

**IDENTIFIKASI HAMA PADA KOMODITAS JAGUNG SELAMA
PENYIMPANAN DI KABUPATEN SIDENRENG RAPPANG**

***IDENTIFICATION OF PESTS ON CORN COMMUNITIES DURING STORAGE IN
SIDENRENG RAPPANG***

Rahmiyati^{1&2)}, Yulis Sayang¹⁾, Zulfitriany Mustaka¹⁾

¹⁾Program Studi Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Islam Makassar, Jl. Perintis
Kemerdekaan Km. 9 No 29, Makassar - 90245

²⁾BBKHIT Sulawesi Selatan - Satuan Pelayanan Pelabuhan Parepare, Jl. Tarakan No. 1, Parepare - 91133

rahmiyati.anthy@gmail.com

ABSTRAK

Serangan hama gudang merupakan faktor penting yang memengaruhi penurunan kualitas dan kuantitas biji jagung selama proses penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi spesies hama gudang yang ditemukan pada komoditas jagung selama penyimpanan di Kabupaten Sidenreng Rappang. Penelitian dilaksanakan pada lima gudang penyimpanan dengan enam titik sampling yang diambil 1 kg setiap titik sampling pada setiap gudang. Sampel jagung kemudian diidentifikasi secara morfologi menggunakan ayakan laboratorium, mikroskop stereo, dan kunci identifikasi hama gudang. Hasil penelitian menunjukkan terdapat delapan spesies hama, yaitu *Sitophilus* sp., *Tribolium castaneum*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Rhyzopertha dominica*, *Carpophilus dimidiatus*, *Palorus depressus*, *Alphitobius diaperinus*, dan *Typhaea stercorea*. Keberadaan hama primer seperti *Sitophilus* sp. dan *R. dominica* mengindikasikan potensi kerusakan internal pada biji, sedangkan dominasi hama sekunder mengarah pada degradasi kualitas simpan akibat kontaminasi dan kerusakan permukaan. Hasil identifikasi ini sangat penting sebagai dasar dalam penyusunan strategi pengendalian hama gudang pada sistem penyimpanan jagung di Kabupaten Sidenreng Rappang

Kata kunci: Hama; Jagung; Morfologi; Penyimpanan, Sidrap

ABSTRACT

*Storage pest attacks represent a significant factor in the decline in the quality and quantity of corn kernels during storage. The objective of this study is to ascertain the species of storage pests that have been identified in corn commodities during storage in Sidenreng Rappang Regency. The study was conducted in five storage warehouses, with six sampling points in each warehouse. A total of one (1) kg was collected at each sampling point. The identification of the corn samples was conducted through a series of morphological assessments. This process involved the utilisation of a laboratory sieve, a stereo microscope, and a warehouse pest identification key. The results of the study demonstrated the presence of eight pest species, namely *Sitophilus* sp., *Tribolium castaneum*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Rhyzopertha dominica*, *Carpophilus dimidiatus*, *Palorus depressus*, *Alphitobius diaperinus*, and *Typhaea stercorea*. The presence of primary pests, such as *Sitophilus* spp. and *R. dominica*, indicates the potential*



for internal damage to the kernels, while the dominance of secondary pests leads to storage quality degradation due to contamination and surface damage. The identification results obtained are of paramount importance in formulating a warehouse pest control strategy for the corn storage system in Sidenreng Rappang Regency.

Keywords: Corn; Morphology Pests; Sidrap; Storage

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas pangan strategis di Kabupaten Sidenreng Rappang (Sidrap) yang dikenal sebagai sentra produksi jagung terbesar di Sulawesi Selatan. Setelah panen, biji jagung umumnya disimpan dalam gudang selama periode tertentu sebelum dipasarkan atau dimanfaatkan sebagai bahan baku industri. Namun, pada fase penyimpanan sering muncul permasalahan utama berupa serangan hama gudang yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil. Serangan hama gudang menjadi isu penting dalam sistem pascapanen, terutama di wilayah tropis dengan suhu dan kelembapan tinggi yang sangat mendukung perkembangan serangga perusak bahan simpanan (Ibrahim and Abdullahi, 2021). Kondisi iklim tropis diketahui mempercepat pertumbuhan dan reproduksi hama gudang serta meningkatkan risiko kerusakan bahan simpan (Kumar and Kalita, 2017). Selain itu, karakteristik fasilitas penyimpanan juga berpengaruh terhadap dinamika populasi hama selama penyimpanan (Adebe *et al.*, 2024).

Hama gudang seperti kumbang, ngengat, dan serangga perusak biji dapat menyebabkan berbagai bentuk kerusakan, antara lain pengurangan bobot, peningkatan kadar kotoran, kenaikan kadar air akibat respirasi serangga, penurunan daya kecambah, serta kontaminasi oleh *frass* dan mikotoksin. *Sitophilus zeamais* dilaporkan sebagai salah satu hama primer yang mampu merusak biji jagung secara langsung selama penyimpanan (Athanassiou



and Arthur, 2018). Selain itu, *Rhizopertha dominica* juga dikenal sebagai hama primer yang menyebabkan kerusakan berat dan kehilangan hasil secara signifikan (Baoua *et al.*, 2018). Keberadaan hama primer tersebut menjadi faktor utama penyebab kehilangan hasil pada komoditas jagung selama penyimpanan (Nukenine, 2018). Kehilangan hasil bahkan dapat mencapai 20–30% apabila pengelolaan penyimpanan tidak dilakukan dengan baik, terutama di wilayah tropis (Ibrahim and Abdullahi, 2021). Kerusakan tersebut berkaitan erat dengan tingkat infestasi dan lamanya periode penyimpanan (Tefera *et al.*, 2018).

Selain menyebabkan kehilangan secara langsung, infestasi hama gudang juga berdampak terhadap mutu komersial jagung dan nilai ekonominya (FAO, 2019). Selain itu, kerugian ekonomi akibat kehilangan pascapanen jagung juga dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan dan tingkat serangan hama (Adebe *et al.*, 2024). Aktivitas makan larva dan imago menyebabkan biji berlubang, pecah, serta menurunkan kandungan nutrisi terutama protein dan karbohidrat (Tefera *et al.*, 2018). Kerusakan biji akibat aktivitas hama gudang juga berkaitan dengan kemampuan adaptasi dan perkembangan populasi hama selama penyimpanan (Nukenine, 2018). Penurunan kualitas nutrisi akibat infestasi serangga berkorelasi dengan tingkat kerusakan biji selama penyimpanan dan dapat menimbulkan kerugian ekonomi serta gizi yang lebih besar dibandingkan kehilangan bobot saja (Gitonga *et al.*, 2019). Peningkatan populasi hama selama penyimpanan turut mempercepat penurunan mutu bahan simpan dan memperbesar tingkat kehilangan hasil (Semeao *et al.*, 2020). Dalam jangka panjang, kerusakan pascapanen yang tinggi dapat mengurangi keuntungan petani dan pelaku usaha penyimpanan serta mengganggu stabilitas pasokan jagung di tingkat regional (Adebe *et al.*, 2024). Dampak tersebut juga berkaitan dengan aspek keamanan pangan dan risiko kontaminasi selama penyimpanan (Kumar *et al.*, 2021).



Permasalahan hama gudang juga berkaitan erat dengan aspek keamanan pangan. Aktivitas serangga perusak biji sering diikuti oleh perkembangan cendawan penyimpanan seperti *Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp yang berpotensi menghasilkan mikotoksin berbahaya, khususnya aflatoksin. Kontaminasi aflatoksin tidak hanya menurunkan mutu jagung tetapi juga membahayakan kesehatan manusia dan ternak apabila dikonsumsi dalam jangka panjang. Aflatoksin yang diproduksi oleh *Aspergillus flavus* dilaporkan menyebabkan dampak kesehatan serius serta kerugian ekonomi yang besar (Shabeer *et al.*, 2022). Produksi mikotoksin oleh *Aspergillus parasiticus* juga berkontribusi terhadap penurunan keamanan pangan pada komoditas jagung (Kumar *et al.*, 2021). Selain itu, infestasi serangga gudang diketahui dapat meningkatkan tingkat kontaminasi aflatoksin selama penyimpanan (Ni *et al.*, 2024). Interaksi antara serangga gudang dan cendawan penyimpanan berperan penting dalam mempercepat peningkatan mikotoksin pada bahan simpan (Midega *et al.*, 2016).

Menurut (Sayang *et al.*, 2022), beberapa spesies hama bersifat polifag, yaitu mampu memanfaatkan berbagai jenis bahan pangan sebagai sumber makanan. Konsep ini relevan dengan hama gudang seperti *Tribolium castaneum* yang tidak hanya menyerang jagung, tetapi juga tepung, gandum, dedak, dan produk sereal lainya. Kemampuan memanfaatkan berbagai substrat memungkinkan hama ini bertahan dan berkembang biak dengan baik di gudang penyimpanan, sehingga meningkatkan risiko infestasi silang antar komoditas (Athanassiou *et al.*, 2019). Kondisi tersebut juga memperbesar potensi kerusakan bahan simpan serta mempercepat perkembangan populasi hama gudang (Semeao *et al.*, 2020). Oleh karena itu, pemahaman mengenai sifat polifag hama gudang sangat penting dalam kegiatan identifikasi dan penentuan strategi pengendalian yang efektif.



Di Kabupaten Sidrap, informasi mengenai identifikasi spesies hama gudang pada komoditas jagung selama penyimpanan masih terbatas. Padahal, data keragaman dan dominansi hama merupakan dasar penting dalam pengambilan keputusan pengendalian terpadu berbasis karakteristik ekologi masing-masing spesies. Keberadaan dan perkembangan hama gudang sangat dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan, kadar air biji, jenis wadah simpan, serta sanitasi gudang (Yadav and Srivastava, 2023). Kondisi fasilitas penyimpanan juga menentukan tingkat perkembangan populasi hama selama periode penyimpanan (Adebe *et al.*, 2024). Sistem penyimpanan jagung di tingkat petani dan pedagang di wilayah ini masih didominasi metode konvensional dengan pengendalian terbatas (Afzal *et al.*, 2019). Oleh karena itu, identifikasi spesies secara akurat menjadi langkah awal yang krusial dalam merancang strategi pengelolaan hama gudang yang efektif dan berkelanjutan (Nukene, 2018).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis hama gudang yang menyerang jagung selama penyimpanan di Kabupaten Sidrap serta menganalisis tingkat kerusakan yang ditimbulkannya. Informasi yang diperoleh diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam penyusunan strategi pengelolaan pascapanen yang lebih tepat guna sehingga kehilangan hasil dapat ditekan dan mutu jagung tetap terjaga (FAO, 2019). Upaya pengurangan kehilangan pascapanen juga berkontribusi terhadap peningkatan ketahanan pangan dan pendapatan petani (Affognon *et al.*, 2015).



BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di lima gudang penyimpanan jagung di Kabupaten Sidrap. Enam titik sampel diambil pada setiap gudang (dekat pintu, sudut gelap, tumpukan jagung, ventilasi, lantai lembap, dan rak penyimpanan). Setiap titik diambil 1 kg jagung selanjutnya diidentifikasi di Laboratorium Hama Balai Besar Karantina Hewan Ikan dan Tumbuhan Sulawesi Selatan Satpel Pelabuhan Parepare. Penelitian dimulai pada tanggal 28 Agustus 2025 sampai 3 November 2025.

Metode

Biji jagung yang telah diambil pada enam titik sampel diambil pada setiap gudang (dekat pintu, sudut gelap, tumpukan jagung, ventilasi, lantai lembap, dan rak penyimpanan) setiap titik diambil 1 kg. Hama dipisahkan menggunakan metode ayakan laboratorium, dan selanjutnya diidentifikasi secara morfologi menggunakan mikroskop stereo dan kunci identifikasi hama gudang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi menunjukkan, terdapat beberapa jenis hama gudang pada jagung di Kabupaten Sidrap, yaitu:

Tabel 1. Hasil identifikasi jenis hama gudang di Kabupaten Sidrap

No	Nama Ilmiah	Famili	Kategori Hama
1	<i>Sitophilus sp.</i>	Curculionidae	Hama primer
2	<i>Tribolium castaneum</i>	Tenebrionidae	Hama sekunder
3	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	Cucujidae	Hama sekunder
4	<i>Rhizopertha dominica</i>	Bostrichidae	Hama primer
5	<i>Carpophilus dimidiatus</i>	Nitidulidae	Hama sekunder
6	<i>Palorus depressus</i>	<i>Tenebrionidae</i>	Hama sekunder
7	<i>Alphitobius diaperinus</i>	<i>Tenebrionidae</i>	Hama sekunder
8	<i>Typhaea stercorea</i>	Mycetophagidae	Hama sekunder

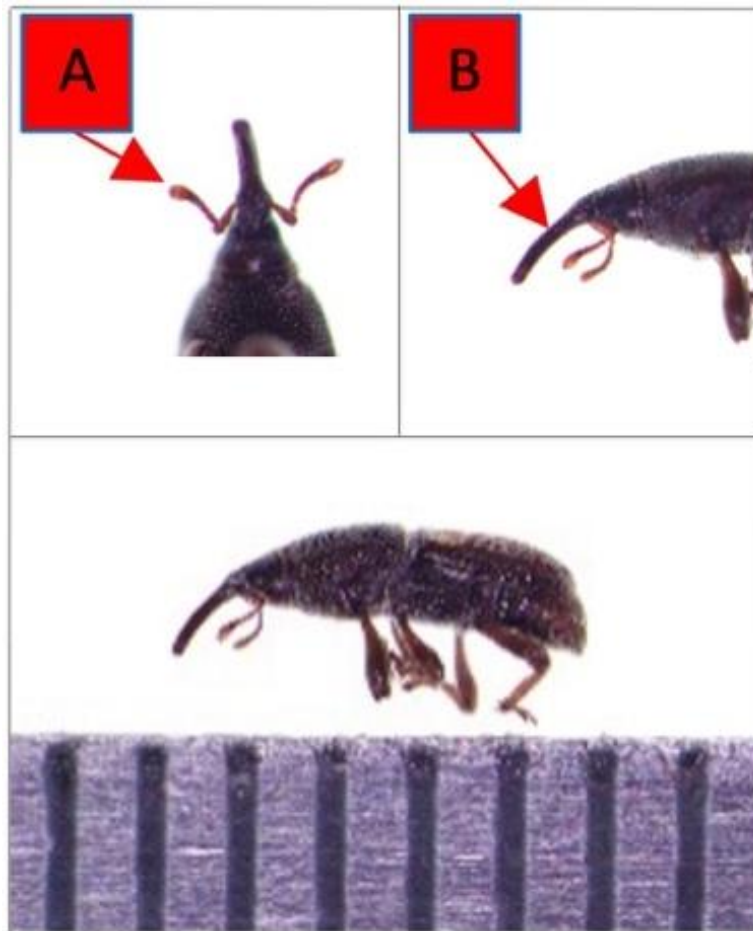
Sumber: Hasil Penelitian, 2025



Berdasarkan hasil pengamatan, identifikasi hama jagung yang diperoleh ada 8 spesies hama, yaitu:

1. Kumbang moncong (*Sitophilus* sp. Linnaeus)

(Coleoptera: Curculionidae)



Gambar 1: *S. sp.* Linnaeus (Coleoptera : Curculionidae) (a) Antena
(b) Mulut moncong tampak samping.

Hasil identifikasi karakter morfologi, imago memiliki tubuh silinder, berwarna coklat sampai hitam, Panjang tubuh 4,0 mm, antenna menyiku. Ciri khas adalah bentuk mulutnya yang seperti tabung memanjang (moncong) dan sering disebut kumbang moncong. Karakter morfologi tersebut sama dengan yang ditemukan oleh (Bhowmik, 2021) dalam penelitiannya mengenai keragaman hama gudang pada beras dan biologi *Sitophilus sp.* Dalam kajian

tersebut, Bhowmik menjelaskan bahwa ukuran tubuh imago *S. sp.* umumnya berkisar antara **2,8–4,0 mm**, dengan warna tubuh **merah kecoklatan hingga hitam**.

2. Kumbang tepung karat (*Tribolium castaneum* Herbst)
(Coleoptera : Tenebrionidae)



Gambar 2: *T. castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae)
(a) Kepala, (b) Antena 11 ruas

Hasil identifikasi karakter morfologi, Imago memiliki tubuh pipih, berwarna coklat kemerah-merahan sampai coklat gelap, Panjang 4 mm, Antena terdiri atas 11 ruas dan antena tiga ruas bagian ujung membesar. Karakter morfologi tersebut sama dengan yang ditemukan sebelumnya (Nayak *et al.*, 2018), *T. castaneum* umumnya memiliki ukuran tubuh antara **3,0–4,5 mm**, tubuh pipih, dan warna coklat kemerahan yang menjadi ciri khas spesies ini sebagai hama sekunder pada bahan pangan kering.

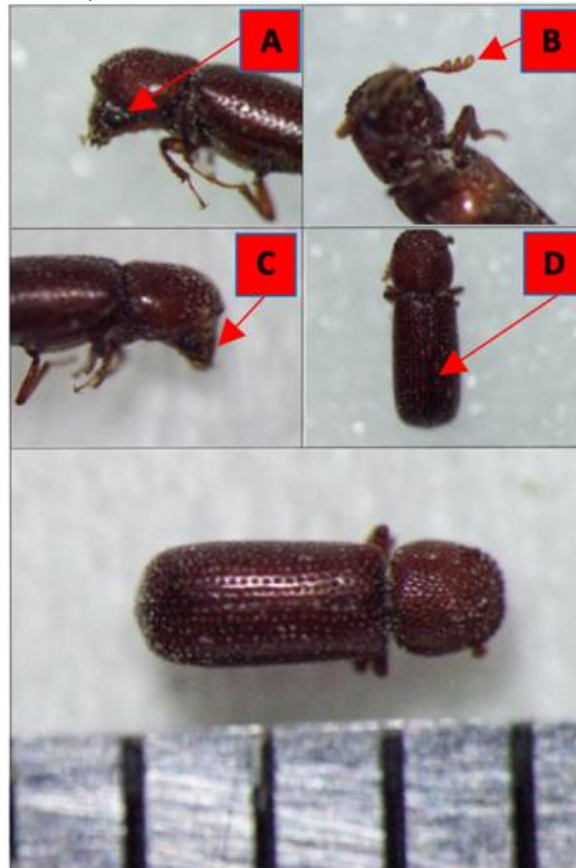
3. Kumbang pipih (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens)
(Coleoptera : Cucujidae)



Gambar 3: *C. ferrugineus* (Coleoptera : Cucujidae) (a) Antena, (b) Abdomen

Hasil identifikasi karakter morfologi, imago memiliki tubuh pipih (gepeng), berwarna coklat kemerahan, Panjang 1,5-2,5 mm, antena relatif pendek dengan ruas berbentuk bulat (seperti tasbih/untaian kalung). *Cryptolestes ferrugineus* bermetamorfosis sempurna. Karakter morfologi tersebut sama dengan yang dikemukakan sebelumnya (Athanassiou and Arthur, 2018), *C. ferrugineus* memiliki tubuh sangat pipih, berwarna coklat kemerahan, dan berukuran kecil (1,5–2,6 mm). Karakter antena yang tersusun dari segmen kecil mirip “tasbih” merupakan ciri paling jelas untuk membedakan genus *Cryptolestes* dari hama gudang lain.

4. Kumbang balok (*Rhyzoperta dominica* Fabricius)
(Coleoptera : Bostrichidae)



Gambar 4 : *R. dominica* Fabricius (Coleoptera : Bostrichidae) (a) Mata, (b) Antena, (c) Moncong, (d) Abdomen

Hasil identifikasi karakter morfologi, imago memiliki tubuh silinder, berwarna coklat tua sampai hitam, panjang tubuh 3 mm, antena serrate, Sayap depan (*elytra*) kasar dengan bitnik-bintik kecil, dan terdapat pronotum dengan tonjolan-tonjolan kecil, Ciri khas pronotum seperti helm yang menutupi kepalanya, mulut menghadap kebawah dengan rahang yang kuat. *R. dominica* memiliki tubuh silinder keras, pronotum yang menutupi kepala, dan antena serrate khas *Bostrichidae* (Athanssiou and Arthur, 2018). Ukuran tubuh berkisar antara **2,2–3,0 mm**, sesuai dengan panjang tubuh 2,5 mm yang ditemukan pada penelitian ini. Selain itu, telah dilaporkan sebelumnya bahwa *R. dominica* memiliki kepala tersembunyi di bawah pronotum berbentuk tudung (*hood-like pronotum*), tubuh silindris memanjang, serta *elytra* bertekstur kasar dengan pola *punctation* halus yang membantu identifikasi spesies (Dobie *et al.*, 2018). Lebih lanjut, serangga ini juga memiliki mandibula kuat yang memungkinkan larva

dan imago menggerak biji-bijian keras, sehingga menjadikannya salah satu hama gudang utama pada sereal (Rees, 2020). Karakter antena bergerigi (*serrate*) dan tubuh kecil berwarna coklat gelap hingga hitam merupakan ciri penting dalam membedakan *R. dominica* dari hama gudang lainnya seperti *Sitophilus* spp. dan *Tribolium* spp.

5. Kumbang buah kering (*Carpophilus dimidiatus* Linnaeus)
(Coleoptera : Nitidulidae)



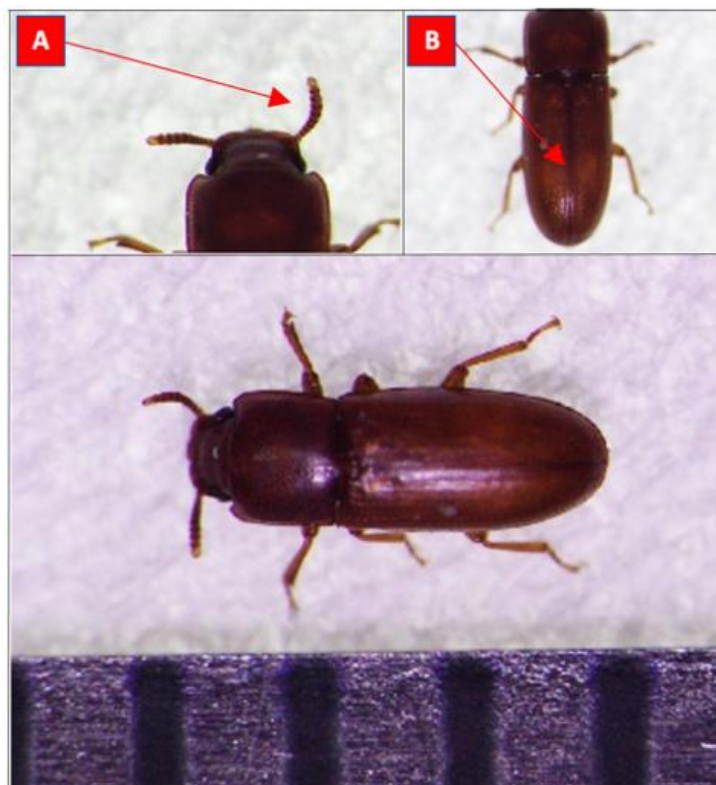
Gambar 5 : *C. dimidiatus* Linnaeus (a) Antena, (b) Abdomen

Hasil identifikasi karakter morfologi, imago memiliki bentuk tubuh yang oval, berwarna coklat tua, panjang 2-4,0 mm, tiga ruas ujung antena membesar, terdapat rambut-rambut halus pada *thoraks* dan abdomen. Ciri khas imago adalah sayap depan (*elytra*) tidak menutupi dua ruas terakhir abdomen, seakan *elytra* terpotong. Menurut (Athanasassiou and

Arthur, 2018), anggota *Nitidulidae*, khususnya genus *Carpophilus*, memiliki tubuh oval, antena dengan club membesar, dan *elytra* yang tidak menutupi seluruh abdomen.

6. Kumbang tepung depresi (*Polarus depressus* Fabricius)

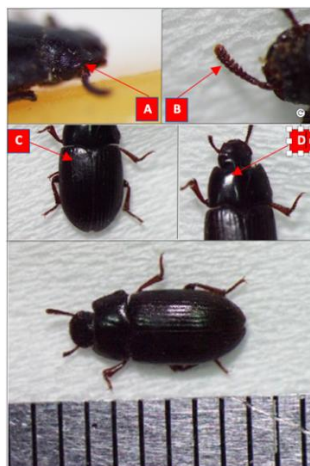
(Coleoptera : Tenebrionidae)



Gambar 6 : *P. depressus* Fabricius (Coleoptera : Tenebrionidae)
(a) Antena, (b) Abdomen

Hasil identifikasi karakter morfologi, imago memiliki tubuh pipih, berwarna coklat muda, Panjang tubuh 2,5 mm, antena berangsur-angsur mengembang ke ujung, pronotum melintang. Menurut (Athanassiou and Arthur, 2018), spesies *Palorus* sp. memiliki tubuh pipih, berwarna coklat muda hingga coklat gelap, dengan antena yang membesar secara bertahap ke arah distal dan pronotum yang berbentuk melintang. Kajian oleh (Campbell *et al.*, 2019), juga menyebutkan bahwa ukuran tubuh *P. depressus* berkisar antara **1,8–2,5 mm**, sesuai dengan ukuran tubuh 2,5 mm pada penelitian ini.

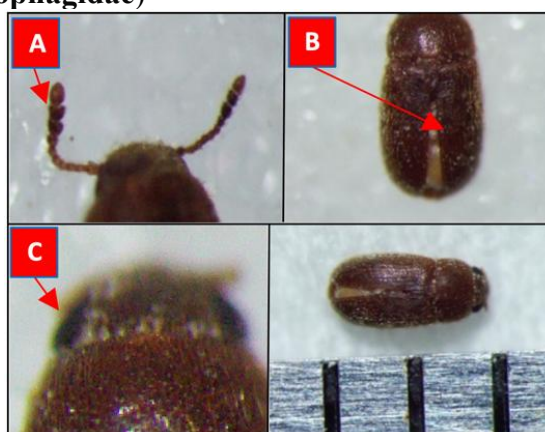
7. Kumbang Gudang (*Alphitobius diaperinus* Panzer)
(Coleoptera : Tenebrionidae)



Gambar 7 : *A. diaperinus* Panzer (Coleoptera : Tenebrionidae)
(a) Mata khas, (b) Antena (membelah), (c) Abdomen, (d) Pronotum rata

Hasil identifikasi karakter morfologi, imago memiliki tubuh yang oval, berwarna hitam mengkilap, panjang 6,5 mm, antena *serrate*, tubuh mengkilap, mata yang membelah dan kurang jelas serta pronotum rata. (Goodwin and Ahn, 2019) yang melaporkan bahwa *A. diaperinus* memiliki ukuran tubuh antara 5,0–7,0 mm, tubuh oval gelap, antena *serrate*, dan mata terbelah oleh tulang kepala. Sementara studi (Geden and Hogsette, 2021) menegaskan bahwa spesies ini memiliki pronotum rata tanpa lekukan dalam, serta tubuh mengkilap sebagai ciri diagnostik penting.

8. Kumbang Jamur Berbulu (*Typhaea stercorea*)
(Coleoptera : **Mycetophagidae**)



Gambar 8 : *T. stercorea* (Coleoptera : **Mycetophagidae**)
(a) Antena, (b) Abdomen, (c) Mata

Hasil identifikasi morfologi, imago berbentuk lonjong-lonjong berwarna coklat dengan mata hitam. Panjangnya 2-3 mm (1/10 inci) dan ditutupi bulu-bulu pendek, tebal, dan cukup lebat. Bulu-bulu pada penutup sayap tersusun berderet, sehingga tampak seperti garis-garis yang memanjang. antena ramping dengan tiga segmen terakhir membesar, dan serangga dewasa mampu terbang. (Sanchez-Ramirez *et al.*, 2017) melaporkan bahwa spesies ini berukuran 2–3 mm, berbulu rapat, berwarna coklat, dan memiliki antena dengan tiga ruas terakhir membesar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan pada lima gudang penyimpanan jagung di Kabupaten Sidenreng Rappang berhasil mengidentifikasi delapan spesies hama gudang, yaitu *S. sp.*, *T. castaneum*, *C. ferrugineus*, *R. dominica*, *C. dimidiatus*, *P. depressus*, *A. diaperinus*, dan *T. stercorea*.

Saran

Penerapan pengendalian terpadu hama gudang (IPM Storage) sangat disarankan, misalnya melalui penggunaan *hermetic storage*, pembersihan berkala, dan perlakuan pengendalian lain sesuai standar keamanan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebe, F. *et al.* (2024) 'Evaluation of the performance of maize storage facilities for control of storage insect pests', *Journal of Stored Products Research*, 107: 10233.
- Affognon, H. *et al.* (2015) 'Unpacking postharvest losses in sub-Saharan Africa', *World Development*, 66, pp. 49–68. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.08.002>.
- Afzal, I., Bakhtavar, M. A. and Ishfaq, M. (2019) 'Hermetic storage reduces postharvest losses in challenging ambient environments', *Journal of Stored Products Research*.
- Athanassiou, C. G. and Arthur, F. . H. (2018) 'Biology and ecology of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*', *Journal of Stored Products Research*, 77, pp. 1–9.
- Athanassiou, C. G., Arthur, F. . H. and Throne, J. E. (2019) 'Efficacy of grain protectants



- against stored-product insects and factors affecting their performance', *Journal of Stored Products Research*, 81, pp. 1–8.
- Baoua, I. B. *et al.* (2018) 'Performance of hermetic storage for controlling maize weevil (*Sitophilus zeamais*)', *Journal of Stored Products Research*, 77, pp. 17–22.
- Bhowmik, S. (2021) *Diversity of insect pests in stored rice and biology of Sitophilus spp.* *KrishiKosh, ICAR Institutional Repository*.
- Campbell, J. F. ., Toews, M. D. and Arthur, F. H. (2019) 'Morphological characteristics and identification of stored-product beetles in grain storage systems', *Journal of Economic Entomology*, 112(5), pp. 2175–2183. Available at: <https://doi.org/10.1093/jee/toz150>.
- Dobie, P. *et al.* (2018) *Insects and arachnids of tropical stored products: Their biology and identification*. Natural Resources Institute.
- FAO (2019) *The state of food and agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Geden, C. J. and Hogsette, J. A. (2021) 'Biology, behavior, and management of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in poultry facilities', *Insects*, 21(3).
- Gitonga, Z. M. *et al.* (2019) 'Impact of metal silos on households' maize storage, storage losses and food security: An application of a propensity score matching', *Food Policy*, 43, pp. 44–55.
- Goodwin, S. and Ahn, Y. (2019) 'Morphological identification of stored-product beetles of economic importance', *Journal of Insect Science*, 19(4), pp. 1–10.
- Ibrahim, B. U. and Abdullahi, G. (2021) 'Evaluation of postharvest losses in stored maize grains due to insect infestation', *African Entomology*, 29(2), pp. 421–430.
- Kumar, D. and Kalita, P. (2017) 'Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries', *Foods*, 6(1).
- Kumar, P. *et al.* (2021) 'Aflatoxins: A global concern for food safety, human health and their management.', *Frontiers in Microbiology*, 12,635457.
- Midega, C. A. O. *et al.* (2016) 'Managing storage pests and aflatoxin contamination in maize through integrated approaches', *Food Security*, 8(4), pp. 819–830.
- Nayak, M. K. *et al.* (2018) 'Resistance to grain protectants and fumigants in *Tribolium castaneum* (Herbst) and its implications for pest management in stored products', *Journal of Stored Products Research*, 77, pp. 69–79.
- Ni, X., Wilson, J. P. and Buntin, G. D. (2024) 'Protection from stored grain insects and implications for *Aspergillus flavus* and aflatoxin contamination', *Journal of Stored Products Research*.
- Nukenine, E. N. (2018) 'Stored product protection in Africa: Past, present and future', *Insects*, 9(4).



Rees, D. (2020) *Insects of stored products*. 2nd ed. CSIRO Publishing.

Sanchez-Ramirez, S., García-Barros, E. and López-Fernández, J. (2017) 'Morphological features and taxonomic relevance of small Dermestidae species in stored products', *Journal of Stored Products Research*, 72, pp. 120–129.

Sayang, Y., Dewi, V. S. and Hamsiah (2022) 'Keragaman jenis lalat buah pada beberapa tanaman buah-buahan di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan', *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 5(1), pp. 1–8.

Semeao, A. A. *et al.* (2020) 'Population growth and development of stored-product insect pests under different grain storage conditions', *Journal of Economic Entomology*, 113(2), pp. 987–996.

Shabeer, S. *et al.* (2022) 'Aflatoxin contamination, its impact and management strategies: An updated review', *Toxins*, 14(5).

Tefera, T., Mugo, S. and Bayene, Y. (2018) 'Measuring the nutritional cost of insect infestation of stored maize', *Food Security*, 10, pp. 1–13.

Yadav, S. K. and Srivastava, C. (2023) 'Stored grain pest management: Advances in monitoring and control', *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 14(2), 34–4, 14(2), pp. 34–40.

