

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

A. Mortalitas Total

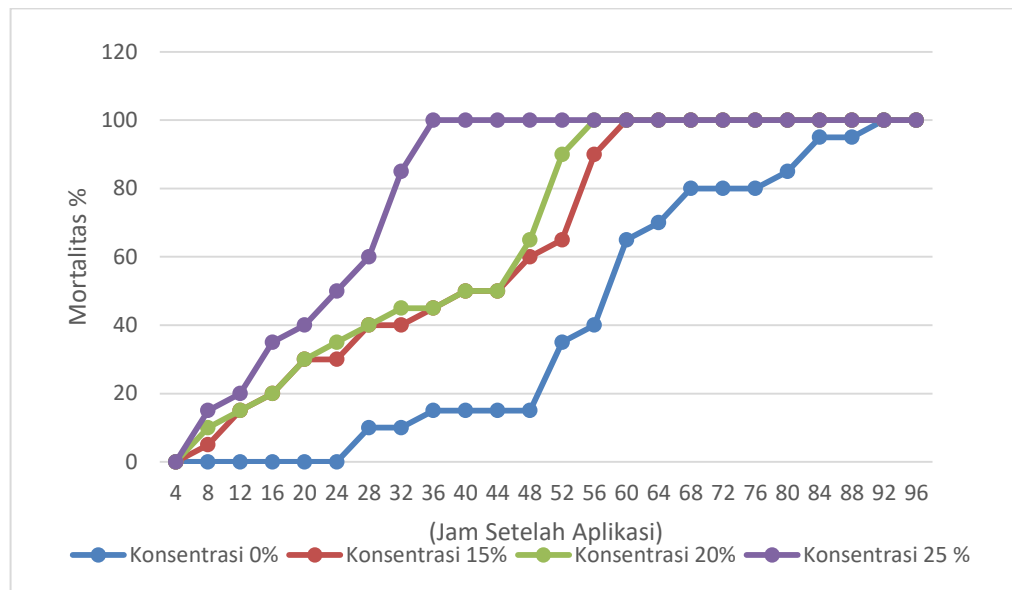
Analisis sidik ragam RAL untuk mortalitas hama penggerek polong kacang panjang terhadap setiap perlakuan ekstrak daun pepaya dengan beberapa konsentrasi terhadap waktu pengamatan (hari) (Lampiran 3). Hasil pengamatan mortalitas hama penggerek polong kacang Panjang terhadap perlakuan ekstrak daun pepaya dengan beberapa konsentrasi berpengaruh nyata terhadap mortalitas dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Hasil Analisis mortalitas

No	Konsentrasi ekstrak daun pepaya	Waktu Pengamatan			
		I	II	II	IV
1	P0 (0%)	0,00 ^a	0,15 ^a	0,65 ^a	0,20
2	P1 (15%)	0,30 ^b	0,30 ^{ab}	0,40 ^b	0,00
3	P2 (20%)	0,35 ^b	0,30 ^{ab}	0,35 ^b	0,00
4	P3 (25%)	0,50 ^b	0,50 ^b	0,00	0,00
NP BNJ 5 %		0,20	0,21	0,24	0,22

Ket : Notasi huruf (a, b, c) merupakan kelompok yang berbeda signifikan satu sama lain berdasarkan hasil uji lanjut BNJ. Kelompok dengan huruf yang berbeda berarti ada perbedaan signifikan pada mortalitas. P0 (Konsentrasi 0%), P1 (Konsentrasi 15%), P2 (Konsentrasi 20%), dan P3 (Konstrasi 25%)

Mortalitas hama penggerek polong kacang panjang terhadap setiap perlakuan ekstrak daun pepaya dengan beberapa konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik persentasi mortalitas hama penggerek polong kacang panjang setelah aplikasi ekstrak daun papaya dengan berbagai konsentrasi

Mortalitas hama penggerek polong kacang panjang mengalami fluktuasi pada setiap pengamatan yang menunjukkan adanya kematian hama yang berbeda terhadap perlakuan yang telah diberikan. Pada Gambar 1, diatas dapat dilihat bahwa tiap perlakuan pada pengamatan 24 jam belum berpengaruh terhadap mortalitas, namun mulai pada pengamatan 48 Jam Setelah Aplikasi (JSA) sudah mulai kelihatan bahwa semakin tinggi konsentrasi dari ekstrak daun papaya itu semakin meningkat kematian, buktinya bahwa pengamatan pada 48 jam 0% jumlah kematiannya 20% tetapi semakin meningksat konsentrasinya maka semakin meningkat jumlah kematiannya. Kemudian pada pengamatan berikutnya yaitu pada pengamatan 72 jam jumlah kematian mulai konstan dan pada pengamatan 96 jam sudah memenuhi satu titik yang rata akhirnya mencapai posisi konstan.

B. Waktu Kematian (WK50)

Waktu Kematian 50% (WK50) (Lampiran 4), dari semua perlakuan konsentrasi ekstrak daun pepaya terhadap hama penggerek polong kacang panjang setelah dilakukan analisis probit dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Waktu kematian 50% hama penggerek polong kacang Panjang setelah aplikasi ekstrak daun pepaya

Perlakuan	Waktu Kematian (Jam)	Batas Bawah	Batas Atas
Konsentrasi 0%	80,3	53,4	401,2
Konsentrasi 15%	39,2	24,6	54,6
Konsentrasi 20%	37,6	20,0	52,2
Konsentrasi 25%	24,1	3,4	28,1

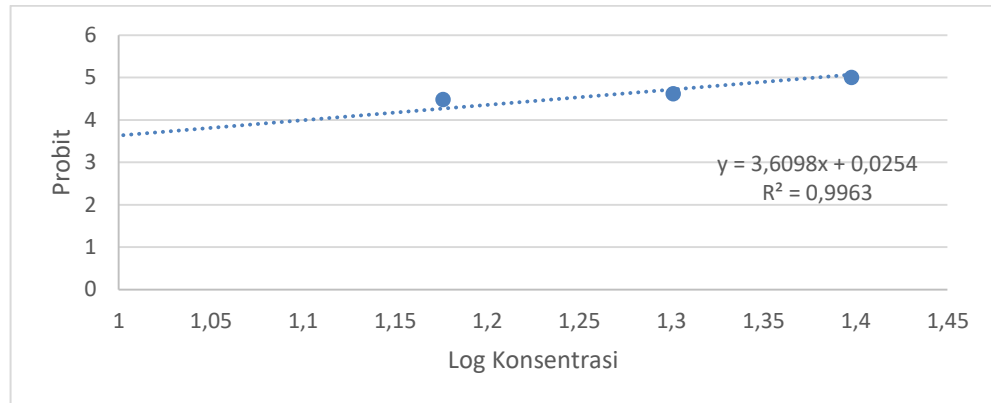
Sumber : Data primer setelah diolah (Nesi, 2021).

Waktu Kematian 50% setelah dilakukan analisis probit menunjukkan peningkatan konsentrasi ekstrak daun pepaya secara signifikan akan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kematian 50% (WK50) dari hama penggerek polong kacang panjang, dengan konsentrasi 25% sebagai yang paling efektif.

Pada konsentrasi 0%, WK50 tercatat pada 80,3 jam menunjukkan bahwa tanpa ekstrak daun pepaya diperlukan waktu yang relatif lama untuk mencapai kematian 50% dari hama. Dengan peningkatan konsentrasi ekstrak daun pepaya menjadi 15%, WK50 berkurang signifikan menjadi 39,2 jam. Pada konsentrasi 20%, WK50 menjadi 37,6 jam. Efektivitas tertinggi tercapai pada konsentrasi 25%, dengan WK50 tercatat pada 24,1 jam, dan batas bawah 3,4 jam serta batas atas 28,1 jam.

C. Konsentrasi Kematian (KK50)

Konsentrasi Kematiaan 50% (KK50) (Lampiran 5) dari semua perlakuan konsentrasi ekstrak daun pepaya terhadap hama penggerek polong kacang panjang dengan analisis probit yang dihitung 24 jam setelah aplikasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Toksisitas dari ekstrak daun pepaya dapat dinyatakan dengan besarnya konsentrasi formulasi yang mematikan 50% dari hama yang diuji. Berdasarkan hasil analisis probit nilai KK50 ekstrak daun pepaya terhadap hama penggerek polong adalah 23,88%. Hubungan antara nilai y (probit persentasi kematian) hama penggerek polong dan nilai x (log, konsentrasi) ekstrak daun pepaya dapat dilihat dengan persamaan regresi probit linier $y = 3,6098x + 0,0254$.

D. Efikasi

Efikasi dari semua perlakuan konsentrasi ekstrak daun pepaya terhadap hama penggerek polong kacang panjang yang dihitung 24 jam setelah aplikasi dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Efikasi konsentrasi ekstrak daun pepaya terhadap hama penggerek polong kacang panjang setelah aplikasi

Perlakuan	Efikasi (%)	Kategori
Konsentrasi 0%	0	Tidak baik
Konsentrasi 15%	30	Kurang Baik
Konsentrasi 20%	35	Kurang Baik
Konsentrasi 25%	50	Baik

Sumber : Data primer setelah diolah (Nesi, 2021).

Efikasi terbaik yang dihitung pada 24 jam setelah aplikasi sesuai yang tertera pada tabel 3 adalah ekstrak daun pepaya konsentrasi 25% dengan nilai efikasi 50%. Ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi 15% dan 20% berada pada kategori kurang baik dengan persentasi efikasi masing-masing adalah 30% dan 35%, sementara kontrol atau ekstrak daun pepaya 0% memberikan efikasi 0% atau pada kategori tidak baik.

E. Gejala Kematian

Gejala kematian dari hama penggerek polong pada semua perlakuan konsentrasi ekstrak daun pepaya menunjukkan gejala yang serupa, namun dibedakan oleh waktu mulai munculnya gejala kematian. Secara umum hasil pengamatan untuk gejala kematian hama penggerek polong dapat dilihat pada Lampiran 6.

Berdasarkan hasil pengamatan (lampiran 6), ditemukan beberapa gejala yang menandakan kondisi kesehatan ulat penggerek polong. Pada awalnya, ulat menunjukkan keadaan normal tanpa adanya indikasi penyakit atau masalah kesehatan (lampiran gambar 6a). Setelah aplikasi ekstrak daun pepaya, beberapa ulat mulai menunjukkan gejala melemahnya pergerakan, yang terlihat jelas pada

aktivitas makan yang semakin berkurang (lampiran gambar 6b). Selain itu, beberapa ulat mengeluarkan cairan dari tubuh mereka, menandakan adanya masalah internal yang berhubungan dengan infeksi atau kerusakan (lampiran gambar 6c). Setelah mati, ulat mulai menghitam, yang menunjukkan adanya perubahan warna yang signifikan yang merupakan penanda kematian (lampiran gambar 6d). Terakhir, ulat mengalami pembusukan, dimana tubuh ulat menunjukkan tanda-tanda kerusakan yang parah dan proses pembusukan yang merusak struktur tubuh ulat (lampiran gambar 6e).

Secara keseluruhan, hasil pengamatan gejala kematian menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya efektif dalam mengendalikan ulat penggerek polong melalui mekanisme yang mempengaruhi sistem saraf, pencernaan, dan percepatan pembusukan.

Pembahasan

Mortalitas hama penggerek polong kacang panjang terhadap perlakuan ekstrak daun pepaya dengan berbagai konsentrasi menunjukkan variasi dalam tingkat kematian hama selama periode waktu pengamatan. Mortalitas hama mengalami fluktuasi pada setiap pengamatan, yang mencerminkan respons berbeda dari hama terhadap konsentrasi ekstrak yang diberikan. Konsentrasi 0%, yang tidak mengandung ekstrak daun pepaya, menunjukkan peningkatan mortalitas yang lambat, mencapai 80% pada 72 jam. Konsentrasi 15% menunjukkan efektivitas yang lebih baik dengan mortalitas mencapai 60% pada 48 jam. Pada konsentrasi 20%, mortalitas hama mencapai 65% pada 48 jam dan tetap konstan, menandakan efektivitas yang cukup tinggi karena senyawa bioaktif

dalam ekstrak ini cukup mematikan bagi hama. Konsentrasi 25% menunjukkan efektivitas tertinggi dengan mortalitas mencapai 100% dalam 24 jam, menunjukkan bahwa konsentrasi ini sangat efektif karena kandungan senyawa bioaktif yang tinggi, ini terjadi karena bahan aktif dari senyawa dengan konsentrasi tinggi semakin banyak mengenai tubuh larva, yang menyebabkan kematian hama penggerek polong yang lebih tinggi (Rustam & Rajani, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Haris *et al.*, 2023) yang menyatakan bahwa semakin tinggi takaran biopestisida maka semakin tinggi juga kecepatan kematian hama uji, penggunaan ekstrak daun pepaya efektif mematikan hama karena mampu menggagalkan metamorfosis hama yang memiliki metamorfosis sempurna sedangkan pada metamorfosis tidak sempurna dapat menyebabkan kematian pada hama.

Fluktuasi mortalitas yang terjadi disebabkan oleh senyawa bioaktif dalam ekstrak daun pepaya, seperti papain, alkaloid, flavonoid, dan tanin, berperan penting dalam menyebabkan kematian hama, terutama pada konsentrasi yang lebih tinggi. Studi oleh Kavitha *et al.* (2014) menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya memiliki sifat antibakteri dan anti jamur yang kuat, yang juga dapat diterapkan pada pengendalian hama serangga.

Hasil analisis probit menunjukkan nilai Waktu Kematian 50% (WK50) dari berbagai konsentrasi ekstrak daun pepaya terhadap hama penggerek polong kacang panjang, yang memperlihatkan variasi signifikan dalam efektivitas tiap perlakuan. Pada konsentrasi 0% (kontrol), WK50 mencapai 80,3 jam dengan rentang yang sangat luas antara 53,4 hingga 401,2 jam. Ini menunjukkan bahwa

tanpa aplikasi ekstrak daun pepaya, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kematian 50% populasi hama cukup lama dan bervariasi. Pada konsentrasi 15%, WK50 menurun menjadi 39,2 jam dengan rentang yang lebih sempit (24,6 hingga 54,6 jam), menandakan bahwa ekstrak daun pepaya mulai efektif dalam mengurangi waktu kematian hama dibandingkan kontrol.

Konsentrasi 20% menunjukkan penurunan WK50 lebih lanjut menjadi 37,6 jam dengan rentang batas yang mirip dengan konsentrasi 15% (20,0 hingga 52,2 jam). Ini menandakan peningkatan efektivitas insektisida alami dari ekstrak daun pepaya, meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan konsentrasi 15%. Konsentrasi 25% adalah yang paling efektif dengan WK50 terendah, yaitu 24,1 jam, dan rentang batas yang kecil (3,4 hingga 28,1 jam). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi ini sangat efektif dalam menyebabkan kematian 50% populasi hama dalam waktu yang singkat. Penelitian oleh Rohmah et al. (2019) mendukung temuan ini dengan menunjukkan bahwa konsentrasi tinggi dari ekstrak tanaman lebih efektif dalam mengendalikan populasi hama karena kandungan senyawa bioaktif yang lebih tinggi dan lebih mematikan bagi hama.

Ekstrak daun pepaya telah terbukti memiliki toksisitas terhadap hama penggerek polong kacang panjang dengan nilai konsentrasi letal 50% (KK50) sebesar 23,88%. Toksisitas ini dihasilkan dari senyawa bioaktif yang terkandung dalam daun pepaya, seperti alkaloid, flavonoid, dan saponin. Senyawa-senyawa ini memiliki mekanisme kerja yang beragam, seperti merusak protein penting dalam tubuh hama melalui enzim protease papain, mengganggu sistem saraf hama

melalui alkaloid, serta mengganggu fungsi fisiologis hama melalui flavonoid dan saponin (Arifin, 2013; Nurhayati, 2016).

Analisis regresi probit linier yang dilakukan menghasilkan persamaan $y=3,6098x+0,0254$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9963. Ini menunjukkan bahwa model regresi tersebut sangat sesuai dengan data, dimana 99,63% variabilitas dalam data kematian hama dapat dijelaskan oleh perubahan konsentrasi ekstrak daun pepaya. Hubungan positif yang kuat antara konsentrasi ekstrak dan tingkat kematian hama ini mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak daun pepaya akan meningkatkan efektivitasnya dalam mengendalikan hama penggerek polong kacang panjang (Suhartono, 2008).

Efektivitas ekstrak daun pepaya dalam mengendalikan hama penggerek polong kacang panjang dapat dijelaskan oleh keberadaan senyawa aktif yang mampu mengganggu sistem pencernaan dan saraf hama. Selain itu, penyerapan yang efisien dan metabolisme cepat dari senyawa-senyawa ini oleh hama memungkinkan efek toksik yang cepat, sehingga menyebabkan kematian dalam waktu 24 jam setelah aplikasi. Prinsip dasar toksikologi yang menyatakan bahwa efek toksik meningkat dengan peningkatan dosis juga berlaku dalam kasus ini, dimana konsentrasi yang lebih tinggi memberikan efek yang lebih kuat (Sudarmo, 2010).

Hasil analisis efikasi ekstrak daun pepaya terhadap hama penggerek polong kacang panjang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak menghasilkan peningkatan dalam tingkat efikasi. Hal ini dijelaskan melalui beberapa mekanisme yang terkait dengan senyawa aktif yang terkandung dalam

daun pepaya. Daun pepaya mengandung enzim papain, yang memiliki sifat proteolitik dan dapat memecah protein, mengganggu sistem pencernaan hama, menyebabkan malnutrisi dan kematian. Selain itu, daun pepaya juga mengandung alkaloid yang memiliki sifat toksik bagi serangga, mengganggu sistem saraf mereka, dan menghambat pertumbuhan serta reproduksi hama. Senyawa fenolik dan flavonoid dalam daun pepaya memiliki aktivitas antioksidan yang dapat merusak membran sel hama atau mengganggu proses metabolisme mereka.

Pada konsentrasi 25%, jumlah senyawa aktif seperti papain dan alkaloid yang terkandung dalam ekstrak daun pepaya meningkat secara signifikan, memberikan efek yang lebih kuat dan lebih luas terhadap hama penggerek polong. Konsentrasi yang lebih tinggi berarti lebih banyak senyawa aktif yang tersedia untuk menyerang dan mengendalikan hama, sehingga efikasi ekstrak daun pepaya pada konsentrasi ini mencapai 50%, yang dikategorikan sebagai "baik". Sebaliknya, pada konsentrasi 0%, tidak ada senyawa aktif yang tersedia, sehingga efikasi pengendalian hama berada pada 0%, yang dikategorikan sebagai "tidak baik".

Menurut Gunawan (2012), papain memiliki aktivitas proteolitik yang dapat merusak protein penting dalam tubuh serangga, sehingga menghambat pertumbuhan dan menyebabkan kematian. Alkaloid dalam daun pepaya, seperti yang dilaporkan oleh Sari dan Hidayat (2015), memiliki sifat neurotoksik yang dapat mengganggu fungsi saraf serangga, menyebabkan paralisis dan kematian. Senyawa fenolik dan flavonoid juga dikenal memiliki aktivitas insektisidal, seperti

yang dijelaskan oleh Pratiwi (2017), dengan merusak membran sel dan mengganggu metabolisme serangga.

Hasil pengamatan gejala kematian larva Setelah aplikasi ekstrak daun pepaya pada ulat penggerek polong, menunjukkan efek toksik yang signifikan. Salah satu gejala awal adalah melemahnya pergerakan ulat dan menurunnya aktivitas makan, yang mengindikasikan bahwa ekstrak daun pepaya mempengaruhi sistem saraf atau otot ulat. kandungan bahan aktif yang dimiliki berpengaruh terhadap serangga hama melalui penghambat nafsu makan, repellent (penolak), menghambat perkembangan, dan pengaruh langsung sebagai racun (AlvionitaDjau et al., 2022). Penurunan aktivitas fisik ini menandakan bahwa senyawa dalam ekstrak, seperti papain, dapat mengganggu fungsi motorik ulat. Menurut penelitian oleh Sari et al. (2022), papain yang terdapat dalam daun pepaya dapat berfungsi sebagai protease yang mempengaruhi proses pencernaan dan menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan hama

Selain melemahnya pergerakan, ulat juga menunjukkan gejala pengeluaran cairan. Hal ini disebabkan oleh senyawa aktif dalam daun pepaya yang mengganggu sistem pencernaan ulat dan menyebabkan kerusakan internal. Pengeluaran cairan ini merupakan respons terhadap gangguan yang terjadi di dalam tubuh ulat akibat paparan ekstrak. Penelitian oleh Suhadi et al. (2021) mendukung temuan ini dengan menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya dapat menyebabkan kerusakan internal pada larva hama.

Setelah kematian ulat, perubahan warna menjadi hitam beberapa jam kemudian terlihat sebagai bagian dari proses pembusukan alami. Senyawa dalam

daun pepaya mempercepat proses ini dengan mempengaruhi komponen biologis tubuh ulat atau meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam pembusukan. Hal ini didukung oleh penelitian oleh Prasetyo et al. (2023), yang menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya dapat mempercepat proses pembusukan pada organisme ham.