UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Ketahanan Tanaman Tomat (S. pennellii, S. lycopersicum 'Moneymaker' dan 'Bonny Best') terhadap
Kutu Kebul (Bemisia tabaci): Pendekatan Morfologis, Enzimatis, dan Metabolomik**
Aisyah Nur Azizah, Dr. Tri Rini Nuringtyas, S.Si., M.Sc.; Ahmad Suparmin, S.P., M.AgrSc., Ph.D.; Boy Valenza Dami
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Studi Ketahanan Tanaman Tomat (*S. pennellii, S. lycopersicum* 'Moneymaker' dan 'Bonny Best') terhadap Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*): Pendekatan Morfologis, Enzimatis, dan Metabolomik

Aisyah Nur Azizah
24/533699/PMU/11824

INTISARI

Kutu kebul (*Bemisia tabaci*) merupakan hama utama tanaman tomat yang menyebabkan kerusakan langsung melalui pengisapan floem serta kerusakan tidak langsung sebagai vektor *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV), dengan potensi kehilangan hasil mencapai 90–100%. Penelitian ini bertujuan mengkaji mekanisme ketahanan fisik, kimia, dan enzimatis pada dua aksesi liar *Solanum pennellii* LA716 (LA) dan LA716-GR (GR), serta dua kultivar *S. lycopersicum* Moneymaker (MM) dan Bonny Best (BB) terhadap infestasi imago *B. tabaci*. Karakter ketahanan fisik dianalisis melalui karakterisasi trikoma menggunakan mikroskop cahaya dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), disertai pengamatan perilaku kutu kebul. Ketahanan kimia dikaji menggunakan pendekatan metabolomik berbasis LC-HRMS dan ^{1}H-NMR, sedangkan aktivitas enzim *phenylalanine ammonia-lyase* (PAL) dianalisis menggunakan HPLC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aksesi GR dan LA yang didominasi trikoma glandular tipe IV, meskipun memiliki kerapatan trikoma lebih rendah dibandingkan BB dan MM, menghasilkan mortalitas kutu kebul yang lebih tinggi (100,00% dan 97,51% dibandingkan 76,67% dan 64,73%) serta menghambat oviposisi dan perkembangan pradewasa. Temuan ini menunjukkan bahwa tipe trikoma lebih berperan dalam menentukan ketahanan dibandingkan kerapatannya. Analisis LC-HRMS menghasilkan 1.043 anotasi metabolit yang dikurasi menjadi 1.020 metabolit, dengan profil metabolit yang menunjukkan pemisahan yang jelas antara aksesi tahan dan rentan berdasarkan analisis PCA dan OPLS-DA. Sebanyak 22 metabolit dengan nilai *VIP* > 1,5 diidentifikasi sebagai kandidat biomarker utama, yang didominasi oleh flavonoid dan *tyramine* dengan kelimpahan relatif lebih tinggi pada aksesi tahan. Analisis ^{1}H-NMR turut menunjukkan perbedaan profil metabolit konstitutif antara aksesi tahan dan rentan, dengan kandidat biomarker pada aksesi tahan berupa asam amino rantai bercabang (*isoleucine, valine, leucine,* dan *alanine*), komponen lipid (asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh, dan sterol), asam malat, serta *acylsugars*. Perbedaan profil tersebut mengindikasikan karakteristik metabolisme konstitutif yang berbeda dan kesiapan metabolik basal pada aksesi tahan sebelum infestasi kutu kebul. Aktivitas PAL menunjukkan respons yang berbeda antaraksesi terhadap infestasi kutu kebul. Aksesi LA merupakan satu-satunya aksesi yang mengalami peningkatan aktivitas PAL secara signifikan setelah infestasi (p = 0,016), sedangkan GR hanya menunjukkan kecenderungan meningkat. Sebaliknya, BB memiliki aktivitas PAL konstitutif tertinggi, namun cenderung menurun setelah infestasi. Secara keseluruhan, ketahanan aksesi liar *S. pennellii* terhadap *B. tabaci* merupakan hasil interaksi antara pertahanan fisik melalui trikoma glandular tipe IV, karakteristik metabolit konstitutif, dan respons enzimatis melalui aktivasi PAL, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber genetik dalam program pemuliaan tomat tahan kutu kebul.

Kata Kunci: *Bemisia tabaci*, ketahanan tanaman, LC-HRMS, ^{1}H-NMR, PAL, *Solanum pennellii,* trikoma, metabolomik.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Ketahanan Tanaman Tomat (S. pennellii, S. lycopersicum 'Moneymaker' dan 'Bonny Best') terhadap
Kutu Kebul (Bemisia tabaci): Pendekatan Morfologis, Enzimatis, dan Metabolomik**
Aisyah Nur Azizah, Dr. Tri Rini Nuringtyas, S.Si., M.Sc.; Ahmad Suparmin, S.P., M.AgrSc., Ph.D.; Boy Valenza Dami
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Resistance of Tomato (*S. pennellii*, *S. lycopersicum* 'Moneymaker', and 'Bonny Best') to the Whitefly (*Bemisia tabaci*): Morphological, Enzymatic, and Metabolomic Approaches

Aisyah Nur Azizah
24/533699/PMU/11824

ABSTRACT

The whitefly (*Bemisia tabaci*) is a major pest of tomato, causing direct damage through phloem feeding and indirect damage as a vector of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV), with potential yield losses of up to 90–100%. This study aimed to investigate the physical, chemical, and enzymatic resistance mechanisms of two wild *Solanum pennellii* accessions, LA716 (LA) and LA716-GR (GR), and two *S. lycopersicum* cultivars, Moneymaker (MM) and Bonny Best (BB), against *B. tabaci* infestation. Physical resistance was evaluated through trichome characterization using light microscopy and *Scanning Electron Microscopy* (SEM), combined with observations of whitefly behavior. Chemical resistance was characterized using LC-HRMS- and ^{1}H-NMR-based metabolomics, whereas *phenylalanine ammonia-lyase* (PAL) activity was analyzed using HPLC. The resistant accessions GR and LA, which were predominantly characterized by type IV glandular trichomes, exhibited higher whitefly mortality (100.00% and 97.51%, respectively) than the susceptible cultivars BB and MM (76.67% and 64.73%, respectively), despite having lower trichome densities. They also inhibited oviposition and immature development. These findings indicate that trichome type plays a more important role in resistance than trichome density. LC-HRMS analysis resulted in 1,043 metabolite annotations, which were curated to 1,020 metabolites, and revealed clear separation between resistant and susceptible accessions based on PCA and OPLS-DA. A total of 22 metabolites with *VIP* values > 1.5 were identified as candidate biomarkers, predominantly flavonoids and *tyramine*, with relatively higher abundance in the resistant accessions. ^{1}H-NMR analysis also revealed differences in constitutive metabolic profiles between resistant and susceptible accessions, with candidate biomarkers in the resistant accessions including branched-chain amino acids (*isoleucine, valine, leucine,* and *alanine*), lipid components (saturated fatty acids, unsaturated fatty acids, and sterols), malic acid, and *acylsugars*. These differences indicate distinct constitutive metabolic characteristics and greater basal metabolic preparedness in the resistant accessions before whitefly infestation. PAL activity showed different responses among accessions following whitefly infestation. LA was the only accession that exhibited a significant increase in PAL activity after infestation (p = 0.016), whereas GR showed only an increasing trend. In contrast, BB exhibited the highest constitutive PAL activity but tended to decline after infestation. Overall, resistance of the wild *S. pennellii* accessions to *B. tabaci* involves the interaction of physical defense through type IV glandular trichomes, constitutive metabolic characteristics, and enzymatic responses through PAL activation, highlighting their potential as genetic resources for breeding tomato cultivars resistant to whitefly.

Keywords: *Bemisia tabaci*, tomato resistance, *acylsugars*, LC-HRMS, ^{1}H-NMR, PAL, *Solanum pennellii*, trichomes, metabolomics.