

POTENSI METIL JASMONAT DAN ASAM SALISILAT SEBAGAI ELISITOR DALAM MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN BIBIT TANAMAN SECANG (*Caesalpinia sappan* L.)

The Potential of Methyl Jasmonate and Salicylic Acid as Elicitors in Influencing the Growth of Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Seedlings

**Santi Rosniawaty¹⁾, Isnaini Dzatie Bahjatien²⁾, Mochamad Arief Soleh¹⁾,
Mira Ariyanti¹⁾, Rija Sudirja³⁾**

¹⁾Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²⁾Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

³⁾Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Email : santi.rosniawaty@unpad.ac.id

Diterima: 20 November 2023, Revisi : 18 Maret 2024, Diterbitkan: April 2024

<https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v31i1.1961>

ABSTRACT

Secang (*Caesalpinia sappan* L.) is a medicinal plant known for its numerous benefits, particularly in its harvested pith found within the stem. Given that the pith is located at the center of the stem, larger stem diameters are preferred to yield more pith. As an annual plant, secang requires high-quality seeds to ensure optimal stem growth in the field. Enhancing secang seedling growth can be achieved through the application of elicitors. Elicitors, typically utilized in adverse environmental conditions, have been found to stimulate plant growth. This study aimed to assess the impact of elicitors, specifically methyl jasmonate and salicylic acid, on secang seedling growth. It was conducted between July and November 2022 at the Ciparanje Experimental Field, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University. The experiment employed a Randomized Block Design (RAK) featuring seven elicitor concentration treatments: no elicitor, methyl jasmonate (at 50 μ M, 100 μ M, and 150 μ M), and salicylic acid (at 50 μ M, 100 μ M, and 150 μ M). Spraying applications were performed six times at two-week intervals. Results indicated that treatment with 50 μ M methyl jasmonate and 50 μ M salicylic acid significantly affected the number of leaves at 12 and 14 weeks after planting (WAP). Furthermore, the 50 μ M salicylic acid treatment yielded the highest dry seedlings weight. However, there was no significant impact on plant heights and stem diameters following elicitor application.

Keywords : Elicitor, Methyl Jasmonate, Salicylic Acid, Secang, and Seedling.

ABSTRAK

Secang (*Caesalpinia sappan* L.) adalah salah satu tanaman obat yang memiliki banyak manfaat. Bagian tanaman yang dipanen adalah bagian empulur pada batang. Empulur berada dibagian tengah batang, sehingga diperlukan batang dengan diameter besar untuk mendapatkan empulur yang banyak. Sebagai tanaman tahunan, secang menghendaki bibit yang baik agar batang dapat tumbuh maksimal di lapangan nantinya. Upaya untuk meningkatkan pertumbuhan bibit secang dapat dilakukan dengan pemberian elisitor. Elisitor pada umumnya digunakan pada lingkungan yang tidak menguntungkan untuk tanaman, namun demikian dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh elisitor metil jasmonat dan asam salisilat terhadap pertumbuhan bibit secang. Percobaan ini dilakukan pada bulan Juli-November 2022 di lahan Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan konsentrasi elisitor, yaitu tanpa elisitor, metil jasmonat (50 μ M, 100 μ M, dan 150 μ M) dan asam salisilat (50 μ M, 100 μ M, dan 150). Aplikasi penyemprotan dilakukan sebanyak 6 kali dengan interval waktu 2 minggu sekali. Hasil percobaan menunjukkan perlakuan elisitor metil Jasmonat 50 μ M dan asam salisilat 50 μ M, masing-masing cukup berpengaruh pada variabel jumlah daun umur 12 dan 14 MST. Perlakuan Asam Salisilat 50 μ M menghasilkan respons bobot kering bibit secang tertinggi. Belum terdapat respons tinggi tanaman dan diameter batang akibat pemberian elisitor.

Kata Kunci : Asam Salisilat, Elisitor, Metil Jasmonat, Pembibitan, Secang.

PENDAHULUAN

Secang (*Caesalpinia sappan* L.) adalah salah satu tanaman obat yang ada di Indonesia. Bagian dari tanaman secang yang dimanfaatkan adalah bagian batang khususnya bagian empulur. Kayu secang dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat herbal, minuman dan dapat pula digunakan sebagai pewarna alami. Kayu secang mengandung komponen fitokimia seperti flavonoid, lignin, steroid, triterpenoid, dan diterpenoid (Sumardianto *et al.*, 2021). Brazilin merupakan senyawa utama dan aktif yang ditemukan pada inti kayu secang (Nirmal, *et al.* 2015). Kandungan brazilin dalam kayu secang memiliki manfaat sebagai antibakteri, antiadiabetik, antimikroba, antivirus, antikoagulen, antiinflamasi, juga imunostimulan (Sufiana dan Harlia, 2014). Brazilin adalah senyawa alami aman yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai senyawa obat yang dapat diaplikasikan pada industri makanan, minuman, kosmetik dan farmasi (Nirmal, *et al.* 2015).

Tanaman secang tergolong ke dalam tumbuhan herbal yang tumbuh alami pada hutan-hutan sekunder (Sari dan Suhartati, 2016). Namun demikian apabila tidak dimulai untuk dibudidayakan, dikhawatirkan lama kelamaan tumbuhan secang tidak dapat memenuhi kebutuhan yang ada. Tanaman secang belum banyak dibudidayakan sehingga masih diperlukan teknik budidaya agar diameter batang besar dan mempunyai kandungan brazilin yang maksimal. Diameter batang perlu besar karena di dalam batang terdapat empulur. Empulur adalah tempat brazilin berada. Empulur tersusun atas sel-sel parenkim yang tidak berdiferensiasi, berfungsi sebagai penyimpan unsur hara, dan pada eudikot terletak di tengah batang (Lawrence *et al.*, 2015). Pembesaran diameter batang dapat dilakukan sejak di pembibitan.

Selama dipembibitan tanaman secang perlu dipelihara agar dihasilkan bibit yang baik dengan diameter batang yang lebar dan kandungan brazilin yang tinggi. Pembesaran diameter batang dapat dilakukan dengan menambahkan nutrisi selama pertumbuhan

bibit. Selain pemberian nutrisi, untuk mendorong sintesis metabolit sekunder (brazilin) dari tanaman secang dapat ditambahkan elisitor. Elisitor dapat didefinisikan sebagai senyawa kimia atau biokimia yang dimasukkan dalam konsentrasi kecil ke dalam tanaman untuk mendorong biosintesis senyawa bioaktif target (De la Fuente, *et.al.*, 2018). Elisitor pada dasarnya adalah zat kimia yang digunakan tanaman untuk merangsang pertahanan tubuhnya jika ada gangguan dari luar (patogen). Elisitor yang banyak digunakan yaitu metil jasmonat dan asam salisilat. Peranan elisitor sebagai pendorong pembentukan metabolit sekunder (brazilin) dapat dilihat saat panen secang ketika tanaman berumur minimal 2 tahun. Namun demikian tidak menutup kemungkinan apabila elisitor juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh elisitor terhadap pertumbuhan tanaman. Menurut Afkar (2009), metil jasmonat memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga dikenal sebagai hormon tanaman. Penelitian yang dilakukan Vonolina (2014) menunjukkan bahwa pemberian jasmonat 100 μM pada tanaman pegagan meningkatkan luas daun dan bobot kering tanaman. Asam salisilat yang juga disebut sebagai hormon tanaman karena memiliki banyak peran dalam proses fisiologis seperti pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Pedro and Ana, 2016). Penelitian Khan *et al.* (2003) menunjukkan bahwa asam salisilat 100 μM terlibat aktif dalam mengatur proses pembentukan akar, meningkatkan laju fotosintesis serta luas daun dan bobot kering pada kedelai dan jagung.

Pengaruh elisitor terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada konsentrasi dan dosis yang diberikan, jenis tanaman dan lingkungan tumbuhnya. Metil jasmonat dan asam salisilat mampu meningkatkan jumlah stomata pada daun tergantung pada jenis tanaman dan konsentrasi yang diberikan. pada bunga matahari, kepadatan stomata meningkat sebesar 17% pada 1 mM (Li *et al.*, 2018). Stomata merupakan tempat keluar masuknya CO_2 dan H_2O . Stomata

memainkan peran penting dalam mengendalikan pertukaran gas antara ruang udara antar sel dan udara sekitar (Jiang *et al.*, 2020). Semakin banyak stomata maka akan semakin banyak CO_2 dan H_2O yang masuk sebagai bahan fotosintesis. Hasil fotosintesis nantinya akan digunakan untuk pertumbuhan tanaman diantaranya untuk pembesaran diameter batang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh elisitor metil jasmonat dan asam salisilat terhadap pertumbuhan bibit secang. Metil jasmonat dan asam salisilat berperan dalam proses metabolisme tanaman, sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Penelitian mengenai manfaat elisitor terhadap pertumbuhan bibit tanaman tahunan masih jarang dilakukan, melalui penelitian ini akan diperoleh informasi pengaruh elisitor terhadap pertumbuhan bibit tanaman secang sebagai salah satu tanaman tahunan.

METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran dengan ketinggian tempat ± 796 mdpl. Ordo tanah di tempat percobaan adalah Inceptisol dengan tipe iklim C menurut Schmidt Ferguson (1951). Percobaan dilaksanakan pada bulan Agustus 2022 hingga bulan November 2022.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari benih Secang, Polybag ukuran 25 cm x 25 cm, media tanam (tanah Inceptisol dan pupuk kandang sapi), Metil Jasmonat (konsentrasi 50 μM , 100 μM , 150 μM) dan Asam Salisilat (konsentrasi 50 μM , 100 μM , 150 μM). Untuk pengendalian hama dan penyakit menggunakan insektisida yang berbahan aktif profenofos dan fungisida berbahan aktif piraklostorbin + metiram juga mankozeb.

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 7 perlakuan, yaitu : A = Tanpa Elisitor; B = Metil Jasmonat 50 μM ; C = Metil Jasmonat 100 μM ; D = Metil Jasmonat 150 μM ; E = Asam Salisilat 50 μM ; F = Asam Salisilat 100 μM ; G = Asam

Salisilat 150 μM . Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali dan setiap ulangan terdiri dari 5 tanaman. Jumlah keseluruhan tanaman yang diuji adalah 140 tanaman.

Metil jasmonat dan asam salisilat diberikan selama enam kali. Pemberian dimulai umur 4 minggu setelah tanam (MST) dengan interval 2 minggu sekali, sehingga total pemberian selama percobaan adalah 6 kali. Tiap bibit secang diberikan larutan elisitor sesuai dengan perlakuan. Elisitor yang digunakan yaitu metil jasmonat dan asam salisilat dengan konsentrasi 50 μM , 100 μM , dan 150 μM . Elisitor terlebih dahulu dilarutkan dengan air sesuai dengan volume perlakuan yang dilakukan. Sebelum aplikasi elisitor, dilakukan kalibrasi volume semprotnya. Kalibrasi dilakukan sehari sebelum aplikasi, dengan menggunakan air, sehingga diketahui berapa volume semprot sampai air membasahi batang dan daun secang. Larutan elisitor yang dibutuhkan dalam sekali pengaplikasian untuk 20 tanaman yaitu sebanyak 640 ml – 960 ml, disesuaikan dengan umur dan pertumbuhan bibit secang. Aplikasi elisitor dilakukan menggunakan sprayer ke batang dan daun

Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun diukur dengan interval 2 minggu sekali sedangkan bobot kering total diukur diakhir pengamatan. Data tersebut dianalisis dengan

menggunakan uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Perangkat lunak yang akan digunakan untuk menganalisis data yaitu Sasm-Agri versi 3.2.4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan respons tinggi tanaman (Tabel 1.) dan diameter batang (Tabel 2.) akibat pemberian elisitor. Namun terlihat terdapat peningkatan rata-rata tinggi tanaman dan diameter batang bila dibandingkan dengan perlakuan tanpa elisitor. Apabila semua perlakuan tinggi tanaman dan diameter batang dari setiap umur perlakuan dirata-ratakan kemudian dihitung presentase peningkatannya, maka terdapat presentase peningkatan tinggi tanaman sebesar 23%-53% dan peningkatan diameter batang sebesar 20%-43%.

Hasil analisis statistik terhadap variabel jumlah daun bibit secang, menunjukkan bahwa terdapat respons jumlah daun pada umur 12 MST dan 14 MST. Perlakuan tanpa elisitor menunjukkan jumlah daun yang lebih sedikit dibandingkan dengan pemberian elisitor pada umur 12 MST. Demikian pula dengan umur 14 MST, hanya pada konsentrasi metil jasmonat 100 μM (perlakuan C) jumlah daun sama dengan tanpa aplikasi elisitor.

Tabel 1. Respons Tinggi Bibit Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Akibat Aplikasi Elisitor pada umur 6-16 minggu setelah tanam (MST).

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Bibit (cm)					
	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST	14 MST	16 MST
A	6,05a	7,15a	7,85a	8,67a	9,37a	10,57a
B	7,12a	8,22a	10,95a	13,37a	16,70a	19,02a
C	6,40a	7,72a	9,275a	10,80a	12,80a	14,22a
D	7,20a	9,00a	11,40a	13,50a	15,60a	17,22a
E	6,20a	8,07a	10,60a	12,57a	16,07a	17,65a
F	6,60a	8,47a	9,97a	11,22a	13,28a	13,65a
G	7,05a	8,42a	10,70a	13,92a	16,95a	18,92a

Keterangan :

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 2. Respons Diameter Batang Bibit Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Akibat Aplikasi Elisitor pada umur 6-16 minggu setelah tanam (MST).

Perlakuan	Rata-rata Diameter Batang (mm)					
	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST	14 MST	16 MST
A	1,72a	1,84a	2,04a	2,27a	2,70a	2,94a
B	1,81a	2,07a	2,52a	2,98a	4,15a	4,77a
C	2,05a	2,23a	2,45a	2,65a	3,43a	3,65a
D	1,99a	2,38a	2,80a	3,18a	3,96a	4,52a
E	1,85a	2,07a	2,72a	2,94a	4,28a	4,83a
F	1,85a	2,18a	2,49a	2,67a	3,39a	3,73a
G	1,90a	2,25a	2,73a	3,26a	4,42a	4,82a

Keterangan :

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 3. Respons Jumlah Daun Bibit Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Akibat Aplikasi Elisitor pada umur 6-16 minggu setelah tanam (MST).

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun (helai)					
	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST	14 MST	16 MST
A	3,75a	4,25a	5,25a	5,75 a	6,25 a	7,50a
B	4,00a	4,50a	5,75a	7,00 b	8,25 b	9,25a
C	3,75a	4,25a	5,00a	6,25 ab	6,25 a	8,00a
D	3,75a	4,00a	5,50a	6,50 ab	8,25 b	8,75a
E	3,75a	4,50a	5,50a	6,25 ab	7,50 b	8,50a
F	4,00a	4,75a	5,75a	7,00 b	8,00 b	8,75a
G	4,00a	4,75a	5,75a	7,00 b	8,00 b	9,25a

Keterangan :

- Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil analisis statistik menunjukkan terdapat pengaruh elisitor terhadap bobot kering bibit secang. Perlakuan Asam Salisilat 50 μ M memiliki bobot kering tertinggi apabila dibandingkan dengan tanpa elisitor dan metil jasmonat 100 μ M, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 4. Respons Bobot Kering Bibit Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Akibat Aplikasi Elisitor pada umur 16 minggu setelah tanam (MST).

Perlakuan	Rata-rata Bobot Kering Tanaman (g)
A = Tanpa Elisitor	4,39 a
B = Metil Jasmonat 50 μ M	6,77 ab
C = Metil Jasmonat 100 μ M	3,46 a
D = Metil Jasmonat 150 μ M	7,60 ab
E = Asam Salisilat 50 μ M	9,89 b
F = Asam Salisilat 100 μ M	7,13 ab
G = Asam Salisilat 150 μ M	7,96 ab

Keterangan :

- Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Pembahasan

Hasil analisis statistik pada variabel tinggi tanaman dan diameter batang, memperlihatkan kecenderungan adanya peningkatan walaupun tidak berbeda nyata. Diduga pemberian elisitor belum berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman dan diameter batang, karena konsentrasi yang diberikan belum mampu meningkatkan pertumbuhan organ batang (tinggi tanaman dan diameter batang) atau diduga elisitor tidak mempengaruhi pertumbuhan organ batang. Sejalan dengan hasil penelitian Li, *et al.* (2018) bahwa metil jasmonat (terutama pada konsentrasi yang lebih tinggi) menyebabkan penurunan tinggi tanaman (hingga 39%) dan biomassa (hingga 79%) secara signifikan. Banyak hal yang mempengaruhi kerja elisitor, seperti faktor lingkungan, jenis elisitor dan konsentrasi elisitor yang diberikan. Namdeo (2007) mengemukakan bahwa beberapa parameter seperti konsentrasi dan selektivitas elisitor, durasi pemaparan elisitor, komposisi nutrisi, berpengaruh pada kerja elisitor.

Terdapat pengaruh asam salisilat dan metil jasmonat pada jumlah daun. Pada umur 12MST dan 14 MST bibit secang dapat menggunakan elisitor untuk membantu pertumbuhan jumlah daun.

Pada umur 12 MST Perlakuan metil jasmonat 50 μM , asam salisilat 100 μM dan asam salisilat 150 μM , memiliki jumlah daun tertinggi apabila dibandingkan tanpa elisitor, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Lainhalnya pada umur 14 MST, perlakuan metil jasmonat 50 μM dan 150 μM serta semua konsentrasi asam salisilat menghasilkan jumlah daun tertinggi apabila dibandingkan dengan perlakuan tanpa elisitor dan metil jasmonat 100 μM .

Seperti dikemukakan Dedyukhina *et al.*, (2014), bahwa elisitor akan berpengaruh apabila konsentrasi yang digunakan tepat, selain itu konsentrasi yang optimal akan berbeda pada setiap varietas tanaman dan fase pertumbuhan tanaman. Selanjutnya menurut Metwally *et al.*, (2003), asam salisilat yang diberikan pada tanaman dapat membantu untuk mensintesis hormon auksin dan sitokinin, hormon tersebut akan meningkatkan proses

pertumbuhan, pemanjangan sel dan pembelahan sel seperti penambahan luas daun, jumlah daun dan pemanjangan akar. Selain itu asam salisilat sebagai hormon pertumbuhan yang bersifat fenolik dan mempengaruhi serangkaian proses seperti penyerapan dan pengangkutan ion, permeabilitas membran, dan fotosintesis (Arfan *et al.*, 2007). Hasil penelitian Purnamasari, *et.al* (2023) menunjukkan bahwa aplikasi metil jasmonat tunggal meningkatkan jumlah daun. Pada umur 16 MST, tidak terdapat perbedaan pengaruh elisitor terhadap jumlah daun, diduga sedang terjadi proses pembesaran daun.

Pada variabel bobot kering total tanaman, terlihat konsentrasi asam salisilat mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman yang diakumulasikan ke dalam bobot kering tanaman, karena fungsinya dalam metabolisme tanaman. Bobot kering tanaman mencerminkan hasil fotosintesis yang disimpan pada organ tanaman, baik di akar, batang maupun daun. Aplikasi asam salisilat sebesar 50 μM , mampu menghasilkan bobot kering lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanpa elisitor dan metil jasmonat 100 μM Aplikasi asam salisilat secara eksogen dapat memanipulasi berbagai proses fisiologis, biokimia, dan molekuler pada tanaman (War, 2011). Sejalan dengan hasil penelitian Hussein *et al.* (2007) yang mengatakan bahwa penyemprotan asam salisilat meningkatkan produktivitas bobot kering batang, daun, dan tanaman secara keseluruhan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Elisitor metil jasmonat dan asam salisilat berpotensi dalam meningkatkan pertumbuhan bibit secang. Perlakuan elisitor metil Jasmonat 50 μM dan asam salisilat 50 μM , masing-masing cukup berpengaruh pada variabel jumlah daun umur 12 dan 14 MST. Perlakuan Asam Salisilat 50 μM menghasilkan bobot kering bibit secang tertinggi. Belum terdapat respons tinggi tanaman dan diameter batang akibat pemberian elisitor.

Saran

Perlu adanya uji lanjut terkait konsentrasi yang optimal untuk pengaplikasian elisotor metil jasmonat dan asam salisilat untuk meningkatkan tinggi tanaman dan diameter batang bibit tanaman secang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afkar, S. (2009). *Response Of Peppermint To Methyl Jasmonate Application*. Iranian Journal Of Plant Physiology, 6(1), 1573–1578.
https://ijpp.lauSaveh.Ac.Ir/Article_539649.Html
- Dedyukhina, E. G., Kamzolova, S. V., & Vainshtein, M. B. (2014). *Arachidonic acid as an elicitor of the plant defense response to phytopathogens*. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 1(1), 2–7.
<https://doi.org/10.1186/s40538-014-0018-9>
- De la Fuente, M. C., Morales, S. G., Maldonado, A.J., Martínez, P. L., Mendoza A.B., 2018. *Plant Nutrition and Agronomic Management to Obtain Crops With Better Nutritional and Nutraceutical Quality (Chapter 4). Therapeutic Foods*. Handbook of Food Bioengineering Pages 99-140.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811517-6.00004-0>.
- Hussein, M. M., Balbaa, L. K., & Gaballah, M. S. (2007). *Salicylic Acid and Salinity Effects on Growth of Maize Plants*. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(4), 321–328.
- Jiang, Y., J. Ye, B. Rasulof, and U. Niinemens. 2020. *Role of Stomatal Conductance in Modifying the Dose Response of Stress-Volatile Emissions in Methyl Jasmonate Treated Leaves of Cucumber (Cucumis sativa)*. Int. J. Mol. Sci. 2020, 21(3), 1018;
<https://doi.org/10.3390/ijms21031018>
- Khan, W., Prithiviraj, B., & Smith, D. L. (2003). *Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates*. Journal of Plant Physiology, 160(5), 485–492.
<https://doi.org/10.1078/0176-1617-00865>
- Lawrence R. Kirkendall, Peter H.W. Biedermann, Bjarte H. Jordal. 2015. *Chapter 3 - Evolution and Diversity of Bark and Ambrosia Beetles, Editor(s): Fernando E. Vega, Richard W. Hofstetter, Bark Beetles*, Academic Press. Pages 85-156, ISBN 9780124171565,
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417156-5.00003-4>.
- Li, C., P. Wang, N. Menzies, and E. Lombi. 2018. *Effects of Methyl Jasmonate on Plant Growth and Leaf Properties*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 181 (3). DOI:10.1002/jpln.201700373
- Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M., & Dietz, K. J. (2003). *Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings*. Plant Physiology, 132(1), 272–281.
<https://doi.org/10.1104/pp.102.018457>
- Namdeo, A.G., 2007. *Plant cell elicitation for production of secondary metabolites: a review*. Pharmacognosy Reviews, 1(1):69-79.
- Nirmal, N. P., Rajput, M. S., Prasad, R. G. S. V., & Ahmad, M. (2015). *Brazilin from Caesalpinia sappan heartwood and its pharmacological activities: A review*. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, 8(6), 421–430.

- <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2015.05.014>
- Pedro, H. G., & Ana, C. (2016). *Growth promotion and elicitor activity of salicylic acid in Achillea millefolium L.* African Journal of Biotechnology, 15 (16), 657–665.
<https://doi.org/10.5897/ajb2016.15320>
- Purnamasari, D.A., K. Dewi. dan A. Soffan. 2023. *Pengaruh Metil Jasmonat pada Pertumbuhan dan Hasil Padi Hitam (Oryza sativa L. 'Cempo Ireng') serta Ketahanannya terhadap Wereng Batang Coklat (Nilaparvata lugens Stål, 1854).* Abstrak Tesis.
<https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/224405>
- Sari dan Suhartati. 2016. Secang (*Caesalpinia sappan L.*) : *Tumbuhan Herbal Kaya Antioksidan.* Info Teknis EBONI Vol. 13 No. 1 : 57-67. <http://ejournal.fordamof.org/ejournal-litbang/index.php/buleboni/article/view/5077/4495> diakses tanggal 9 September 2023.
- Sufiana, dan Harlia. (2014). *Uji Aktivitas Antioksidan dan Sitotoksitas campuran Ekstrak Metanol Kayu Sepang (Caesalpinia sappan L.) dan Kulit Kayu Manis (Cinnamomum burmannii B.).* Jurnal Kimia Khatulistiwa, 3(2), 50–55.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmpa/article/view/8428>
- Sumardianto, Riyadi, P.H., Anggo, A.D., Romadhon, Rianingsih, L. (2021). *Phenol Content and Antioxidant Activity in Seaweed Fermented With Lactic Acid Bacteria.* Food Research, 5(3), 7-13.
- Vonolina, N. S. (2014). *Peningkatan Produksi Centellosida pada Pegagan (Centella asiatica) Melalui Pemberian Fosfor dan Metil Jamonat dengan Umur Panen yang Berbeda.* Disertasi.
<https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/42488>
- War A.R., M.G. Paulraj, M.Y. War and S. Igacimuthu. 2011. *Role of salicylic acid in induction of plant defense system in chickpea (Cicer arietinum L.).* Plant Signaling & Behavior. 6 (11) : 1787-1792.
doi: 10.4161/psb.6.11.17685