

POLA PRODUKSI DAN INDEKS LUAS DAUN PADA TANAMAN KARET YANG TERSERANG *Pestalotiopsis*

Production and Leaf Area Index Patterns in Rubber Plants Affected by Pestalotiopsis

Martini Aji dan Alchemi Putri Juliantika Kusdiana

Pusat Penelitian Karet, Jalan Raya Palembang - Pk. Balai km 29, Sembawa, Banyuasin, Sumatra Selatan 30953

Email: martiniaji.ma@gmail.com

Diterima 9 Agustus 2021 / Direvisi 15 September 2021 / Disetujui 23 Oktober 2021

Abstrak

Secara alami, tanaman karet menggugurkan daun sebagai respons kekeringan untuk mengantisipasi defisit air tanah pada proses transpirasi. Pengurangan jumlah daun pada tanaman karet tidak hanya terjadi akibat periode gugur daun saja, namun adanya kejadian penyakit daun seperti penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* juga dapat mengakibatkan tanaman melakukan gugur daun. Gugur daun dan pembentukan daun baru akan berpengaruh terhadap nilai indeks luas daun dan produksi lateks. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Karet Sembawa, Sumatra Selatan, pada klon PB 260 tahun tanam 2005 dan BPM 24 tahun tanam 2004 untuk mengetahui pola produksi dan nilai indeks luas daun yang terserang penyakit gugur daun *Pestalotiopsis*. Pengamatan yang dilakukan meliputi produksi lateks selama satu tahun, serta pengukuran indeks luas daun dan keparahan penyakit setiap bulan selama satu tahun. Hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai indeks luas daun tidak berpengaruh secara langsung terhadap penurunan produksi lateks, namun pada saat tanaman melakukan pembentukan daun baru (nilai LAI meningkat), produksi lateks mengalami penurunan yang signifikan. Selain itu, peningkatan keparahan penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* memiliki hubungan yang cukup kuat dengan penurunan indeks luas daun tanaman. Pada saat keparahan penyakit tinggi

dan terjadi gugur daun, indeks luas daun menurun hingga mencapai 0,5.

Kata kunci: BPM 24, gugur daun, keparahan penyakit, PB 260

Abstract

Naturally, rubber plants lose their leaves due to drought to anticipate groundwater deficits in the transpiration process. The reduction in the number of leaves on rubber plants does not only occur due to the leaf fall period, but leaf diseases such as Pestalotiopsis leaf fall disease can also cause plants to fall leaves. Defoliation and refoliation will affect the leaf area index and latex production. The research was carried out at the Experimental Garden of the Indonesian Rubber Research Institute, South Sumatra, on PB 260 clones planted in 2005 and BPM 24 planted in 2004 to determine production patterns and leaf area index values affected by Pestalotiopsis leaf fall disease. The observations were made for one year of latex production and the measurement of leaf area index and disease severity every month for one year. The results showed that the decrease in the leaf area index did not directly affect the decrease in latex production. However, the latex production decreased significantly when the plant's refoliation (the LAI value increased). In addition, an increase in the severity of the Pestalotiopsis leaf fall disease has a relatively strong relationship with a decrease in the leaf area index of the plant. At times of high disease severity and leaf fall, the leaf area index decreased to 0.5.

Keywords: BPM 24, disease severity, leaf fall, PB 260

Pendahuluan

Hevea brasiliensis Muell. Arg. merupakan sumber utama karet alam di dunia. Lateks yang dihasilkan menjadi sumber untuk banyak *input* industri. Salah satu karakter terpenting dalam pemilihan klon karet adalah hasil lateks, namun potensi hasil lateks ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketebalan kulit, ketahanan terhadap angin dan penyakit, manajemen budidaya tanaman, sistem penyadapan, stimulasi kimia, kerapatan tanaman, nutrisi tanaman (Pereira *et al.*, 2018), serta pengaruh iklim dan unsur hara tanah. Setiap jenis klon memiliki karakter fisiologis yang berbeda, sehingga respons tanaman terhadap sistem sadap dan potensi produksinya pun akan berbeda.

Secara alami, tanaman karet menggugurkan daun untuk mengantisipasi defisit air dalam tanah pada proses transpirasi (Ardika *et al.*, 2011). Periode gugur daun tersebut bervariasi tergantung genetik tanaman, kerapatan tanaman, dan kondisi lingkungan (Hincapié *et al.*, 2020). Menurut Guyot *et al.* (2008), periode gugur daun pada tanaman karet berlangsung kurang lebih selama 1 bulan yang dapat terjadi secara bertahap atau serentak. Tanaman karet menggugurkan daun sebagai respons kekeringan pada saat musim kemarau. Pada daerah tropis, tanaman karet menghasilkan lateks sepanjang tahun dengan penurunan yang nyata pada periode gugur daun dan pembentukan daun baru karena fotosintesis terbatas (Righi *et al.*, 2001) sehingga dapat menurunkan produksi lateks (Simbo *et al.*, 2013). Berkurangnya jumlah kanopi tanaman akibat gugur daun juga akan berpengaruh pada nilai indeks luas daun.

Indeks luas daun (*leaf area index*, LAI) merupakan parameter penting dalam ekologi tumbuhan. LAI tajuk tanaman didefinisikan sebagai luas daun per satuan luas tanah. LAI

dapat menjadi indikator kesehatan atau perkembangan tajuk karena dapat memengaruhi bagaimana cahaya bergerak melalui kanopi tanaman (Fang & Liang, 2014). Peran daun yang sangat penting untuk proses fotosintesis tanaman dan menghasilkan sebagian besar biomassa, sehingga jumlah daun serta nilai LAI juga akan memengaruhi hasil tanaman (Kinal, 2020).

Pengurangan jumlah daun pada tanaman karet tidak hanya terjadi akibat periode gugur daun alami, namun kejadian penyakit daun dapat mengakibatkan tanaman mengalami gugur daun. Gugur daun akibat penyakit pada tanaman karet berpengaruh terhadap penurunan produksi lateks. Beberapa laporan menunjukkan bahwa penyakit gugur daun karet dapat menurunkan produksi lateks hingga 45% pada penyakit gugur daun *Oidium* yang disebabkan cendawan *Oidium heveae* B.A. Steinm. (Liyana *et al.*, 2016), 7% sampai 45% pada penyakit gugur daun *Colletotrichum* yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc., 40% pada penyakit gugur daun *Corynespora* yang disebabkan oleh cendawan *Corynespora cassiicola* (Berk & Curt) Wei. (Pawirosoemardjo, 2004), 38% sampai 56% pada penyakit gugur daun *Phytophthora* yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* E. J. Butler (Krishnan *et al.*, 2019), dan mencapai 47,7% pada penyakit hawar daun Amerika Selatan yang disebabkan cendawan *Microcyclus ulei* (Henn.) Arx. (Furtado *et al.*, 2020).

Selain kelima penyakit tersebut, terdapat penyakit daun baru di sentra perkebunan karet Indonesia dan menyebar ke wilayah Asia Tenggara yaitu penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* yang disebabkan oleh cendawan *Pestalotiopsis microspora* (Speg.) G. C. Zhao & N. Li. (Kusdiana *et al.*, 2020). Kusdiana *et al.* (2021) melaporkan bahwa patogen menyerang hampir pada semua klon karet dengan tingkat keparahan yang bervariasi. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan terdapat klon yang relatif tahan dan moderat terhadap serangan patogen *P. microspora* diantaranya klon RRIC

100, IRR 39, dan PB 260, sedangkan klon yang rentan yaitu BPM 24 dan GT 1. Febbiyanti & Fairuza (2019) melaporkan bahwa adanya kejadian penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* di wilayah Sumatra menurunkan produksi lateks hingga 45%.

Periode gugur daun alami di wilayah Sumatra Selatan terjadi mulai bulan Juli. Namun adanya kejadian penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* ini menyebabkan gugur daun mulai terjadi lebih awal dari biasanya. Hal tersebut menyebabkan kanopi tanaman karet mulai berkurang sebelum waktunya. Kanopi yang berkurang tersebut akan berpengaruh terhadap nilai LAI juga produksi karet yang dihasilkan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola produksi dan nilai indeks luas daun pada klon karet PB 260 dan BPM 24 yang terserang cendawan *Pestalotiopsis* sp.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan dari bulan Januari sampai Desember 2020 di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Karet, Sumatra Selatan. Penelitian dilaksanakan pada tanaman karet menghasilkan klon PB 260 tahun tanam 2005 dengan luasan 31,8 ha dan BPM 24 tahun tanam 2004 dengan luasan 21,3 ha.

Pengamatan data produksi lateks

Pengamatan data produksi lateks dilakukan pada blok tanaman karet klon PB 260 dan BPM 24 yang dilakukan pengamatan keparahan penyakit dan indeks luas daun. Data yang diambil berupa data produksi setiap bulan selama 1 tahun pengamatan. Data produksi dari setiap klon digunakan dalam analisis untuk melihat keterkaitan dengan indeks luas daun.

Pengamatan indeks luas daun

Pengamatan indeks luas daun dilakukan setiap bulan selama 1 tahun dengan waktu

yang sama saat pengamatan keparahan penyakit. Pada setiap blok diambil dua lokasi sampel pengamatan yang tidak berubah pada setiap bulannya. Pengamatan LAI menggunakan aplikasi VitiCanopy yang dikembangkan oleh University of Adelaide dan University of Melbourne (De Bei *et al.*, 2016). Aplikasi tersebut diinstal pada perangkat Ipad 6. Data LAI dari setiap klon digunakan dalam analisis untuk melihat keterkaitan dengan produksi dan keparahan penyakit gugur daun.

Pengamatan keparahan penyakit

Pengamatan keparahan penyakit dilakukan pada areal/luasan/hamparan yang terkena penyakit dari hasil pengamatan secara global. Pada setiap klon karet dilakukan pengamatan sebanyak 50 tanaman dengan luasan sekitar 1 hektar. Pengamatan dilakukan setiap bulan selama satu tahun. Penilaian keparahan penyakit dilakukan pada tajuk tanaman dengan mengamati persentase tajuk daun yang gugur secara visual dengan menilai kerimbunan tajuk. Adapun kriteria skala keparahan penyakit sebagai berikut:

0 = $0 < x \leq 3\%$ tajuk daun gugur

1 = $4\% < x \leq 20\%$ tajuk daun gugur

2 = $21\% < x \leq 50\%$ tajuk daun gugur

3 = $51\% < x \leq 100\%$ tajuk daun gugur

dari hasil penilaian tersebut ditentukan persentase keparahan penyakit menggunakan rumus Townsend dan Heuberger (1974 dalam Sinaga, 2006) sebagai berikut:

$$\text{Keparahan Penyakit} = \frac{\sum_{i=0}^3 n_i \cdot v_i}{N \cdot V} \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

n_i = jumlah tanaman dengan skor ke- i

v_i = nilai skor penyakit dari $i = 0, 1, 2,$ sampai i t- skor tertinggi

N = jumlah tanaman yang diamati

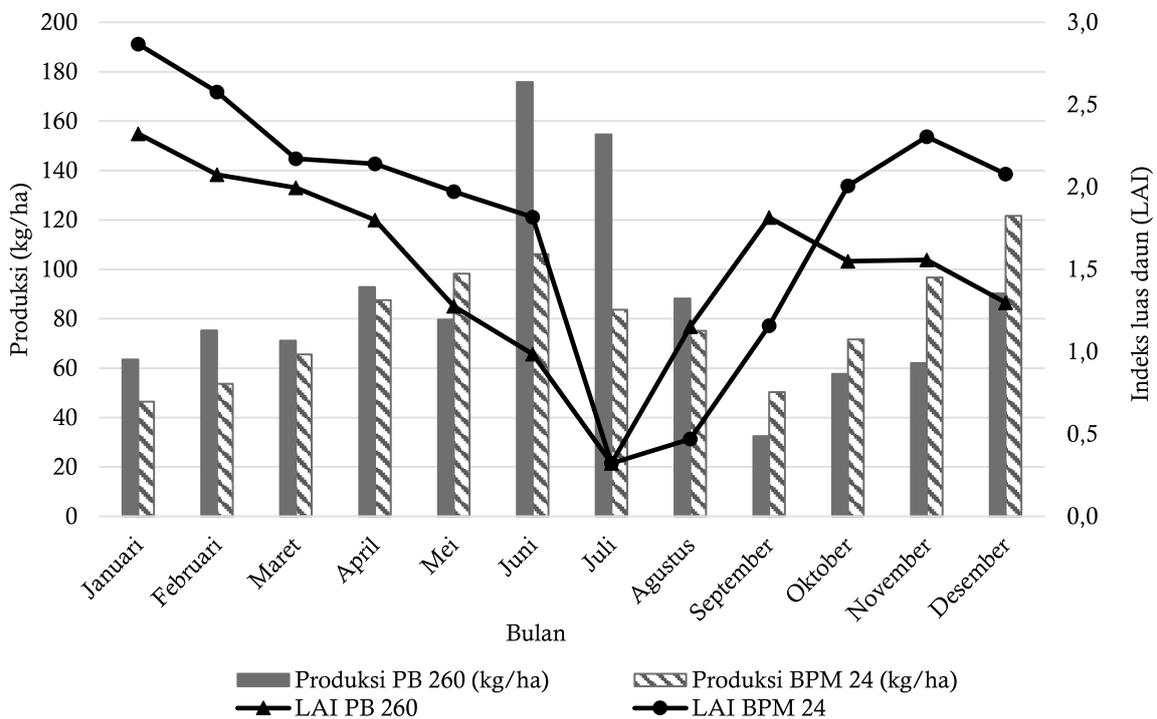
V = skor tertinggi

Hasil dan Pembahasan

Pola Produksi dan Indeks Luas Daun pada Tanaman Karet yang Terserang Penyakit Gugur Daun Pestalotiopsis

Puncak produksi klon PB 260 terjadi pada bulan Juni dan Juli, sedangkan pada klon BPM 24 terjadi pada bulan Juni dan Desember (Gambar 1). Produksi karet tertinggi biasanya terjadi saat menjelang periode gugur daun

utama yang terjadi pada bulan Juni sampai Juli. Namun, produksi terendah terjadi pada bulan September. Hal serupa juga disampaikan oleh Ardika *et al.* (2011) pada klon karet RRIC 100, PB 260, BPM 24, dan GT 1 produksi terendah terjadi pada bulan September, karena tanaman karet sedang membentuk daun baru sehingga cadangan hasil fotosintesis lebih banyak digunakan untuk proses pembentukan daun.



Gambar 1. Pola produksi dan indeks luas daun pada klon PB 260 dan BPM 24 yang terserang penyakit gugur daun Pestalotiopsis

Berdasarkan hasil penelitian Cahyo *et al.* (2017) pada tanaman karet klon PB 260 tahun tanam 2004 menunjukkan produksi lateks berkisar antara 1.200–1.900 kg/ha/tahun, namun hasil penelitian ini menunjukkan terjadinya penurunan produksi yang signifikan yaitu hanya sebesar 1.043 kg/ha/tahun. Hal ini dikarenakan adanya kejadian penyakit gugur daun Pestalotiopsis yang menyebabkan terjadinya gugur daun secara bertahap sejak

bulan April hingga meranggas total pada bulan Juli. Gugur daun menyebabkan jumlah kanopi tanaman karet berkurang yang berpengaruh pada penurunan produksi lateks. Kusdiana *et al.* (2021) melaporkan penurunan produksi akibat penyakit gugur daun Pestalotiopsis berkisar antara 28% sampai 46%.

Penurunan nilai LAI terjadi sejak awal tahun, turunnya nilai LAI disebabkan adanya pengurangan jumlah kanopi tanaman akibat

penyakit gugur daun. Regenerasi daun biasanya terjadi pada tanaman yang mengalami gugur daun secara bertahap, namun regenerasi ini tidak menaikkan nilai LAI pada setiap bulannya. Hal ini dapat disebabkan, jumlah daun yang mengalami regenerasi tidak banyak sehingga kenaikan jumlah kanopi dan nilai LAI tidak signifikan. Selain itu, daun muda yang baru tumbuh dapat diserang oleh patogen penyebab gugur daun seperti *Colletotrichum* spp., *Corynespora* sp., dan *Oidium* sp. sehingga daun yang baru tumbuh dapat mengalami gugur daun sebelum tumbuh menjadi fase dewasa.

Pengurangan jumlah kanopi tanaman yang terjadi sejak bulan April terlihat dari nilai LAI yang mencapai 0,3 pada bulan Juli. Hasil penelitian Hincapié *et al.* (2020) menunjukkan LAI pada saat tanaman karet mengalami gugur daun mencapai 0,52 pada klon IAN 710 dan 0,64 pada klon IAN 873. Secara umum, nilai LAI klon BPM 24 lebih tinggi dibandingkan klon PB 260, hal tersebut dikarenakan karakteristik klon PB 260 yang melakukan gugur daun secara bertahap sehingga pengurangan kanopi tajuk setiap bulannya lebih banyak dibandingkan klon BPM 24. Berbeda dengan klon BPM 24 yang melakukan gugur daun lebih serentak sehingga nilai LAI terlihat rendah hanya pada bulan Juli dan Agustus.

Pada klon PB 260, nilai LAI mencapai angka 1 pada bulan Juni sampai Agustus, sedangkan pada klon BPM 24 terjadi pada bulan Juli sampai September. Nilai 1 pada LAI menunjukkan bahwa jumlah daun yang dapat berfotosintesis hanya sekitar 50% (Ardika *et al.*, 2011). Pada kedua klon, produksi mulai mengalami penurunan yang cukup besar pada bulan Agustus dan September, di saat nilai LAI mulai mengalami peningkatan (Gambar 1). Hal ini dikarenakan cadangan makanan pada tanaman sebagian besar digunakan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan daun baru, sehingga alokasi untuk proses biosintesis lateks menjadi berkurang dan berdampak pada penurunan produksi (Ardika *et al.*, 2011). Righi *et al.* (2001) menyebutkan bahwa produksi karet berkorelasi tinggi dengan

indeks luas daun karena periode gugur daun yang lebih lama akan berkaitan dengan penurunan produksi lateks.

Pengaruh Penyakit Gugur Daun *Pestalotiopsis* terhadap Indeks Luas Daun

Periode gugur daun di wilayah Sumatra Selatan biasanya terjadi pada bulan Juni sampai Juli dan pada bulan Agustus mulai membentuk daun baru (Oktavia & Lasminingsih, 2010). Adanya kejadian penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* menyebabkan tanaman mulai mengalami gugur daun secara bertahap empat bulan sebelumnya. Hasil pengamatan kejadian penyakit menunjukkan bahwa pada bulan Januari gejala penyakit sudah ditemukan di lapangan dengan tingkat keparahan penyakit masih rendah dan tanaman belum menunjukkan terjadinya gugur daun. Tanaman mulai mengalami gugur daun sejak bulan April dan pada bulan Juli tanaman mengalami gugur daun total yang dilanjutkan dengan fase gugur daun alami selama satu bulan saat memasuki bulan kering. Menurut klasifikasi Oldeman, kriteria bulan kering apabila curah hujan lebih kecil dari 100 mm. Pada bulan Juli sampai September 2020 di wilayah Sumatra Selatan memasuki bulan kering dengan rata-rata curah hujan berjumlah 58,2 mm dan hari hujan 4 hari/bulan.

Klon PB 260 merupakan klon yang memiliki karakteristik gugur daun tidak serempak atau gugur daun secara bertahap. Pada kondisi normal, klon PB 260 dapat mulai melakukan gugur daun sejak bulan Mei (Ardika *et al.*, 2011), namun adanya kejadian penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* memperparah kejadian gugur daun di lapangan. Gejala penyakit mulai terlihat sejak bulan Januari dengan keparahan penyakit kurang dari 15%. Pengamatan bulan berikutnya menunjukkan peningkatan keparahan penyakit, hingga pada bulan April keparahan penyakit lebih dari 35% sehingga tanaman mulai terlihat mengalami gugur daun. Pada bulan Juni, nilai keparahan penyakit lebih dari 75% dan terlihat kanopi tanaman sudah banyak berkurang, hingga

pada bulan Juli tanaman mengalami perenggasan total dengan nilai keparahan penyakit lebih dari 80%. Pada bulan Agustus, tanaman karet klon PB 260 mulai melakukan pembentukan daun baru dan pada bulan

Oktober kondisi kanopi tanaman sudah tertutup kembali (Gambar 2). Namun, gejala penyakit kembali terlihat pada bulan September dengan persentase keparahan yang masih rendah.



Gambar 2. Foto udara tanaman karet klon PB 260 tahun 2020 pada bulan (a) Januari, (b) Februari, (c) Maret, (d) April, (e) Mei, (f) Juni, (g) Juli, (h) Agustus, (i) September, (j) Oktober, (k) November, dan (l) Desember

Klon BPM 24 memiliki karakteristik gugur daun yang berbeda dengan klon PB 260, gugur daun pada klon BPM 24 terjadi secara serentak (Ardika *et al.*, 2011). Hal ini terlihat pada foto udara, walaupun keparahan penyakit tinggi, namun kanopi berkurang banyak pada bulan Juli dan Agustus, dimana pada waktu tersebut sudah memasuki fase gugur daun alami tanaman karet di wilayah Sumatra Selatan. Pada klon BPM 24, gejala penyakit juga sudah mulai terlihat sejak bulan Januari dengan keparahan penyakit lebih dari 15%. Pengamatan bulan berikutnya menunjukkan peningkatan keparahan penyakit, hingga pada bulan April keparahan penyakit lebih dari 50% dan pada bulan Juni lebih dari 98%. Pembentukan daun baru pada bulan Agustus

masih bertahap dan terlihat mulai banyak pada bulan September (Gambar 3). Namun, gejala penyakit kembali terlihat pada bulan September dengan persentase keparahan yang masih rendah.

Kejadian penyakit yang berulang ini dapat disebabkan adanya faktor dari segitiga penyakit (patogen, inang, dan lingkungan) yang saling mendukung. Faktor pertama yaitu sumber inokulum patogen selalu tersedia pada sekitar lokasi tanaman karet, baik pada tanaman karet stadia pembibitan, entres, tanaman belum menghasilkan, maupun pada tanaman inang lain. Pada saat tanaman karet mulai membentuk daun baru, patogen dapat kembali menginfeksi tanaman karet. Kusdiana *et al.* (2021) melaporkan bahwa kejadian



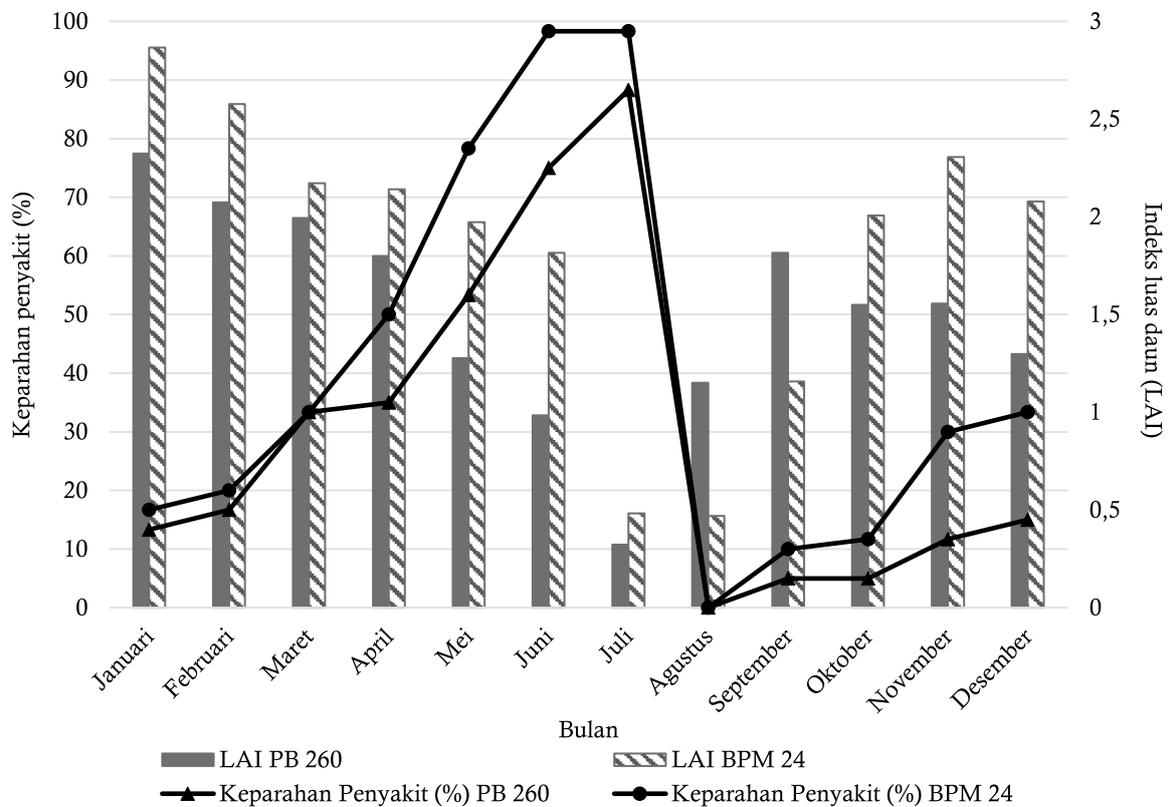
Gambar 3. Foto udara tanaman karet klon BPM 24 tahun 2020 pada bulan (a) Januari, (b) Februari, (c) Maret, (d) April, (e) Mei, (f) Juni, (g) Juli, (h) Agustus, (i) September, (j) Oktober, (k) November, dan (l) Desember

penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* juga didukung dengan kondisi lingkungan seperti kelembapan antara 87% sampai 89%, curah hujan antara 100 mm/hari - 300 mm/hari dengan hari hujan 15 hari/bulan, kecepatan angin antara 1,5 km/jam - 2,5 km/jam, dan lama penyinaran matahari yang rendah yaitu 3 jam/hari - 5 jam/hari. Defisiensi hara nitrogen, posfat, dan kalium juga berpengaruh terhadap peningkatan keparahan penyakit.

Selain itu, faktor inang yaitu ketahanan klon berpengaruh terhadap peningkatan keparahan penyakit di lapangan. Klon BPM 24 merupakan klon yang rentan terhadap penyakit gugur daun *Corynespora*, *Colletotrichum* (Kusdiana *et al.*, 2017), dan *Pestalotiopsis* (Kusdiana *et al.*, 2021). Oleh karena itu, rendahnya ketahanan klon BPM 24 terhadap penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* mendukung tingginya keparahan penyakit serta gejala penyakit yang terlihat kembali setelah tanaman melakukan pembentukan daun baru. Hasil penelitian Kusdiana *et al.*

(2017) menunjukkan bahwa klon PB 260 merupakan klon yang tahan terhadap penyakit gugur daun *Corynespora* dan *Colletotrichum*, serta moderat terhadap penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* (Kusdiana *et al.*, 2021). Namun klon PB 260 telah ditanam hampir di seluruh sentra perkebunan karet Indonesia, sehingga ketahanan klon tersebut dapat terpatahkan oleh patogen.

Hasil pengamatan menunjukkan terjadinya penurunan nilai LAI dari bulan Januari sampai Juli (Gambar 4). Pada bulan Januari kondisi tajuk tanaman pada setiap lokasi pengamatan masih bagus, namun pada pengamatan berikutnya kondisi tajuk mulai mengalami pengurangan daun. Hal tersebut disebabkan penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* yang terlihat dari peningkatan nilai keparahan penyakit. Pada klon PB 260 penurunan LAI terus terjadi setiap bulan dan penurunan signifikan terjadi pada bulan Mei sampai Juli, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh karakteristik klon PB 260 yang melakukan



Gambar 4. Pola indeks luas daun dan keparahan penyakit gugur daun Pestalotiopsis pada klon PB 260 dan BPM 24

gugur daun secara bertahap. Pada klon BPM 24 nilai LAI lebih tinggi dibandingkan PB 260, namun penurunan LAI signifikan terjadi pada bulan Juli, hal tersebut juga didukung oleh karakteristik klon BPM 24 yang melakukan gugur daun secara serentak.

Kesimpulan

Penurunan nilai indeks luas daun akibat penyakit gugur daun maupun gugur daun alami tidak berpengaruh secara langsung terhadap penurunan produksi lateks, namun pada saat tanaman mulai melakukan pembentukan daun baru dan nilai LAI mengalami peningkatan, produksi lateks mengalami penurunan yang signifikan. Hal tersebut dikarenakan cadangan makanan tanaman digunakan untuk proses pembentukan daun. Selain itu, secara umum nilai LAI berkorelasi cukup kuat dengan

keparahan penyakit gugur daun Pestalotiopsis. Pada saat keparahan penyakit tinggi dan terjadi gugur daun akibat serangan patogen, indeks luas daun mengalami penurunan.

Daftar Pustaka

- Ardika, R., Cahyo, A. N., & Wijaya, T. (2011). Dinamika gugur daun dan produksi berbagai klon karet kaitannya dengan kandungan air tanah Indonesian. *Jurnal Penelitian Karet*, 29(2), 102-109.
- Cahyo, A.N., Sahuri, Stevanus, C.T., Aji, M. (2017). Production of PB 260 rubber clone in relation with field water balance. In Jacob, K. et al. (Ed.), *Proceedings of International Rubber Conference 2017*. Indonesian Rubber Research Institute and International Rubber Research and Development Board.

- De Bei, R., Fuentes, S., Gilliam, M., Tyerman, S., Edwards, E., Bianchini, N., Smith, J., & Collins, C. (2016). VitiCanopy: a free computer app to estimate canopy vigor and porosity for grapevine. *Sensors*, *16*, 585. doi: 10.3390/s16040585
- Fang, H., & Liang, S. (2014). Leaf area index models. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier, Amsterdam.
- Febbiyanti, T. R., & Fairuza, Z. (2019). Identifikasi penyebab kejadian luar biasa penyakit gugur daun karet di Indonesia. *Jurnal Penelitian Karet*, *37*(2), 193-206. doi: 10.22302/ppk.jpk.v37i2.616.
- Furtado, E. L., Moraes, W. B., Junior, W. C. J., Anjos, B. B., & Silva, L. G. (2020). Epidemiology and management of South American leaf blight on rubber in Brazil. In: H. K. Baimey *et al.* (Ed.), *Horticultural Crops*. London, UK: IntechOpen Ltd.
- Guyot, J., Cilas, C., & Sache, I. (2008). Influence of host resistance and phenology on South American Leaf Blight of the rubber tree with special consideration of temporal dynamics. *European Journal Plant Pathology*, *120*(2). doi: 111-124 10.1007/s10658-007-9197-6
- Hincapié, J. J. G., Gaona, O. J. C., Restrepo, J. P. R., García, D. A. M., Arredondo, J. D. H., & Bustamante, E. G. M. (2020). Phenological patterns of defoliation and refoliation processes of rubber tree clones in the Colombian northwest. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, *73*(3). doi: 10.15446/rfnam.v73n3.80546
- Kinhal, V. (2020, Oktober 14). The importance of leaf area index (LAI) in environmental and crop research. CID Bio-Science. Diakses di www.cid-inc.com.
- Krishnan, A., Joseph, L., & Roy, C. B. (2019). An insight into *Hevea-Phytophthora* interaction: The story of *Hevea* defense and *Phytophthora* counter defense mediated through molecular signalling. *Current Plant Biology*, *17*, 33-41. doi: 0.1016/j.cpb.2018.11.009.
- Kusdiana, A. P. J., Syafaah, A., & Febbiyanti, T. R. (2017). Resistance of rubber clones recommended in Indonesia to *Corynespora* and *Colletotrichum* leaf fall diseases. In Jacob, K. et al. (Ed.), *Proceedings of International Rubber Conference 2017*. Indonesian Rubber Research Institute and International Rubber Research and Development Board.
- Kusdiana, A. P. J., Sinaga, M. S., & Tondok, E. T. (2020). Diagnosis penyebab penyakit baru gugur daun karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Jurnal Penelitian Karet*, *38*(2), 165 - 178 . doi : <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v35i2.374>
- Kusdiana, A. P. J., Sinaga, M. S., & Tondok, E. T. (2021). Pengaruh klon karet terhadap epidemi penyakit gugur daun *Pestalotiopsis*. *Warta Perkaratan*, *40*(1). doi:<https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v40i1.747>
- Liyanage, K. K., Khan, S., Mortimer, P. E., Hyde, K. D., Xu, J., Brooks, S., & Ming, Z. (2016). Powdery mildew disease of rubber tree. *Forest Pathology*, *46*(2), 90–103. doi: 10.1111/efp.12271.
- Oktavia, F., & Lasminingsih, M. (2010). Pengaruh kondisi daun tanaman karet terhadap keragaman hasil sadap beberapa klon seri IRR. *Jurnal Penelitian Karet*, *28*(2): 32-40.
- Pawirosoemardjo, S. (2004). Manajemen pengendalian penyakit penting dalam upaya mengamankan target produksi karet nasional tahun 2020. In: Situmorang, A. et al. (Ed.). *Prosiding Pertemuan Teknis*. Pusat Penelitian Karet.
- Pereira, J. P., Leal, A. C., & Ramos, A. L. M. (2018). Evaluation of rubber tree clones under different tapping systems in Northwestern Paraná State, Brazil. *Agriculture, Agribusiness and Biotechnology*, *61*. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2018160232>

- Righi, C. A., Bernardes, M. S., Castro, D.S., & Abbud, D. M. (2001) Fenologia e variação temporal do índice de área foliar de três cultivares de seringueira (*Hevea* spp.). *Agrotrópica*, 13(3), 125-132
- Simbo, D. J., Van Den Bilcke, N., & Samson, R. (2013). Contribution of corticular photosynthesis to bud development in African baobab (*Adansonia digitata* L.) and Castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 95, 1 - 5 . doi : 10.1016/j.envexpbot.2013.07.002
- Sinaga, M. S. (2006). *Dasar-dasar ilmu penyakit tumbuhan*. Jakarta, Indonesia: Penebar Swadaya