatan dokumentasi.

Identifikasi Sampel

Sampel yang telah terdokumentasi, diidentifikasi hingga kategori species, melalui pengamatan morfologi dengan memperbandingkan spesimen penelitian dengan deskripsi dan foto dengan beberapa monograf yang telah ada, misalnya Suto & Ohtani (2009) dan Suto *et al.* (2014).

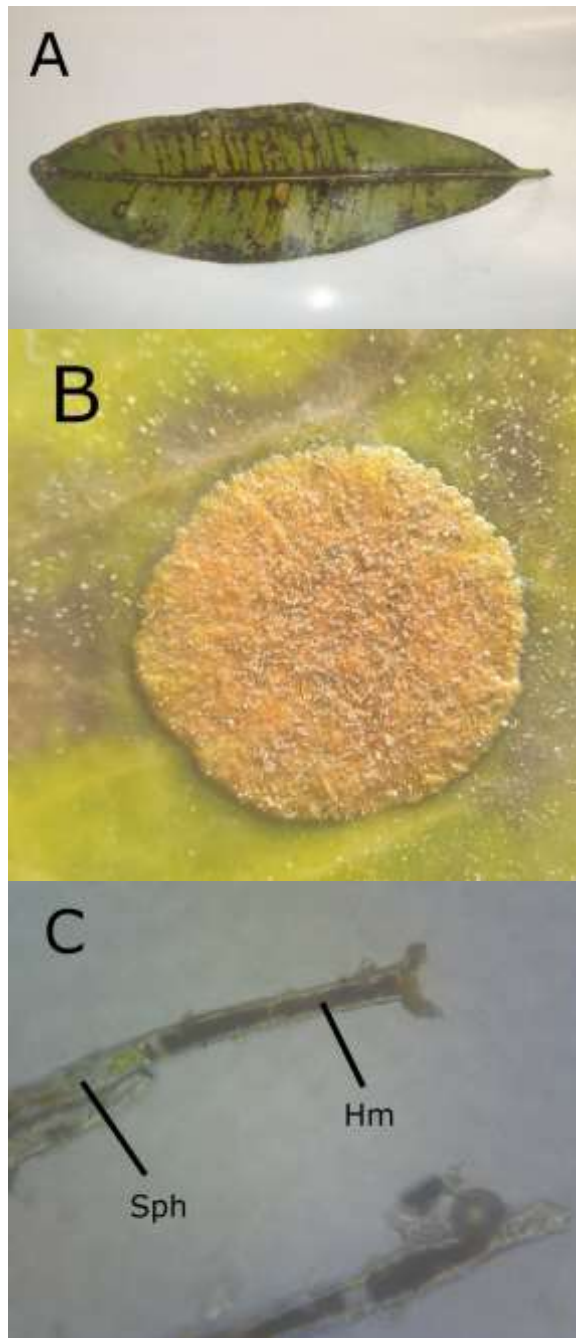
Hasil dan Pembahasan

Hasil

Identifikasi Sampel

Berdasarkan kegiatan sampling yang telah dilakukan, diketahui bahwa terdapat dua jenis spesies alga parasit di wilayah Fakultas Biologi UGM, yaitu *Cephaleuros virescens* Kunze ex. Fr. dan *Cephaleuros parasiticus* G. Karst.

1. *Cephaleuros virescens* Kunze ex. Fr.



Gambar 2. A. Daun *Dimocarpus* sp. yang terinfeksi *C. virescens*; B. talus yang ditemukan di atas permukaan daun; C. Penampakan talus *C. virescens* melalui mikroskop cahaya dengan pembesaran 10x40, terlihat *sporangiophore* (Sph) dan *hematochrome* (Hm).

Klasifikasi:

Kingdom : Plantae
Phylum : Chlorophyta
Class : Ulvophyceae
Order : Trentepohliales
Family : Trentepohliaceae
Genus : *Cephaleuros*
Species : *Cephaleuros virescens*
Kunze ex Fr.
(Guiry & Guiry, 2023)

Deskripsi:

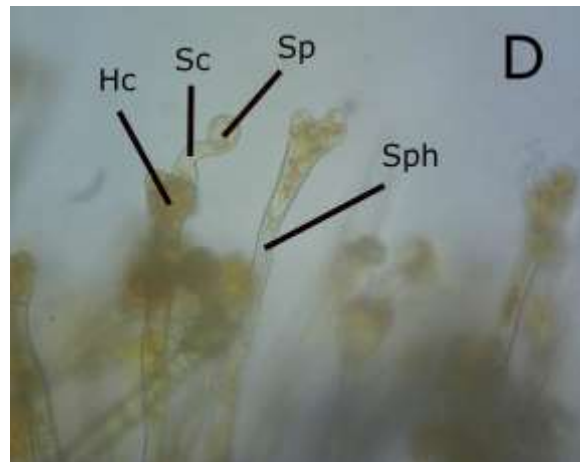
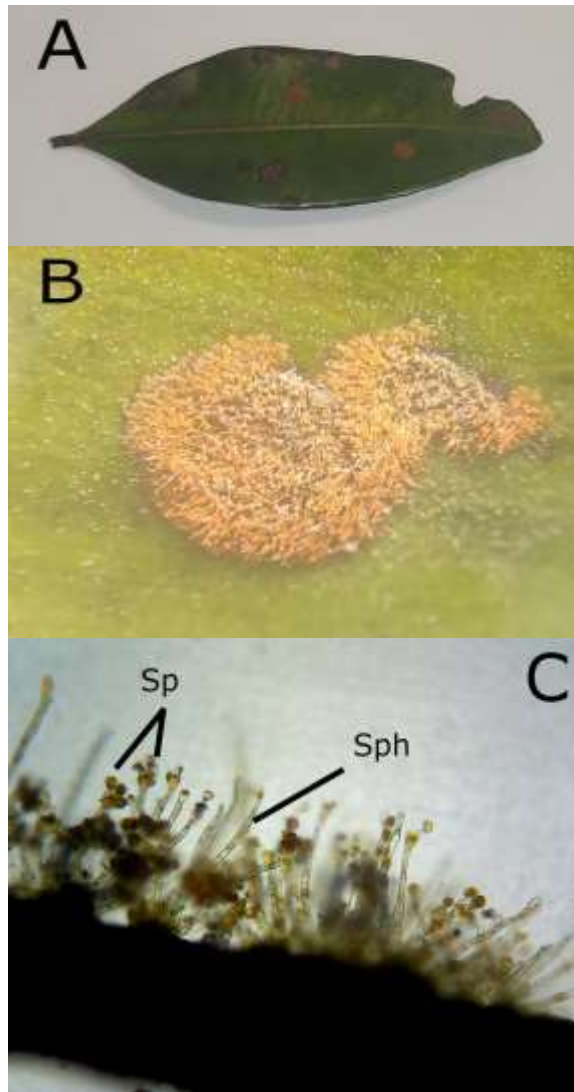
Talus merupakan bercak berwarna jingga pada permukaan atas daun, diameter infeksi 0,05 mm - 0,2 mm, talus berbentuk cakram, dengan margin entire atau crenate (Gambar 2.B); jaringan sel di bawahnya mengalami nekrosis yang ditunjukkan dengan warna kehitaman; *sporangiophore* terlihat jelas pada di permukaan atas daun, berwarna kuning sampai oranye, berbentuk silinder, *erect*, dan berkelompok; *hematochrome* terlihat jelas di bagian terminal (Gambar 2.C); sel kepala, *suffultory* sel, dan zoosporangia tidak terlihat pada sampel.

Keterangan:

C. virescens ditemukan pada daun tanaman *Ochna serrulata* (Hochst.) Walp., *Alstonia* sp., *Syzygium oleana* (Wight) Wall. ex Walp., *Anona muricata* L., *Ixora* sp., *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *Ficus lyrata* Warb., dan *Podocarpus* sp. Ciri makroskopis yang paling jelas untuk diidentifikasi yaitu talus berwarna oranye terang seperti yang terlihat pada sampel daun dari tanaman *Dimocarpus* sp. (Gambar 2.A), *O. serrulata*, dan *Podocarpus* sp. Sementara pada sampel yang lainnya, talus terlihat berwarna hijau. Distribusi *C. virescens* tersebar di Indonesia, Thailand, Cina, India, Taiwan, Amerika Serikat, Jepang, Amerika Utara, Afrika, Australia. Secara ekologis, *C. virescens* dilaporkan hidup secara epifit, infeksi oleh *C. virescens* dapat disebabkan oleh tingginya suhu dan kelembaban (Vasconcelos *et al.*

2015). *C. virescens* cenderung hidup pada lingkungan dengan kelembaban yang relative tinggi, jika terlalu rendah akan berdampak pada populasinya yang juga akan semakin rendah (van Eesvelde *et al.* 1993).

2. *Cephaleuros parasiticus* G. Karst.



Gambar 3. A. Daun *S. oleana* yang terinfeksi *C. parasiticus*; B. Penampakan talus *C. parasiticus* melalui mikroskop stereo; C. Penampakan talus *C. parasiticus* melalui mikroskop cahaya dengan pembesaran 10x10, terlihat *sporangiophore* (Sph) dan zoosporangia (Sp); D. Penampakan talus *C. parasiticus* melalui mikroskop cahaya dengan pembesaran 10x40, terlihat *sporangiophore* (Sph), sel kepala (Hc), *suffultory* sel (Sc), dan zoosporangia (Sp).

Klasifikasi:

Kingdom : Plantae
Phylum : Chlorophyta
Class : Ulvophyceae
Order : Trentepohliales
Family : Trentepohliaceae
Genus : *Cephaleuros*
Species : *Cephaleuros parasiticus*
G. Karst.

(Guiry & Guiry, 2023)

Deskripsi:

Talus membentuk bercak berwarna oranye pada di permukaan atas dan bawah daun (Gambar 3.A), jaringan sel daun yang terinfeksi mengalami nekrosis yang ditunjukkan dengan warna kehitaman; diameter infeksi 0,1mm - 0,2mm; talus serupa cakram terlihat seperti terangkat tanpa perubahan warna di sekitarnya (Gambar 3.B); struktur talus berbentuk irregular; *sporangiophore* berbentuk silinder, erect, dan berkelompok banyak, terdapat pada sisi atas dan bawah daun (Gambar 3.C); sel

kepala tumbuh di ujung *sporangiophore* dan terdapat 1-3 zoosporangia; zoosporangia berwarna kuning oranye, berbentuk bulat; terdapat *suffultory* sel menghubungkan zoosporangia ke sel kepala (Gambar 3.D).

Keterangan:

Di lingkungan kampus Fakultas Biologi UGM, *C. parasiticus* dijumpai telah menginfeksi tanaman *S. oleana* (Gambar 3.A). *C. parasiticus* dapat dibedakan dari *C. virescens* karena jumlah *sporangiophore* terlihat lebih banyak. Distribusi *C. parasiticus* telah dilaporkan terdapat di Azores, Amerika Utara, India, Gupta, Karnataka, Indonesia, China, Taiwan, New Zealand, dan Queensland. Secara ekologis, proses penyebaran infeksi *C. parasiticus* akan semakin parah ketika musim curah hujan tinggi secara kontinyu dan intensitas cahaya matahari yang tinggi (Ponmurugan, Saravanan, and Ramya, 2010).

Tabel 1. Hasil identifikasi *C. virescens* dan *C. parasiticus* beserta tanaman inangnya.

Spesies Alga Parasit	Tanaman Inang
<i>C. virescens</i>	<i>Alstonia</i> sp.
	<i>A. muricata</i>
	<i>Dimocarpus</i> sp.
	<i>Ficus</i> sp.
	<i>Ixora</i> sp.
	<i>M. zapota</i>
	<i>O. serrulata</i>
<i>C. parasiticus</i>	<i>Podocarpus</i> sp.
	<i>S. oleana</i>
	<i>S. oleana</i>

Hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis menunjukkan bahwa bercak daun yang ditemukan pada sembilan spesies tanaman di sekitar Fakultas Biologi UGM adalah alga parasit yang berasal dari genus *Cephaleuros*. Alga parasit yang ditemukan merupakan *C. virescens* dan *C. parasiticus*. Secara umum *Cephaleuros*

memiliki bagian tubuh berupa talus berwujud seperti filamen-filamen tipis. Talus *Cephaleuros* ditemukan di atas permukaan daun dan bagian tubuh dari talus terdiri atas *sporangiophore*, sel kepala, *suffultory* sel, dan zoosporangia.



Gambar 4. Grafik rerata curah hujan di Yogyakarta (BMKG, 2023).

Rerata curah hujan di wilayah Yogyakarta saat penelitian berlangsung tergolong sangat rendah, karena hanya terdapat total dua hari hujan dengan 0,2 mm dan 0,7 mm dalam 30 hari (Gambar 4). Sedangkan rerata suhu di Yogyakarta selama berlangsungnya penelitian berada pada rentang 25°C – 27°C dalam kurun waktu 30 hari (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik suhu rerata di Yogyakarta (BMKG, 2023).

Pembahasan
***Cephaleuros* spp.**

Karakteristik morfologi pada sampel yang didapatkan pada penelitian ini diperbandingkan dengan deskripsi oleh Suto *et al.* (2014) dan Sunpapao & Pitaloka,

(2015). Sampel *C. virescens* yang didapatkan memiliki ciri umum berbentuk sirkuler dengan margin *entire* atau *crenate*, pertumbuhan talus hanya pada sisi permukaan atas daun. Sebagian besar alga memiliki warna hijau, walaupun beberapa memiliki warna oranye. Hal ini bisa saja terjadi karena kondisi lingkungan dimana alga tumbuh berbeda. Sampel daun dari tanaman *Dimocarpus* sp., *O. serrulata*, dan *Podocarpus* sp. didapatkan di area yang terkena cahaya matahari langsung, sehingga membentuk zat berwarna yang disebut *hematochrome* sebagai bentuk adaptasi terhadap stress lingkungan. Sementara daun tanaman *Alstonia* sp., *S. oleana*, *A. muricata*, *Ixora* sp., *M. zapota*, dan *F. lyrata* didapatkan di area yang teduh atau daunnya terletak dibawah pohon dan tertutup naungan, sehingga *hematochrome* sedikit atau tidak ada. Hal ini sesuai dengan studi Asmaliyah *et al.* (2019) dan Brooks *et al.* (2015), bahwa jumlah bercak pada *C. virescens* juga lebih banyak daripada *C. parasiticus*, sehingga membuktikan bahwa naungan juga mempengaruhi pertumbuhan dan proses infeksi daun.

C. parasiticus memiliki ciri umum berbentuk irregular, pertumbuhan talus terdapat di sisi atas dan bawah daun. Ciri khas yang menjadi faktor umum dalam membedakan antara *C. virescens* dengan *C. parasiticus*. Selain itu, *sporangioaphore* pada *C. parasiticus* tumbuh di permukaan atas dan bawah daun, sementara *C. virescens* hanya tumbuh di bagian atas daun. Perbedaan ini sesuai dengan studi Suto *et al.* (2014).

Persebaran Alga Parasit *Cephaleuros* di Lingkungan Kampus

Penelitian terkait persebaran *Cephaleuros* di Fakultas Biologi UGM belum pernah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini diketahui bahwa alga parasit tersebut telah tersebar luas di lingkungan kampus (Gambar 1), meliputi Sisi Utara, Timur dan Selatan dari Masjid Al-Hayat, Sisi

Barat dan Selatan dari Gedung A Fakultas Biologi UGM, Sisi Barat Gedung B Fakultas Biologi UGM, Sisi Utara Kantin Biogeo, Sisi Barat, Timur, dan Selatan dari Gedung Auditorium Fakultas Biologi UGM, Sisi Barat Daya MSBC Fakultas Biologi UGM, Sisi Utara Gedung Biologi Dasar Fakultas Biologi UGM, dan Hutan Biologi.

Berdasarkan pada Tabel 1. diketahui bahwa *C. virescens* memiliki persebaran inang yang lebih luas dibandingkan dengan *C. parasiticus*. Satu alasan untuk hal ini bisa karena area infeksinya dan posisi struktur reproduktifnya. *C. virescens* menginfeksi pada tanaman yang berdaun lebih besar daripada tanaman yang terinfeksi *C. parasiticus*, sehingga talus pada *C. virescens* memiliki ruang lebih luas untuk tumbuh dan berkembang. Selain itu, talus dari *C. virescens* tumbuh pada lapisan kutikula daun dengan zoosporangia yang berkembang di atas permukaan daun inangnya, sehingga memberikan spora lebih banyak kemampuan untuk menyebar daripada *C. parasiticus* dimana zoosporangia lebih berkembang di bawah permukaan daun (Chanthapatchot & Satjarak, 2019). Karakteristik organ reproduksi tersebutlah yang memudahkan *C. virescens* untuk dapat menyebarkan sporanya ke lingkungan sekitar. Apabila dibandingkan dengan *C. parasiticus* yang memiliki pertumbuhan baik di atas maupun di bawah daun, zoosporangia pada jenis ini dapat tumbuh di bawah daun dan mengakibatkan nekrosis pada seluruh jaringan daun, termasuk jaringan epidermis, jaringan palisade, dan jaringan spons, *C. virescens* teramati hanya dapat mengakibatkan nekrosis pada jaringan epidermis dan palisade (Suto *et al.*, 2014).

Pengaruh lingkungan terhadap distribusi *Cephaleuros* di Fakultas Biologi UGM, seperti musim, cuaca, dan intensitas cahaya juga mengakibatkan beragamnya inang yang ditumbuhi oleh *Cephaleuros*. Pertumbuhan *Cephaleuros* sangat dipengaruhi oleh perbedaan iklim karena

algal spot termasuk dalam patogen monosiklik yaitu pada satu individu terdapat satu siklus infeksi dan reproduksi selama satu musim (Browne *et al.*, 2019, Hemphill *et al.*, 2023). Penelitian ini dilakukan di bulan Agustus hingga September dengan kondisi lingkungan kering, intensitas curah hujan rendah, serta kelembaban yang juga rendah. Hasil tersebut didukung dengan data dari BMKG (2023) teramati bahwa intensitas curah hujan di Yogyakarta yang sangat rendah (Gambar 4) sehingga mengakibatkan suhu udara menjadi kering dan panas (Gambar 5) selama penelitian ini dilakukan. Lingkungan yang terlalu kering akan mengurangi jumlah individu *Cephaleuros* yang ditemukan karena ketidakmampuannya untuk beradaptasi pada cuaca yang kering. Hal tersebut mengakibatkan hanya $\frac{1}{3}$ dari total sampel yang mampu teridentifikasi hingga ke takson spesies.

Kesimpulan

Terdapat sepuluh sampel yang teridentifikasi sebagai alga anggota genus *Cephaleuros* dari lingkungan kampus Fakultas Biologi UGM. Spesies alga yang mendominasi di wilayah ini adalah *C. virescens* dengan jumlah sembilan dari sepuluh jenis tanaman berada di titik lokasi yang teridentifikasi sebagai inang alga parasit *Cephaleuros*.

Ucapan terima kasih

Kami mengucapkan terimakasih kepada Kepala dan Staf Laboratorium Sistematika Tumbuhan dan Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan, Fakultas Biologi UGM yang telah memberikan fasilitas selama penelitian.

Referensi

Asmaliyah, Hadi, E. E., and Irianto, R. S. B. (2019). Pests and diseases on forest plant in burned peatlands in South Sumatra. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 308 : 1-10.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/308/1/012071>

Baysal-Gurel, F., Bika, R., Jennings, C., Palmer, C., and Simmons, T. (2020). Comparative Performance of Chemical and Biological-based Products in Management of Algal Leaf Spot on Magnolia. *Horttechnology*, 30(6): 733-740.

<http://doi.org/10.21273/HORTTECH04692-20>

BMKG. (2023). Data Online Pusat Database – BMKG. https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim (Accessed on November 1, 2023).

Browne, F. B., Brannen, P. M., Scherm, H., Taylor, J. R., Shealey, J. S., Fall, L. A., & Beasley, E. D. (2019). Evaluation of disinfectants, algicides, and fungicides for control of Orange Cane blotch of blackberry in the field. *Crop Protection*, 122: 112–117.

<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.04.019>

Brooks, F., Rindi, F., Suto, Y., Ohtani, S., and Green, M. (2015). The Trentepohliales (Ulvophyceae, Chlorophyta): An Unusual Algal Order and its Novel Plant Pathogen, *Cephaleuros*. *Plant Disease*, 99(6): 740-753.

<https://doi.org/10.1094/pdis-0115-0029-fe>

Chanthapatchot, W., and Satjarak, A. (2019). Distribution, Diversity, and Specificity of a Parasitic Algal Genus *Cephaleuros* in Thailand. *Sains Malaysiana*, 48(8): 1609–1618.

<http://doi.org/10.17576/jsm-2019-480806>

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2023). *Algae Base*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; (Access on October 24, 2023)

Han, K. S., Park, M. J., Park, J. H., and Shin, H. D. (2011). First report of algal leaf spot associated with *Cephaleuros virescens* on greenhouse-grown *Ficus benghalensis* in

- Korea. *Australasian Plant Dis. Notes*, 6: 72–73.
<https://doi.org/10.1007/s13314-011-0024-8>
- Hemphill, W. H., Brannen, P. M., Richardson, E. A., & Oliver, J. E. (2023). Distinctive features of the orange cane blotch disease cycle on commercial blackberry (*Rubus fruticosus*). *Horticulturae*, 9(5): 565.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae9050565>
- Muthukumar, T., Uma, E., and Priyadharsini, P. (2014). Occurrence of foliicolous parasitic alga *Cephaleuros virescens* on cultivated ornamental plants in southern India. *Botanica Lithuanica*, 20(2): 87–98.
<https://doi.org/10.2478/botlit-2014-0012>
- Nelson, S. C. (2008). *Cephaleuros* Species, the Plant-Parasitic Green Algae. *Cooperative Extension Service*, 43:1-6.
- Park, R. F., Golegaonkar, P. G., Derevnina, L., Sandhu, K. S., Karaoglu, H., Elmansour, H. M., Dracatos, P. M., & Singh, D. (2015). Leaf rust of cultivated barley: Pathology and control. *Annual Review of Phytopathology*, 53(1), 565–589.
<https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080614-120324>
- Pitaloka, M. K., Petcharat, V., Arikrit, S., & Sunpapao, A. (2015). *Cephaleuros virescens*, the cause of an algal leaf spot on Para rubber in Thailand. *Australasian Plant Disease Notes*, 10(1), pp. 1–4.
<https://doi.org/10.1007/s13314-015-0158-1>
- Ponmurugan, P., Saravanan, D. and Ramya, M. (2010). Culture and biochemical analysis of a tea algal pathogen, *Cephaleuros parasiticus*. *Journal of Phycology*, 46(5), pp. 1017–1023.
<https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2010.00879.x>
- Purba, J. R. A., Subandar, I., dan Usman, A. R. (2022). Analisis Infeksi Karat Daun (*Cephaleuros Virescens*) Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Di Perkebunan Jaya Seujahtra Afdeling Iii Pt. Asn. *BIOFARM Jurnal Ilmiah Pertanian*, 18(2): 96-101.
<https://doi.org/10.31941/biofarm.v18i2.2299>
- Suto, Y., and Ohtani, S. (2019). Morphology and Taxonomy of Five *Cephaleuros* Species (Trentepohliaceae, Chlorophyta) from Japan, Including Three New Species. *Phycologia*, 48(44): 213-236.
<https://doi.org/10.2216/07-31.1>
- Suto, Y., Ganesan, E.K. and West, J.A. (2014). Comparative observations on *Cephaleuros parasiticus* and *C. virescens* (Trentepohliaceae, Chlorophyta) from India. *Algae*, 29(2), pp. 121–126. Available at:
<https://doi.org/10.4490/algae.2014.29.2.121>
- Sunpapao, A. and Pitaloka, M. K. (2015). Short Communication: A new record of plant parasitic green algae, *Cephaleuros diffusus* (Trentepohliaceae, Chlorophyta), on *Acacia auriculiformis* hosts in Thailand. *Biodiversitas*, 16(2): 116-120.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d160202>
- Susanto, A., Prasetyo, A. E., Priwiratama, H., dan Syarovi, M. (2020). Laju Fotosintesis pada Tanaman Kelapa Sawit Terinfeksi Karat daun *Cephaleuros virescens*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(1): 21-29.
<https://doi.org/10.14692/jfi.16.1.21-29>
- Van Eesvelde, S., Liau, S.S. and Damme, P.V. (1993). Epiphytic and parasitic algae (Trentepohliaceae) on oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). General description of species [*Cephaleuros virescens* and *Phycopeltis* sp.] and experimental work. *AGRIS*, 58(3a), pp: 1033–1050. ISBN: 0368-9697.
- Vasconcelos, C. V., Pereira F. T., Galvão, C. S., and Carvalho, D. D. C. (2016). Occurrence of algal leaf spot (*Cephaleuros virescens* Kunze) on avocado in Goiás State, Brazil. *Summa Phytopathol*, 42(1): 108.
<https://doi.org/10.1590/0100-5405/2109>