

## Keefektifan Ekstrak Metanol Daun dan Biji Kemangi (*Ocimum basilicum* Sims) dalam Mengendalikan Hama Kutukebul (*Bemisia tabaci* Genn) pada Tanaman Tomat

Sudarjat, Maghfira Az Zahra, dan Luciana Djaya

Departemen HPT, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jl. Ir. Sukarno KM 21, Kampus Jatinangor, Jatinangor 45363

\*Alamat korespondensi: sudarjat@unpad.ac.id

---

### INFO ARTIKEL

Diterima: 17-06-2024

Direvisi: 29-07-2024

Dipublikasi: 11-08-2024

### ABSTRACT/ABSTRAK

**Effectiveness Metanol Extract of Basil Leaves and Seeds (*Ocimum basilicum* Sims) in Controlling Silverleaf Whitefly (*Bemisia tabaci* Genn) on Tomato Plants**

Keywords:  
Botanical pesticide,  
Efficacy, Population  
density

Silverleaf whitefly (*Bemisia tabaci* Genn) is one of the pests that disrupt tomato plant production. Currently, many plants can be used as sources of botanical pesticide extracts for pest control including basil (*Ocimum basilicum* Sims). Basil plants contain compounds such as saponin, eugenol, tannin, and flavonoids, primarily in their leaves and seeds. This experiment aimed to determine the appropriate concentration of methanol extracts from basil leaves and seeds in suppressing the population of *B. tabaci* on tomato plants. The experiment was conducted in the Pesticide and Environmental Toxicology Laboratory and the Ciparanje Greenhouse of the Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, from March to August 2023. This research used a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 9 treatments of methanol extract and three replications, namely P1 (control), P2 (3,8 g/l basil leaf), P3 (8,3 g/l basil leaf), P4 (16,7 g/l basil leaf), P5 (25,1 g/l basil leaf), P6 (4,1 g/l basil seed), P7 (9,1 g/l basil seed), P8 (18,3 g/l basil seed), and P9 (27,4 g/l basil seed). Based on the test results, the  $LC_{50}$  and  $LC_{95}$  values of methanol extract from basil leaves were 3,8 g/l and 8,3 g/l, respectively, while the  $LC_{50}$  and  $LC_{95}$  values of methanol extract from basil seeds were 4,1 g/l and 9,1 g/l, respectively. The results indicated that methanol extract of basil leaves and seeds each at lowest concentration (3.8 g/l methanol extract of basil leaves and 4.1 g/l methanol extract of basil seeds) was able to reduce the population density *B. tabaci* on tomato plants. The application of 25,1 g/l methanol extract of basil leaves and 27,4 g/l methanol extract of basil seeds is the highest suppression efficacy in controlling *B. tabaci*.

Kata Kunci:  
Efikasi, Kepadatan  
populasi, Pestisida  
nabati

Kutukebul (*Bemisia tabaci* Genn) merupakan salah satu hama yang mengganggu produksi tanaman tomat. Saat ini sudah banyak tumbuhan yang dapat dijadikan ekstrak pestisida nabati untuk mengendalikan serangga hama di antaranya adalah tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* Sims). Tanaman kemangi mengandung senyawa saponin, eugenol, tannin, dan flavonoid terutama pada bagian daun dan bijinya. Percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak metanol daun dan biji kemangi yang tepat dalam menekan populasi *B. tabaci* pada tanaman tomat. Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan dan rumah kaca Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran pada bulan Maret hingga Agustus 2023. Penelitian ini menggunakan metode

percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas sembilan perlakuan ekstrak metanol dan tiga kali ulangan, yakni P1 (kontrol), P2 (3,8 g/l daun kemangi), P3 (8,3 g/l daun kemangi), P4 (16,7 g/l daun kemangi), P5 (25,1 g/l daun kemangi), P6 (4,1 g/l biji kemangi), P7 (9,1 g/l biji kemangi), P8 (18,3 g/l biji kemangi), dan P9 (27,4 g/l biji kemangi). Berdasarkan hasil pengujian toksisitas didapatkan nilai  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$  ekstrak metanol daun kemangi secara berurutan sebesar 3,8 g/l dan 8,3 g/l, sedangkan  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$  ekstrak metanol biji kemangi secara berurutan sebesar 4,1 g/l dan 9,1 g/l. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak metanol daun dan biji kemangi masing-masing pada konsentrasi terendah yaitu 3,8 g/l ekstrak methanol daun kemangi dan 4,1 g/l ekstrak methanol biji kemangi mampu menekan kepadatan populasi *B. tabaci* pada tanaman tomat. Aplikasi 25,1 g/l ekstrak metanol daun kemangi dan 27,4 g/l ekstrak metanol biji kemangi merupakan perlakuan yang paling tinggi penekanannya dalam mengendalikan *B. tabaci*.

## PENDAHULUAN

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* Mill) adalah salah satu tanaman pertanian yang penting di Indonesia. Tomat memiliki peran signifikan dalam menyediakan bahan baku bagi industri makanan dan memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Produksi tanaman tomat menjadi salah satu faktor penentu dalam pemenuhan kebutuhan domestik dan dapat berdampak pada stabilitas harga dan ketersediaan pasokan di pasar (BPS, 2022). Manfaat dari buah tomat antara lain digunakan untuk bahan makanan, bahan baku industri, kosmetik, hingga obat-obatan. Tomat memiliki senyawa polifenol, karotenoid, asam askorbat, potasium, vitamin A, dan vitamin C yang dapat bertindak sebagai antioksidan (Junnaeni dkk., 2022). Berdasarkan manfaatnya tersebut, tomat menjadi salah satu komoditas ekspor nasional dengan permintaan pasar yang tinggi dan terus berkembang.

Terganggunya produktivitas tanaman tomat dipengaruhi oleh banyak kendala dalam budidayanya. Salah satu kendala yang sering terjadi adalah gangguan hama dan penyakit tanaman yang dapat mengakibatkan gagalnya produksi bahkan dalam skala besar (Halid, 2021). Salah satu hama yang kerap mengganggu produksi tanaman tomat adalah hama kutukebul (*Bemisia tabaci*). Di Indonesia, *B. tabaci* pertama kali diketahui sebagai penyebab penyakit keriting pada tanaman tembakau di daerah Sumatra dan Jawa pada tahun 1938, penyakit ini ditularkan dari gulma *Ageratum* sp., *Synedrella* sp., dan *Eupatorium odoratum* (Sudarjat dkk., 2023).

Horowitz *et al.*, (2011) menjelaskan bahwa kerusakan secara langsung yang disebabkan oleh *B. tabaci* antara lain adalah dengan pembentukan bintik

klorotik pada daun sebagai akibat kerusakan sebagian jaringan karena tusukan stilet, pembentukan pigmen antosianin, dan gugurnya daun yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Kerusakan secara tidak langsung antara lain yaitu penutupan stomata oleh embun madu yang dikeluarkan nimfa dan jamur yang dapat tumbuh pada lapisan embun madu tersebut, seperti *Cladosporium* spp. dan *Alternaria* spp. Sementara itu, kerusakan secara tidak langsung yang diakibatkan oleh *B. tabaci* adalah sebagai vektor virus yakni sebagai agen yang menularkan suatu penyakit dari tanaman yang sakit ke tanaman yang sehat.

Dalam konsep *Integrated Pest Management* (IPM), pengendalian suatu hama dapat dilakukan dengan memadukan beberapa teknik pengendalian mulai dari yang bersifat preventif sampai kuratif (Prabaningrum dkk., 2015). Di Indonesia, penggunaan pestisida kimia masih menjadi pengendalian utama dibandingkan dengan pengendalian preventif yang ramah lingkungan. Hal tersebut menjadi pilihan para petani karena penggunaannya yang praktis, efisien dan mudah didapat. Penggunaan pestisida nabati dapat mengatasi permasalahan-permasalahan pada tanaman tomat yang disebabkan oleh serangga hama, karena bermanfaat sebagai racun bagi hama bahkan dapat mengurangi populasi hama dengan biaya yang relatif lebih murah, mudah terurai (*biodegradable*), mudah diproduksi secara massal dan dapat diperbaharui.

Saat ini sudah banyak tumbuhan yang dijadikan ekstrak pestisida nabati, di antaranya adalah tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* Mill L). Bagian tanaman kemangi yang banyak dijadikan ekstrak yaitu daun dan bijinya karena memiliki

kandungan senyawa kimia yang tinggi. Hasil penelitian Barus & Sutopo (2019) membuktikan bahwa pada tanaman kemangi terdapat kandungan flavonoid, glikosit, asam gallic, asam cafeic, dan minyak atsiri yang mengandung eugenol (70,5%) sebagai komponen utamanya. Kandungan flavonoid, tanin, saponin, dan terpenoid pada kemangi juga berfungsi sebagai racun pernafasan, racun perut, dan *antifeedant* yang dapat merusak nafsu makan pada serangga. Selanjutnya, Nasution dkk., (2023) melaporkan bahwa minyak kemangi dapat berfungsi sebagai racun kontak (*contact poison*) melalui permukaan tubuh larva karena fenol (eugenol) yang terkandung di dalamnya mudah terserap melalui permukaan kulit. Penelitian ini melaporkan potensi ekstrak metanol daun dan biji kemangi untuk mengendalikan hama kutukebul pada tanaman tomat.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2023 – Agustus 2023 dengan dua tahapan percobaan yakni uji toksisitas dan uji efektivitas. Uji toksisitas dilaksanakan di Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan, Sub divisi Pestisida Nabati, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Tahap uji efektivitas dilaksanakan di Rumah Kaca Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Jatiningor, dengan ketinggian tempat ±752 meter di atas permukaan laut (mdpl) dan kisaran suhu harian sekitar 18°C-28°C.

### Rancangan Percobaan untuk Uji Toksisitas dan Uji Efektivitas

Metode Finney digunakan untuk Uji Toksisitas, tahap pertama dilakukan untuk menentukan kisaran konsentrasi kritis (*critical range test*), yakni ambang atas dan ambang bawah yang menjadi dasar dari penentuan konsentrasi yang digunakan dalam uji toksisitas (Finney, 1971). Taraf konsentrasi yang digunakan untuk mencari ambang atas dan ambang bawah adalah 0 ppm = perlakuan kontrol; 10<sup>0</sup> ppm = 0,001 g/l; 10<sup>1</sup> ppm = 0,01 g/l, 10<sup>2</sup> ppm = 0,1 g/l; 10<sup>3</sup> ppm = 1 g/l, 10<sup>4</sup> ppm = 10 g/l; dan 10<sup>5</sup> ppm = 100 g/l. Rumus lebar kelas interval untuk mendapatkan konsentrasi LC<sub>50</sub> dihitung dengan menggunakan rumus:

$$c = \frac{X_n - X_1}{k}$$

Dimana:

$C$  = Lebar kelas atau interval

$X_n$  = Nilai ambang atas

$X_1$  = Nilai ambang bawah

$K$  = Banyaknya konsentrasi

Uji efektivitas menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 9 perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga terdapat 27 plot perlakuan. Uji ini dilakukan untuk menentukan konsentrasi yang paling efektif penekanannya terhadap populasi kutukebul. Nilai LC<sub>50</sub> dan LC<sub>95</sub> yang diperoleh sebelumnya digunakan sebagai acuan dalam menentukan taraf konsentrasi yang digunakan yakni: P1 : konsentrasi 0% (kontrol); P2 : konsentrasi LC<sub>50</sub> ekstrak metanol daun kemangi; P3 : konsentrasi LC<sub>95</sub> ekstrak metanol daun kemangi; P4 : konsentrasi 2 × LC<sub>95</sub> ekstrak metanol daun kemangi; P5 : konsentrasi 3 × LC<sub>95</sub> ekstrak metanol daun kemangi; P6 : konsentrasi LC<sub>50</sub> ekstrak metanol biji kemangi; P7 : konsentrasi LC<sub>95</sub> ekstrak metanol biji kemangi; P8 : konsentrasi 2 × LC<sub>95</sub> ekstrak metanol biji kemangi; dan P9 : konsentrasi 3 × LC<sub>95</sub> ekstrak metanol biji kemangi.

### Perbanyak Serangga Uji *B. tabaci*

Perbanyak *B. tabaci* diawali dengan melakukan pengumpulan imago yang didapat pada tanaman terung milik petani di Kecamatan Ciwidey. Setelah imago *B. tabaci* didapatkan lalu diinfestasikan pada tanaman labu, terung, dan tomat dengan umur 3 MSPT (Minggu Setelah Pindah Tanam) yang sudah disiapkan dalam kurungan *rearing* berukuran 1 m × 1 m × 2 m (p×l×t). Selanjutnya perkembangbiakan *B. tabaci* diperhatikan sehingga dapat tumbuh dan berkembang dengan optimal mencapai populasi *B. tabaci* dengan jumlah yang cukup dan umur yang seragam.

### Persiapan Tanaman Tomat

Persiapan media tanam untuk persemaian benih tanaman tomat varietas Servo F1 dilakukan dengan mencampurkan tanah, arang sekam, dan kompos dengan perbandingan 3:1:1. Media tanam dimasukkan ke dalam *seed tray* dan dilakukan penyiraman dengan menggunakan air bersih, setelah itu benih tanaman tomat dimasukkan ke dalam lubang tanam sebanyak satu benih/lubang. Pindah tanam dilakukan saat persemaian mencapai 3 minggu dan tanaman tomat memiliki ± 3 helai daun. Proses ini dilakukan dengan cara

memindahkan bibit tanaman tomat dari *seed tray* ke polybag berukuran 30 cm × 30 cm yang sudah diisi dengan media tanam tanah, arah sekam, dan pupuk kompos kotoran sapi sebanyak  $\frac{3}{4}$  dari volume polibeg.

Pemeliharaan tanaman tomat dilakukan dengan melakukan penyiraman, pemupukan dasar, dan penyiangan gulma yang tumbuh. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan embat dan air bersih sebanyak 1-2 kali per hari hingga media tanam basah merata atau ditandai dengan keluarnya air dari lubang polibeg. Pemberian pupuk NPK dilakukan pada saat tanaman berumur 2 MSPT dan dilanjut dengan interval 2 minggu yaitu pada saat 4 MSPT dan 6 MSPT dengan dosis sebanyak 5 g/tanaman. Penyiangan gulma juga dilakukan dengan cara mencabut dan membuang gulma yang tumbuh di sekitar polibeg.

#### **Pembuatan Ekstrak Metanol Daun Kemangi**

Proses pembuatan ekstrak daun kemangi dilakukan dengan metode maserasi yang dilarutkan dengan pelarut metanol 99,9%. Simplisia daun kemangi sebanyak 1 kg dikeringanginkan pada suhu kamar lalu dihancurkan sampai menjadi bubuk dengan blender. Selanjutnya dilakukan perendaman simplisia dan pelarut (metanol) dengan perbandingan sebesar 1 : 10. Simplisia yang telah direndam lalu diaduk dan dibiarkan selama 48 jam. Ekstrak metanol dipisahkan dengan kertas saring lalu diekstraksi menggunakan alat *rotary vacuum evaporator* dengan suhu 40°C sampai diperoleh sediaan seperti pasta yang pekat. Setelah itu dilakukan pengenceran menggunakan aquades untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak daun kemangi yang diinginkan.

#### **Pembuatan Ekstrak Metanol Biji Kemangi**

Proses pembuatan ekstrak biji kemangi dilakukan dengan metode maserasi yang dilarutkan dengan pelarut metanol. Simplisia biji kemangi sebanyak 1 kg dikeringanginkan pada suhu kamar lalu dihancurkan sampai menjadi bubuk dengan blender. Selanjutnya dilakukan perendaman simplisia dan pelarut (metanol) dengan perbandingan sebesar 1 : 10. Simplisia yang telah direndam lalu diaduk dan dibiarkan selama 48 jam. Ekstrak metanol dipisahkan dengan kertas saring lalu diekstraksi menggunakan alat *rotary vacuum evaporator* dengan suhu 40°C sampai diperoleh sediaan seperti pasta yang pekat. Setelah itu dilakukan pengenceran menggunakan aquadest

untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak biji kemangi yang diinginkan.

#### **Infestasi *B. tabaci* pada Tanaman Tomat**

Serangga uji yang telah diperbanyak dan dipelihara kemudian diinfestasikan sebanyak 50 ekor imago pada setiap tanaman tomat yang sudah disiapkan dengan umur 2 MSPT. Tiap tanaman ditutup dengan sungkupan yang terbuat dari rangka kayu berukuran 0,4 m × 0,4 m × 1,2 m yang ditutup sekelilingnya dengan kain kasa agar serangga uji tidak berpindah dari tanaman satu ke tanaman lainnya. Sungkupan yang sudah berisi tanaman tomat lalu diberi label untuk menandakan tiap perlakuan dan ulangan.

#### **Uji Toksisitas Ekstrak Daun dan Biji Kemangi terhadap Kutukebul**

Aplikasi ekstrak metanol daun dan biji kemangi terhadap tanaman tomat dilakukan dengan menyemprotkan masing-masing konsentrasi perlakuan sebanyak 5 ml/tangkai daun. Daun tomat merupakan setangkai daun majemuk dari tanaman tomat yang digunakan untuk memperbanyak kutukebul ketika populasinya mencapai fase nimfa instar 3. Tahap uji ini menggunakan enam perlakuan yaitu 0 ppm = perlakuan kontrol; 10<sup>0</sup> ppm = 0,001 g/l; 10<sup>1</sup> ppm = 0,01 g/l; 10<sup>2</sup> ppm = 0,1 g/l; 10<sup>3</sup> ppm = 1 g/l; 10<sup>4</sup> ppm = 10 g/l; dan 10<sup>5</sup> ppm = 100 g/l. Pengujian ini berlangsung selama dua hari (48 jam). Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah serangga uji yang mati pada periode waktu paparan setelah 24 dan 48 jam. Persentase kematian (mortalitas) *B. tabaci* pada tiap perlakuan konsentrasi dihitung dengan cara membandingkan banyaknya serangga yang mati dengan jumlah serangga uji yang digunakan.

#### **Uji Efektivitas Ekstrak Daun dan Biji Kemangi terhadap Kutukebul**

Tanaman tomat bebas pestisida berumur 2 MSPT diinfestasi dengan 50 imago kutukebul. Aplikasi ekstrak daun dan biji kemangi kemudian dilakukan pada 2 minggu setelah sesuai perlakuan (P1 : konsentrasi 0% (kontrol); P2 : konsentrasi LC<sub>50</sub> ekstrak methanol daun kemangi; P3 : konsentrasi LC<sub>95</sub> ekstrak methanol daun kemangi; P4 : konsentrasi 2 × LC<sub>95</sub> ekstrak methanol daun kemangi; P5 : konsentrasi 3 × LC<sub>95</sub> ekstrak methanol daun kemangi; P6 : konsentrasi LC<sub>50</sub> ekstrak methanol biji kemangi; P7 : konsentrasi LC<sub>95</sub> ekstrak methanol biji kemangi; P8 : konsentrasi 2 × LC<sub>95</sub> ekstrak methanol

biji kemangi; dan P9 : konsentrasi  $3 \times LC_{95}$  ekstrak methanol biji kemangi) yang sudah ditambahkan surfaktan sebesar 0,5 mg/l. Penambahan surfaktan ini bertujuan menurunkan tegangan permukaan daun sehingga memudahkan serangga untuk penetrasi.

Penyemprotan dilakukan saat sore hari sekitar pukul 15.00 - 17.00 WIB dengan menggunakan *handsprayer* hingga *run-off*. Hal ini dilakukan karena suhu dan sinar matahari saat sore hari tidak tinggi seperti di siang hari yang dapat menyebabkan pestisida menguap lebih cepat sebelum sempat meresap ke dalam tanaman atau terserap oleh organisme target. Pengamatan dilakukan setiap satu hari sebelum aplikasi dengan menghitung jumlah nimfa *B. tabaci* per tanaman dalam tiap sungkup. Perhitungan populasi *B. tabaci* dilakukan secara cacah.

Untuk mengetahui pengaruh aplikasi ekstrak daun dan biji kemangi terhadap pertumbuhan tanaman, diukur pula tinggi tanaman tomat yang dilakukan 2 minggu sekali dan menghitung hasil panen. Pengukuran dimulai pada saat 2 MSPT hingga 10 MSPT dengan menggunakan meteran yang dihitung dari pangkal batang hingga ke pucuk tanaman tomat. Panen dilakukan sebanyak 5 kali dengan memetik buah yang telah masak, karena buah tomat tidak masak secara serentak sehingga pemetikan buah dilakukan dengan waktu interval 4 hari sekali saat buah tomat sudah menunjukkan ciri-ciri kematangan secara fisiologis seperti buah yang berwarna kemerahan. Pengamatan dilakukan dengan cara menimbang buah tomat yang telah dipanen lalu dihitung berat kumulatifnya.

#### Pengamatan Suhu dan Kelembaban

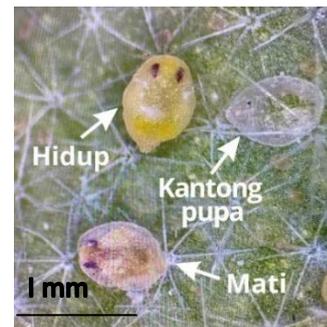
Suhu dan kelembaban diukur menggunakan *Thermohygrometer* untuk mengetahui kondisi lingkungan yang dijadikan tempat pengujian kutukebul. Data suhu diamati setiap hari pada jam 07.00, 13.00, dan 18.00 WIB selama bulan Juni-Agustus 2023.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Toksistas Ekstrak Daun dan Biji Kemangi terhadap Kutukebul

Uji toksistas untuk mendapatkan kisaran konsentrasi kritis yang dilaksanakan selama 48 jam di laboratorium menghasilkan penurunan populasi nimfa *B. tabaci* dan didapatkan nilai ambang bawah pada 100 ppm dan ambang atas pada 10.000 ppm.

Gejala dari nimfa *B. tabaci* yang mati dapat dilihat dari warna dan bentuknya, warna nimfa yang mati terlihat lebih gelap dan bentuknya seperti mengeras dikarenakan mati dan mengering (Gambar 1). Hal tersebut terjadi karena kandungan dari saponin pada daun dan biji kemangi diduga memberikan gangguan fisik serangga bagian luar (kutikula) yang bekerja dengan cara mencuci lapisan lilin yang melindungi tubuh serangga sehingga mengakibatkan serangga mengalami kehilangan banyak cairan tubuh (Lesmana & Fauzana, 2022).



Gambar 1. Perbedaan nimfa hama kutukebul (*B. tabaci*) yang hidup dan mati

Perhitungan jarak interval dilakukan dengan menggunakan rumus lebar kelas interval, seperti yang tercantum pada bahan dan metode, menghasilkan lebar kelas interval sebesar 2.475,25. Oleh karena itu, berdasarkan lebar kelas interval tersebut maka taraf perlakuan konsentrasi ekstrak untuk menentukan besaran nilai  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$  adalah: 100 ppm = 0,1 g/l; 2.575 ppm = 2,575 g/l; 5.050 ppm = 5,050 g/l; 7.525 ppm = 7,525 g/l; dan 10.000 ppm = 10 g/l. Berdasarkan hasil uji toksistas tersebut, maka diketahui bahwa nilai  $LC_{50}$  ekstrak daun dan biji kemangi secara berurutan yakni sebesar 3,8 g/l dan 4,1 g/l (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut pestisida nabati sudah dapat menyebabkan kematian nimfa kutukebul sebanyak 50% dari jumlah total nimfa yang diujikan. Sementara itu, nilai  $LC_{95}$  ekstrak daun dan biji kemangi secara berurutan sebesar 8,3 g/l dan 9,1 g/l, yang menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut pestisida nabati sudah dapat menyebabkan kematian nimfa kutukebul sebanyak 95% dari jumlah total nimfa yang diujikan. Penentuan nilai  $LC_{50}$  dan  $LC_{95}$  dari ekstrak daun dan biji kemangi ini kemudian menjadi acuan penentuan konsentrasi ekstrak daun dan biji kemangi untuk mengetahui keefektifannya dalam mengendalikan populasi kutukebul.

Tabel 1. Hasil uji toksisitas ekstrak metanol daun dan biji kemangi (ppm) terhadap kutukebul

Bahan Ekstrak	LC <sub>50</sub> (ppm)	Confidence Limits		LC <sub>95</sub> (ppm)	Confidence Limits	
		Lower	Upper		Lower	Upper
Daun	3,817	3420,613	4171,522	8,385	759,250	9521,676
Biji	4,178	3614,926	4655,247	9,150	8167,861	10690,698

Keterangan: LC<sub>50</sub> = Lethal Concentration 50%, LC<sub>95</sub> = Lethal Concentration 95%

**Keefektifan Ekstrak Daun dan Biji Kemangi dalam Mengendalikan Kepadatan Populasi Nimfa (*B. tabaci*)**

Hasil analisis statistik terhadap populasi kutukebul *B. tabaci* pada Tabel 2, menunjukkan bahwa populasi awal kutukebul sebelum dilakukannya perlakuan ekstrak tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Akan tetapi, setelah dilakukan aplikasi ekstrak daun dan biji kemangi, perbedaan kepadatan populasi kutukebul terlihat nyata. Hal ini teramati terjadi dari minggu pertama hingga minggu keenam setelah perlakuan. Populasi kutukebul terus menurun sejak ekstrak daun dan biji kemangi diaplikasikan.

Pada pengamatan minggu pertama setelah aplikasi, perlakuan ekstrak pada konsentrasi paling rendah yaitu P2 (3,8 g/l ekstrak methanol daun kemangi) dan P6 (4,1 g/l ekstrak methanol biji

kemangi) sudah berhasil menekan populasi kutukebul dengan mortalitas secara berurutan sebesar 44,09% dan 43,90%. Data mortalitas ini diperoleh dengan membandingkan kepadatan populasi kutukebul pada kontrol dan kepadatan populasi kutukebul pada perlakuan, masing-masing dengan menggunakan rumus  $((P1-P2)/P1) \times 100\%$  dan  $((P1-P6)/P1) \times 100\%$ . Sedangkan pada perlakuan kontrol itu sendiri kepadatan populasi *B. tabaci* tetap meningkat dikarenakan perlakuan kontrol merupakan perlakuan tanpa pengaplikasian pestisida nabati, sehingga kepadatan populasinya semakin tinggi dan seluruh hama *B. tabaci* masih dalam keadaan hidup dan aktif berkembang biak (Gambar 2), seekor betina *B. tabaci* selama hidupnya dapat meletakkan telur kira-kira 300 butir (Hidayat dkk., 2020).

Tabel 2. Pengaruh aplikasi pestisida nabati ekstrak metanol daun dan biji kemangi terhadap nimfa *B. tabaci* (ekor)

Perlakuan Ekstrak Metanol	Populasi nimfa kutukebul <i>B. tabaci</i> (ekor) setelah aplikasi						
	Minggu ke						
	0	1	2	3	4	5	6
P1 = 0,0 g/l kontrol	107,7 a	153,3 a	223,0 a	276,3 a	382,3 a	482,7 a	627,3 a
P2 = 3,8 g/l daun kemangi	111,7 a	85,7 b	77,0 b	66,3 b	60,0 b	54,7 b	44,3 b
P3 = 8,3 g/l daun kemangi	109,3 a	80,0 b	71,7 b	35,3 c	35,3 c	21,7 c	18,0 c
P4 = 16,7 g/l daun kemangi	105,3 a	39,3 c	29,7 c	12,7 d	0,0 d	0,0 d	0,0 d
P5 = 25,1 g/l daun kemangi	111,0 a	36,7 c	28,0 c	8,0 d	0,0 d	0,0 d	0,0 d
P6 = 4,1 g/l biji kemangi	113,7 a	86,0 b	79,0 b	69,0 b	65,7 b	60,0 b	54,0 b
P7 = 9,1 g/l biji kemangi	109,0 a	83,0 b	74,3 b	36,3 c	36,3 c	25,0 c	21,3 c
P8 = 18,3 g/l biji kemangi	110,3 a	78,3 b	51,3 b	29,0 c	29,0 c	17,0 c	11,3 c
P9 = 27,4 g/l biji kemangi	116,3 a	42,0 c	33,7 c	15,3 d	5,0 d	0,0 d	0,0 d

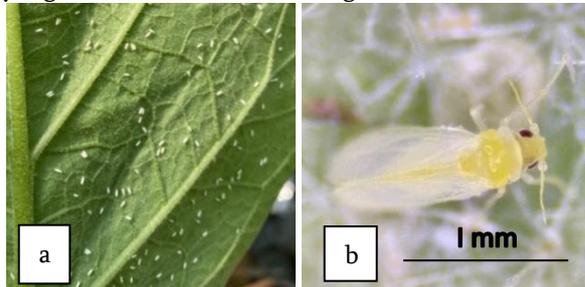
Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Penurunan populasi kutukebul tersebut diduga berkaitan dengan kandungan senyawa kimia dari tanaman kemangi yang dapat menghambat metabolisme kutukebul. Hal ini sejalan dengan penelitian Mota *et al.*, (2017) yang mengatakan bahwa senyawa eugenol dapat bekerja sebagai racun kontak dengan menyebabkan hiperaktivitas pada serangga, yang pada akhirnya serangga akan mati. Kandungan lain yang mempercepat proses kematian

serangga ialah linalool, linalool merupakan racun kontak yang dapat meningkatkan aktivitas saraf sensorik pada serangga, tepatnya menyebabkan stimulasi saraf motor yang mengakibatkan kejang dan kelumpuhan (Mahmudi dkk., 2019).

Pada pengamatan minggu pertama hingga kedua setelah aplikasi, perlakuan P2 (3,8 g/l ekstrak metanol daun kemangi), P3 (8,3 g/l ekstrak metanol daun kemangi), P6 (4,1 g/l ekstrak metanol biji

kemangi), P7 (9,1 g/L ekstrak methanol biji kemangi), dan P8 (18,3 g/L ekstrak methanol biji kemangi) tidak memberikan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing perlakuan, jumlah nimfa *B. tabaci* pada perlakuan tersebut teramat relatif banyak (Tabel 2). Hal ini menandakan masih tingginya jumlah imago yang tumbuh aktif berkembangbiak.

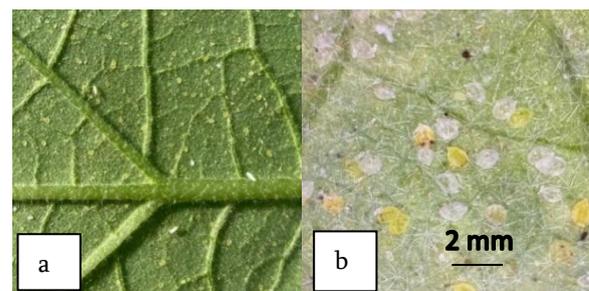


Gambar 2. Populasi imago hama kutukebul *B. tabaci* (a) dan imago *B. tabaci* (b) sebelum diperlakukan dengan ekstrak daun dan biji kemangi.

Metabolit sekunder yang ada pada tanaman kemangi bekerja sebagai racun kontak dengan cara memutus aktivitas saraf pada serangga dengan menurunkan amplitudo potensial aksi dan menghambat potensi saraf pada fase hiperpolarisasi. Selain itu, fitokimia dari tanaman kemangi juga berperan sebagai *antifeedant*, penghambatan *molting*, reduksi pertumbuhan, dan hilangnya fekunditas (Mota *et al.*, 2017). Adapun berdasarkan hasil total pengamatan selama enam minggu dari perlakuan yang diuji, didapatkan perlakuan terbaik dalam menekan kepadatan populasi nimfa *B. tabaci* yaitu pada perlakuan P9 (27,4 g/l ekstrak metanol biji kemangi), P4 (16,7 g/l ekstrak metanol daun kemangi), dan P5 (25,1 g/l ekstrak metanol daun kemangi) dengan mortalitas (angka kematian) sebesar 100% serta berbeda nyata dengan perlakuan lainnya maupun dengan kontrol. Dari tabel di atas juga dapat dilihat bahwa P4 (16,7 g/l ekstrak metanol daun kemangi) dan P5 (25,1 g/l ekstrak metanol daun kemangi) sudah berhasil mencapai mortalitas 100% pada minggu keempat setelah aplikasi dan P9 (27,4 g/l ekstrak metanol biji kemangi) pada minggu kelima setelah aplikasi.

Pada minggu ketiga hingga keenam perlakuan dengan konsentrasi terendah P2 (3,8 g/l ekstrak metanol daun kemangi) dan P6 (4,1 g/l ekstrak metanol biji kemangi) secara konsisten telah dapat dapat menekan kepadatan populasi nimfa *B. tabaci* dengan angka rata-rata yang jauh lebih rendah dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan kontrol. Dari hasil pengamatan tersebut dapat dinyatakan bahwa

tiap kenaikan konsentrasi pestisida nabati ekstrak metanol daun dan biji kemangi mengakibatkan semakin meningkatnya kematian nimfa *B. tabaci* yang signifikan (Gambar 3). Hal tersebut sejalan dengan penelitian Ma'wa & Hoesain (2020) yang mengatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka semakin banyak pula kandungan bahan aktif yang mempercepat kematian serangga uji. Kandungan dari tannin yang bersifat toksik juga dapat menghambat pertumbuhan serta mengurangi nafsu makan dengan menghambat aktivitas enzim pencernaan (Sembaga, 2021).



Gambar 3. Populasi nimfa hama kutukebul (*B. tabaci*) pada permukaan bawah daun tanaman tomat sebelum (a) dan setelah perlakuan (b).

### Pengaruh Aplikasi Ekstrak Daun dan Biji Kemangi terhadap Tinggi Tanaman dan Hasil Buah Tomat

Berdasarkan hasil uji lanjut tinggi tanaman pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa pemberian pestisida nabati ekstrak 304ontrol304 daun dan biji kemangi dengan berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman namun tidak berpengaruh nyata antar perlakuan. Pada perlakuan P1 (304ontrol) menunjukkan tinggi tanaman yang lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan semua perlakuan ekstrak 304ontrol304 daun dan biji kemangi. Hal tersebut berkaitan dengan populasi *B. tabaci* yang terus meningkat. Populasi kutukebul yang tinggi menyebabkan pertumbuhan tanaman tomat semakin tertekan karena aktivitas *B. tabaci* dalam menghisap cairan sel daun tanaman semakin meningkat pula (Pramono, 2019). Banyaknya embun jelaga pada permukaan daun juga ditemukan pada tanaman 304ontrol. Pertumbuhan embun jelaga tersebut terjadi karena jumlah embun madu yang dikeluarkan kutukebul semakin tinggi setiap minggunya, ditambah lagi dengan banyak semut pencari madu yang dapat mempercepat perkembangan embun jelaga sehingga menghambat terjadinya fotosintesis secara optimal.

Dari hasil pengamatan maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi populasi nimfa kutukebul maka pertumbuhan tinggi tanaman tomat akan terhambat, sebaliknya semakin rendah populasi kutukebul maka pertumbuhan tinggi tanaman tomat akan semakin optimal. Hal

tersebut sejalan dengan pendapat Pramono (2019) yang menyatakan bahwa serangan kutukebul dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih kerdil, daun menjadi mengkerut, mengeriting, dan juga melingkar.

Tabel 3. Tinggi tanaman tomat (cm) yang diaplikasikan dengan ekstrak daun dan biji kemangi

Perlakuan Ekstrak Metanol	Tinggi tanaman tomat (cm) setelah tanam				
	Minggu ke				
	2	4	6	8	10
P1 = 0,00 g/L kontrol	13,67 a	22,00 b	38,67 b	70,00 b	81,67 b
P3 = 8,3 g/L daun kemangi	16,00 a	32,00 a	65,33 a	117,00 a	143,00 a
P4 = 16,7 g/L daun kemangi	16,00 a	31,67 a	63,67 a	114,67 a	148,67 a
P5 = 25,1 g/L daun kemangi	15,33 a	34,33 a	68,00 a	117,33 a	147,00 a
P6 = 4,1 g/L biji kemangi	15,67 a	34,33 a	64,33 a	119,33 a	146,00 a
P7 = 9,1 g/L biji kemangi	17,67 a	36,00 a	65,33 a	116,33 a	144,00 a
P8 = 18,3 g/L biji kemangi	17,00 a	33,67 a	64,00 a	115,33 a	145,33 a
P9 = 27,4 g/L biji kemangi	17,33 a	34,33 a	65,67 a	116,33 a	146,00 a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Pemanenan buah tomat dilakukan sebanyak 5 kali pada saat tanaman berumur 10 MSPT hingga umur 14 MSPT dengan interval panen 4 hari sekali, kemudian dihitung dengan cara menimbang jumlah buah tomat yang sudah matang secara fisiologis dengan ciri berwarna kemerahan (Gambar 4). Hasil berat panen buah tomat disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 tersebut, dapat dilihat bahwa perbedaan konsentrasi ekstrak metanol daun dan biji kemangi yang diberikan menghasilkan hasil panen yang beragam. Semua perlakuan pemberian ekstrak metanol daun dan biji kemangi dapat mempertahankan hasil panen dengan berat panen yang lebih tinggi daripada kontrol.

Di antara perlakuan yang diuji, hasil panen yang paling baik diperoleh pada P5 (25,1 g/l ekstrak metanol daun kemangi) dengan berat hasil panen sebanyak 1.094,33 g/tanaman dan P9 (16,7 g/l ekstrak metanol daun kemangi) dengan berat hasil panen sebanyak 1.049,00 g/tanaman. Hasil panen tersebut tergolong rendah atau tidak optimal, dikarenakan pertumbuhan tanaman tomat yang ditanam pada polibeg dan di dalam sungkup menjadi tidak optimal. Potensi hasil tanaman tomat jika ditanam di lapangan dalam kondisi optimal dapat menghasilkan ±4 kg/tanaman dalam 10-15 kali pemetikan (Salli dkk., 2017). Untuk hasil panen terendah didapatkan pada perlakuan P6 (4,1 g/l ekstrak metanol biji kemangi), P2 (3,8 g/l ekstrak methanol daun kemangi), dan P7 (9,1 g/l ekstrak metanol biji kemangi) dengan berat

secara berurutan sebesar 655,33 g/tanaman, 625,0 g/tanaman, dan 668,0 g/tanaman.



Gambar 4. Buah tomat yang telah matang fisiologis (a) dan penimbangan buah tomat hasil panen (b).

Tabel 4. Rata-rata hasil panen tanaman tomat

Perlakuan Ekstak Metanol	Hasil 5 kali panen Berat (g/tanaman)
P1 = 0,0 g/l kontrol	374,00 e
P2 = 3,8 g/l daun kemangi	655,33 d
P3 = 8,3 g/l daun kemangi	760,00 c
P4 = 16,7 g/l daun kemangi	934,67 b
P5 = 25,1 g/l daun kemangi	1094,33 a
P6 = 4,1 g/l biji kemangi	625,00 d
P7 = 9,1 g/l biji kemangi	668,00 d
P8 = 18,3 g/l biji kemangi	767,00 c
P9 = 27,4 g/l biji kemangi	1049,00 a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf nyata 5%.

### Kondisi Suhu dan Kelembaban Selama Percobaan Berlangsung

Temperatur merupakan faktor utama yang secara langsung berpengaruh terhadap populasi serangga karena dapat mempengaruhi perkembangbiakan serangga hama. Dari hasil pengamatan kondisi lingkungan di tempat penelitian, suhu rata-rata selama bulan Juni – Agustus 2023 sebesar 22,5°C dan rata-rata kelembaban sebesar 86,2%. Kondisi lingkungan tersebut masih dalam kondisi optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan populasi *B. tabaci* (Agatsya dkk., 2020).

Tabel 5. Rata-rata suhu dan kelembaban di rumah kaca pada bulan Juni – Agustus 2023

Bulan	Iklim	
	Suhu Maksimum (°C)	Kelembaban (%)
Juni	28,6	87,0
Juli	28,3	87,0
Agustus	29,2	84,8
Rata-rata	28,7	86,2

Aliffah dkk. (2020) melaporkan bahwa dalam kondisi pertumbuhan serangga hama yang optimum, adanya kenaikan suhu dan cahaya juga dapat memicu aktivitas terbang dan pembiakan serangga hama. Hal tersebut disebabkan bahwa dalam kondisi-kondisi tertentu umur kedewasaan kelamin memendek dengan naiknya suhu.

Tingginya curah hujan juga berpengaruh terhadap perkembangan dan aktivitas serangga hama, efek mekanis dari hujan yang lebat berpengaruh langsung terhadap serangga hama karena dapat menyebabkan hanyutnya sebagian besar populasi serangga-serangga kecil seperti kutu daun, tungau, aphid, dan kutu kebul (Tuhuteru dkk., 2019). Sedangkan pengaruh suhu dan kelembaban pada pertumbuhan tanaman tomat yakni jika suhu tinggi maka pertumbuhan tanaman tomat akan terhambat, demikian juga pertumbuhan dan perkembangan bunga dan buahnya yang kurang sempurna (Bafdal, 2021). Hal ini sejalan dengan pendapat Hidayat dkk., (2022) yang melaporkan bahwa jumlah dan berat buah juga dipengaruhi oleh suhu, dimana suhu dapat menyebabkan rontoknya buah dan bunga sehingga akan mempengaruhi jumlah dan berat buah yang dihasilkan.

### SIMPULAN

Ekstrak metanol daun dan biji kemangi masing-masing pada konsentrasi terendah (3,8 g/l ekstrak metanol daun kemangi dan 4,1 g/l ekstrak metanol biji kemangi) mampu menekan kepadatan populasi *B. tabaci* pada tanaman tomat. Ekstrak metanol daun kemangi pada konsentrasi 25,1 g/l dan biji kemangi pada konsentrasi 27,4 g/l merupakan konsentrasi yang paling tinggi penekanannya terhadap populasi kutukebul (*B. tabaci*) pada tanaman tomat.

### DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Produksi Tanaman Sayuran. [Diacu pada 2023 Februari 28]. Tersedia dari: <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/prod-uksi-tanaman-sayuran.html>.
- Agatsya, IMI, RPD Julianto, dan M Marwoto. 2020. Pengaruh pemanasan global terhadap intensitas serangan kutukebul (*Bemisia tabaci* Genn) dan cara pengendaliannya pada tanaman kedelai. Buana Sains. 20(1): 99-110.
- Aliffah, AN, NA Natsir, M Rijal, dan S Saputri. 2020. Pengaruh faktor lingkungan terhadap pola distribusi spasial dan temporal musuh alami di lahan pertanian. BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan. 8(2): 111-121. DOI: <https://doi.org/10.33477/bs.v8i2.1139>.
- Bafdal, N. 2021. Pengaruh nilai koefisien tanaman (Kc) pada tanaman tomat cherry (*Solanum L. Var. Cerasiforme*) dengan sistem fertigasi menggunakan autopot pada beberapa tinggi media tanam. Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian. 5(2): 164-171.
- Barus, L, dan A Sutopo. 2019. Pemanfaatan ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum*) sebagai repelan lalat rumah (*Musca domestica*). Jurnal Kesehatan. 10(3): 329-336. DOI: 10.26630/jk.v10i3.1270.
- Finney, DJ. 1971. Probit Analysis. 3th Edition. Cambridge University Press XV, 333 S., 41 Rechenbeispiele, 20 Diagr., 8 Tab., 231 Lit., L5.80.
- Halid, E. 2021. Pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersium esculentum* Mill) pada pemberian berbagai dosis bubuk cangkang telur. Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan

- Budidaya dan Pengelolaan Tanaman Pertanian dan Perkebunan. 10(1): 59-66. DOI: <https://doi.org/10.51978/agro.v10i1.250>.
- Hidayat, P, R Ludji, dan N Maryana. 2020. Kemampuan reproduksi dan riwayat hidup kutukebul *Bemisia tabaci* (Gennadius) dengan dan tanpa kopulasi pada tanaman cabai merah dan tomat. Jurnal Entomologi Indonesia. 17(3): 156-162. DOI: <https://doi.org/10.5994/jei.17.3.156>.
- Horowitz, AR, M Ghanim, E Roidakis, R Nauen, dan I Ishaaya. 2020. Insecticide resistance and its management in *Bemisia tabaci* species. Journal of Pest Science. 93: 893-910. DOI: 10.1007/s10340-020-01210-0.
- Junnaeni, J, E Mahati, dan N Maharani. 2019. Ekstrak tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) menurunkan kadar glutathion darah tikus Wistar hiperurisemia. Jurnal Kedokteran Diponegoro (Diponegoro Medical Journal). 8(2): 758-767.
- Lesmana, WI, dan H Fauzana. 2022. Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun bintang (*Cerbera manghas* L.) terhadap mortalitas larva kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) pada tanaman kelapa sawit. Jurnal Agroteknologi Tropika. 10(1): 1-10.
- Mahmudi, M, H Santoso, dan S Laili. 2019. Uji insektisida serai (*Cymbopogon nardus*) dan daun zodia (*Evodia suaveolens*) terhadap mortalitas nyamuk (*Aedes aegypti*). Jurnal Sains Alami (Known Nature). 2(1): 44-49. DOI: <https://doi.org/10.33474/j.sa.v2i1.3741>.
- Ma'wa, N, dan M Hoesain. 2020. Pengaruh konsentrasi ekstrak daun mimba dan biji pinang terhadap mortalitas keong mas (*Pomacea canaliculata* L.). Jurnal Proteksi Tanaman Tropis. 1(1): 9-13. DOI: <https://doi.org/10.19184/jppt.v1i1.15580>.
- Mota, MSCS, RS Silva, GA Silva, MC Picanco, ALM Mesquita, and RCA Pereira. 2017. Potential of allelochemicals from basil *Ocimum micranthum* Willd) to control whitefly (*Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) in cashew nut crop (*Anacardium occidentale* L.). Allelopathy Journal. 40 (2): 197-208. DOI: 10.26651/2017-40-2-1078.
- Nasution, AN, MY Harahap, EA Sinaga, dan SB Harahap. 2023. Uji perbandingan efektivitas ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum*) dan daun mint (*Mentha arvensis*) sebagai insektisida larva nyamuk *Aedes aegypti*. Journal of Pharmaceutical and Sciences. 6(3): 965-973. DOI: 10.36490/journal-jps.com.v6i3.175
- Prabaningrum, L, TK Moekasan, I Sulastini, JP Sahat. 2015. Teknologi pengendalian organisme pengganggu tumbuhan pada budidaya kentang toleran suhu tinggi. Jurnal Hortikultura. 25(1): 44-53. DOI: 10.21082/jhort.v25n1.2015.p44-53.
- Sembaga, RS. 2021. Efektivitas perasan bunga tahi ayam (*Tagetes erecta*) terhadap mortalitas kutu kebul (*Bemisia tabaci*) pada daun mangga. Peosiding SemanTECH (Seminar Nasional Teknologi, Sains dan Humaniora). 3(1): 68-72.
- Salli, MK, dan L Lehar. 2017. Respons pertumbuhan beberapa varietas tomat (*Lycopersicon esculatum* Mill.) yang diaplikasikan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) di lahan kering. Partner. 22(1): 431-443.
- Sudarjat, Hersanti, dan R Nurazizah. 2023. Aplikasi jamur entomopatogen *Lecanicillium lecanii* pada berbagai kerapatan konidia dan frekuensi aplikasi terhadap hama kutukebul (*Bemisia tabaci*) pada tanaman tomat. Jurnal Agrikultura. 34(2): 274-283. DOI: <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i2.47658>.
- Tuhuteru, S, AU Mahanani, dan REY Rumbiak. 2019. Pembuatan pestisida nabati untuk mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman sayuran di Distrik Siepkosi Kabupaten Jayawijaya. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat. 25(3): 135-143. DOI: <https://doi.org/10.24114/jpkm.v25i3.14806>.