

PENGGUNAAN MINERAL KALIUM DAN SILIKON UNTUK MENEKAN SERANGAN PENYAKIT GUGUR DAUN PADA TANAMAN KARET (*Hevea brasiliensis* L.)

Ingrid Ovie Yosephine^{1*}, Guntoro¹, Radite Tistama², Priyo Adinugroho², Cici Dalimunthe²

¹ Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan (STIPAP) Medan

Jl. Willem Iskandar, Pancing Medan Estate, Sumatera Utara 2000, Indonesia

² Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet, PT. Riset Perkebunan Nusantara

Jl. Sei Putih Rispa, Kp. Klp. Satu, Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 2058, Indonesia

*Correspondence author: ingridsitompul@yahoo.com

Abstrak

Penyakit daun gugur selalu menyerang pada saat awal pembentukan daun tanaman karet. Infeksi penyakit ini menyebabkan bentuk dan ukuran daun yang kurang sempurna. Daun yang tidak sempurna bentuknya dan transparan mempengaruhi kemampuan fotosintesisnya dan akibatnya produksi karet tidak optimal. Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari pengaruh aplikasi kalium dan silikon terhadap toleransi tanaman karet beberapa penyakit gugur daun (*Coletotrichum* sp dan *Fusicoccum* sp). Penelitian ini menggunakan bibit polibeg klon PB 260 umur 4 bulan yang telah dipupuk dengan N, P dan Mg (12:12:2) dengan dosis 12 gr polibeg. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor yaitu dosis KCl (0, 5,8 g, dan 11,6 g per polibeg) dan dosis silikon (0, 20, 40 ml/L). Adapun parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu intensitas serangan penyakit dan klorofil total. Hasil penelitian ini diketahui bahwa silikat cenderung meningkatkan toleransi tanaman karet terhadap *Pestalotipsis* sp., dan tidak berpengaruh terhadap *C. autatum*.

Kata kunci: Kalium, penyakit gugur daun, silikon.

THE USE OF POTASSIUM AND SILICON MINERALS TO AGAINST THE LEAVES FALL DISEASE ON RUBBER PLANT (*Hevea brasiliensis* L.)

Abstract

Leaves fall disease usually attacks the early formation of rubber plant leaves. This infection causes the shape and size of leaves that are less than standard. The imperfectly shaped and transparent leaves affect the ability of photosynthesis and consequently unoptimal rubber production. This research was conducted to know the effect of potassium and silicon application on the tolerance of rubber plants in some leaves fall diseases (*Coletotrichum* sp and *Fusicoccum* sp). This research was used the seeds of PB 260 polybag aged 4 months that have been fertilized with N, P and Mg (12: 12: 2) with at the dose of 12 grams in polybag. This study used a Randomized Block Design with two factors: KCl dosage (0, 5.8 g, and 11.6 g per polybag) and silicon dosage (0, 20, 40 ml / L). The parameters observed in this research including the intensity of disease and chlorophyll total. The results showed that silicate tends to increase the tolerance of rubber plants to *Pestalotipsis* sp., and has no effect on *C. autatum* disease.

Keywords: Potassium, leaves fall disease, silicon.

PENDAHULUAN

Penyakit daun gugur selalu menyerang pada saat awal pembentukan daun tanaman karet. Jumlah daun muda yang gugur mencapai 25 – 40% disebabkan oleh *Coletotrichum* dan sebagian permukaan daun yang selamat agak transparan akibat infeksi *Oidium*. Pada kondisi daun muda diduga kuat *Fusicoccum* juga menginfeksi namun masa inkubasinya cukup lama sehingga baru muncul pada daun yang sudah dewasa. Infeksi penyakit ini menyebabkan bentuk dan ukuran daun yang kurang sempurna. Daun yang tidak sempurna bentuknya dan transparan mempengaruhi kemampuan fotosintesisnya dan akibatnya produksi karet

tidak optimal. Esbach (1995) menjelaskan bahwa produksi lateks sangat dipengaruhi fotosintesis.

Di Sumatra Utara, pembentukan daun baru di bulan Maret dan April yang diikuti musim hujan. Dalam kondisi mulai sedikit lembab, daun muda paling rentan terinfeksi penyakit seperti *Oidium* dan *Coletotrichum*. Ahli fitopatologi umumnya mengacu kepada segitiga penyakit untuk menjelaskan serangan penyakit, yaitu faktor lingkungan yang kondusif, virulensi penyakit dan tanaman tanaman yang rentan, untuk mengilustrasikan terjadinya penyakit. Gangguan terhadap salah satu dari ketiga faktor tersebut berpengaruh terhadap serangan penyakit (Semangun, 2004). Gangguan yang paling besar adalah serang *Fusicoccum* yang menyerang

pertengahan 2017- hingga saat ini (Balai Penelitian Sei Putih, 2018). Penyakit ini sangat cepat penyebarannya, luas dan belum ada klon yang toleran terhadap penyakit gugur daun ini.

Selain genetik tanaman, beberapa faktor-faktor nutrisi (Gupta *et al.* 2011) dan zat pengatur tumbuh (Tuteja *et al.* 2015; Denance *et al.* 2018)) dilaporkan dapat mengaktifkan sistem pertahanan seperti sistem toleransi terhadap serangan penyakit. Status nutrisi mineral di dalam jaringan tanaman menjadi salah satu faktor penting supaya sistem pertahanan pada tanaman berfungsi dengan baik. Setiap spesies tanaman mempunyai kekhasan kebutuhan nutrisi secara spesifik untuk meningkatkan sistem pertahanan terhadap penyakit (Elmer, 2015).

Hampir semua mineral dibutuhkan dalam sistem pertahanan tanaman, namun kalium dan silikon dilaporkan banyak diaplikasikan berkaitan dengan peningkatan sistem ketahanan pada tanaman. Hal tersebut telah dilaporkan oleh Perrenoud (1990) bahwa aplikasi kalium pada beberapa tanaman hortikultur, perkebunan dan sereal meningkatkan ketahanan terhadap berbagai penyakit jamur, bakteri, nematode dan virus. Kalium juga mempunyai peran penting di dalam toleransi terhadap kekeringan, cahaya tinggi dan penyakit (Zorb *et al.* 2013). Peran kalium dalam peningkatan toleransi cekaman ini melalui induksi perubahan fisik jaringan dan metabolik yang dapat menahan atau menghambat pertumbuhan hama dan penyakit (Amtmann *et al.* 2008). Berkaitan dengan perubahan fisik jaringan, Dordas (2008) melaporkan bahwa terjadi penebalan sel-sel epidermis pada daun karena diinduksi oleh kalium. Pupuk kalium dapat diberikan dalam bentuk KCl, K₂SO₄ dan KNO₃, dan KCl paling efektif dalam meningkatkan toleransi tanaman (Elmer 2015).

Selain Kalium, mineral lain yang dapat berperan dalam sistem toleransi tanaman adalah silikon. Penggunaan silikon sebagai pupuk dilaporkan cukup kompatibel dengan ekologi dan dapat dimanfaatkan bakteri yang membantu pertumbuhan tanaman (Etesami & Jeong 2018). Pupuk Silikon bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, daya sanggah batang (Nurmala *et al.* 2016), dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan (Balakhnina & Borkowska 2013), dan toleransi serangan hama dan penyakit (Romero *et al.* 2011). Silikon mengaktifkan enzim-enzim yang berperan dalam detoksifikasi *reactive oxygen species* seperti superoxide dismutase, ascorbat peroksidase, glutathion reductase dan katalase (Balakhnina & Borkowska 2013).

Di perkebunan karet, aliran nutrisi mineral keluar bersamaan pengambilan hasil lateks. Lateks banyak mengandung mineral-

mineral yang diserap tanaman karet dari tanah. Pengambilan hasil lateks dari tanaman karet sekaligus membawa serta mineral-mineral tersebut keluar dari kebun dan tidak dikembalikan lagi ke perkebunan. Kondisi tersebut akan mengganggu keseimbangan mineral di dalam tanah sehingga mempengaruhi keragaan tanaman dalam merespon cekaman biotik dan abiotik. Setiap tanaman memiliki respon yang berbeda terhadap status kalium dan Silikon yang spesifik agar dapat mengaktifkan ketahanan penyakit secara optimal. Status mineral kalium dan silikon berkaitan dengan peningkatan toleransi terhadap penyakit gugur pada tanaman karet belum diteliti.

Saat ini serangan penyakit gugur daun masih menjadi ancaman di perkebunan karet. Setahun terakhir serangan penyakit bertambah dengan adanya ledakan penyakit yang disebabkan oleh fungi *Fusicoccum*. Penurunan produksi karet mencapai 30-40% (Balit Sungei Putih, 2018). Tingkat serangan ini sangat intensif terutama ditanaman menghasilkan yang tidak dipupuk lagi. Apakah intensifnya penyakit gugur daun ini berkaitan dengan ketersediaan nutrisi tertentu belum diketahui. Kondisi harga karet yang rendah menyulitkan pekebun untuk memupuk secara lengkap dalam dosis anjuran. Berdasarkan uraian di atas perlu dikaji pemberian nutrisi mineral yang berkaitan dengan toleransi terhadap penyakit pada tanaman karet.

BAHAN DAN METODE

Bibit karet yang digunakan dalam penelitian ini adalah Klon PB 260 umur 4 bulan berasal dari Pusat Penelitian Karet Sungei Putih. Ukuran polibeg 30 x 40 cm atau 15 kg tanah. Tanaman dipupuk dengan N, P dan Mg ukuran standar dengan perbandingan 12:12:2 dengan dosis 12 g polibeg. Perlakuan di polibeg menggunakan kombinasi kalium dalam bentuk KCl masing-masing 0, 5,8 g, dan 11,6 g per polibeg yang merupakan dosis 2 kali dan 4 kali lipat dibandingkan dosis standar. Masing dosis tersebut dikombinasikan dengan dosis silikon 0, 20, 40 ml/L, dengan kombinasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan dosis kalium dengan silikon.

Perlakuan	Dosis Kalium (g)	Dosis Silikon (ml/L)
K1	0	0
K2	0	1
K3	0	2
K4	5,8	0
K5	5,8	1
K6	5,8	2
K7	11,6	0
K8	11,6	1
K9	11,6	2

Kalium diaplikasikan dengan cara ditaburkan merata di polibeg, sedangkan silikon diberikan dengan cara menyemprotkan ke daun yang masih berwarna tembaga secara merata.

Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan masing masing tiga tanaman.

Persiapan biakan spora

Jamur *Fusicoccum* dibiakan di media *potato dextrose agar* (PDA) dengan kultur spora tunggal. Setelah spora terbentuk dikerok dan diencerkan dengan steril hingga kerapatan $10^6/ml$.

Persiapan bahan tanam

Tanaman polibeg hasil okulasi hijau dirawat sesuai standar perawatan polibeg dengan

pemberian pupuk N dan P. Masing-masing perlakuan diberikan dengan cara dibenamkan. Pengguguran daun secara serempak dilakukan dengan penyemprotan daun dengan 5% ethepon setiap 2 hari sekali. Pengguguran daun dilakukan setelah 2 bulan aplikasi perlakuan. Setelah daun baru mencapai stadium coklat kehijauan, spora jamur disemprotkan ke daun .

Pengamatan serangan penyakit

Pengamatan dilakukan dengan menghitung intensitas serangan penyakit pada daun setelah tujuh hari perlakuan. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan skala serangan yang dikelompokkan pada Tabel 2 (Pawirosoemardjo, 1984).

Tabel 2. Klasifikasi skala serangan *Colletotrichum* sp. pada daun

Skala serangan	Klasifikasi
0	Tidak ada serangan
1	1%-25% luasan daun terdapat miselium cendawan atau daun berwarna kuning kecokelatan
2	26%-50% luasan daun terdapat miselium cendawan atau daun berwarna kuning kecokelatan
3	51%-75% luasan daun terdapat miselium cendawan atau daun berwarna kuning kecokelatan
4	76%-100% luasan daun terdapat miselium cendawan atau daun berwarna kuning kecokelatan



Gambar 1. Aplikasi spora *Pestalotiopsis* sp pada daun karet muda berwarna tembaga.

Hasil pengukuran skala serangan dimasukkan dalam rumus Townsendt & Hueberger, 1943 (Sinaga, 2006):

$$IP = \frac{\sum_{i=1}^n n.v}{Z.N} \times 100\%$$

Dimana (Remarks):

IP : intensitas penyakit;

n : jumlah tanaman berskala v;

v : skala ke-i; dan

Z : nilai skor tertinggi.

N : jumlah tanaman yang diamati

Klorofil Total

Klorofil a dan klorofil b dihitung pada daun yang berumur 4 minggu dengan metode Henry dan Grime (1990) dengan menggunakan alat spektrofotometer. Daun seberat 1 gr diekstrak menggunakan 2 ml aseton 80% kemudian disimpan di dalam es kondisi gelap selama 15

menit. Ekstrak disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit suhu 4°C. Supernatan dipindahkan ke dalam tabung baru kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang A645 dan A663. Kandungan klorofil total dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

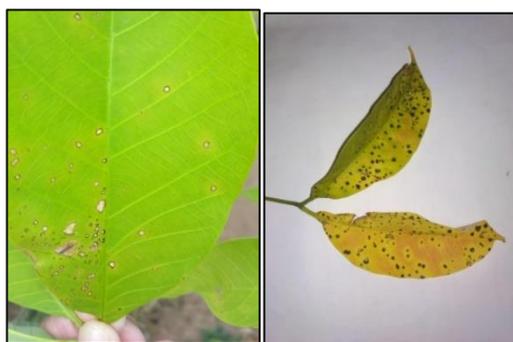
$$\text{Klorofil Total} = [(20,2 \times \text{absorbansi A645} + 8,02 \times \text{absorbansi A663}) / \text{mg/g}]$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan Pertama

Penyakit gugur daun yang memiliki gejala seperti serangan *Fusicoccum* sp ternyata merupakan kumpulan setidaknya dari dua jenis jamur. Berdasarkan laporan dari Pusat Penelitian Karet telah teridentifikasi *Cholletotrichum autatum* dan *Pestalotiopsis* sp. *C. autatum* lebih cepat tumbuh di dalam media PDA sedangkan *Pestalotiopsis* sp. jauh lebih lambat. Pada penelitian ini, kedua jamur patogen tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruh K dan silikat untuk meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit tersebut.

Percobaan pertama menggunakan spora *C. autatum* dengan kerapatan 10^9 /ml. Serangan mulai kelihatan pada pengamatan pertama yaitu 7 hari setelah inokulasi (HSI). Tingkat serangan di semua perlakuan dosis kalium dan silikat dan tidak ada perbedaan antar perlakuan tersebut.



Gambar 2. Serangan *C. autatum* pada 14 HSI dan kematian daun pada daun umur 28 HSI.

Berdasarkan analisis sidik ragam pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan K dan silikat tidak meningkatkan daya tahan tanaman terhadap *C. autatum*. Jumlah bercak di daun antara 4-11 per daun pada pengamatan 21 minggu setelah inokulasi. Umur daun tersebut mempengaruhi tebal lapisan lilin di permukaan daun atau proses lignisasi sel-sel epidermis. Lapisan lilin daun karet berkorelasi dengan ketahanan terhadap penyakit daun. Yeats & Yeats (2013) bahwa perkembangan pembentukan kutikula berkaitan dengan interaksinya dengan berbagai mikroba.

C. autatum mulai menyerang lebih cepat dibandingkan *Pestalotiopsis* sp, hal tersebut ditunjukkan dengan kecepatan daun yang mengalami nekrosis pada pengamatan pertama. *Pestalotiopsis* sp dianggap patogen lemah karena proses infeksi relatif lambat dibandingkan penyakit daun lainnya. Hasil pengamatan spora

dari analisis mikroskopis ditemukan setidaknya dua jenis konidia. Diduga, kedua jamur ini bersinergi dalam menginfeksi daun. Luka daun yang diinfeksi oleh *C. autatum* pada awal pembentukan daun memudahkan infeksi daun *Pestalotiopsis* sp. Racun yang disekresikan ke daun oleh *Pestalotiopsis* sp ini yang menyebabkan daun karet gugur.

Tabel 3. Jumlah titik infeksi *C. autatum* pada daun karet pada berbagai perlakuan dosis kalium dan silikat.

Perlakuan	7 HSI	14 HSI	21 HSI
K0S0	5,4	8,7	8,6 a
K0S1	3,5	8,4	11,2 a
K0S2	1,4	3,6	4,0a
K1S0	2,3	5,3	6,6a
K1S1	2,5	5,0	7,4a
K1S2	3,7	9,9	10,3a
K2S0	3,8	7,2	7,5a
K2S1	6,3	9,0	12,0a
K2S2	2,1	4,3	5,8a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%, HSI (Hari Setelah Inokulasi)

Dari Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa semua perlakuan menunjukkan serangan yang merata. Baik silikat dan kalium tidak memberikan peningkatan toleran tanaman terhadap jamur ini. Serangan mulai nampak 7 hari setelah aplikasi bercak kecil-kecil. Secara umum serangan ini bisa merusak daun sekitar 20% - 30% dalam waktu satu bulan, meskipun belum sampai menimbulkan gugur daun (Pawirosoemardjo dan Suryaningtya, 2008). Sebagian daun mulai menguning setelah 40 hari inokulasi dan kemudian gugur. Pada tahap ini kemungkinan jamur mengeluarkan racun yang menyebabkan kerusakan jaringan daun.

Tabel 4. Kandungan klorofil total pada berbagai perlakuan K dan Si

Perlakuan	Klorofil Total (mg/g)
K0S0	28,0 a
K0S1	31,0 a
K0S2	24,9 a
K1S0	29,7 a
K1S1	30,9 a
K1S2	26,2 a
K2S0	27,3 a
K2S1	22,2 a
K2S2	29,4 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Kerusakan jaringan akibat serangan penyakit daun dikawatirkan juga mempengaruhi kandungan klorofil total. Analisis klorofil total (Tabel 4) menunjukkan tidak terdapat perbedaan antar perlakuan. Meskipun klorofil tidak mengalami penurunan tapi secara keseluruhan daun berkurang karena mengalami nekrosis. Variasi kandungan klorofil juga terjadi di dalam daun masing-masing perlakuan.

Pada beberapa tanaman dijumpai daun yang mengalami klorosis. Klorosis di sebagian daun mulai nampak pada daun umur di atas 40 hari. Daun yang mengalami klorosis tidak menunjukkan gejala serangan *C. autatum*. Penyebab klorosis masih belum dapat diketahui, kemungkinan infeksi jamur jenis lain yang juga berkolaborasi menginfeksi daun karet (Gambar 3).



Gambar 3. Klorosis pada daun karet dengan gejala yang berbeda dengan gejala infeksi *C. autatum*.

Penelitian Kedua

Setelah dilakukan perontokan daun, daun-daun baru tumbuh kembali. Pada saat daun mulai terbentuk maka segera diperlakukan pupuk K dan silikat. Pada saat yang sama kultur murni *Pestalotipsis sp* mulai diremajakan. Spora yang terbentuk disuspensikan dengan air dan diaplikasikan setelah 3 minggu setelah pemangkasan.

Tabel 5. Jumlah titik infeksi *Pestalotipsis sp* pada daun karet pada berbagai perlakuan dosis kalium dan silikat.

Perlakuan	7HSI	14 HSI	21 HSI
K0S0	1,01	3,18	3,3a
K0S1	0,41	1,06	1,2a
K0S2	0,02	0,52	0,6b
K1S0	1,48	4,45	4,7a
K1S1	0,30	0,99	1,0b
K1S2	0,34	1,89	1,9a
K2S0	0,21	2,23	2,4a
K2S1	0,43	3,60	3,7a
K2S2	0,19	1,83	1,9a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%, HSI (Hari Setelah Inokulasi)

Hasil analisis pada Tabel 5 menunjukkan adanya peningkatan toleransi tanaman terhadap *Pestalotipsis sp* pada perlakuan K0S2. Secara umum silikat cenderung mengurangi tingkat infeksi jamur ini. Namun demikian pengaruh silikat ini belum konsisten.

Beberapa hal yang diduga menyebabkan perlakuan tersebut kurang efektif yaitu:

1. Kalium yang diberikan melalui tanah kurang terserap dengan baik disebabkan oleh perakaran tanaman yang belum sempurna. Karena menurut Marschner (1995) kalium berperan dalam sintesis protein dan karbohidrat, serta meningkatkan translokasi fotosintat ke seluruh bagian tanaman. Selain itu kalium juga dapat mempertahankan tekanan turgor sel dan kandungan air dalam tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan kekeringan, serta memperbaiki hasil dan kualitas hasil tanaman.
2. Konsentrasi Si di daun belum cukup optimal meningkatkan daya tahan daun terhadap penyakit ini dimana silika (Si) adalah unsur pembangun bagi tanaman yang telah terbukti menjadi unsur bermanfaat yaitu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit, perbaikan dari cekaman abiotik, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Marschner, 1995).
3. Metode produksi spora dan infeksi daun dengan *Pestalotipsis sp* masih perlu diperbaiki agar mendapatkan spora yang banyak dan bernas.

KESIMPULAN

Silikat cenderung meningkatkan toleransi tanaman karet terhadap *Pestalotipsis sp.*, dan tidak berpengaruh terhadap *C. autatum*. Serapan Si ke dalam daun perlu diketahui apakah cukup mudah masuk ke jaringan daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Amtan A., S. Troufflard, P. Armenqaud. 2008. The Effect of Potassium Nutrition on Pest and Disease Resistance in Plant. *Physiologia Plantarum*, 133(4): 682 – 691. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2008.01075.x>
- Balahnina, T., A. Borkowska. 2013. Effects on Plant Resistance to Environmental Stresses: review. *Int. Agrophys.*, 27: 225 – 232.
- Dordas C. 2008. Role of Nutrients in Controlling Plant Diseases in Sustainable Agriculture. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 28 (2008) 33–46. OI: 10.1051/agro:2007051. www.agronomy-journal.org.

- Elmer W.H. 2015. Using Mineral Nutrition to Suppress plant Diseases. The Connecticut Agricultural Experiment Station. www.ct.gov/caes. 9 page.
- Etesami H, B.R. Jeong. Silicon (Si): Review and Future Prospects on The Action Mechanisms in Alleviating Biotic And Abiotic Stresses in Plants. *Ecotoxicol Environ Saf.* 147: 881 – 896. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.09.063.
- Henry G. , J.P. Grim. 1990. Methods in Comparative Plant Ecology. A manual Laboratory Manual. Departemen of animal and Plant Sciences. University of Sheffield. Chapman and Hall, UK: 148 - 151.
- Marschner, H 1995, Mineral nutrition of higher plants, Second edition, Academic Press, London.
- Nurmala, T., A. Yuniarti, N. Syahfitri. 2016. Effect of Organic Silica Fertilizer Dosage and Seed Hardness on The Growth and Yield of Job's Tears (*Coix lacryma jobi* L.) Pulut Genotipe 37. *J. Kultivasi*, vol. 15(2):133- 142.
- Pawirosoemardjo, S. 1984. *Beberapa Aspek Hubungan Patogen-Inang dalam Penyakit Gugur Daun Colletotrichum pada Hevea brasiliensis Muell Arg.* (Disertasi, Institut Pertanian Bogor, Indonesia). Diakses dari <https://repository.ipb.ac.id>
- Pawirosoemardjo, S. dan H. Suryaningtyas. 2008. Strategi Pengendalian Penyakit Gugur Daun dan Pencegahan Penyakit Hawar Daun Amerika Selatan pada Tanaman Karet di Indonesia. Prosiding Lokakarya Nasional Agribisnis Karet 2008. Yogyakarta, 201 Agustus. Pusat Penelitian Karet.: 194-212.
- Perrenoud S. 1990. Potassium and Plant Health. IPI Research Topic NO. 3. International Potassium Institute Bern, Switzerland.
- Romero A., F. Munevar, G. Cayon. 2011. Silikon and Plant Disease. A review. *Agro. Colomb.*29(3): 473 – 480.
- Sinaga, M. S. (2006). *Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Yeats T.H. and J. K.C. Rose. 2013. The Formation and Function of Plant Cuticles. *Plant Physiol.*163: 5-20.
- Zorb C., M. Senbayram, E. Peiter. 2013. Potassium in Agriculture Status and Perspective. *J. Plant Physiol.* 171(9): 656-669. doi:10.1016/j.jplph.2013.08.008.