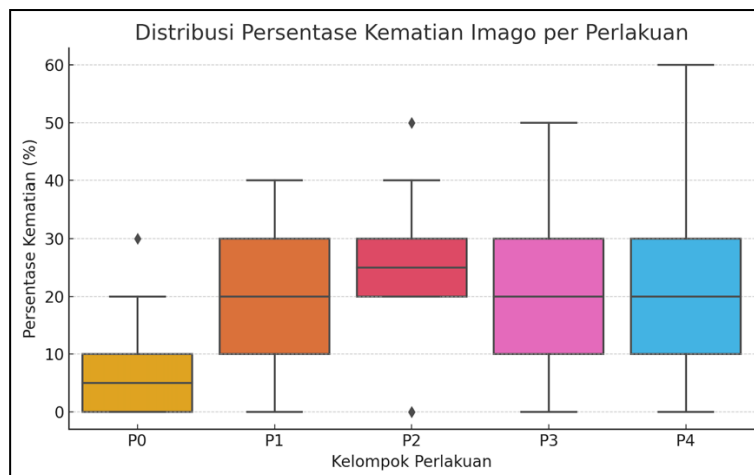


HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kematian Imago per Perlakuan

Untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan terhadap tingkat kematian imago *Sitophilus oryzae* L., dilakukan pengamatan selama empat minggu dengan lima jenis perlakuan pestisida nabati, termasuk kontrol. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA dua arah untuk melihat perbedaan antar kelompok serta pengaruh waktu pengamatan. Selanjutnya, dilakukan uji lanjut Tukey HSD guna mengetahui pasangan perlakuan mana yang menunjukkan perbedaan signifikan. Visualisasi data dalam bentuk diagram boxplot disajikan untuk memberikan gambaran distribusi kematian imago pada masing-masing kelompok perlakuan.



Gambar 4. **Grafik distribusi kematian imago per perlakuan**

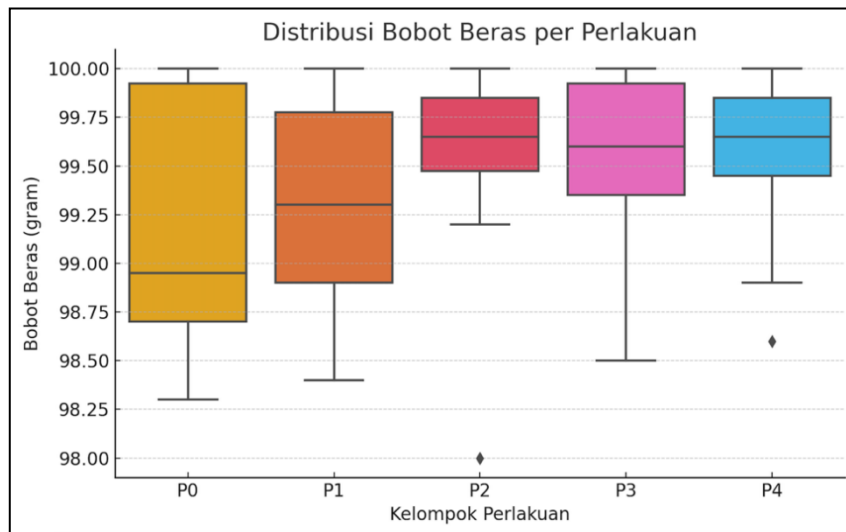
Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam persentase kematian imago *Sitophilus oryzae* L. antar kelompok perlakuan ($p < 0,001$). Kelompok kontrol (P0) memperlihatkan tingkat kematian imago yang paling rendah selama empat minggu pengamatan, dengan persentase berkisar antara

0–20%. Sebaliknya, kelompok yang diberikan perlakuan pestisida nabati—terutama P2 (bubuk serai) dan P3 (kulit jeruk cincang)—menunjukkan peningkatan kematian imago yang signifikan, dengan rata-rata kematian mencapai lebih dari 30% pada minggu keempat.

Temuan ini diperkuat oleh uji lanjut Tukey HSD, yang mengungkapkan perbedaan nyata antara kontrol dan kelompok P2 maupun P3. Efektivitas tersebut diduga berkaitan erat dengan kandungan senyawa aktif pada serai dan kulit jeruk manis. Serai (*Cymbopogon citratus*) mengandung sitronelal, geraniol, dan limonen yang dikenal sebagai senyawa insektisida alami yang bersifat neurotoksik terhadap serangga. Sementara itu, kulit jeruk manis mengandung senyawa limonen dalam kadar tinggi, yang bersifat sebagai racun kontak dan fumigan terhadap serangga penyimpanan.

Bobot Beras per Perlakuan

Selain mengamati kematian imago, penelitian ini juga mengkaji efek pemberian pestisida nabati terhadap bobot beras selama penyimpanan. Hal ini penting dilakukan untuk menilai apakah penggunaan bahan nabati dapat menyebabkan degradasi atau penurunan kualitas fisik beras. Data bobot beras diukur setiap minggu selama empat minggu pengamatan untuk masing-masing perlakuan. Analisis dilakukan menggunakan ANOVA dua arah untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan dan waktu secara terpisah maupun interaksinya. Diagram boxplot berikut menyajikan gambaran distribusi bobot beras pada setiap kelompok perlakuan.



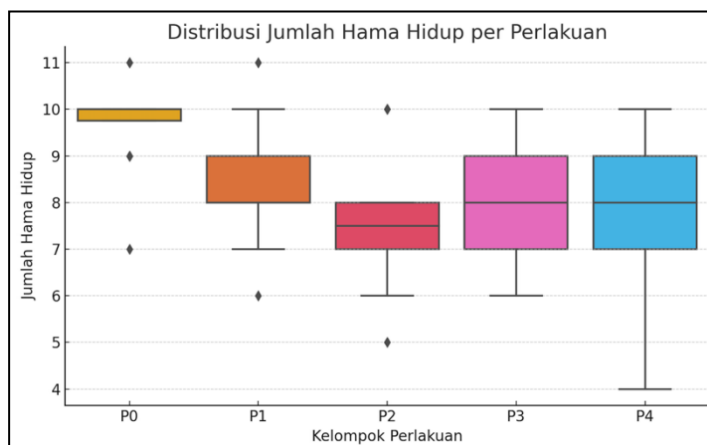
Gambar 5. Grafik distribusi bobot beras per perlakuan

Hasil analisis ANOVA dua arah menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada bobot beras berdasarkan perlakuan ($p = 0,00195$) dan minggu pengamatan ($p < 0,00001$). Namun, interaksi antara jenis perlakuan dan waktu pengamatan tidak menunjukkan signifikansi ($p = 0,674$), yang mengindikasikan bahwa pengaruh setiap perlakuan terhadap bobot beras relatif konsisten selama empat minggu penyimpanan.

Berdasarkan uji lanjut Tukey HSD, kelompok kontrol (P0) secara statistik berbeda signifikan dengan kelompok P2 (bubuk serai) dan P3 (kulit jeruk cincang). Kelompok P2 dan P3 cenderung mempertahankan bobot beras yang lebih stabil, meskipun diberikan perlakuan pestisida nabati. Hal ini menunjukkan bahwa bahan aktif dalam pestisida nabati tidak memberikan dampak negatif terhadap kualitas fisik beras, bahkan berpotensi melindungi dari degradasi selama penyimpanan.

Efikasi Perlakuan terhadap Jumlah Hama Hidup

Untuk mengevaluasi tingkat efikasi masing-masing perlakuan pestisida nabati dalam menekan populasi *Sitophilus oryzae* L., dilakukan pengamatan terhadap jumlah hama hidup selama empat minggu. Data dari seluruh kelompok perlakuan dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA dua arah, dilanjutkan dengan uji Tukey HSD untuk melihat perbedaan signifikan antar kelompok. Diagram boxplot berikut disajikan untuk memberikan gambaran visual mengenai sebaran dan perbedaan jumlah hama hidup pada masing-masing kelompok perlakuan.



Gambar 6. Distribusi Jumlah Hama Hidup per Perlakuan

Berdasarkan grafik distribusi jumlah hama hidup per perlakuan, terlihat bahwa kelompok kontrol (P0) memiliki jumlah hama hidup yang paling tinggi dan sebaran yang paling sempit. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa perlakuan, populasi hama tetap tinggi dan stabil dari minggu ke minggu. Sebaliknya, kelompok perlakuan seperti P2 (bubuk serai) dan P4 (serai cincang) menunjukkan median jumlah hama yang lebih rendah dan sebaran data yang lebih variatif ke arah bawah, mengindikasikan penurunan populasi hama secara efektif.

Secara visual, distribusi data pada P2 dan P4 memiliki outlier ke arah jumlah yang lebih rendah (≤ 5 ekor), yang menunjukkan adanya unit ulangan dengan tingkat penekanan populasi yang cukup besar. Ini sejalan dengan hasil uji ANOVA dua arah yang menunjukkan bahwa jenis perlakuan memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah hama hidup ($p = 0,000002$), dan uji Tukey HSD yang menunjukkan bahwa P2 dan P4 berbeda signifikan dibandingkan kontrol.

Efikasi ini dapat dikaitkan dengan kandungan aktif dalam serai seperti sitronelal dan geraniol, serta limonen pada kulit jeruk, yang bekerja sebagai racun kontak dan fumigan terhadap serangga. Penurunan populasi hama dalam kelompok ini menunjukkan bahwa pestisida nabati mampu memberikan efek toksik yang konsisten dan berpotensi sebagai alternatif ramah lingkungan terhadap pestisida kimia.

PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan terhadap Kematian Imago *Sitophilus oryzae* L.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian perlakuan P2 (bubuk serai) dan P3 (kulit jeruk cincang) secara konsisten meningkatkan tingkat kematian imago hama dibandingkan perlakuan lainnya. Rerata persentase kematian imago mencapai lebih dari 30% pada minggu keempat, sedangkan kelompok kontrol (P0) hanya menunjukkan kematian sebesar 0–20%. Hasil uji ANOVA dua arah mengonfirmasi bahwa perbedaan ini signifikan ($p < 0,001$), dan uji lanjut Tukey HSD memperlihatkan bahwa P2 dan P3 berbeda signifikan dari P0.

Keberhasilan ini secara biologis dapat dijelaskan oleh kandungan senyawa aktif dalam serai dan kulit jeruk yang berperan sebagai insektisida alami. Serai

mengandung sitronelal, citral, dan geraniol yang bersifat neurotoksik, bekerja mengganggu sistem saraf serangga dan menurunkan aktivitas makan serta respirasi. Sedangkan kulit jeruk mengandung limonen yang memiliki volatilitas tinggi, sehingga efektif sebagai fumigan alami yang mematikan serangga dalam ruang tertutup.

Penelitian oleh Ali et al. (2017) mendukung temuan ini, menyatakan bahwa limonen dapat merusak kutikula serangga, menyebabkan kehilangan cairan tubuh dan akhirnya kematian. Suwandi et al. (2020) melaporkan bahwa formulasi serai dalam bentuk bubuk menunjukkan efektivitas tinggi terhadap *S. zeamais*. Setyowati & Handayani (2021) menegaskan bahwa kulit jeruk manis efektif membunuh imago *Shitopilus oryzae*. L dalam waktu singkat, dan Purwatiningsih et al. (2018) menunjukkan bahwa senyawa volatil dalam kulit jeruk mampu menembus sistem respirasi serangga dan memicu gangguan metabolisme.

Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot Beras

Stabilitas bobot beras selama penyimpanan juga menjadi indikator penting untuk mengevaluasi dampak tidak langsung infestasi hama. Penurunan bobot beras yang signifikan ditemukan pada kelompok kontrol, dengan nilai akhir bobot beras yang lebih rendah dibandingkan kelompok perlakuan P2 dan P3. Uji ANOVA dua arah menunjukkan bahwa perlakuan dan minggu pengamatan berpengaruh signifikan terhadap bobot beras ($p < 0,05$), tetapi tidak terdapat interaksi signifikan ($p = 0,674$), yang menunjukkan bahwa setiap perlakuan memberikan efek yang konsisten seiring waktu.

Penurunan bobot pada kelompok kontrol kemungkinan besar disebabkan oleh aktivitas makan dan perkembangbiakan hama *S. oryzae* L., yang merusak butiran beras dari bagian dalam. Sebaliknya, perlakuan nabati mampu menghambat aktivitas makan dan reproduksi hama, sehingga mencegah kerusakan. Penelitian oleh Restu et al. (2020) memperlihatkan bahwa infestasi *S. oryzae* dapat menyebabkan kehilangan bobot hingga 15% pada penyimpanan jangka pendek tanpa pengendalian. Hafid et al. (2018) mencatat bahwa pemberian ekstrak serai menghambat aktivitas makan imago dan menyebabkan kematian dini.

Selain itu, Handayani & Saputri (2022) menyebutkan bahwa formulasi pestisida nabati berbasis tanaman aromatik tidak menyebabkan degradasi fisik pada permukaan beras, berbeda dengan efek abrasif dari beberapa senyawa kimia sintetis. Penelitian Wicaksono et al. (2021) juga menyatakan bahwa perlakuan dengan serai mampu menjaga mutu visual dan tekstur beras selama penyimpanan lebih dari satu bulan.

Efikasi Perlakuan terhadap Jumlah Hama Hidup

Pengamatan jumlah hama hidup setiap minggu memberikan gambaran langsung tentang efikasi pengendalian hama. Hasil menunjukkan bahwa jumlah hama hidup pada kelompok kontrol tetap tinggi dari minggu ke minggu, sedangkan kelompok P2 (bubuk serai) dan P4 (serai cincang) menunjukkan penurunan populasi yang signifikan. Uji ANOVA memperlihatkan bahwa perlakuan dan waktu berpengaruh signifikan terhadap jumlah hama hidup ($p < 0,001$), namun tidak terdapat interaksi yang signifikan, menandakan bahwa efektivitas pestisida nabati konsisten sepanjang waktu.

Pemberian serai sebagai pestisida nabati terbukti efektif dalam menghambat perkembangan telur, larva, dan imago *S. oryzae* L.. Hal ini diperkuat oleh Hafid et al. (2018) yang menyebutkan bahwa kandungan citral dan sitronelal dapat menurunkan fertilitas betina dan menghambat penetasan telur. Maulidya et al. (2019) menambahkan bahwa pemberian ekstrak serai mengurangi perkembangan nimfa dan mencegah kelangsungan hidup populasi hama.

Pertiwi & Kartika (2021) juga menunjukkan bahwa kandungan volatil pada serai memiliki efek repelen dan oviposisi inhibitor yang kuat, menyebabkan serangga menjauh dari substrat makanan. Hasil ini diperkuat oleh Yuliani et al. (2016), yang menemukan bahwa perlakuan dengan pestisida nabati mampu menurunkan jumlah populasi hama sebesar lebih dari 50% hanya dalam waktu dua minggu.