



Efikasi Asap Cair Hasil Pirolisis Pelepah Sawit untuk Pengendalian Kutu Kebul dan Pengaruhnya terhadap Tanaman Cabai Merah

Liquid Smoke's Efficacy from The Pyrolysis of Palm Oil Midrib-Leaf for Whitefly Controlled and its Effects on Red Chili Plant

Author(s): Mila Lukmana⁽¹⁾; Linda Rahmawati⁽¹⁾; Isna Fazria⁽¹⁾; Indriani⁽¹⁾; Herry Iswahyudi⁽¹⁾; Zuliyang Agus Nur Muchlis Majid⁽¹⁾; Muhammad Helmy Abdillah^{(1)*}

⁽¹⁾Politeknik Hasnur

*Corresponding author: abdillah.helmy21@gmail.com

Submitted: 13 Feb 2023

Accepted: 4 Apr 2023

Published: 30 Sep 2023

ABSTRAK

Bemisia tabaci Genn merupakan vektor hama begomovirus CMV, TMV, ChiVMV, PepYLCV pada tanaman cabai. Berbagai penelitian telah memastikan efektivitas asap cair menurunkan jumlah serangga dan mampu mengendalikan kerusakan yang diakibatkannya. Pelepah kelapa sawit merupakan bahan baku lokal yang melimpah yang dapat dipirolisis menjadi asap cair dan diduga dapat mengendalikan intensitas serangan serangga pada tanaman cabai. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh asap cair pelepah kelapa sawit terhadap jumlah nimfa kutu kebul, intensitas serangannya terhadap tanaman, mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman, dan mengetahui hubungan dosis pemberian asap cair terhadap ketahanan tanaman. Penelitian ini dilakukan dalam rancangan acak lengkap dengan 32 percobaan ulangan di dalam screen UV Politeknik Hasnur dari Desember 2021 hingga Mei 2022. Analisis data menggunakan model uji Tukey's HSD dengan 5% α . Hasil penelitian menunjukkan bahwa 15 mL per 1000 mL asap cair yang terbuat dari pelepah sawit mengurangi jumlah nimfa dan intensitas serangan, tetapi pertumbuhan tanaman menjadi tercekam dengan korelasi negatif ($R^2 = 35\%$) terhadap ketahanan tanaman pada setiap peningkatan dosis. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan asap cair harus bersentuhan langsung dengan organisme pengganggu tumbuhan.

Kata Kunci:

Cabai merah;
Efikasi;
Kutu kebul;
Pelepah sawit.

ABSTRACT

Keywords:

Efficacy;
Palm fronds;
Red chilies;
Whitefly

Bemisia tabaci Genn is a vector of begomovirus pests CMV, TMV, ChiVMV, PepYLCV on chili plants. Various studies have confirmed the effectiveness of liquid smoke decreases the number of insect mites and has controlled the damage they cause. Oil palm midrib-leaf are abundant local raw materials that can be pyrolyzed into liquid smoke to control the intensity of insect attacks on chili plants. The purpose of this study was to analyze the effect of liquid smoke from oil palm midrib-leaf on the number of whitefly nymphs, the intensity of their attacks on plants, determine the affected on plant growth, and determine the relationship between the dose of liquid smoke on plant resistance. This research was conducted in a completely randomized design with 32 replicate trials on Polytechnic Hasnur's garden UV screens from December 2021 to May 2022. Data analysis was running with Tukey's HSD test model with 5% α . The results showed that 15 mL per 1000 mL of liquid smoke made from palm midrib-leaf reduced the number of nymphs and the intensity of attacks, but there was poor plant growth and a negative correlation ($R^2 = 35\%$) to plant resistance at each increase in doses. These results indicate that applying liquid smoke must be in direct contact with plant-disturbing organisms.



PENDAHULUAN

Kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn) menjadi hama vektor penyakit Gemini yang paling menghambat produksi tanaman cabai di Indonesia. Virulensi Gemini sangat mudah disebarkan oleh kutu kebul yang bersarang dibagian bawah daun tanaman (Marianah, 2020; Sudiono & Purnomo, 2009). Hal ini ditandai dengan adanya embun jelaga dan bintik-bintik hitam dibawah daun yang mengakibatkan daun menguning, keriting dan pada akhirnya tanaman menjadi kerdil bahkan layu dan mati (Divekar et al., 2022; Pares, 1992). Oleh karena itu, diperlukan pengendalian masif dan efektif untuk mencegah kegagalan panen akibat organisme pengganggu tanaman (OPT) ini.

Pengendalian kutu kebul menggunakan pestisida sintetik dinilai dapat memicu resistensi hama dan resurgensi predator (Ratna et al., 2009), namun disisi lain pengendalian wajib dilakukan untuk mempertahankan hasil tanaman. Praditya & Syafril (2017) melaporkan bahwa petani sangat bergantung pada efikasi pestisida disebabkan petani tidak mau mengambil resiko kegagalan panen sehingga mereka menggunakannya dalam dosis tinggi saat diaplikasikan pada ladangnya. Sejalan dengan itu, Rahmawati (2020) melaporkan hasil tanaman dengan penggunaan pestisida sintetik mengurangi serangan hama dibandingkan dengan pestisida nabati, sehingga penggunaannya memerlukan kecakapan agar menjadikan budidaya taman tetap berkelanjutan (Abubakar et al., 2022). Disisi lain, peningkatan produksi komoditas yang rentan terserangan OPT juga dapat dilakukan dengan metode pemuliaan tanaman dan teknik agronomis, tentunya juga memiliki resiko yang beragam (Parisi et al., 2020; Selvakumar et al., 2016) dengan memanfaatkan bahan alami (Asikin & Abdillah, 2022) dari tumbuhan tropis dengan mengolahnya menjadi asap cair

yang mengandung fitokimia untuk menekan perkembang-biakan OPT (Hertianti et al., 2022).

Dosis pestisida sintetik dapat diturunkan, bahkan disubstitusi dengan asap cair yang berpengaruh pada mortalitas kutu daun (Amri et al., 2022; Diptaningsari et al., 2022; Farida & Ratnasari, 2019). Asap cair diolah dari sisa biomassa yang dipirolisis pada temperatur tinggi, sehingga menghasilkan dua bahan bermanfaat yakni biochar dan asap cair (Abdillah et al., 2023). Kandungan asap cair didominasi oleh grub penolic, grub asam organik, dan grub karbonil (Maulina & Silia, 2018; Rizal et al., 2020; Siddik et al., 2022). Dalam beberapa penelitian melaporkan bahwa efikasi asap cair untuk menekan kerusakan tanaman yang disebabkan serangan serangga (Bonanomi et al., 2021; Gama et al., 2021; Hernani et al., 2021; Urrutia et al., 2022).

Biomassa yang berlimpah seperti pelepah kelapa sawit berpotensi untuk menjadi bahan utama pembuatan asap cair. Pelepah kelapa sawit menjadi salah satu biomassa sisa tanaman yang sulit untuk didegradasi oleh mikroorganisme pengurai (Tafsin et al., 2019) sebab mengandung senyawa selolusa yang tinggi (Maulina & Mentari, 2019; Wahab et al., 2016). Kuantitas biomassa ini akan terus meningkat sejalan dengan besarnya investasi pada ekonomi sektoral perkebunan kelapa sawit yang hingga sekarang belum ada penanganan khusus terkait limbah dan biomassa yang dihasilkan. Oleh karena itu, biomassa ini menumpuk dan berakibat pada meningkatnya populasi OPT di gawangan mati dan ancak panen di areal perkebunan kelapa sawit. Pengelolaan yang saat ini dirasa tepat untuk adalah dengan mengolahnya menjadi biochar dan mengkondensasi asapnya menjadi cairan.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa potensi asap cair dari pelepah kelapa sawit patut dicoba untuk

mengendalikan kutu kebul yang banyak menyebabkan terjadinya gagal panen maupun rendahnya hasil tanaman cabai yang terserang. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh asap cair hasil pirolisis pelepah kelapa sawit terhadap jumlah nimfa kutu kebul dan intensitas serangannya pada tanaman cabai serta menetapkan hubungan dosis asap cair terhadap resistensi tanaman.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2021 – Mei 2022 di *screen house* kebun percobaan Politeknik Hasnur Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan. Penelitian ini dirancang dengan model Acak Lengkap faktor tunggal yakni dosis penerapan asap cair (LS) yang dibagi pada beberapa taraf, yakni:

Tabel 1. Dosis asap cair

Table 1. Level of liquid smoke

Kode	Diskripsi perlakuan
LS0	: Tidak menggunakan asap cair
LS1	: 5 mL asap cair dilarutkan pada 1000 mL air
LS2	: 10 mL asap cair dilarutkan pada 1000 mL air
LS3	: 15 mL asap cair dilarutkan pada 1000 mL air
LS4	: 20 mL asap cair dilarutkan pada 1000 mL air
LS5	: 25 mL asap cair dilarutkan pada 1000 mL air
LS6	: 30 mL asap cair dilarutkan pada 1000 mL air
LS7	: 35 mL asap cair dilarutkan pada 1000 mL air

Penelitian ini dilakukan 4 kali ulangan sehingga menghasilkan 32 satuan percobaan. Hasil pengamatan terhadap jumlah nimfa dan pertumbuhan tanaman akan diuji homogenitasnya menggunakan model *Bartlett*. Jika nilai data dinyatakan homogen, maka dilanjutkan dengan pengujian menggunakan ANOVA. Jika hasil ANOVA menunjukkan minimal sepasang perlakuan yang signifikan, maka data akan dianalisis menggunakan uji BNJ α 5%, sedangkan untuk mengetahui hubungan peningkatan dosis asap cair dengan ketahanan tanaman menggunakan model korelasi-regresi (Paiman, 2019), yang secara matematis menggunakan model berikut (persamaan: 1 dan 2)

$$Y = a + bx \dots\dots\dots (1)$$

$$r_{yx} = \frac{\sum x_i y_i}{\sqrt{\sum x_i^2} \sqrt{\sum y_i^2}} \dots\dots\dots (2)$$

Kegiatan penelitian dilakukan dengan terlebih dahulu menyemai benih cabai dan membuat asap cair. Penyemaian benih dilakukan di atas baki semai menggunakan media campuran tanah dan

sekam. Sembari menunggu benih tumbuh menjadi bibit yang memiliki 3-4 helai daun terbuka sempurna (15 hari penyemaian), maka dilakukan pembuatan asap cair dari bahan kayu pelepah kelapa sawit. Kayu tersebut dipotong-potong menjadi kayu-kayu kecil berukuran 5-10 cm, kemudian dikeringkan selama 15 jam dibawah sinar matahari. Setelah kering merata, kayu-kayu tersebut ditimbang sebanyak 2.5 kg, kemudian dimasukkan kedalam tabung pirolisator dan dilakukan pembakaran dengan metode pirolisis selama 5 jam pada temperatur 190°C. Sebanyak 420 mL asap cair diperlukan untuk 1 kali aplikasi dengan membagi dan mengencerkannya dengan air bersih sesuai taraf perlakuan (Tabel 1).

Setelah 15 hari, tanaman yang berada di baki semai dipindahkan ke masing-masing polibag berukuran 40 cm x 50 cm yang telah diisi media tanah aluvial. Tanaman disiram setiap 3 hari sekali disaat sore hari, sebanyak 100 mL. Saat umur tanaman 30 hari setelah tanam (HST),

tanaman diberi pupuk dengan cara menaburkan NPK majemuk pada kedalaman 3-5 cm dibawah permukaan tanah sebanyak 20 g per polibag. Pada umur yang sama, tanaman dijangkiti kutu kebul menggunakan metode kuas. Teknik pelaksanaan tersebut dilakukan dengan mengoleskan buluh kuas pada koloni kutu kebul dari daun tanaman yang terserang berkatagori parah, kemudian buluh kuas yang terkontaminasi telur dan nimfa tersebut lalu dioleskan ke setiap daun tanaman percobaan. Pengolesan ini dilakukan di bagian bawah dari satu daun yang paling lebar pada setiap tanaman percobaan. Setelah semua tanaman dijangkiti oleh telur dan nimfa kutu kebul, tanaman dibiarkan terinfeksi selama 14 hari, lalu dilakukan penyemprotan larutan asap cair di hari ke-15. Adapun penyemprotan larutan asap cair berdasarkan umur tanaman yakni pada 45 HST; 52 HST; 59 HST; 66 HST; 73 HST; 80 HST; 87 HST.

Pengukuran tinggi tanaman, perhitungan jumlah nimfa kutu kebul, dan intensitas serangan dan resistensi tanaman dilakukan pada 87 HST. Adapun teknik pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan menarik ujung meteran dari permukaan tanah tepat dititik lubang tanam hingga ke ujung tanaman. Perhitungan

jumlah nimfa kutu kebul dilakukan dengan cara mengambil tiga sampel daun yang terletak pada bagian atas, tengah, dan bawah dari tanaman pada setiap tanaman percobaan, kemudian diamati dengan kaca pembesar. Satuan nimfa dari setiap bagian daun tersebut dijumlahkan dan hasilnya bagi tiga untuk memperoleh nilai rerata jumlah nimfa yang teridentifikasi pada tanaman tersebut. Teknik perhitungan resistensi tanaman dilakukan dengan mengamati kenampakan fisik seluruh daun pada tanaman (*scrining*) secara kualitatif. Nilai pengamatan dikonversi kedalam bentuk angka (kuantitatif), yang dapat dihitung menggunakan persamaan 3 dan 4 berikut,

$$AI = \frac{\sum ni \times vi}{N \times Z} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

$$R = 100 - AI \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan, AI = intensitas serangan (%); R = Ketahanan tanaman; ni = jumlah daun tanaman yang diamati pada skala kerusakan; vi = prediksi skor kerusakan akibat serangan hama; N = jumlah tanaman yang diperiksa dalam percobaan; Z = indeks skor tertinggi yang ditemukan di lapangan. Indikator pengamatan harus dikonversi sesuai dengan kategori pada Tabel 2 yang diadaptasi dari penelitian Abdillah (2021).

Tabel 2. Penilaian intensitas serangan dan katagori resistensi

Table 2. Attack intensity assessment and resistance category

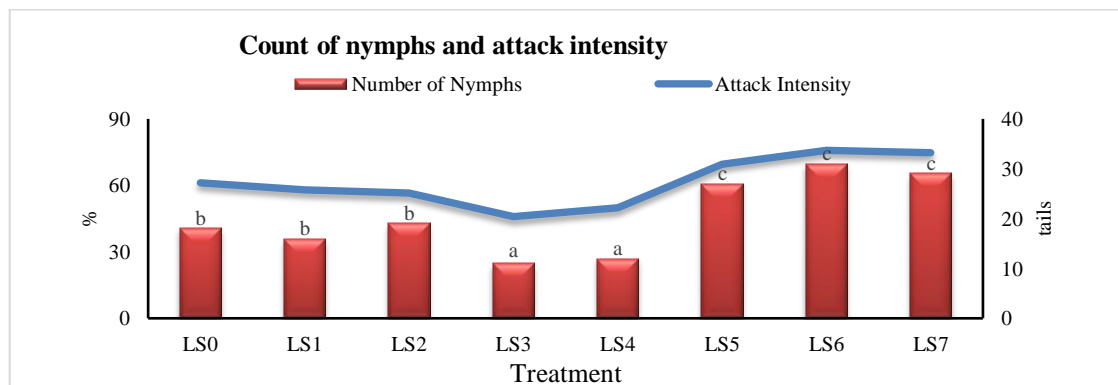
Skor	Intensitas serangan	Deskripsi
0	-	Tidak ada serangan pada tanaman (R = 100%);
1	>1 – 25%	Kerusakan ringan: Tanaman yang terserang kutu kebul ditandai dengan adanya embun jelaga yang menyebar pada daun tertentu dan terlihat mulai menggulung di ujung daun (R = 75% - 99%);
2	>25 – 50%	Kerusakan sedang: Tanaman yang terserang kutu kebul ditandai dengan adanya embun jelaga pada sebagian besar daun muda, dan daun mulai melengkung dari ujung ke tengah (R = 50% - 75%);
3	50 – 75%	Cukup parah: Tanaman yang terserang kutu kebul ditandai dengan adanya jelaga dan embun yang menggulung pada sebagian besar daun muda dan tua di bagian bawah daun, dapat terlihat banyak bercak hitam, dan beberapa daun mulai menguning (R = 25% - 50%);
4	>75 – 100%	Serangan parah: Tanaman yang terserang kutu kebul ditandai dengan adanya jelaga dan embun keriting pada semua daun, sebagian besar daun menguning, bahkan tanaman kerdil dan mati (R < 25%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah nimfa kutu kebul dan intensitas serangan

Secara umum, peningkatan jumlah nimfa kutu kebul berbanding lurus dengan indeks intensitas serangannya pada tanaman yang meningkat seiring dengan pengaplikasian peningkatan dosis asap cair. Gambar 1 menunjukkan pengaruh larutan asap cair terhadap jumlah nimfa dan intensitas serangan. Nimfa kutu kebul yang paling banyak terdapat pada tanaman yang diberi perlakuan LS6 namun tidak berbeda nyata dengan jumlah nimfa pada perlakuan LS5 dan LS7, sedangkan jumlah nimfa kutu kebul yang paling sedikit terdapat pada tanaman yang diberi

perlakuan LS3 namun tidak berbeda dengan LS4. Dari jumlah nimfa yang meningkat, terindikasi intensitas serangan kutu kebul ke tanaman juga meningkat, sebab pengukuran intensitas serangan berbanding lurus dengan jumlah nimfa yang bersarang pada daun tanaman cabai. Hal ini sejalan dengan penelitian Christina & Marsuni (2020); Haryadi et al. (2022); Paramita & Suharsono (2018); Utami & Damanhuri (2020) yang melaporkan bahwa intensitas serangan hama pada tanaman dipengaruhi aktivitas dan populasi kutu kebul sehingga juga memengaruhi keparahan gejala yang ditimbulkan yakni penyakit kuning dan hal ini berbanding lurus antar faktor tersebut.



Gambar 1. Hasil perhitungan jumlah nimfa dan intensitas serangan kutu kebul pada tanaman cabai merah yang diberi larutan asap cair berdasarkan perlakuan. Grafik batang yang memiliki huruf yang sama di atasnya tidak berbeda nyata menurut uji BNJ test α 5%.

Figure 1. The results of calculating the count of nymphs and the intensity of whitefly attacks on red chili plants that were applied with liquid smoke solution based on the treatment. Bar graphs that have the same letter above them are not significantly different according to Tukey HSD test α 5%.

Aplikasi asap cair pada taraf dosis yang tepat mampu menekan jumlah kutu kebul. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh kandungan fenol, karbonil, dan asam organik, namun apabila kadarnya kurang maupun berlebihan dari ambang batas maka akan terjadi resistensi pada hama, sehingga aplikasinya tidak akan berpengaruh signifikan dalam menekan jumlah hama yang menyerang, bahkan akan muncul resurgensi. Nault & Huseth (2016) dan Sudo et al. (2018) menjelaskan

bahwa setiap hama memiliki ambang batas resistensinya masing-masing akibat hasil evolusi genetik yang terpapar lingkungan.

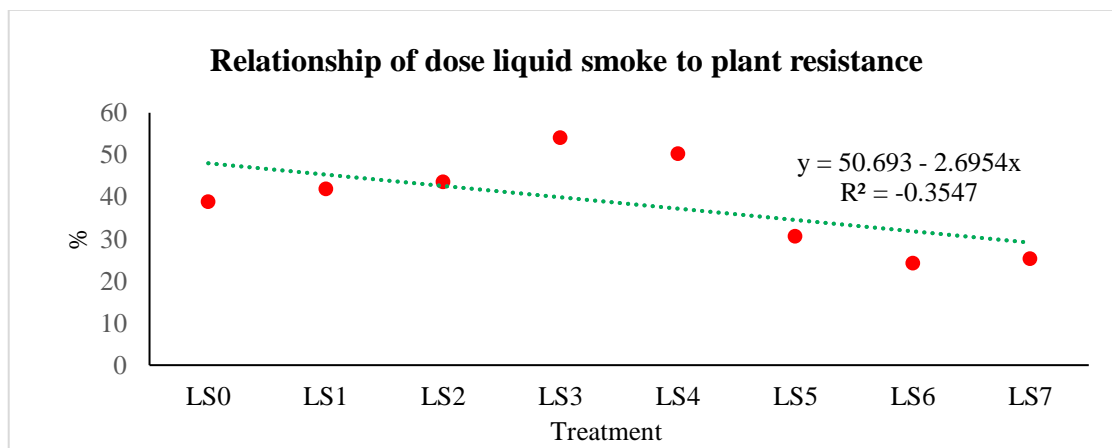
Peningkatan jumlah nimfa diduga disebabkan mudahnya kutu kebul dalam mendapatkan makanan dari tanaman inang serta nuansa habitat yang nyaman. Hal ini terjadi ketika ketahanan tanaman melemah sehingga kutu kebul mudah berkembang biak dalam lingkungan tersebut. Dalam hal ini, peran trikoma pada permukaan daun menjadi tidak berfungsi akibat toksisitas

asap cair yang terlalu kuat. Hülskamp (2004) dan Wang et al. (2021) menjelaskan bahwa fungsi trikoma diantaranya untuk melindungi permukaan tumbuhan terutama bagian daun dari serangan hama serta mengendalikan transpirasi. Disaat yang sama, pada daun terjadi volatilisasi senyawa protein yang rusak akibat degradasi dari senyawa *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) terutama *benzo[a]pyrene* kandungan asap cair yang terpapar pada sel-sel daun, sehingga mengundang hama untuk mengambil cairan daun (senyawa glukosa dan fruktosa) tersebut dan bersarang dibawah daun. Mekanisme ini telah dijelaskan oleh Hammerbacher et al. (2019) dalam berbagai penelitian yang dilakukan oleh Eigenbrode et al. (2002); Fereres et al. (2016); Mauck et al. (2012) yang menyatakan bahwa virus sirkulatif menarik vektornya ke tanaman inang yang terinfeksi melalui isyarat senyawa yang mudah menguap dan bahkan untuk

menarik vektornya, virus mendorong tanaman yang terinfeksi dengan mengeluarkan aromatik yang menyebabkan produksi nutrisi yang lebih tinggi di floem sehingga jumlah vektor yang bersarang semakin banyak karena semakin banyak nutrisi yang didapat oleh vektor.

Hubungan dosis asap cair terhadap resistensi tanaman

Peningkatan dosis asap cair yang diaplikasikan pada taraf tertentu justru menurunkan resistensi tanaman terhadap serangan kutu kebul. Gambar 2 menunjukkan terjadinya korelasi negatif dengan nilai determinasi sebesar -0.3547 dengan model $y = 50.693 - 2.6954x$ yang dapat diartikan semakin tinggi nilai x (dosis asap cair), maka nilai y (resistensi tanaman) akan semakin rendah dengan pengaruh 35% dibandingkan faktor-faktor lain yang memengaruhi penurunan resistensi tanaman.



Gambar 2. Hubungan dosis asap cair terhadap ketahanan tanaman cabai merah
Figure 2. Relationship of liquid smoke dosage to red chili plant resistance

Hasil penelitian Lukmana et al. (2022) menunjukkan bahwa pertumbuhan bibit kelapa sawit terlihat menurun seiring peningkatan dosis larutan asap cair pelepah kelapa sawit. Hal ini diduga kandungan asap cair yang justru menjadi toksik bagi tanaman. Dalam penelitian pendahuluan, diketahui bahwa asap cair memiliki $pH \leq 2$,

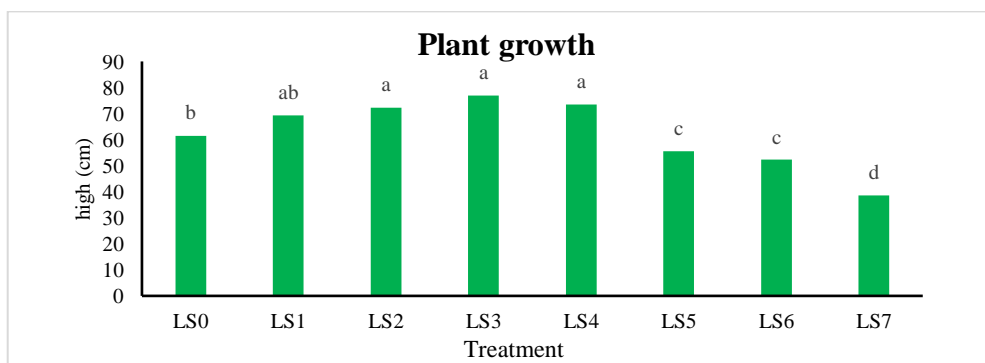
sehingga kondisi ini yang mungkin menjadi salah satu cekaman bagi tanaman. Resistensi tanaman menurun akibat cekaman abiotik dari kandungan asap cair yang melemahkan jaringan sel-sel tanaman sehingga mengganggu metabolisme. Disaat yang sama, virulensi dari kutu kebul semakin kuat, sehingga diduga terjadi dua

cekaman yang secara simultan yakni, 1) cekaman abiotik dari kandungan asap cair yang melemahkan jaringan sel terutama trikoma dan 2) cekaman biotik dari virulensi penyakit gemini dari kutu kebul. Hal ini diperkuat Zhao et al. (2022) yang menjelaskan bahwa setiap patogen akan mengeluarkan protein virulensi (efektor) dan setiap tanaman mampu merasakan sinyal bahaya jika menyentuh permukaan tanaman yang diantaranya diinisiasi oleh trikoma melalui *Pattern recognition receptors* (PRRs) yang berfungsi merasakan pola molekuler imunogenik yang berasal dari mikroba maupun perubahan hormonal tanaman yang dipicu serangan hama vektor, kemudian mengaktifkan pola pertahanan imunitas *Pattern-triggered immunity* (PTI) melalui reseptor intraseluler sehingga mendorong imunitas yang lebih kuat untuk mendorong kinerja *Effector-triggered immunity* (ETI) dari patogen. Yuan et al. (2021) dan Ngou et al. (2021) menyebutkan bahwa kinerja PTI dan ETI secara bersama akan meningkatkan imunitas tanaman, namun sebaliknya aktivasi ETI saja akan menurunkan imunitas tanaman. Toksisitas menyebabkan kerusakan protein pada jaringan sel menurunkan kinerja PTI (Tian et al., 2021), sehingga sinyal hormon resistensi terganggu (Andersen et al., 2018;

Murgianto et al., 2023). Hal ini yang menyebabkan melemahnya resistensi tanaman dengan semakin meningkatnya dosis asap cair karena protein pada jaringan sel daun-daun terdegradasi oleh senyawa PAH dari larutan asap cair pelepah kelapa sawit.

Tinggi tanaman

Tanaman yang diberikan asap cair berbahan pelepah kelapa sawit pada dosis tertentu mampu mempertahankan potensi tinggi tanaman. Gambar 3 menunjukkan peningkatan tinggi tanaman yang diaplikasikan larutan asap cair hingga pada dosis asap cair 15 ml 1000 ml⁻¹ air (LS3), namun semakin tinggi dosis asap cair yang dilarutkan dan diaplikasikan, maka terlihat tanaman semakin tercekam dan pada akhirnya menjadikan tanaman kerdil. Perlakuan LS3 menghasilkan tinggi tanaman yang optimal namun tidak berbeda nyata dibandingkan LS4, sedangkan tanaman terpendek dihasilkan dari perlakuan LS7. Hal ini mungkin disebabkan kandungan asap cair yang juga toksik terhadap tanaman. Selain itu, meningkatnya jumlah nimfa akibat tinggi dosis asap cair pada larutan, diduga menjadi penyebab turunnya imunitas tanaman terhadap virulensi penyakit yang semakin kuat.



Gambar 3. Hasil pengukuran tinggi tanaman cabai merah yang diberi larutan asap cair berdasarkan perlakuan. Grafik batang yang memiliki huruf yang sama di atasnya tidak berbeda nyata menurut uji BNJ test α 5%.

Figure 3. Results of measuring the height of red chili plants that were applied with a liquid smoke solution based on the treatment. Bar graphs that have the same letter above them are not significantly different according to Tukey HSD test α 5%.


Tinggi tanaman dipengaruhi oleh aktivitas sel-sel tanaman yang semakin berkembang dengan membelah diri (Guerriero et al., 2014; Hasterok & Betekhtin, 2020). Toksisitas dari asap cair yang tinggi jika terpapar pada sel tanaman dan pada akhirnya menyebabkan kematian jaringan sel tanaman tersebut. Senyawa *benzo[a]pyrene* menjadi salah satu senyawa aktif yang banyak ditemukan dalam kandungan asap cair. Setidaknya 73% kandungan asap cair adalah senyawa PAH yang diduga mengancurkan senyawa protein dan amino (Saputra et al., 2020; Yabiku & Martins, 1993), yang pada akhirnya mempengaruhi imunitas tanaman. Disaat yang sama, dengan mudahnya kutu kebul menetrasi virus ke tanaman akibat sel-sel tanaman yang mulai rusak akibat senyawa PAH dari asap cair, sehingga menurunkan ketahanan tanaman terhadap virus gemini.

Terdapat banyak faktor yang memengaruhi ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik. Abdillah (2021) mengemukakan bahwa ketahanan tanaman dapat dipacu dengan keseimbangan serapan unsur hara yang cepat diolah dalam proses metabolisme. Apabila proses serapan dan metabolisme terganggu akibat ketidakseimbangan kerja sel, maka akan menurunkan ketahanan tanaman terhadap cekaman, dan pada akhirnya berdampak pada fisiologi dan morfologi tanaman.


KESIMPULAN


Asap cair dapat menurunkan jumlah dan intensitas serangan kutu kebul pada dosis 15 mL per 1000 mL air. Dosis asap cair berkorelasi negatif terhadap resistensi tanaman dari intensitas serangan kutu kebul sebesar 35% dan menghambat pertumbuhan tanaman cabai.


DAFTAR PUSTAKA


Abdillah, M. H. (2021). Improvement  Nutrient Uptake with Application of


Organic Matter to Increase Resistance of Cayenne Pepper to Whitefly Virulence. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 49(3), 280–287.


 Abdillah, M. H., Lukmana, M., Indriani, I., & Nur, R. (2023). Iptek bagi Masyarakat dalam Mengolah Biomassa menjadi Biochar dan Asap Cair Menggunakan Pirolisator Portabel. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 5(1), 31–40.


 Abubakar, M., Koul, B., Chandrashekar, K., & Raut, A. (2022). Whitefly (*Bemisia tabaci*) Management (WFM) Strategies for Sustainable Agriculture: A Review. *Agriculture (Switzerland)*, 12(7), 1317–1343.

 Amri, K., Dalimunthe, B. A., Sepriani, Y., & Harahap, F. S. (2022). Efektivitas asap cair terhadap mortalitas Kutu Putih (*Bemisia tabaci* Cream) pada tanaman Mentimun. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(1), 444–451.

 Andersen, E. J., Ali, S., Byamukama, E., Yen, Y., & Nepal, M. P. (2018). Disease Resistance Mechanisms in Plants. *Genes*, 9(7), 70339–70368.

 Asikin, S., & Abdillah, M. H. (2022). Efektivitas ekstrak tanaman hutan rawa sebagai bioinsektisida dalam mengendalikan *Spodoptera litura* F. pada skala laboratorium. *EnviroScientiae*, 18(3), 39–46.

 Bonanomi, G., Jesu, G., Zotti, M., Idbella, M., D'Errico, G., Laudonia, S., Vinale, F., & Abd-ElGawad, A. (2021). Biochar-derived smoke-water exerts biological effects on nematodes, insects, and higher plants but not fungi. *Science of the Total Environment*, 750(9), 142307.


 Christina, R., & Marsuni, Y. (2020). Teknologi pengendalian hama serangga cabai rawit (*Capsicum*

- frutencens L.) kombinasi dengan ekstrak mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*) dan jarak tanam. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 5(4), 158–167.
- Diptaningsari, D., Meithasari, D., Karyati, H., & Wardani, N. (2022). Potential Use of Coconut Shell Liquid Smoke as an Insecticide on Soybean and the Impact on Agronomic Performance. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 985(1), 2058–2065.
- Divekar, P. A., Narayana, S., Divekar, B. A., Kumar, R., Gadratagi, B. G., Ray, A., Singh, A. K., Rani, V., Singh, V., Singh, A. K., Kumar, A., Singh, R. P., Meena, R. S., & Behera, T. K. (2022). Plant Secondary Metabolites as Defense Tools against Herbivores for Sustainable Crop Protection. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5), 2690–2714.
- Eigenbrode, S. D., Ding, H., Shiel, P., & Berger, P. H. (2002). Volatiles from potato plants infected with potato leafroll virus attract and arrest the virus vector, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences*, 269(7), 455–460.
- Farida, L., & Ratnasari, E. (2019). Pengaruh Asap Cair Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis*) terhadap Mortalitas Kutu Daun (*Aphis gossypii*). *Lentera Bio*, 8(1), 44–49.
- Fereres, A., Peñaflor, M. F. G. V., Favaro, C. F., Azevedo, K. E. X., Landi, C. H., Maluta, N. K. P., Bento, J. M. S., & Lopes, J. R. S. (2016). Tomato infection by whitefly-transmitted circulative and non-circulative viruses induce contrasting changes in plant volatiles and vector behaviour. *Viruses*, 8(8), 225–244.
- Gama, Z. P., Purnama, R. M. A., & Melani, D. (2021). High potential of liquid smoke from coconut shell (*Cocos nucifera*) for biological control of rice bug (*Leptocorisa oratorius* Fabricius). *Journal of Tropical Life Science*, 11(1), 85–91.
- Guerriero, G., Hausman, J. F., & Cai, G. (2014). No stress! relax! mechanisms governing growth and shape in plant cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(3), 5094–5114.
- Hammerbacher, A., Coutinho, T. A., & Gershenzon, J. (2019). Roles of plant volatiles in defence against microbial pathogens and microbial exploitation of volatiles. *Plant Cell and Environment*, 42(10), 2827–2843.
- Haryadi, N. T., Muhlison, W., & Al-Ashar, M. B. D. (2022). Efektifitas penanaman refugia terhadap populasi dan intensitas serangan hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*) pada pertanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Bioindustri*, 4(2), 135–148.
- Hasterok, R., & Betekhtin, A. (2020). Plant cell and organism development. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 1–10.
- Hernani, Yuliani, S., & Rahmini. (2021). Natural biopesticide from liquid rice hull smoke to control brown planthopper. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 733(1).
- Hertianti, E., Suwinarti, W., Suprptono, B., Aryani, F., & Kusuma, I. W. (2022). Phytochemicals, antioxidants activity, total phenolic and total flavonoid content of liquid smoke from tropical plants. *International Journal of Biosciences*, 21(6), 316–321.


- Hülkamp, M. (2004). Plant trichomes : A model for cell differentiation. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 5(6), 471–480.
- Lukmana, M., Karunia, D., & Majid, Z. A. N. M. (2022). Pertumbuhan bibit kelapa sawit dengan aplikasi asap cair limbah pelepah kelapa sawit. *Ziraa'ah*, 47(1), 129–136.
- Marianah, L. (2020). Serangga Vektor dan Intensitas Penyakit Virus pada Tanaman Cabai Merah. *AgriHumanis: Journal of Agriculture and Human Resource Development Studies*, 1(2), 127–134.
- Mauck, K., Bosque-Pérez, N. A., Eigenbrode, S. D., De Moraes, C. M., & Mescher, M. C. (2012). Transmission mechanisms shape pathogen effects on host-vector interactions: Evidence from plant viruses. *Functional Ecology*, 26(5), 1162–1175.
- Maulina, S., & Mentari, V. A. (2019). Comparison of Functional Group and Morphological Surface of Activated Carbon from Oil Palm Fronds Using Phosphoric Acid (H₃PO₄) and Nitric Acid (HNO₃) as an Activator. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1), 2023–2028.
- Maulina, S., & Silia, F. (2018). Liquid smoke characteristics from the pyrolysis of oil palm fronds. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering PAPER*, 2073–2078.
- Murgianto, F., Hidayat, P., & Triwidodo, H. (2023). Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae): evaluation of leaf trichome density based resistance on several soybean varieties. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika: Journal of Tropical Plant Pests and Diseases*, 23(1), 9–14.
- Nault, B. A., & Huseeth, A. S. (2016). Evaluating an Action Threshold-Based Insecticide Program on Onion Cultivars Varying in Resistance to Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology Advance*, 109(4), 1–7.
- Ngou, B. P. M., Ahn, H. K., Ding, P., & Jones, J. D. G. (2021). Mutual potentiation of plant immunity by cell-surface and intracellular receptors. *Nature*, 592(3), 110–115.
- Paiman. (2019). *Teknik Analisis Korelasi dan Regresi Ilmu-Ilmu Pertanian* (N. N. S. Dwipa (ed.); 1st ed.). Universitas Pendidikan Yogyakarta Press.
- Paramita, K., & Suharsono, S. (2018). Efikasi Insektisida Nabati dalam Mengendalikan Kutu Kebul Bemisia tabaci Genn. (Homoptera: Aleyrodidae). *Widyariset*, 17(2), 219–226.
- Pares, R. D. (1992). Fundamentals of Plant Virology. In *Australasian Plant Pathology* (Vol. 21, Issue 4). Springer Nature.
- Parisi, M., Alioto, D., & Tripodi, P. (2020). Overview of Biotic Stresses in Pepper (Capsicum spp.): Sources of Genetic Resistance, Molecular Breeding and Genomics. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(7), 2587–2626.
- Praditya, N. Y., & Syafrial, S. (2017). Analisis faktor-faktor keputusan pembelian petani padi terhadap produk pestisida nabati. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, 1(2), 1–7.
- Rahmawati, L. (2020). Analisa komparatif usaha tani padi yang menggunakan pestisida nabati dan pestisida kimia (studi kasus di kelompok tani Tirtodimulyo Tiga Desa Klampokan

- Kecamatan Panji Kabupaten Situbondo). *Agribios*, 18(2), 94–104.
- Ratna, Y., Trisyono, Y. A., Untung, K., &  Indradewa, D. (2009). Resurjensi serangga hama karena perubahan fisiologi tanaman dan serangga sasaran setelah aplikasi insektisida. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 15(2), 55–64.
- Rizal, W. A., Nisa, K., Maryana, R.,  Prasetyo, D. J., Pratiwi, D., Jatmiko, T. H., Ariani, D., & Suwanto, A. (2020). Chemical composition of liquid smoke from coconut shell waste produced by SME in Rongkop Gunungkidul. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 462(1), 2057–2064.
- Saputra, R. Y., Naswir, M., & Suryadri, H.  (2020). Perbandingan Karakteristik Asap Cair pada Berbagai Grade dari Pirolisis Batubara. *Jurnal Engineering*, 2(2), 96–108.
- Selvakumar, R., Singh, D. C. M., & Singh,  P. K. (2016). Capsicum: Breeding prospects and perspectives for higher productivity. In *New Perspectives* (pp. 31–45).
- Siddik, P., Dalimunthe, B. A., Sepriani, Y.,  & Rizal, K. (2022). Analisis kandungan asap cair dari pelepah kelapa sawit dan batok kelapa serta perbandingan pH pelepah kelapa sawit dan batok kelapa. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), 607–611.
- Sudiono, S., & Purnomo, P. (2009).  Hubungan antara populasi kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) dan penyakit kuning pada cabai di Lampung Barat. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 9(2), 115–120.
- Sudo, M., Takahashi, D., Andow, D. A.,  Suzuki, Y., & Yamanaka, T. (2018). Optimal management strategy of insecticide resistance under various insect life histories: Heterogeneous timing of selection and interpatch dispersal. *Evolutionary Applications*, 11(2), 271–283.
- Tafsin, M., Hanafi, N. D., Yunilas, &  Mulianda, R. (2019). Nutrient quality of oil palm frond fermented by local microorganism (MOL) with different dosage and incubation time. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 260(1), 2050–2057.
- Tian, H., Wu, Z., Chen, S., Ao, K., Huang,  W., Yaghmaiean, H., Sun, T., Xu, F., Zhang, Y., Wang, S., Li, X., & Zhang, Y. (2021). Activation of TIR signalling boosts pattern-triggered immunity. *Nature*, 598(9), 500–503.
- Urrutia, R. I., Gutierrez, V. S., Stefanazzi,  N., Volpe, M. A., & Werdin González, J. O. (2022). Pyrolysis liquids from lignocellulosic biomass as a potential tool for insect pest management: A comprehensive review. *Industrial Crops and Products*, 177, 114533.
- Utami, K. A. S., & Damanhuri, F. (2020).  Pengaruh Insektisida Campuran Daun Kenikir (*Cosmos caudatus*) dan Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*) Terhadap Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) Pada Budidaya Tanaman Kedelai Edamame. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 4(1), 26–33.
- Wahab, R., Rasat, M. S. M., Fauzi, N. M.,  Sulaiman, M. S., Samsi, H. W., Mokhtar, N., Ghani, R. S. M., & Razak, M. H. (2016). Processing and Properties of Oil Palm Fronds Composite Boards from *Elaeis guineensis*. In *Intech* (pp. 225–240).
- Wang, X., Shen, C., Meng, P., Tan, G., &  Lv, L. (2021). Analysis and review of trichomes in plants. *BMC Plant Biology*, 21(2), 70–80.


Yabiku, H. Y., & Martins, M. S. (1993).

 Food Additives & Contaminants
Levels of benzo [a] pyrene and other polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavour and some smoked foods. *Food Additives & Contaminants*, 10(4), 37–41.

Yuan, M., Ngou, B. P. M., Ding, P., & Xin,

 X. F. (2021). PTI-ETI crosstalk: an integrative view of plant immunity. *Current Opinion in Plant Biology*, 62(8), 102030–102040.

Zhao, Y., Zhu, X., Chen, X., & Zhou, J. M.

 (2022). From plant immunity to crop disease resistance. *Journal of Genetics and Genomics*, 49(8), 693–703.