

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL KAOLIN TERHADAP MORTALITAS,
PERTUMBUHAN, DAN PERKEMBANGAN ULAT GRAYAK JAGUNG****(EFFECT OF KAOLIN PARTICLE SIZE ON MORTALITY, GROWTH,
AND DEVELOPMENT OF FALL ARMY WORM)****Widia Herhayulika^{1,2*}, Yusup Hidayat¹, dan Agus Susanto¹**¹Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21 Sumedang Jawa Barat 45363

²Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, Dirjen Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian

Jl. AUP No. 3 Pasar Minggu Jakarta Selatan DKI Jakarta 12520

email: widia19001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel mineral kaolin terhadap mortalitas, pertumbuhan dan perkembangan larva *S. frugiperda*. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri atas formulasi mineral kaolin konsentrasi 4% dengan ukuran saringan 100, 200, 300, 400, dan 500 mesh; kontrol air; dan kontrol *wetting agent+dispersant agent*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel mineral kaolin berpengaruh terhadap mortalitas, lama perkembangan, berat pupa, dan kemunculan imago *S. frugiperda*. Mineral kaolin ukuran partikel 500 mesh menghasilkan mortalitas larva *S. frugiperda* (28,75%) yang berbeda nyata dengan kontrol (0,00%) pada 48 jam setelah perlakuan. Sementara itu, pada pengamatan 23 hari setelah perlakuan, semua ukuran partikel mineral kaolin yang diuji menyebabkan mortalitas larva *S. frugiperda* sebesar 31,25-51,25%; yang berbeda nyata dengan kontrol (0,00%). Perlakuan mineral kaolin 500 mesh menghasilkan total perkembangan larva dan pupa yang terlama yaitu 22,25 hari; berat pupa paling rendah yaitu 0,1506 g serta kemunculan imago normal yang terendah yaitu 8,00 ekor (dari 20 larva yang diberi perlakuan). Dengan demikian, mineral kaolin pada ukuran 500 mesh dapat diaplikasikan sebagai bahan pengendali hama *S. frugiperda*.

Kata kunci: Zea mays, hama, mineral, formulasi, pengendalian

Abstract

This study aimed to determine the effect of kaolin mineral particle sizes on mortality, growth and development of *S. frugiperda* larvae. The research method used a Randomized Block Design (RBD) with 7 treatments and 4 replications. The treatments consisted of kaolin mineral formulation concentration of 4% with the particle sizes of 100, 200, 300, 400 dan 500 mesh. Two controls were used namely water and *wetting agent+dispersant agent*. The results showed that the particle size of the kaolin mineral had an effect on mortality, developmental time, pupal weight and emergence of *S. frugiperda* adult. Kaolin mineral with a particle size of 500 mesh resulted in mortality of *S. frugiperda* larvae (28,75%) which was significantly different from the control (0,00%) at 48 hours after treatment. Meanwhile, on observation 23 days after treatment, all tested kaolin mineral particle sizes caused the mortality of *S. frugiperda* larvae of 31,25-51,25%, which was significantly different from the mortality in control (0,00%). The 500 mesh kaolin mineral treatment resulted in the longest total larval and pupal development (22,25 days), the lowest pupal weight (0,1506 g) and the lowest normal adult emergence (8 of 20 treated larvae). Thus, the kaolin mineral at a size of 500 mesh can be applied as a pest control material for *S. frugiperda*.

Keywords: zea mays, pest, mineral, formulation, control

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas palawija yang memiliki nilai strategis dan ekonomis penting di Indonesia. Produksi jagung di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 30.693.355 ton dengan luas panen 5.644.775 ha dan produktivitas 5,44 ton/ha (FAOSTAT, 2021). Angka produksi jagung masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan negara-negara produsen utama jagung dunia seperti Amerika Serikat (347.047.570 ton dengan luas panen 32.950.670 ha dan produktivitas 10,53 ton/ha) dan Cina (260.957.662 ton, dengan luas panen 41.309.740 ha dan produktivitas 6,32 ton/ha) (FAOSTAT, 2021).

Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas jagung adalah adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Di antara OPT penting tanaman jagung untuk saat ini adalah Ulat Grayak Jagung, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith atau dikenal juga dengan *Fall Army Worm* (FAW) (Trisyono *et al.*, 2019).

Awal tahun 2019, FAW ditemukan pada tanaman jagung di daerah Sumatera tepatnya di Kabupaten Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat, dengan tingkat serangan berat (populasi larva antara 2-10 ekor per tanaman) (Nonci *et al.*, 2019). Serangan FAW pada tanaman jagung dilaporkan juga terjadi di Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara, Kabupaten Lampung Timur dan Lampung Tengah Provinsi Lampung (Trisyono *et al.*, 2019) serta Kabupaten Bandung, Garut dan Sumedang Provinsi Jawa Barat (Maharani

et al., 2019; Sartiami *et al.*, 2020). Selama tahun 2020, FAW menyerang tanaman jagung di Indonesia dengan luas serangan 114.608 hektar dan 493 hektar di antaranya mengalami puso (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2021).

Pengendalian FAW dapat dilakukan secara kimiawi dan hayati. Petani di berbagai negara termasuk Indonesia umumnya menggunakan pestisida sintetis untuk mengendalikan serangan FAW (Kumela *et al.*, 2019; Sharanabasappa *et al.*, 2020; Zhao *et al.*, 2020). Penggunaan pestisida sintetis dilaporkan memiliki dampak negatif bagi lingkungan seperti timbulnya resistensi dan resurgensi hama, matinya organisme non target, adanya dampak residu dan pencemaran lingkungan jika penggunaannya berlebihan (Arif, 2015; Prijanto *et al.*, 2015). Berbagai pengembangan alternatif pengendalian serangga hama yang lebih aman dan ramah lingkungan telah dilakukan, salah satunya dengan memanfaatkan pestisida alami seperti mineral.

Nickel (1995) menjelaskan bahwa mineral adalah unsur atau senyawa kimia yang berbentuk kristal dan terbentuk sebagai hasil dari proses geologis. Kaolin pada umumnya merupakan massa batuan yang tersusun dari mineral lempung dengan kandungan besi yang rendah berwarna putih atau agak keputihan (Siregar, 2017). Kaolin mempunyai kandungan hidrous aluminium silikat ($2\text{H}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Si}_2\text{O}_2$) dengan disertai beberapa mineral penyerta (Unruh *et al.*, 2000). Potensi penggunaan mineral seperti

kaolin sebagai bahan aktif pestisida alami untuk pengendalian FAW belum pernah dilaporkan.

Kaolin dapat digunakan untuk mengendalikan sejumlah serangga hama. Penggunaan partikel film kaolin dapat menekan serangan hama *Cydia pomonella* (Lepidoptera : Tortricidae) pada tanaman apel dan pir (Unruh *et al.*, 2000) dan *Bactericera cockerelli* (Hemiptera : Psyllidae) pada tanaman tomat (Peng *et al.*, 2011). Kaolin juga dapat menurunkan siklus hidup dan perkembangan *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) (Tacoli *et al.*, 2018). Selain itu, Lopez *et al.* (2015) melaporkan bahwa penggunaan kaolin dapat menekan populasi kutu kebul *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera : Aleyrodidae). Disamping itu, kaolin dapat mengendalikan serangan *Thrips* pada tanaman jeruk (Wicaksono & Endarto, 2019) dan penggunaan mineral kaolin mampu mengendalikan populasi kutu daun *Aphis gossypii* pada tanaman kapas (Alavo *et al.*, 2011). Lebih jauh, mineral kaolin dapat secara signifikan mengurangi berat larva penggulung daun *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera : Tortricidae) pada tanaman apel (Knight *et al.*, 2000).

Ukuran partikel mineral mempunyai peranan penting terhadap tingkat keefektifan dalam pengendalian serangga hama. Puterka *et al.* (2005) menyatakan bahwa partikel yang efektif memiliki diameter < 2 μm . Semakin kecil ukuran partikel dapat menyebabkan peningkatan kematian serangga (Glenn

& Puterka, 2010). Selanjutnya, Hua *et al.* (2015) melaporkan bahwa ukuran partikel nano (20-100 nm) menunjukkan kinerja yang baik dalam pengendalian hama dan perlindungan tanaman karena konsentrasi di dalam partikel nano sepersepuluhnya lebih baik dibandingkan dengan partikel biasa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel mineral kaolin terhadap mortalitas, pertumbuhan, dan perkembangan larva *S. frugiperda*.

METODE PENELITIAN

Serangga yang digunakan dalam penelitian ini adalah *S. frugiperda* (FAW) yang diperoleh dari pertanaman jagung di Kelurahan Majalengka Wetan, Kecamatan Majalengka, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat. Larva FAW yang diperoleh dari lapangan kemudian dipelihara dalam wadah plastik berukuran 35 cm x 28 cm x 6 cm dan bagian atasnya ditutup dengan kain kassa. Larva instar awal (instar 1 dan 2) diberi makan menggunakan buah jagung semi (*babycorn*). Selanjutnya, larva instar berikutnya diletakkan di dalam gelas plastik kecil yang masing-masing berisi satu ekor untuk menghindari kanibalisme.

Menjelang berpupa, larva dipindahkan ke dalam wadah plastik (berukuran diameter 10 cm) yang dialasi dengan kertas hisap dan diberi pasir halus setebal 1 cm sebagai media pupasi. Pasir selanjutnya disaring untuk memisahkan pupa yang terbentuk. Pupa kemudian dipindahkan ke dalam kurungan

(40 cm x 40 cm x 40 cm) hingga menjadi imago. Serangga dewasa ini kemudian diberi makan cairan madu 10% yang diserapkan pada segumpal kapas yang digantung dengan benang dari permukaan atas kurungan. Imago meletakkan telur pada daun jagung (20 cm x 2 cm) yang digantung dari permukaan atas kurungan. Selanjutnya, telur beserta daun jagung dipindahkan ke wadah plastik (35 cm x 28 cm x 6 cm) hingga menetas. Sebelum telur menetas, jagung semi diletakkan untuk pakan larva. Proses tersebut terus diulang hingga populasi serangga uji memenuhi jumlah kebutuhan untuk pengujian.

Mineral yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaolin (Toko Setia Guna Chemical & Lab App). Sebelum dibuat formulasi, kaolin diayak terlebih dahulu dengan menggunakan saringan ukuran 100 mesh (149 μ), 200 mesh (74 μ), 300 mesh (44 μ), 400 mesh (37 μ), dan 500 mesh (25 μ). Hasil penyaringan disimpan dalam toples kedap udara pada suhu ruang sebelum dilaksanakan pengujian. Komposisi formulasi kaolin yang akan digunakan adalah 90% kaolin (w/w), 5% *wetting agent* (w/w), dan 5% *dispersant agent* (w/w). Formulasi mineral kaolin dibuat dengan cara mencampurkan mineral kaolin dengan bahan tambahan (*additive*) yaitu agen pembasah (*wetting agent*) dan agen pendispersi (*dispersant agent*). Kemudian bahan tersebut diaduk secara merata dalam larutan formulasi. Dengan demikian, perbandingan kandungan mineral dan aditif di dalam formulasi adalah 90 : 10 (w/w).

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang akan diuji yaitu formulasi mineral kaolin dengan ukuran 100, 200, 300, 400, dan 500 mesh serta 2 perlakuan kontrol. Kontrol pertama berupa larutan *wetting agent* (5% w/w) dan *dispersant agent* (5% w/w). Kontrol lainnya adalah air. Konsentrasi mineral kaolin yang digunakan pada setiap perlakuan adalah 4% (w/v). Langkah pertama yang dilakukan yaitu dengan membuat suspensi mineral dengan konsentrasi 4% (w/v). Pada konsentrasi 4% dalam 100 ml air, mineral kaolin yang digunakan sebanyak 3,6 g; *wetting agent* sebanyak 0,2 g; dan *dispersant agent* sebanyak 0,2 g. Selanjutnya, masing-masing suspensi mineral dan kontrol (20 ml) diaplikasikan dengan cara disemprotkan dengan menggunakan *handsprayer* ke 20 ekor larva *S. frugiperda* instar ke-2. Larva *S. frugiperda* diletakkan di wadah plastik yang didalamnya diberi alas kertas tisu. Setelah disemprot, larva dipindahkan ke dalam wadah plastik kecil berdiameter 5 cm yang diberi alas tisu dan diberi pakan jagung semi.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah mortalitas larva, lama perkembangan serangga uji yang bertahan hidup, berat pupa, dan kemunculan imago. Pengamatan mortalitas larva *S. frugiperda* dilakukan setiap hari setelah perlakuan dengan menghitung jumlah larva yang mati hingga larva mencapai pupasi. Lama perkembangan larva dihitung mulai dari saat perlakuan hingga terjadi pupasi. Sementara

untuk lama perkembangan imago dihitung mulai dari terjadi pupasi hingga kemunculan imago. Pengamatan berat pupa dilakukan pada saat tiga hari setelah pembentukan pupa dengan menggunakan timbangan analitik.

Data mortalitas, lama perkembangan, berat pupa, dan kemunculan imago dianalisis dengan menggunakan program Minitab versi 19. Tahap pertama, data diuji normalitas dan homogenitasnya. Jika terdapat data yang tidak normal atau tidak homogen, data kemudian ditransformasi. Selanjutnya, untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh dari perlakuan, data diuji dengan ANOVA pada taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan data diuji lebih lanjut dengan *Tukey Test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa ukuran partikel mineral kaolin berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *S. frugiperda* pada pengamatan 24 jam ($F_{6,18} = 13,72$; $P = 0,000$), 48 jam ($F_{6,18} = 9,34$; $P = 0,000$), 7 hari ($F_{6,18} = 4,68$; $P = 0,005$), 14 hari ($F_{6,18} = 9,79$; $P = 0,000$), 21 hari ($F_{6,18} = 8,58$; $P = 0,000$), dan 23 hari setelah aplikasi ($F_{6,18} = 9,72$; $P = 0,000$) (Tabel 1). Pada pengamatan 24 jam setelah aplikasi, mortalitas larva *S. frugiperda* pada perlakuan ukuran partikel 300 dan 500 mesh secara nyata lebih tinggi dari perlakuan kontrol. Pada kedua perlakuan tersebut, mortalitas larva *S. frugiperda* masing-masing adalah 7,5% dan 21,25%, sedangkan pada kontrol 0%. Selanjutnya pada pengamatan 48 jam dan

7 hari setelah aplikasi, mortalitas larva *S. frugiperda* tertinggi terdapat pada perlakuan ukuran partikel 500 mesh yaitu 28,75% dan 36,25%, sementara pada kontrol air maupun kontrol *wetting agent+dispersant agent* tidak ada kematian.

Di samping itu, pada pengamatan 14 hari setelah aplikasi, mortalitas larva *S. frugiperda* pada ukuran partikel 100, 300, 400 dan 500 secara nyata mineral kaolin yang diuji berbeda nyata dengan kontrol dan mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan ukuran partikel 500 mesh yaitu 47,5%. Lebih lanjut lagi, pada pengamatan 21 hari setelah aplikasi, mortalitas larva *S. frugiperda* pada ukuran partikel 300, 400, dan 500 mesh mineral kaolin yang diuji berbeda nyata dengan kontrol. Mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan mineral kaolin ukuran 500 mesh yaitu 50,00%. Sedangkan pada pengamatan 23 hari setelah aplikasi, mortalitas larva *S. frugiperda* yang diuji berbeda nyata dengan kontrol (air dan *wetting agent+dispersant agent*) dan mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan mineral kaolin ukuran 500 mesh yaitu 51,25%.

Mineral kaolin dengan ukuran partikel terkecil yaitu 500 mesh (25 μm) secara konsisten mampu menyebabkan mortalitas *S. frugiperda* yang berbeda nyata dengan kontrol. Belum ada laporan sebelumnya mengenai penggunaan berbagai ukuran partikel mineral kaolin terhadap *S. frugiperda*. Semakin kecil ukuran partikel kaolin maka semakin tinggi tingkat kekerasannya (Daud,

Tabel 1

Mortalitas Larva S. frugiperda (%) pada Perlakuan Ukuran Mesh Partikel Kaolin

Perlakuan	Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) ± SE pada pengamatan					
	24 Jam	48 Jam	7 Hari	14 Hari	21 Hari	23 Hari
Ukuran Mesh 100	1,25 ± 1,3 ab	3,75 ± 2,4 a	18,75 ± 8,3 ab	28,75 ± 5,5 b	30,00 ± 6,5 ab	33,75 ± 7,2 b
Ukuran Mesh 200	2,5 ± 1,4 ab	2,5 ± 1,4 a	11,25 ± 4,3 ab	23,75 ± 2,4 ab	30,00 ± 3,5 ab	31,25 ± 4,3 b
Ukuran Mesh 300	7,5 ± 2,5 bc	7,5 ± 2,5 a	16,25 ± 2,4 ab	31,25 ± 9,0 b	38,75 ± 13,0 b	38,75 ± 13,0 b
Ukuran Mesh 400	0,0 ± 0,0 a	2,5 ± 1,4 a	13,75 ± 3,8 ab	35,00 ± 11,4 b	37,5 ± 13,6 b	38,75 ± 13,4 b
Ukuran Mesh 500	21,25 ± 8,0 c	28,75 ± 10,5 b	36,25 ± 12,0 b	47,5 ± 9,7 b	50,00 ± 9,8 b	51,25 ± 10,3 b
Kontrol Air	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
Kontrol WA + DA	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Tukey* pada taraf nyata 5%. Data mortalitas 24 Jam dan 48 Jam setelah aplikasi ditransformasi dengan SQUARE ROOT ($\sqrt{X+0,5}$), sebelum dianalisis dengan ANOVA.

2015). Ukuran partikel mineral yang paling efektif terhadap serangga hama adalah 1-2 μm (Glenn *et al.*, 1999). Glenn *et al.* (1999) mengemukakan bahwa umumnya semakin kecil ukuran partikel mineral, semakin meningkat efektivitasnya terhadap serangga hama akibat daya tempel (*adherence*) partikel yang semakin kuat pada kutikula serangga. Lebih lanjut, Salerno *et al.* (2020) menyatakan bahwa ukuran partikel kaolin 0,3-1,0 μm dapat mengurangi kemampuan menempel ujung kaki (*tarsus*) serangga *Nezara viridula* (Heteroptera : Pentatomidae) dan *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae) ke permukaan tanaman yang diberi perlakuan. Hal tersebut disebabkan oleh penyerapan cairan pada bantalan (*pad*) ujung kaki serangga oleh partikel kaolin (Salerno *et al.*, 2020).

Pada umumnya mineral kaolin mengandung silika oksida (SiO_2) dan aluminium oksida (Al_2O_3). Kedua komponen mineral tersebut dilaporkan dapat berperan

sebagai penyerap (*sorptive particles*) yang dapat memicu kehilangan air yang cepat dari tubuh serangga target (Glenn *et al.*, 1999). Ebeling dan Wagner (1959) melaporkan bahwa partikel penyerap berpori lembut seperti silika oksida dan aluminium oksida yang terkandung pada partikel mineral dapat menyebabkan kematian rayap *Kaolitermes minor* (Hagen).

Berdasarkan hasil pengamatan, larva yang mati menunjukkan gejala berkerut, tubuh berwarna kehitaman, dan membusuk. Sebagian larva *S. frugiperda* yang pertumbuhannya terganggu dapat pulih dan bertahan hidup seperti larva normal, sedangkan sebagian larva mengalami kematian akibat gangguan pertumbuhan tersebut. Larva yang terkena kaolin dalam jumlah yang tidak mematikan akan mengalami gangguan pertumbuhan, bobot tubuh yang lebih rendah dan waktu perkembangan yang lebih lama. Belum ada penelitian tentang pengaruh ukuran

partikel mineral kaolin terhadap kematian *S. frugiperda*. Namun, telah terdapat penelitian yang mengkaji efek mineral kaolin terhadap mortalitas serangga hama lainnya. Constanski *et al.* (2016) melaporkan bahwa kaolin dengan konsentrasi 2 g/tanaman dapat menyebabkan mortalitas *Spodoptera eridania* sebesar 41,20%. Selanjutnya, hasil penelitian Wicaksono dan Endarto (2019) menunjukkan bahwa kaolin dengan konsentrasi 0,4% dapat mengendalikan serangan *Thrips* pada tanaman jeruk. Kematian serangga uji pada penelitian yang kami lakukan diduga disebabkan oleh adanya penempelan partikel kaolin pada permukaan tubuh serangga uji. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh reaksi kimia antara partikel kaolin dengan komponen penyusun kulit serangga yang memicu terjadinya kehilangan air berlebihan (Puterka *et al.*, 2008).

Pengamatan berikutnya dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel mineral kaolin yang diujikan terhadap lama perkembangan siklus hidup *S. frugiperda* (dari larva hingga imago). Hasil percobaan menunjukkan bahwa ukuran partikel mineral kaolin tidak berpengaruh nyata terhadap lama stadia perkembangan pada stadia larva ($F_{6,18} = 1,98$; $P = 0,122$), tetapi berpengaruh nyata pada stadia pupa ($F_{6,18} = 3,72$; $P = 0,014$) dan larva+pupa ($F_{6,18} = 3,46$; $P = 0,019$) (Tabel 2). Pada stadia larva, lama perkembangannya pada perlakuan mineral kaolin ukuran partikel 100 hingga 500 mesh (rata-rata 10,75-11,50 hari) tidak

berbeda dengan kontrol air dan *wetting agent+dispersant agent* (masing-masing 10,50 dan 10,25 hari). Selanjutnya, pada stadia pupa, lama perkembangan larva *S. frugiperda* hingga menjadi pupa terlama terdapat pada perlakuan ukuran partikel 500 mesh yaitu 10,75 hari, sedangkan pada kontrol 10,00 hari. Lebih lanjut, pada stadia larva+pupa, lama perkembangan larva *S. frugiperda* hingga menjadi imago yang terlama terdapat pada ukuran partikel 500 mesh yaitu 22,25 hari, sementara pada kontrol air dan *wetting agent+dispersant agent* masing-masing 20,50 hari dan 20,25 hari.

Berdasarkan hasil pengamatan, ukuran partikel mineral kaolin dapat mempengaruhi lama perkembangan *S. frugiperda*. Ini mungkin merupakan laporan pertama mengenai efek dari partikel kaolin terhadap perkembangan *S. frugiperda*. Walaupun demikian, terdapat beberapa penelitian lain mengenai efek dari formulasi mineral kaolin terhadap perkembangan serangga *Plutella xylostella* (Linnaeus.), *Choristoneura rosaceana* (Harris.) dan *Araniella cucurbitina* (Clerck.). Barker *et al.* (2006) melaporkan bahwa kelangsungan hidup larva *P. xylostella* berkurang secara signifikan pada tanaman inang yang diberi perlakuan kaolin yang diduga akibat menurunnya jumlah konsumsi makanan sehingga diperlukan waktu yang lama untuk mendapatkan nutrisi yang cukup. Hasil pengujian Sackett *et al.*, (2005) menunjukkan bahwa larva *C. rosaceana* membutuhkan waktu yang lama untuk

Tabel 2

Lama Stadia Perkembangan *S. frugiperda* (hari) pada Perlakuan Ukuran Mesh Partikel Kaolin

Perlakuan	Lama Stadia Perkembangan <i>S. frugiperda</i> (hari) ± SE pada Stadia		
	Larva*	Pupa	Larva + Pupa
Ukuran Mesh 100	10,75 ± 0,48 a	10,00 ± 0,58 b	20,75 ± 0,85 ab
Ukuran Mesh 200	11,25 ± 0,48 a	10,00 ± 0,58 b	21,25 ± 0,63 ab
Ukuran Mesh 300	11,00 ± 0,71 a	10,25 ± 0,48 ab	21,25 ± 0,95 ab
Ukuran Mesh 400	10,75 ± 0,250 a	10,50 ± 0,29 ab	21,25 ± 0,25 ab
Ukuran Mesh 500	11,50 ± 0,5 a	10,75 ± 0,48 a	22,25 ± 0,25 b
Kontrol Air	10,50 ± 0,50 a	10,00 ± 0,58 b	20,50 ± 0,96 a
Kontrol WA + DA	10,25 ± 0,25 a	10,00 ± 0,58 b	20,25 ± 0,75 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Tukey* pada taraf nyata 5%. Data lama perkembangan stadia ditransformasi dengan BOXCOX, sebelum dianalisis dengan ANOVA. *Stadia larva termasuk prepupa

berkembang menjadi pupa ketika diberi pakan yang mengandung partikel kaolin. Di samping itu, partikel kaolin secara signifikan dapat mengurangi 56% kelangsungan hidup laba-laba *A. cucurbitina* ketika disemprotkan pada permukaan tubuhnya. Hal ini disebabkan kaolin membentuk film partikel yang dapat menumpuk di sekitar permukaan tubuh yang membatasi mobilitas arthropoda (Marin *et al.*, 2016).

Di samping itu, hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel mineral kaolin secara umum mampu secara nyata menekan berat pupa *S. frugiperda* ($F_{6,18} = 6,89$; $P = 0,001$). Berat pupa *S. frugiperda* terendah terdapat pada perlakuan ukuran partikel 500 mesh yaitu 0,1506 g, sementara berat pupa paling tinggi terdapat pada kontrol air yaitu 0,1914 g (Tabel 3).

Menurut hasil pengamatan, ukuran partikel mineral kaolin 500 mesh mampu menekan berat pupa *S. frugiperda*. Efek penghambatan makan dari perlakuan

partikel mineral kaolin dapat menurunkan tingkat konsumsi pakan larva *S. frugiperda* yang diujikan. Penurunan tingkat konsumsi pakan tersebut mengakibatkan larva *S. frugiperda* mengalami kekurangan nutrisi yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan larva sehingga berat larva relatif lebih rendah dari perlakuan kontrol. Knight *et al.* (2000) menjelaskan bahwa berat larva rendah diduga karena adanya efek *antifeedant* yang terdapat pada mineral kaolin sehingga aktivitas makan pada larva terhambat dan laju konsumsi yang menurun. Hal ini menyebabkan berat pupa yang terbentuk rendah. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa partikel kaolin dapat menurunkan ukuran tubuh laba-laba *Araniella cucurbitina* (Araneae : Araneidae) karena kaolin yang tertelan berpotensi menyebabkan kemacetan dari saluran pencernaan yang menghambat perkembangan tubuhnya (Marin *et al.*, 2016). Selain itu, Sackett *et al.* (2005) menyatakan

bahwa lapisan partikel kaolin dapat menjadi penghalang fisik yang dapat menyebabkan perubahan perilaku dan penurunan aktivitas makan larva *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera : Tortricidae) sehingga terjadi penurunan berat pupa yang signifikan.

Tabel 3.
Berat Pupa S. frugiperda (g) pada Perlakuan Ukuran Mesh Partikel Kaolin

Perlakuan	Berat Pupa <i>S. frugiperda</i> (g)
	(Rata-rata ± SE)
Ukuran Mesh 100	0,1569 ± 0,01 bc
Ukuran Mesh 200	0,1653 ± 0,009 bc
Ukuran Mesh 300	0,1708 ± 0,006 abc
Ukuran Mesh 400	0,1581 ± 0,008 bc
Ukuran Mesh 500	0,1506 ± 0,011 c
Kontrol Air	0,1914 ± 0,004 a
Kontrol WA + DA	0,1809 ± 0,005 ab

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Tukey* pada taraf nyata 5%. Data berat pupa ditransformasi dengan BOXCOX, sebelum dianalisis dengan ANOVA.

Lebih lanjut, hasil analisis data percobaan menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel mineral kaolin secara nyata berpengaruh terhadap kemunculan imago *S. frugiperda* normal ($F_{6,18} = 24,65$; $P = 0,000$) (Tabel 4). Kemunculan imago normal pada perlakuan ukuran partikel mineral kaolin 100-500 mesh yang diuji adalah 7,75-9,25 ekor, yang berbeda nyata dengan kontrol air dan *wetting agent + dispersant agent* yaitu masing-masing mencapai 17,50 dan 16,00 ekor.

Pada penelitian ini diketahui bahwa perlakuan ukuran mesh partikel kaolin berpengaruh secara signifikan terhadap kemunculan imago *S. frugiperda*. Larva yang diberi perlakuan mineral kaolin menghasilkan imago normal *S. frugiperda* yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Belum ada laporan sebelumnya mengenai pengaruh dari aplikasi mineral kaolin pada stadia larva

Tabel 4
Kemunculan Imago Normal S. frugiperda (g) pada Perlakuan Ukuran Mesh Partikel Kolin

Perlakuan	Pengaruh ukuran partikel kaolin terhadap kemunculan <i>S. frugiperda</i> (ekor) ± SE pada stadia
	Imago Normal
Ukuran Mesh 100	7,75 ± 0,63 a
Ukuran Mesh 200	9,25 ± 0,11 a
Ukuran Mesh 300	9,25 ± 1,60 a
Ukuran Mesh 400	8,25 ± 1,80 a
Ukuran Mesh 500	8,00 ± 1,58 a
Kontrol Air	17,50 ± 1,32 b
Kontrol WA + DA	16,00 ± 0,480 b

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Tukey* pada taraf nyata 5%. Data kemunculan imago normal ditransformasi dengan BOXCOX, sebelum dianalisis dengan ANOVA.

terhadap kemunculan imago *S. frugiperda*. Namun, Larentzaki *et al.* (2008) melaporkan bahwa partikel kaolin dapat memperlambat perkembangan larva *Thrips tabaci* tetapi tidak mengganggu pada tahap pupa sehingga berhasil muncul menjadi imago normal. Di samping itu, partikel kaolin diketahui tidak memengaruhi kemunculan parasitoid *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera : Trichogrammatidae) dari telur *Lobesia botrana* terparasit yang diberi perlakuan mineral kaolin (Pease *et al.*, 2016).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel mineral kaolin berpengaruh terhadap mortalitas, lama perkembangan, berat pupa dan kemunculan imago *S. frugiperda*. Mineral kaolin ukuran partikel 500 mesh menghasilkan mortalitas larva *S. frugiperda* (28,75%) yang berbeda nyata dengan kontrol (0,00%) pada 48 jam setelah perlakuan. Sementara itu, pada pengamatan 23 hari setelah perlakuan, semua ukuran partikel mineral kaolin yang diuji menyebabkan mortalitas larva *S. frugiperda* (31,25-51,25%) yang berbeda nyata dengan kontrol (0,00%). Perlakuan mineral kaolin 500 mesh menghasilkan total perkembangan larva dan pupa yang terlama yaitu 22,25 hari, berat pupa paling rendah yaitu 0,1506 g serta kemunculan imago normal yang terendah yaitu 8,00 ekor. Dengan demikian mineral kaolin pada ukuran 500 mesh dapat diaplikasikan sebagai bahan pengendali hama *S. frugiperda*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alavo, T. B. C., Abagli, A. Z., Tégbéssou, K. J. C., & Dunphy, G. B. (2011). Kaolin potential for the integrated management of *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera: Aphididae) on cotton. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44(8), 764-770. <https://doi.org/10.1080/03235408.2010.507959>.
- Arif, A. (2015). Pengaruh bahan kimia terhadap penggunaan pestisida lingkungan. *JF FIK UINAM*, 3(4), 134-143.
- Barker, J., Fulton, A., Evans, K., & Powell, G. (2006). The effects of kaolin particle film on *Plutella xylostella* behaviour and development. *Pest Management Science*, 63(4), 809-814. <https://doi.org/10.1002/ps>.
- Constanski, K. C., Zorzetti, J., Santoro, P. H., Hoshino, A. T., & Neves, P. M. O. J. (2016). Inert powders alone or in combination with neem oil for controlling *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Semina: Ciencias Agrarias*, 37(4), 1801-1810. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4p1801>.
- Daud, D. (2015). Kaolin sebagai bahan pengisi pada pembuatan kompon karet: pengaruh ukuran dan jumlah terhadap sifat mekanik-fisik. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 26(1), 41-48.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2021). *Data dan Informasi Perlindungan Tanaman Pangan Tahun 2020*.
- Ebeling, W., & Wagner, R. E. (1959). Rapid desiccation of drywood termites with inert sorptive dusts and other substances. *Journal of Economic Entomology*, 52(2), 190-207.
- FAOSTAT. (2021). *Area harvested, yield and production quantity of maize*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

- Glenn, D. M., & Puterka, G. J. (2010). Particle films: A new technology for agriculture. Dalam *Horticultural Reviews*, 31(6). <https://doi.org/10.1002/9780470650882.ch1>.
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Vanderzwet, T., Byers, R. E., & Feldhake, C. (1999). Hydrophobic particle films: A new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92(4), 759-771. <https://doi.org/10.1093/jee/92.4.759>.
- Hua, K. H., Wang, H. C., Chung, R. S., & Hsu, J. C. (2015). Calcium carbonate nanoparticles can enhance plant nutrition and insect pest tolerance. *Journal of Pesticide Science*, 40(4), 208-213. <https://doi.org/10.1584/jpestics.D15-025>.
- Knight, A. L., Unruh, T. R., Christianson, B. A., Puterka, G. J., & Glenn, D. M. (2000). Effects of a kaolin-based particle film on obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 93(3), 744-749. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.3.744>.
- Kumela, T., Simiyu, J., Sisay, B., Likhayo, P., Mendesil, E., Gohole, L., & Tefera, T. (2019). Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya. *International Journal of Pest Management*, 65(1), 1-9. <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129>.
- Larentzaki, E., Shelton, A. M., & Plate, J. (2008). Effect of kaolin particle film on *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), oviposition, feeding and development on onions: A lab and field case study. *Crop Protection*, 27(3-5), 727-734. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.10.005>.
- Lopez, D. C. N., Augusto, R.-G., & Hermann, R. D. (2015). Impact of kaolin particle film and synthetic insecticide applications on whitefly populations *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) and physiological attributes in bean (*Phaseolus vulgaris*) crop. *HortScience*, 50(10), 1503-1508. <https://doi.org/10.21273/hortsci.50.10.1503>.
- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., Rizkie, L., Hidayat, Y., & Dono, D. (2019). Cases of fall army worm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) Attack on maize in Bandung, Garut and Sumedang District, West Java. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 2(1), 38. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v2i1.23013>.
- Marin, J. B., Pereira, J. A., & Santos, S. A. P. (2016). Effects of kaolin particle films on the life span of an orb-weaver spider. *Chemosphere*, 144, 918-924. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.09.069>.
- Nickel, E. H. (1995). The definition of a mineral. *Mineralogical Journal*, 17(7), 346-349. <https://doi.org/10.2465/minerj.17.346>.
- Nonci, N., Kalgutny, Hary, S., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., & Aqil, M. (2019). Pengenalan fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) hama baru pada tanaman jagung di Indonesia. Dalam *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia*, 73.
- Pease, C. E., López-Olguín, J. F., Pérez-Moreno, I., & Marco-Mancebón, V. (2016). Effects of kaolin on *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) and its compatibility with the natural enemy, *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

- Journal of Economic Entomology*, 109(2), 740-745. <https://doi.org/10.1093/jee/tov400>.
- Peng, L., Trumble, J. T., Munyaneza, J. E., & Liu, T. X. (2011). Repellency of a kaolin particle film to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), on tomato under laboratory and field conditions. *Pest Management Science*, 67(7), 815-824. <https://doi.org/10.1002/ps.2118>.
- Prijanto, T. P., Nurjazuli, & Sulistiyani. (2015). Analisis faktor risiko keracunan pestisida organofosfat pada keluarga petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 8(2), 76-81. <https://doi.org/10.14710/jkli.8.2.76-81>.
- Puterka, G. J., Glenn, D. M., Hangay, G., Gwynne, D., Heppner, J. B., Easton, E. R., Capinera, J. L., & Gerberg, E. J. (2008). Kaolin-based particle films for arthropod control. *Encyclopedia of Entomology*, 2075-2080. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_1606.
- Puterka, G. J., Glenn, D. M., & Pluta, R. C. (2005). Action of particle films on the biology and behavior of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology*, 98(6), 2079-2088. <https://doi.org/10.1093/jee/98.6.2079>.
- Sackett, T. E., Buddle, C. M., & Vincent, C. (2005). Effect of Kaolin on Fitness and behavior of *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae. *Journal of Economic Entomology*, 98(5), 1648-1653. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.5.1648>.
- Salerno, G., Rebora, M., Kovalev, A., Gorb, E., & Gorb, S. (2020). Kaolin nanopowder effect on insect attachment ability. *Journal of Pest Science*, 93(1), 315-327. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01151-3>.
- Sartiarni, D., Dadang, Harahap, I. S., Kusumah, Y. M., & Anwar, R. (2020). First record of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Indonesia and its occurrence in three provinces. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012021>.
- Sharanabasappa, D., Pavithra, H., Kalleshwaraswamy, C. M., Shivanna, B. K., Maruthi, M. S., & Sanchez, D. M. (2020). Field efficacy of insecticides for management of invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in India. *Florida Entomologist*, 103(2), 221-227.
- Siregar, S. M. (2017). Pengaruh konsentrasi kaolin sebagai bahan pengisi terhadap vulkanisasi benang karet. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Teknologi*, 1(2), 33-37.
- Tacoli, F., Cargnus, E., Kiaeian Moosavi, F., Zandigiacomo, P., & Pavan, F. (2018). Efficacy and mode of action of kaolin and its interaction with bunch-zone leaf removal against *Lobesia botrana* on grapevines. *Journal of Pest Science*, 92(2), 465-475. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1029-2>.
- Trisyono, Y. A., Suputa, S., Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., & Jumari, J. (2019). Occurrence of heavy infestation by the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*, a new alien invasive pest, in corn Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 156-160. <https://doi.org/10.22146/jpti.46455>.
- Unruh, T. R., Knight, A. L., Upton, J., Glenn, D. M., & Puterka, G. J. (2000). Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple

- and pear orchards. *Journal of Economic Entomology*, 93(3), 737–743. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.3.737>.
- Wicaksono, R. C., & Endarto, O. (2019). Peran kaolin dalam pengendalian hama thrips pada buah jeruk. *Jurnal Agronida*, 5(4), 7-11.
- Zhao, Y. X., Huang, J. M., Ni, H., Guo, D., Yang, F. X., Wang, X., Wu, S. F., & Gao, C. F. (2020). Susceptibility of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith), to eight insecticides in China, with special reference to lambda-cyhalothrin. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 168. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104623>.