

Percentage of Attacks and Intensity of Damage by Emerald Beetle Pest *Agrilus* sp. (Coleoptera: Buprestidae) on Clove Plantations.

Persentase Serangan dan Intensitas Kerusakan Hama Kumbang Zamrud *Agrilus* sp. (Coleoptera: Buprestidae) pada Pertanaman Cengkeh

Jackson Watung^{1*}, Ulrich Umboh^{1*}, Frangky J. Paat¹, Dantje Tarore², Sherlij Dumalang²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

²Jurusan/Prodi Hama Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia.

*Corresponding author:

jacksonwatung@unsrat.ac.id

Manuscript received: 23 Nov 2025.

Revision accepted: 22 Dec. 2025.

Abstract. Clove (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) is an aromatic shrub. In 2007, a stem-boring beetle, namely the emerald beetle *Agrilus* sp. (Coleoptera: Buprestidae), was found in Pinolosian Subdistrict, South Bolaang Mongondow Regency. This study aims to determine the intensity of damage and the percentage of *Agrilus* sp. pest infestation in Pinolosian Subdistrict, South Bolaang Mongondow Regency. The study was conducted in Pinolosian District, South Bolaang Mongondow Regency, North Sulawesi Province, from February to July 2025. The study employed a quantitative descriptive method. Data on the percentage of infestation and damage intensity caused by *Agrilus* sp. were processed using Microsoft Excel and presented in tables and diagrams. The highest percentage of infestation was found at Station III at 70%, The highest attack percentage was found at Station III at 70%, and the lowest attack percentage was found at Station

II at 40%. The highest damage intensity was found at Station III at 50.83% with a severe damage category, and the lowest damage intensity was found at Station II at 12.50% with a mild damage category.

Keywords: Attack percentage, damage intensity, and *Agrilus* sp.

Abstrak. Cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) adalah tanaman perdu beraroma. Pada tahun 2007 ditemukan kumbang penggerek batang yaitu kumbang zamrud *Agrilus* sp. (Coleoptera: Buprestidae) di Kecamatan Pinolosian, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui intensitas kerusakan dan persentase serangan hama *Agrilus* sp. di Kecamatan Pinolosian, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Pinolosian, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, Provinsi Sulawesi Utara dan dilaksanakan pada bulan Februari-Juli 2025. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data persentase serangan dan intensitas kerusakan hama *Agrilus* sp. diolah menggunakan Ms. Excel dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan diagram. Persentase serangan tertinggi terdapat pada Stasiun III yaitu 70%, dan persentase serangan terendah ditemukan pada Stasiun II yaitu 40%. Intensitas kerusakan tertinggi terdapat pada Stasiun III yaitu 50,83% dengan kategori kerusakan berat, dan intensitas kerusakan terendah ditemukan di Stasiun II yaitu 12,50% dengan kategori kerusakan ringan.

Kata Kunci: Persentase serangan, Intensitas kerusakan, dan *Agrilus* sp.

PENDAHULUAN

Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) adalah tanaman perdu beraroma yang termasuk dalam keluarga Myrtaceae (jambu-jambuan). Banyak faktor yang mempengaruhi produktivitas cengkeh antara lain: varietas, kesesuaian lahan, ketinggian tempat, agroklimat, teknik budidaya tanaman, dan pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) seperti hama. Penurunan produksi cengkeh menyentuh angka 10-25% akibat dari serangan OPT.

Pada tahun 2007 ditemukan jenis kumbang penggerek batang yaitu kumbang zamrud *Agrilus* sp. (Coleoptera: Buprestidae) (Watung *et al.*, 2020). *Agrilus* adalah nama genus dari famili Buprestidae yang termasuk dalam ordo Coleoptera.

Tercatat sudah ada sekitar 3.341 spesies yang ada di dalam genus ini (Jendek & Grebennikov, 2023). Filogenetik dari genus *Agrilus* terabaikan dan baru diteliti beberapa tahun ini (Kelnarova *et al.*, 2019). Serangan *Agrilus* sp. menyebabkan daun pada tanaman akan rontok atau dikenal dengan istilah mati tajuk. Keberlanjutan

gejala mati tajuk akan menyebabkan kematian pada tanaman (Watung *et al.*, 2020). Hama ini masih tergolong hama kadang-kadang (*occasional pest*).

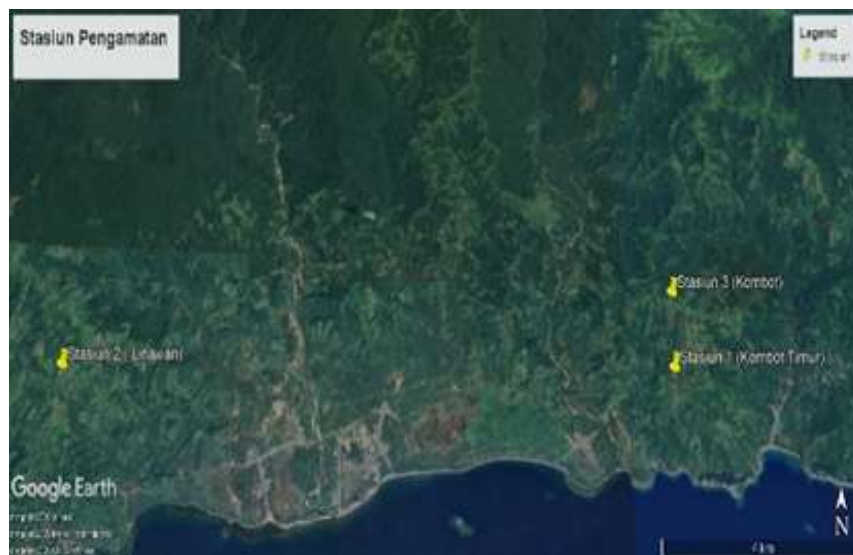
Gejala serangan dari hama *Agrilus* sp. berbeda dengan yang ditimbulkan oleh hama *Hexamitodera semivelutina*. Hama *H. Semivelutina* pada cengkeh menunjukkan gejala seperti terlihatnya lubang berdiameter 3-5 mm disertai dengan keluarnya sisa-sisa gerakan (serbuk batang) dan kotoran serangga yang mengalir ke bawah. Jumlah lubang per pohon berjumlah 10-20 lubang gerakan. Ketika kulit batang

dikupas maka akan terlihat jalur gerakan yang tidak beraturan yang menghubungkan setiap lubang (Manueke *et al.*, 2017).

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Pinolosian, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, Provinsi Sulawesi Utara. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Juli 2025. Pengamatan dilakukan pada tiga stasiun, Gambar 1.



Gambar 1. Stasiun Pengamatan

Titik Koordinat Stasiun I: N 00°24'25.2" E 124°10'28.1"; Titik Koordinat Stasiun II: N 00°24'16.4" E 124°03'30.0"; Titik Koordinat Stasiun III: N 00°25'05.3" E 124°10'30.1".

Bahan dan Alat

Bahan dan alat penelitian yang digunakan antara lain: Pohon cengkeh, Parang, *Global Positioning System* (GPS), laptop, kertas label, kamera gawai, dan alat tulis menulis.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan dilaksanakan melalui pengamatan langsung pada lokasi

yang menunjukkan gejala serangan *Agrilus* sp. Pelaksanaan penelitian dilakukan di beberapa areal pertanian cengkeh di Kecamatan Pinolosian, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan.

Prosedur Kerja

Penentuan Lokasi

Penentuan lokasi adalah dengan melakukan survei di Kecamatan Pinolosian, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Penelitian dilaksanakan di tiga stasiun yang memiliki elevasi yang berbeda-beda yaitu: S1= Kombot Timur (110-270 mdpl); S2= Linawan (300-365 mdpl); dan S3= Kombot (420-490 mdpl).

Analisis Data

Persentase Serangan

Persentase serangan hama dihitung untuk mengetahui seberapa besar serangan suatu hama pada tanaman dalam suatu areal pertanaman atau lahan pertanian. Perhitungan persentase serangan hama dengan menggunakan formula berikut ini (Hayata *et al.*, 2021).

$$PS = \frac{N_h}{N_t} \times 100 \%$$

dimana:

PS = Persentase serangan;

N_h = Jumlah pohon terserang;

N_t = Jumlah pohon diamati di lokasi penelitian.

Intensitas Kerusakan

Intensitas kerusakan adalah tingkat kerusakan spesifik atau keparahan yang ditimbulkan oleh hama. Perhitungan intensitas kerusakan dihitung menggunakan formula berikut (Luanmasa *et al.*, 2023).

$$IK = \frac{\sum n \cdot v}{N \cdot Z} \times 100 \%$$

dimana:

IK = Intensitas Kerusakan;

n = Jumlah pohon pada masing-masing tingkat kerusakan;

v = Nilai skala kerusakan;

N = Total pohon yang diamati;

Z = Nilai skala maksimum.

Tabel 1. Skala/kategori serangan *Agrilus* sp.

Skala	Intensitas Kerusakan	Deskripsi	Kategori Kerusakan
0	0	Pohon sehat dan tidak ditemukan kerusakan.	Sehat
1	$1 < x \leq 25$	Ditemukan lubang gerakan hama.	Ringan
2	$25 < x \leq 50$	Ditemukan lubang gerakan hama dan gejala kerusakan pada tanaman seperti daun menguning, tajuk daun berkurang, atau mati tajuk.	Sedang
3	$50 < x \leq 75$	Ditemukan lubang gerakan hama dan gejala mati tajuk lanjutan.	Berat
4	$x > 75$	Ditemukan lubang gerakan, gejala mati tajuk, tanaman meranggas dan tanaman mati.	Sangat Berat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Serangan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase serangan *Agrilus* sp. di Kecamatan Pinolosian berkisar 40-70%. Persentase serangan *Agrilus* sp. disajikan dalam Tabel 3.1.

Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 3.1, dapat diketahui bahwa terdapat variasi tingkat serangan *Agrilus* sp. pada ketiga stasiun pengamatan. Stasiun I yang terletak di wilayah Kombat Timur menunjukkan persentase serangan sebesar 66,6%, yang tergolong tinggi. Sementara itu, Stasiun II yang berlokasi di Linawan mencatatkan persentase serangan paling

rendah, yakni hanya sebesar 40%. Adapun Stasiun III, yang berada di wilayah Kombat, menunjukkan persentase serangan tertinggi sebesar 70%, menjadikannya lokasi dengan persentase serangan paling tinggi dibandingkan dua stasiun lainnya.

Stasiun III terletak di perkebunan cengkeh Desa Kombat dengan elevasi 420-490 mdpl. Tingginya persentase serangan di Stasiun III diduga berkorelasi erat dengan faktor ketinggian tempat (elevasi), mengingat lokasi tersebut berada pada elevasi >400 mdpl. Elevasi tersebut berada dalam rentang ketinggian yang ideal bagi perkembangan dan penyebaran beberapa spesies dalam genus *Agrilus*. Sejumlah

kajian terdahulu menunjukkan bahwa spesies serangga dalam genus tersebut umumnya ditemukan pada kisaran elevasi 400–1.000 mdpl, di mana kondisi lingkungan, seperti suhu, kelembaban, dan struktur vegetasi dianggap mendukung kelangsungan hidup serta aktivitas reproduksi dan penyebaran hama tersebut secara optimal. Diasumsikan bahwa faktor topografi, khususnya elevasi, memainkan peran penting dalam menentukan tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap serangan *Agrilus* sp. (Jendek & Grebennikov, 2023; Meshkova *et al.*, 2023). Hasil penelitian

Watung *et al.* (2020) melaporkan bahwa *Agrilus* sp. menyerang tanaman cengkeh yang dibudidayakan di ketinggian 400-900 mdpl di daerah Lungkap dan Tonsile.

Dalam penelitian ini dijumpai serangan *Agrilus* sp. yang sudah menyerang tanaman cengkeh di lokasi dengan elevasi kurang dari 400 mdpl. Serangan tersebut ditemukan pada dua lokasi pengamatan yaitu Stasiun I (Kombot Timur) 110-270 mdpl dan Stasiun II (Linawan) 300-365 mdpl, meskipun serangan *Agrilus* sp. masih lebih rendah dari pada Stasiun III (Kombot) 420-490 mdpl.

Tabel 3.1 Data Persentase Serangan *Agrilus* sp. di Kecamatan Pinolosian

Stasiun	Lokasi	Koordinat	Elevasi (mdpl)	PS (%)
I	Kombot Timur	N 00°24'25.2" E 124°10'28.1"	110-270	66,6
II	Linawan	N 00°24'16.4" E 124°03'30.0"	300-365	40,0
III	Kombot	N 00°25'05.3" E 124°10'30.1"	420-490	70,0
Rata-rata				58,86

Fenomena tersebut diduga memiliki kaitan dengan kelimpahan tanaman cengkeh di Stasiun I (Kombot Timur) dan Stasiun II (Linawan). Diketahui bahwa *Agrilus* sp. adalah serangga hama yang menyerang pada fase larva dengan menggerek batang cengkeh. Ketika tanaman cengkeh ditemukan berlimpah di wilayah dengan elevasi yang lebih rendah (100-300 mdpl) maka *Agrilus* sp. memiliki kemungkinan untuk melakukan ekspansi habitat ke wilayah tersebut karena adanya ketersediaan inang/makanan. Fenomena ini sesuai dengan prinsip *host-tracking range*. *Host-tracking range* adalah kemampuan suatu serangga herbivora menemukan dan memanfaatkan inangnya (Szyniszewska *et al.*, 2024; Wilson *et al.*, 2021). Hama sangat responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan disekitarnya dan cenderung akan memilih wilayah yang memiliki ketersediaan inang yang cocok. Hal ini juga sejalan dengan penelitian

Meskipun berada pada elevasi yang lebih tinggi dari Stasiun I (Kombot Timur), Stasiun II (Linawan) memiliki persentase serangan yang paling rendah yaitu 40%. Rendahnya persentase serangan tersebut diduga kuat ada hubungannya dengan kondisi perkebunan cengkeh di Stasiun II (Linawan) yang bersih dan terawat. Sanitasi kebun berpengaruh terhadap dinamika populasi hama. Dengan terpeliharanya sanitasi kebun membuat peluang kehadiran hama menjadi lebih kecil (Abewoy, 2022).

Pada penelitian awal tentang hama kumbang *Agrilus* sp oleh Watung *et al.* (2020), dilaporkan bahwa persentase serangannya di Kecamatan Pinolosian hanya berkisar 25-26%. Sedangkan pada penelitian ini diketahui persentase serangan *Agrilus* sp. sebesar 40-70%. Hal ini menunjukkan peningkatan serangan dari waktu ke waktu. Peningkatan tersebut menunjukkan adanya preferensi hama di lokasi pengamatan. Selain itu perubahan iklim, dan tidak adanya kegiatan

pengendalian (terjadi akumulasi serangan) menimbulkan peningkatan persentase serangan dari hama ini.

3.2 Intensitas Kerusakan

Dapat dilihat bahwa intensitas kerusakan menunjukkan nilai rata-rata di angka 27,77% yang dikategorikan sebagai kerusakan sedang. Intensitas kerusakan tertinggi terdapat pada Stasiun III (Kombot) yaitu 50,83% dengan kategori kerusakan berat. Pada Stasiun I (Kombot Timur), intensitas kerusakan hanya mencapai angka

20,00% yang dikategorikan sebagai kerusakan ringan. Sedangkan angka intensitas kerusakan terendah terdapat pada Stasiun II (Linawan) yaitu 12,50% yang dikategorikan sebagai kerusakan ringan. Tingginya intensitas kerusakan pada Stasiun III (Kombot) dengan elevasi 420-490 mdpl diduga karena lokasi tersebut terletak pada elevasi yang ideal sebagai habitat bagi pertumbuhan populasi *Agrilus* sp.

Tabel 3.2 Data Intensitas Kerusakan *Agrilus* sp. di Kecamatan Pinolosian

Stasiun	Lokasi	Koordinat	Elevasi (mdpl)	IK (%)	Kategori Kerusakan
I	Kombot timur	N 00°24'25.2" E 124°10'28.1"	110-270	20,00	Ringan
II	Linawan	N 00°24'16.4" E 124°03'30.0"	300-365	12,50	Ringan
III	Kombot	N 00°25'05.3" E 124°10'30.1"	420-490	50,83	Berat
Rata-Rata				27,77	Sedang

Intensitas kerusakan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti lingkungan, dan teknik budidaya (Luanmasa *et al.*, 2020). Intensitas kerusakan juga akan lebih tinggi ketika tanaman cengkeh yang diserang tidak dalam kondisi sehat. Hal ini sejalan dengan penelitian Chamorro *et al.* (2015) yang menyebutkan bahwa larva dari genus *Agrilus* dapat menyerang tanaman sehat dan sakit. Namun, pada tanaman yang sakit, larva *Agrilus* dapat menyebabkan kerusakan parah bahkan kematian tanaman. Pada penelitian ini teridentifikasi bahwa hama *Agrilus* sp. menyerang tanaman cengkeh yang berumur 7-30 tahun.

Gambar 3.1a. menunjukkan tanaman cengkeh yang dikategorikan ke dalam skala 0. Sampel akan dikategorikan ke dalam skala 0 apabila tidak ditemukan gejala atau tanda-tanda serangan dari *Agrilus* sp. Dalam hal ini, tanaman cengkeh yang berada dalam kondisi yang sehat tanpa serangan hama akan menunjukkan karakteristik pertumbuhan tajuk yang rimbun, merata, dan seimbang. Hal tersebut

menjadi indikasi bahwa tanaman cengkeh menjalankan aktivitas fisiologis yang optimal tanpa gangguan dari hama.

Gambar 3.1b menunjukkan tanaman cengkeh yang dikategorikan ke dalam skala 1 (kategori ringan). Terdapat lubang-lubang kecil dengan diameter bervariasi (<2cm). Lubang-lubang tersebut akan mengeluarkan cairan berwarna coklat kehitaman seperti cairan teh. Cairan coklat kehitaman tersebut adalah gejala dari *Agrilus* sp.

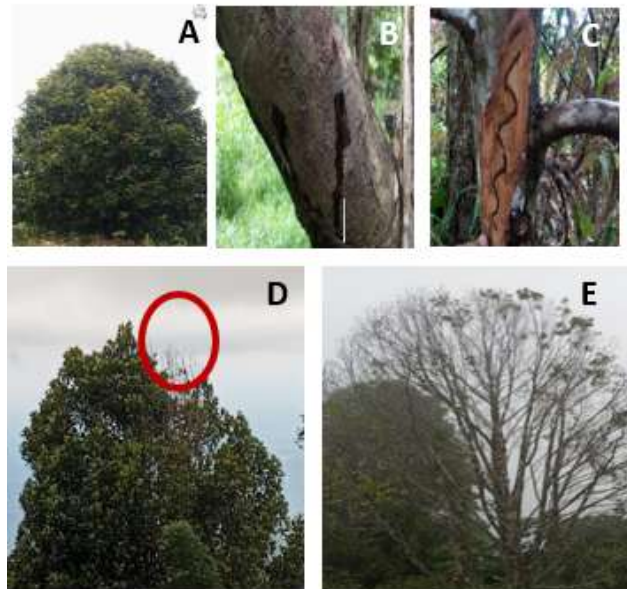
Gambar 3.1c menunjukkan jalur gerakan *Agrilus* sp. yang terlihat seperti jalur *zig-zag* dari bawah ke atas. Tanaman dalam skala 1 cenderung belum menunjukkan perubahan yang signifikan pada tajuk.

Dapat dilihat pada Gambar 3.1d bahwa jika ditemukan gejala mati tajuk (*canopy dieback*) pada tanaman maka akan dikategorikan ke dalam skala 2 (kategori sedang). Gejala mati tajuk terjadi akibat dari gerakan larva *Agrilus* sp. yang mengganggu sistem fisiologis dari tanaman cengkeh. Gerakan larva menyebabkan proses

pengangkutan air dan nutrisi oleh jaringan xilem dan floem terganggu.

Gambar 3.1e menunjukkan intensitas kerusakan yang menyentuh angka 50-75%. Pada fase ini tanaman akan digolongkan ke

dalam skala 3 dengan kategori kerusakan berat. Aktivitas fisiologis tanaman semakin terganggu sehingga memperparah gejala mati tajuk. Gejala mati tajuk lanjutan akan diikuti dengan gugurnya daun-daun.



Gambar 3.1. a. Tanaman skala 0 (sehat); b. Lubang gerakan; c. Gerakan zig-zag *Agrilus* sp; d. Tanaman skala 2 (mati tajuk); e. Tanaman skala 3 (mati tajuk lanjutan)



Gambar 3.2. a. Tanaman skala 4 (meranggas); b. Tanaman skala 4 (mati).

Gambar 3.2a menunjukkan kondisi tanaman yang semakin meranggas ketika intensitas kerusakan menyentuh angka >75%. Seiring dengan semakin buruknya kondisi tanaman, aktivitas fisiologis seperti pengangkutan air dan hara akan semakin terganggu. Gangguan-gangguan fisiologis akan memperparah dan mempercepat mati tajuk pada tanaman sehingga tanaman tampak meranggas

Tanaman dalam skala 4 ini dikategorikan ke dalam intensitas kerusakan yang sangat berat. Kondisi tanaman yang meranggas membuat produktivitas tanaman akan menurun drastis.

Pada fase lanjutan, terjadi fenomena gugurnya daun-daun tanaman yang masif. Fenomena ini menyebabkan kematian tanaman secara keseluruhan. Pada tanaman yang mati, bekas gerakan larva *Agrilus* sp.

akan semakin menghitam mengikuti warna batang bagian dalam yang semakin mengering.

KESIMPULAN DAN SARAN

Persentase serangan tertinggi *Agrilus* sp. di Kecamatan Pinolosian terdapat pada Stasiun III (Kombot) dengan elevasi 430-490 mdpl sebesar 70%. Sedangkan untuk nilai persentase serangan terendah ditemukan pada Stasiun II (Linawan) dengan elevasi 300-365 mdpl sebesar 40%. Serangan hama kumbang *Agrilus* sudah dapat ditemukan pada ketinggian kurang dari 400 mdpl.

Intensitas kerusakan tertinggi terdapat pada Stasiun III (Kombot) sebesar 50,83% dengan kategori kerusakan berat. Sedangkan untuk intensitas kerusakan terendah ditemukan di Stasiun II (Linawan) yaitu 12,50% dengan kategori kerusakan ringan.

Diperlukan penelitian lanjutan mengenai distribusi geografi dan pengembangan strategi pengendalian hama *Agrilus* sp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Sam Ratulangi Manado Prof. Dr. Ir. Oktovian B.A. Sompie, M.Eng., IPU., ASEAN Eng. dan Ketua LPPM Universitas Sam Ratulangi Manado Prof. Dr. Ir. Ar. Jeffrey I. Kindanen, DEA., GP., AI. atas dukungan pendanaan penelitian dan publikasi ilmiah ini, sebagai bagian dari pendanaan penelitian RTUU 2025: 713 /UN12.27/LT /2025/PNBP BLU UNSRAT/.

Terima kasih juga kepada Dr. Eduard Jendek (CFIA, Ottawa, Ontario, Kanada) taksonomi ekspert kumbang Buprestidae yang telah bersedia memberikan beberapa literatur mengenai kumbang zamrud *Agrilus*.

DAFTAR PUSTAKA

Aker, S. A., De Andrade, R. B., Duan, J. J., & Gruner, D. S. (2022). Rapid Spread

of an Introduced Parasitoid for Biological Control of Emerald Ash Borer (Coleoptera: Buprestidae) in Maryland. *Journal of Economic Entomology*, 115(1), 381–386.

<https://doi.org/10.1093/jee/toab248>

Abewoy, D. 2022. Impact of Coffee berry borer on Global Coffee Industry: Review. *Novelty Journals*, 9(1), 1–8.

Bílý, S., Culletti, G., & van Harten, A. (2003). Further jewel beetles (coleoptera, buprestidae) from yemen, including new species of *ankareus kerremans* and *agrilus curtis*. *Zoology in the Middle East*, 28(1), 77–85.

<https://doi.org/10.1080/09397140.2003.10637958>

Bellamy, C. L., & Hespenheide, H. A. (2002). The review of two Mexican species-groups of *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae: Agrilinae). *Anales Del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México Serie Zoología*, 73(1), 37–51.

Bari, G., Scala, A., Garzone, V., Salvia, R., Yalcin, C., Vernile, P., ... Falabella, P. (2019). Chemical Ecology of *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera: Buprestidae): Behavioral and biochemical strategies for intraspecific and host interactions. *Frontiers in Physiology*, 10(MAY).

<https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00604>

Cid-Arcos, M., & Campodonico, J. F. (2020). Two new species of the subgenus *arqueozodes* of *lasionota* from aysén patagonian steppe region in Chile (Coleoptera: Buprestidae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 60(2), 651–657.

<https://doi.org/10.37520/AEMNP.2020.046>

Caglar, Ü. (2021). Comparison of microstructures on elytral disc of some species of the genus

- acmaeoderella cobos, 1955 (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of the Entomological Research Society*, 23(1), 89–95. <https://doi.org/10.51963/jers.v23i1.2002>
- Curletti, G., & Pineda, C. (2022). Nuevos taxones del género *Agrilus* Curtis, 1825 y notas sobre el género *Agrilodia* Obenberger, 1923 (Coleoptera: Buprestidae: Agrilinae: Agrilini: Agrilina). *REVISTA CHILENA DE ENTOMOLOGÍA*, 48(2), 303–312. <https://doi.org/10.35249/rche.48.2.22.12>
- Curletti, G. (2021). Two new species of *Agrilus* Curtis, 1825 (Coleoptera Buprestidae) from Sicily, with one of Maghreb. *Biodiversity Journal*, 12(2), 463–466. <https://doi.org/10.31396/biodiv.jour.2021.12.2.463.466>
- Curletti, G. (2015). Four new species of the genus *Agrilus* Curtis, 1825 from Ecuador (Coleoptera, Buprestidae). *Zootaxa*, 3985(4), 575–582. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3985.4.6>
- Curletti, G. (2021). *Agrilus evocatus* n.sp. of peninsular Italy and the some Tyrrhenian islands (Coleoptera Buprestidae). *Biodiversity Journal*, 12(4), 973–976. <https://doi.org/10.31396/biodiv.jour.2021.12.4.973.976>
- Curletti, G. (2021). *Agrilus* (Anambus) *peloritanus* n. sp. from eastern Sicily, Italy (Coleoptera Buprestidae). *Biodiversity Journal*, 12(4), 947–950. <https://doi.org/10.31396/biodiv.jour.2021.12.4.947.950>
- Curletti, G., & Migliore, L. (2014). The genus *Agrilus* Curtis, 1829 on the coleções Museum of Zoology, University of São Paulo (Coleoptera: Buprestidae). *Papeis Avulsos de Zoologia*, 54(8), 81–106. <https://doi.org/10.1590/0007-0753-2014-0001>
- Curletti, G. (2010). New species of the genus *Agrilus* curtis, 1825, from Nicaragua and Panamá (coleoptera: buprestidae: agrilinae). *Zootaxa*, (2333), 59–68. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2333.1.4>
- Curletti, G. (2010). NEW SPECIES OF *AGRILUS* FROM NICARAGUA AND COSTA RICA (COLEOPTERA, BUPRESTIDAE). *Fragmenta Entomologica*, 42(2), 493. <https://doi.org/10.4081/fe.2010.217>
- Curletti, G. (2002). New *agrilus* species from africa and madagascar, with a view on the subgenus *Personatus* Curletti, 1994, in general (Coleoptera, buprestidae). *Zoosystematics and Evolution*, 78(2), 207–216. <https://doi.org/10.1002/mmnz.20020780203>
- Crook, D. J., & Mastro, V. C. (2010). Chemical ecology of the emerald ash borer *agrilus planipennis*. *Journal of Chemical Ecology*, 36(1), 101–112. <https://doi.org/10.1007/s10886-009-9738-x>
- Coleman, T. W., & Seybold, S. J. (2011). Collection history and comparison of the interactions of the goldspotted oak borer, *Agrilus auroguttatus* schaeffer (Coleoptera: Buprestidae), with host oaks in Southern California and Southeastern Arizona, U.S.A. *Coleopterists Bulletin*, 65(2), 93–108. <https://doi.org/10.1649/072.065.0224>
- Chamorro, M. L., Jendek, E., Haack, R. A., Petrice, T. R., Woodley, N. E., Konstatin/ov, A. S., Volkovitsh M. G., Yang, X., Grebennikov, V., & Lingafelter, S. W. 2015. Illustrated Guide to The Emerald Ash Borer *Agrilus Planipennis* Fairmaire and Related Species (Coleoptera,

- Buprestidae). PENSOFT.
- de Andrade, R. B., Abell, K., Duan, J. J., Shrewsbury, P., & Gruner, D. S. (2021). Protective neighboring effect from ash trees treated with systemic insecticide against emerald ash borer. *Pest Management Science*, 77(1), 474–481.
<https://doi.org/10.1002/ps.6041>
- Digirolomo, M. F., Jendek, E., Grebennikov, V. V., & Nakládal, O. (2019). First north American record of an unnamed West Palaearctic *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae) infesting European beech (*Fagus sylvatica*) in New York City, USA. *European Journal of Entomology*, 116, 244–252.
<https://doi.org/10.14411/eje.2019.028>
- Duan, J. J., Fuester, R. W., Wildonger, J., Taylor, P. B., Barth, S., & Spichiger, S. E. (2009). Parasitoids attacking the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) in Western Pennsylvania. *Florida Entomologist*, 92(4), 588–592.
<https://doi.org/10.1653/024.092.0409>
- Dubois, J. W., Steffens, W. P., & Bundy, C. S. (2023). An Annotated Checklist of the Jewel Beetles (Coleoptera: Buprestidae) of Doña Ana County, New Mexico. *Journal of Entomological Science*, 58(1), 16–26.
<https://doi.org/10.18474/JES22-15>
- Di, C., Li, G., Shou-An, X., Xiao-Jin, G., Ren-Hang, J., Ze-Teng, Z., ... Shu-Jie, L. V. (2022). Cloning and Expression Analysis of Glutathione S-Transferase Genes from *Agrilus zanthoxylumi* (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Entomological Science*, 57(2), 173–181. <https://doi.org/10.18474/JES21-20>
- Hayata, Nasamsir, Aldinardo, R. 2021. Intensitas Serangan Hama Tikus Belukar (*Rattus* Sp) pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Menghasilkan di Kebun Rakyat Desa Suko Awin Jaya Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Media Pertanian*, 6(2), 109.
- Gianfranco, C. (2010). A new species of *agrilus curtis* (coleoptera: Buprestidae) from Eastern Australia. *Australian Entomologist*, 36(4), 167–169.
- Jendek, E., & Grebennikov, V. V. 2023. Summary Of Native Geographic Distribution of All 3,341 Species of The Most Speciose Animal Genus *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Insect Biodiversity*, 39(2), 32–78.
<https://doi.org/10.12976/jib/2023.39.2.1>
- JENDEK, E. (2021). One hundred and thirty-two new taxa of *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae) from Oriental and Palaearctic realms. *Journal of Insect Biodiversity*, 24(1), 1–126.
<https://doi.org/10.12976/jib/2021.24.1.1>
- Jendek, E., & Nakládal, O. (2019). Revision of the *Agrilus vittatus* species-group (Coleoptera, Buprestidae, Agrilinae). *Zootaxa*, 4629(1), 77–95.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4629.1.6>
- Jendek, E., & Nakládal, O. (2019). Revision of citrus trees pests of *Agrilus angulatus* species-group (Coleoptera, Buprestidae) from South and Southeast Asia with description of one new species. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(1), 316–332.
<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.01.004>
- Jendek, E., & Nakládal, O. (2019). Revision of the *Agrilus purpurifrons* species-group (Coleoptera, Buprestidae, Agrilinae). *Zootaxa*. Magnolia Press.

- <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4568.2.4>
- Jendek, E. (2018, June 13). Revision of the *Agrilus gratus* species-group (Coleoptera, Buprestidae, Agrilinae). *Zootaxa*. Magnolia Press. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4433.3.5>
- Jendek, E., & Nakládal, O. (2018). Revision of the *Agrilus beatissimus* species-group (Coleoptera, Buprestidae) with description of five new species from Southeast Asia. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(3), 1028–1033. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.07.019>
- Jendek, E., & Nakládal, O. (2017, December 20). Revision of the *Agrilus wittemani* species-group (Coleoptera: Buprestidae: Agrilini) with description of three new species from India and Myanmar. *Zootaxa*. Magnolia Press. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4365.4.7>
- Jendek, E. (2017). Revision of the *Agrilus humilis* species-group (Coleoptera: Buprestidae: Agrilini) with description of thirteen new species from Southeastern Asia. *Zootaxa*, 4363(2), 249–271. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4363.2.5>
- Jendek, E. 2016. Taxonomic, Nomenclatural, Distributional and Biological Study of The Genus *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Insect Biodiversity*, 4(2), 1–57. <http://dx.doi.org/10.12976/jib/2016.4.2>
- Jendek, E. (2015). Revision of the *Agrilus adonis* species-group (Coleoptera: Buprestidae: Agrilini) with description of sixteen new species from southeastern Asia. *Journal of Insect Biodiversity*, 3(3), 1. <https://doi.org/10.12976/jib/2015.3.3>
- Jendek, E., & Chamorro, M. L. (2012). Six new species of *Agrilus* Curtis, 1825 (Coleoptera, Buprestidae, Agrilinae) from the Oriental Region related to the emerald ash borer, *A. planipennis* Fairmaire, 1888 and synonymy of *Sarawakita* Obenberger, 1924. *ZooKeys*, 239, 71–94. <https://doi.org/10.3897/zookeys.239.3966>
- Jendek, E., & Grebennikov, V. V. (2009). Revision of the *Agrilus muscarius* species-group (Coleoptera: Buprestidae) with description of thirteen new species from palaearctic and oriental regions. *Zootaxa*, (2168), 1–33. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2168.1.1>
- Kalashian, M. Y. (2019). A new species of the genus *aphanisticus* (Coleoptera: Buprestidae: Agrilinae) from Indonesia. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 59(2), 463–466. <https://doi.org/10.2478/aemn-2019-0035>
- Knight, K. S., Herms, D., Plumb, R., Sawyer, E., Spalink, D., Pisarczyk, E., ... Menard, K. (2012). Dynamics of surviving ash (*Fraxinus* spp.) populations in areas long infested by emerald ash borer (*Agrilus planipennis*). In *Proceedings of the 4th International Workshop on Genetics of Host-Parasite Interactions in Forestry* (pp. 143–52).
- Kelnarova, I., Jendek, E., Grebennikov, V. V., & Bocak, L. 2019. First Molecular Phylogeny of *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae), The Largest Genus on Earth, With DNA Barcode Database for Forestry Pest Diagnostics. *Bulletin of Entomological Research*, 109(2), 200–211. <https://doi.org/10.1017/S0007485318000330>
- Lopez, V. M., & Hoddle, M. S. (2013).

- Mortality factors affecting *Agrilus auroguttatus* Schaeffer (Coleoptera: Buprestidae) eggs in the native and invaded ranges. *Biological Control*, 67(2), 143–148. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.07.006>
- Li, T., Van Achterberg, C., & Xu, Z. C. (2015). A new species of genus *Leluthia* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Agrilus* sp. (Coleoptera: Buprestidae) from China with a key to the East Palearctic species. *Zootaxa*, 4048(4), 594–600. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4048.4.10>
- Luanmasa, S. P., Leatemia, J. A., & Uruilal, C. (2023). Intensitas Kerusakan Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Akibat Serangan Hama dan Penyakit di Negeri Hitu Lama, Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 2(2), 412–420. <https://doi.org/10.30598/j.agrosilvopasture-tech.2023.2.2.412>
- Loerch, C. R., & Cameron, E. A. (1983). Natural Enemies of Immature Stages of the Bronze Birch Borer, *Agrilus anxius* (Coleoptera: Buprestidae), in Pennsylvania 1. *Environmental Entomology*, 12(6), 1798–1801. <https://doi.org/10.1093/ee/12.6.1798>
- Meshkova, V., Borysenko, O., Kucheryavenko, T., Vysotska, N., Skrylnyk, Y., Davydenko, K., & Holusa, J. (2024). Forest Site and Stand Structure Affecting the Distribution of Emerald Ash Borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae), in Eastern Ukraine. *Forests*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/f15030511>
- Mota-Sanchez, D., Cregg, B. M., McCullough, D. G., Poland, T. M., & Hollingworth, R. M. (2009). Distribution of trunk-injected 14C-imidacloprid in ash trees and effects on emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) adults. *Crop Protection*, 28(8), 655–661. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.03.012>
- Matula, E., Bozsik, G., Muskovits, J., Ruszák, C., Jávorszky, L., Bonte, J., ... Imrei, Z. (2023). The Optimal Choice of Trap Type for the Recently Spreading Jewel Beetle Pests *Lamprodila festiva* and *Agrilus sinuatus* (Coleoptera, Buprestidae). *Insects*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/insects14120961>
- Martel, V., Bélanger, S., Lavallée, R., & Hébert, C. (2022). Tomodensitometry as a Tool to Detect and Study Two *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae) Species. *Forests*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/f13071092>
- McCullough, D. G., Poland, T. M., Anulewicz, A. C., & Cappaert, D. (2009). Emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) attraction to stressed or baited ash trees. *Environmental Entomology*, 38(6), 1668–1679. <https://doi.org/10.1603/022.038.0620>
- McCullough, D. G., Poland, T. M., Cappaert, D., Clark, E. L., Fraser, I., Mastro, V., ... Pell, C. (2007). Effects of Chipping, Grinding, and Heat on Survival of Emerald Ash Borer, *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae), in Chips. *Journal of Economic Entomology*, 100(4), 1304–1315. <https://doi.org/10.1093/jee/100.4.1304>
- McKenney, D. W., Pedlar, J. H., Yemshanov, D., Barry Lyons, D., Campbell, K. L., & Lawrence, K. (2012). Estimates of the potential cost of Emerald ash borer (*Agrilus planipennis* Fairmaire) in Canadian

- municipalities. *Arboriculture and Urban Forestry*, 38(3), 81–91. <https://doi.org/10.48044/jauf.2012.014>
- Manueke, J., Tarore, D., & Runaweri, C. 2017. Pengendalian Hama Penggerek Batang (Hexamitodera semivelutina Hell.) pada Tanaman Cengkeh Dengan Insektisida Pyrethroid dan Nafthalene. Seminar Nasional Dan Forom Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia (FKPTPI), 1–13.
- Meshkova, V., Borysenko, O., Kucheryavenko, T., Skrylnyk, Y., Davydenko, K., & Holusa, J. 2023. Potential Westward Spread of Emerald Ash Borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) from Eastern Ukraine. *Forests*, 14(4), 736. <https://doi.org/10.3390/f14040736>
- MACRAE, T. C. (2003). *Agrilus* (s. str.) *betulanigrae* MacRae (Coleoptera: Buprestidae: Agrilini), a new species from North America, with comments on subgeneric placement and a key to the otiosus species-group in North America. *Zootaxa*, 380(1). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.380.1.1>
- Nalepa, C. A., Oten, K. L. F., & Bertone, M. A. (2021). Overwintering Developmental Stages of Emerald Ash Borer in North Carolina. *Florida Entomologist*, 104(3), 213–217. <https://doi.org/10.1653/024.104.0310>
- Noyes, J. S. (1990). A new genus and species of encyrtid (Hymenoptera, chalcidoidea) parasitoid of the eggs of the varicose borer, *agrilus sexsignatus* (fisher) (coleoptera, buprestidae), a pest of bagras (*eucalyptus deglupta blume*) in the philippines. *Journal of Natural History*, 24(1), 21–25. <https://doi.org/10.1080/00222939000770031>
- Peregudova, E. Y. (2019). The Focus of the Emerald Ash Borer *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) in Tver, on the Northwestern Border of the Invasive Range. *Russian Journal of Biological Invasions*, 10(3), 258–262. <https://doi.org/10.1134/S207511719030093>
- Poland, T. M., Chen, Y., Koch, J., & Pureswaran, D. (2015, September 23). Review of the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae), life history, mating behaviours, host plant selection, and host resistance. *Canadian Entomologist*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.4039/tce.2015.4>
- Ruzzier, E., Haack, R. A., Curletti, G., Roques, A., Volkovitsh, M. G., & Battisti, A. (2023). Jewels on the go: exotic buprestids around the world (Coleoptera, Buprestidae). *NeoBiota*, 84, 107–135. <https://doi.org/10.3897/NEOBIOTA.84.90829>
- Rudolph, E. A., & Wiman, N. G. (2023). Insights from specimen data for two economic *Chrysobothris* species (Coleoptera: Buprestidae) in the western United States. *Annals of the Entomological Society of America*, 116(4), 195–206. <https://doi.org/10.1093/aesa/saad009>
- Sun, H., Zhao, W., Lin, R., Zhou, Z., Huai, W., & Yao, Y. (2020). The conserved mitochondrial genome of the jewel beetle (Coleoptera: Buprestidae) and its phylogenetic implications for the suborder Polyphaga. *Genomics*, 112(5), 3713–3721. <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2020.04.026>
- Szyniszewska, A. M., Akrivou, A., Björklund, N., Boberg, J., Bradshaw, C., Damus, M., Gardi, C., Hanea, A., Kriticos, J., Maggini, R., Musolin, D. L., & MacLeod, A. 2024. Beyond the present: How climate change is

- relevant to pest risk analysis. EPPO Bulletin, 54(S1), 20–37. <https://doi.org/10.1111/epp.12986>
- Triapitsyn, S. V., Petrice, T. R., Gates, M. W., & Bauer, L. S. (2015). Two new species of *Oobius* Trjapitzin (Hymenoptera, encyrtidae) egg parasitoids of *Agrilus* spp. (Coleoptera, buprestidae) from the USA, including a key and taxonomic notes on other congeneric Nearctic taxa. *ZooKeys*, (498), 29–50. <https://doi.org/10.3897/zookeys.498.9357>
- Weng, M., Wang, Y., Huang, J., Huang, L., Lin, Y., Zheng, Q., ... Wu, S. (2022). The complete mitochondrial genome of *Chalcophora japonica chinensis* Schaufuss, 1879 (Coleoptera: Buprestidae). *Mitochondrial DNA Part B: Resources*, 7(8), 1571–1573. <https://doi.org/10.1080/23802359.2022.2113750>
- Watung, J. F., Tulung, M., & Salaki, C. L. (2020). New pest record of emerald stem borer, *Agrilus* sp. (Coleoptera: Buprestidae) on clove in South Bolaang Mongondow district, North Sulawesi, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 468). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012007>
- Wilson, J. K., Casajus, N., Hutchinson, R. A., McFarland, K. P., Kerr, J. T., Berteaux, D., Larrivée, M., & Prudic, K. L. 2021. Climate Change and Local Host Availability Drive the Northern Range Boundary in the Rapid Expansion of a Specialist Insect Herbivore, *Papilio cresphontes*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.579230>
- Yao, Y. X., Duan, J. J., Hopper, K. P., Mottern, J. L., & Gates, M. W. (2016). A new species of *Oobius* Trjapitzin (Hymenoptera: Encyrtidae) from the Russian Far East that parasitizes eggs of emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 109(4), 629–638. <https://doi.org/10.1093/aesa/saw022>
- Yu, Q., Xiao-Jin, G., Na, J., Li, G., Shou-An, X., Shu-Jie, L., & Hong-Gang, C. (2024). Cloning and Expression Analysis of Chemosensory Protein AzanCSP4 from *Agrilus zanthoxylumi* (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Entomological Science*, 59(3), 247–257. <https://doi.org/10.18474/JES23-49>