

## Repelensi dan Toksisitas Tiga Pestisida Nabati terhadap *Sitophilus oryzae*: Asap Cair TKKS, Minyak Mimba, dan Minyak Serai Wangi

### Repellency and Toxicity of Three Botanical Pesticides against *Sitophilus oryzae*: Liquid Smoke of EFB, Neem Oil, and Citronella Oil

Nurhajjah<sup>1</sup>, Riki Kurniawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara 20238

<sup>2</sup>) Program Studi Pasca Sarjana Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi  
Jl. Siliwangi No.24, Kahuripan, Kec. Tawang, Kab. Tasikmalaya, Jawa Barat 46115

Corresponding email: [nurhajjah@umsu.ac.id](mailto:nurhajjah@umsu.ac.id)

#### ABSTRAK

**Kata kunci:**  
Efikasi minyak  
atsiri  
Minyak mimba  
Minyak serai  
wangi  
Toksisitas

*Sitophilus oryzae* adalah salah satu penyebab yang dapat menurunkan dan merusak kualitas serta kuantitas hasil pasca panen. Dalam permasalahan ini perlu dilakukan pengendalian terhadap *S. oryzae* agar kerusakan yang ditimbulkan tidak merugikan. Beberapa pengendalian sudah dilakukan salah satunya penggunaan pestisida nabati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui uji aktivitas repelensi dan toksisitas menggunakan bahan alami Asap Cair TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) minyak mimba dan minyak serai wangi yang di uji pada hama pascapanen *S. oryzae*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial dengan sembilan perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan meliputi tiga konsentrasi masing-masing bahan (10, 20, dan 30–60 ml/L). Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak serai wangi pada konsentrasi 30 ml/L (MS3) memberikan efek repelensi tertinggi sebesar 53%, diikuti asap cair TKKS 60 ml/L (30%), dan minyak mimba menunjukkan nilai terendah (10%). Minyak serai wangi dan asap cair TKKS bersifat repelen terhadap *S. oryzae*. Minyak serai wangi dan asap cair TKKS berpengaruh nyata terhadap persentase repelensi terhadap *S. oryzae*. Begitu juga pada hasil pengamatan terhadap uji toksisitas, konsentrasi minyak serai wangi dengan konsentrasi 30 ml/L dan asap cair TKKS dengan konsentrasi 60 ml/L efektif untuk pengendalian hama gudang.

#### ABSTRACT

**Keywords:**  
Citronella oil  
Efficacy of  
essential oils  
Neem oil  
Toxicity

*Sitophilus oryzae* is one of the key pests that can reduce and damage the quality and quantity of post-harvest products. To address this issue, control measures against *S. oryzae* must be implemented to prevent economic losses. Several control strategies have been applied, including the use of botanical pesticides. This study aimed to evaluate the repellency and toxicity activities of natural substances, namely liquid smoke from empty fruit bunches of oil palm (EFB), neem oil, and citronella oil, against the post-harvest pest *S. oryzae*. The research was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with a non-factorial approach, comprising nine treatments and three replications. Treatments included three concentrations for each material (10, 20, and 30–60 ml/L). The results showed that citronella oil at a concentration of 30 ml/L (MS3) provided the highest repellency effect at 53%, followed by EFB liquid smoke at 60 ml/L (30%), while neem oil showed the lowest repellency (10%). Both citronella oil and EFB liquid smoke demonstrated significant repellent effects on *S. oryzae*. Toxicity test observations also confirmed that citronella oil at 30 ml/L and EFB liquid smoke at 60 ml/L were effective in controlling storage pests.

## PENDAHULUAN

Penyimpanan bahan pangan pasca panen sering mendapat permasalahan akibat serangan hama gudang. Serangan hama pasca panen dapat menyebabkan kerusakan hasil panen, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Aktivitas hama pasca panen adalah salah satu penyebab yang dapat menurunkan dan merusak kualitas serta kuantitas hasil pasca panen. Hama gudang harus diperhatikan keberadaannya karena dapat merusak produk hasil pertanian yang disimpan di gudang. Hasil panen bisa terserang oleh hama pasca panen khususnya biji-bijian yang mengakibatkan sehingga merugikan karena kualitas produk mengalami penurunan (Michael et al., 2021). Sekitar 5-30% dari total produksi pertanian dunia, melaporkan bahwa ada berbagai faktor penyebab kerugian.

Menurut (Cameron, 2016) ada empat ordo serangga yang paling banyak berperan sebagai hama pasca panen . Salah satu hama penting dari ordo Coleoptera yang paling besar merusak komoditi beras adalah *Sitophilus oryzae*. *S.oryzae* adalah hama utama pada pada gudang yang banyak menyerang beras atau komoditi pangan pada penyimpanan. Menurut (Manueke et al., 2015) *S.oryzae* merupakan hama penting pada komoditas pascapanen biji – bijian utamanya pada jagung pipilan beras/gabahdan lainnya Menurut (Azis & Kasim, 2020) *Sitophillus*

sp adalah salah satu hama pada biji – bijian yang paling banyak merusak di dunia. Karena tersedianya selalu makanan bagi hama menyebabkan masalah besar pada penyimpanan beras.

Dalam permasalahan ini perlu dilakukan pengendalian terhadap *S.oryzae* agar kerusakan yang ditimbulkan tidak merugikan. Beberapa pengendalian sudah dilakukan salah satunya penggunaan pestisida nabati. Penggunaan pestisida nabati guna menekan penggunaan pestisida kimia yang telah kita ketahui, bahwa penggunaan pestisida kimia akan menyebabkan hama menjadi resisten sehingga tidak dapat diterapkan dalam waktu yang lama karena menimbulkan dampak yang buruk dari beberapa aspek kehidupan.

Dalam hal ini perlu adanya solusi atau cara untuk menekan *S.oryzae*. dengan menggunakan hasil tanaman untuk dijadikan sebagai pestisida nabati. Beberapa penelitian sudah dilakukan terkait penggunaan pestisida nabati dalam mengendalikan *S.oryzae*. metode pengendalian yang paling populer diantaranya adalah penggunaan feromon dan semiokimia lainnya, atau atraktan yang digunakan untuk meenarik serangga untuk dating dan merangkap. Ini merupakan salah satu bagian PHT yang telah banyak dilakukan di gudang maupun di lahan pertanian (Sabier et al., 2022).

Makanan, ekstrak makanan atau minyak serta aroma sintesis yang dapat

sebagai penarik sekelompok serangga tertentu. Minyak yang dicampur ke dalam makanan dibuat dalam media buatan dapat digunakan sebagai penarik atau penolak bagi serangga hama (Lane, 2016). Tanaman yang mengandung minyak atsiri telah diketahui sekitar 10%. Diketahui 300 jenis tanaman dari 3.000 sudah diketahui mengandung minyak atsiri dan sudah digunakan sebagai pestisida nabati. Minyak atsiri diproduksi dan terakumulasi dalam struktur khusus karena bersifat toksik bagi sel (Chaubey, 2019).

Limbah TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati dengan mengolahnya menjadi asap cair dengan metode pirolisis yang memberikan keuntungan ganda yaitu pemanfaatan limbah dan alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan (Widihastuty, dkk. 2022). Teknologi pirolisis sudah banyak digunakan untuk mengubah limbah menjadi asap cair diantaranya sebagai pestisida nabati, bahan pengawet dan bioenergi. Teknologi pirolisis dapat digunakan untuk memproduksi bioenergi dari limbah kayu (Rahmat et al., 2014). Semakin tinggi suhu pirolisis maka kandungan fenol dan asam dalam asap cair yang dihasilkan akan semakin tinggi pula (Oramahi et al., 2011).

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengujian aktivitas repelensi dan toksisitas menggunakan

bahan alami Asap Cair TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) minyak mimba dan minyak serai wangi yang di uji pada hama pascapanen *S.oryzae*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap non faktorial. Penelitian ini menggunakan 9 perlakuan dan 3 ulangan. Asap cair TKKS, minyak mimba dan minyak serai diperoleh dari perusahaan agrokimia lokal. Konsentrasi yang diberikan dengan landasan penelitian sebelumnya yang paling efektif. Perlakuan aplikasi pestisida nabati adalah sebagai berikut: Asap Cair TKKS 10 ml/L (TKKS1), Asap Cair TKKS 20 ml/L (TKKS2), Asap Cair TKKS 60 ml/L (TKKS3), Minyak Mimba 10 ml/L (MM1), Minyak Mimba 20 ml/L (MM2), Minyak Mimba 30 ml/L (MM3), Minyak Serai Wangi 10 ml/L (MS1), Minyak Serai Wangi 20 ml/L (MS2), Minyak Serai Wangi 30 ml/L (MS3).

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya. Pengadaan minyak atsiri serai wangi dan mimba diperoleh dari distributor. Sedangkan asap cair TKKS dilakukan dengan metode pirolisis yang dilakukan sendiri menggunakan TKKS dari perkebunan PTPN IV Adolina dan di uji kandungan metabolit sekunder di Laboratorium Kimia organik, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Serangga uji

atau *S.oryzae* adalah imago (serangga dewasa) jantan dan betina diambil pada beras pada toko sembako yang kemudian dipelihara sampai mendapatkan imago dengan jumlah sesuai kebutuhan dalam penelitian. Data dianalisis menggunakan ANOVA, jika berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf 5%. Analisis dilakukan menggunakan Microsoft Excel.

Uji repeleksi penolakan larva dilakukan dengan metode *dual-choice* test yang mana merujuk pada metode Liu *et al.* (2006). Metode tiga-pilihan menggunakan wadah plastik dengan dua lubang di bagian bawah dengan ukuran yang sama. Masing-masing bagian diisi dengan beras sebanyak 100 gr, salah satu bagian di letakkan minyak atsiri dan ekstrak daun mimba yang diteteskan pada kapas (perlakuan), dan salah satu bagian hanya beras saja (kontrol). *S. oryzae* sebanyak 10 ekor diletakkan diantara dua lubang. Masing -masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Perhitungan Repelensi menggunakan rumus menurut Liu *et al.* (2006):

$$CPR (\%) = \frac{(C-E)}{T} \times 100\%$$

Keterangan:

- PR (%) = Persentase repeleksi larva  
 C = Jumlah serangga yang menetap pada kontrol  
 E = Jumlah serangga yang menetap pada perlakuan  
 T = Total larva yang muncul

Persentasi mortalitas dihitung menggunakan rumus:

$$Pm \frac{Pk - PO}{10 - PO} \times 100\%$$

Keterangan:

- Pm = Persentase mortalitas  
 Pk = Jumlah yang mati pada perlakuan  
 PO = Jumlah yang mati pada kontrol

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil terhadap presentase repeleksi pada tabel 1.

**Tabel 1.** Persentase repeleksi imago *S.oryzae* pada perlakuan serih wangi, minyak mimba dan asap cair TKKS 24,48,72,96 JSP (Jam setelah aplikasi)

Perlakuan	Rata-rata repeleksi <i>S. oryzae</i>			
	24 JSP	48 JSP	72 JSP	96 JSP
TKKS1	24,24 b	24,24 b	24,24 c	24,24 c
TKKS2	20,00 b	37,67ab	37,67 b	37,67 b
TKKS3	27,67 ab	37,67ab	37,67 b	37,67 b
MM1	10,00 c	10,00 c	10,00 d	10,00 d
MM2	10,00 c	10,00 c	10,00 d	10,00 d
MM3	10,00 c	13,30 c	13,30 d	13,30 d
MS1	23,33 b	23,33 b	23,33 c	23,33 c

MS2	23,33 b	26,67 b	26,67 c	26,67 c
MS3	33,37 a	47,67 a	53,33 a	53,33 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan hasil uji BNJ pada taraf kepercayaan 0,05%.

Berdasarkan hasil penelitian pada parameter dan uji lanjut Duncan 5 % pada tabel 1 menunjukkan repelensi imago *S.oryzae* pada sereh wangi, minyak mimba dan asap cair TKKS menunjukan bahwa perlakuan berpengaruh nyata pada persentase repelensi *S.oryzae* dari waktu pengamatan 24 JSP sampai 96 JSP. Dari pengamatan hari 24 JSP perlakuan MS3 berbeda nyata dengan semua perlakuan pada pengamatan 24 JSP sampai pengamatan 96 JSP. Rata-rata persentase repelensi *S.oryzae* yang tertinggi perlakuan minyak serai wangi 30 ml/L (MS3), dimana persentase repelensi yaitu sebesar 53,33%. Persentase repelensi *S.oryzae* yang terendah dihasilkan oleh perlakuan minyak mimba 10 ml/L (MM1) dan minyak mimba 20 ml/L (MM2) dengan nilai yang sama yaitu sebesar 10%. Minyak atsiri serai wangi mampu menjadi penolak bagi *S.oryzae*. Minyak atsiri serai wangi mampu menjadi penolak bagi larva *C. cephalonica* dengan mekanisme minyak atsiri mengacaukan aroma penarik yang dikeluarkan oleh beras sehingga pergerakan menuju beras yang terdapat perlakuan menjadi teralihkan (Nuraida et al., 2022).

Persentase repelensi *S.oryzae* yang tertinggi selanjutnya pada perlakuan

TKKS2 dan TKKS3. Dimana perlakuan MS3 berpengaruh nyata pada perlakuan TKKS2 dan TKKS3 sejak 24 JSP sampai pengamatan 96 JSP. Hasil ini sejalan dengan studi Nurhajjah (2024) yang menyatakan bahwa asap cair TKKS memiliki kandungan senyawa fenol yang berperan sebagai antifeedant bagi serangga hama *S. frugiperda* pada tanaman jagung. Menurut Santoso (2015) serangga mampu berkomunikasi dengan bau, pada tanaman sawi yang telah di aplikasikan asap cair menunjukkan hasil hama tidak mau mndekat dikarenakan bau pada asap cair. Ini menunjukkan bawa bau yang berasal dari asap cair menjadi repellan untuk serangga hama. Konsentrasi senyawa fenol yang ditemukan dalam asap cair tandan kosong kelapa sawit berkisar antara 0,41 sampai 7,76 %, asam- asam organik 0,27 sampai 22,67 % (asam asetat), serta alkohol 0,38 sampai 52,06 % (*Ethylene glychol*).

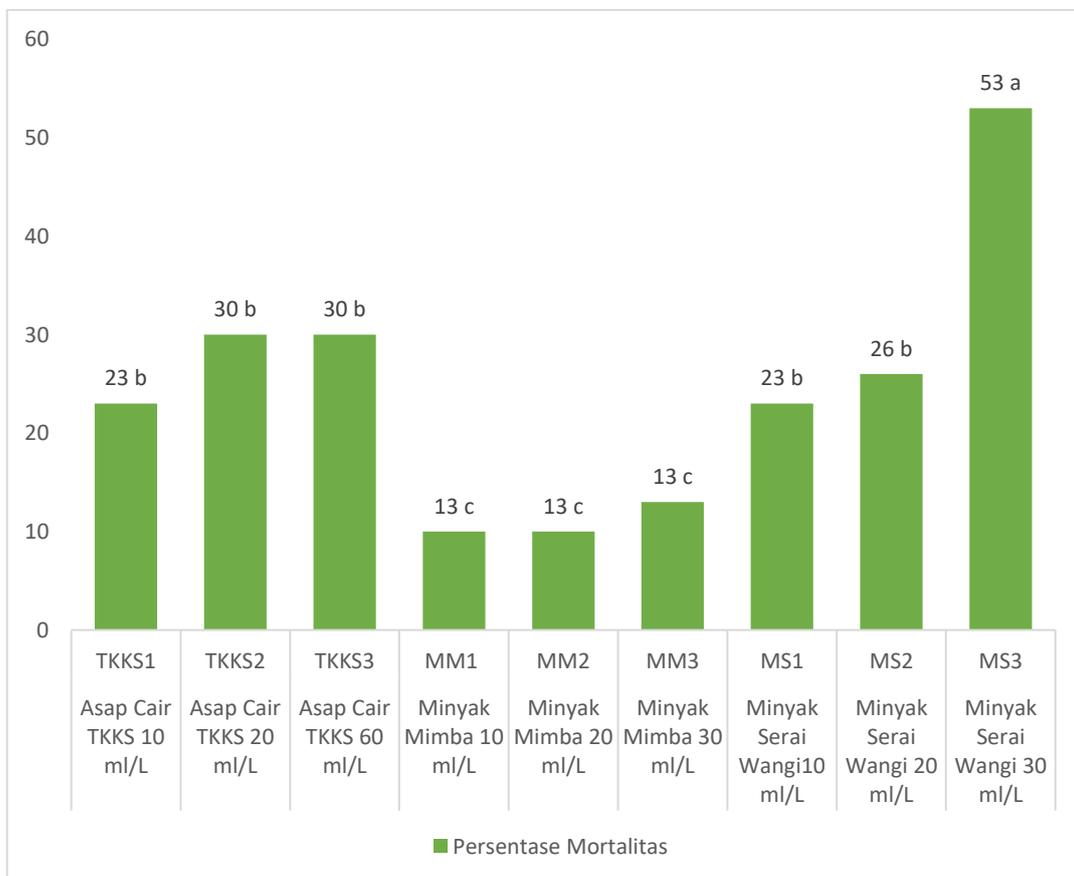
Pada pengamatan persentase repelensi *S.oryzae* yang paling terendah adalah perlakuan MM1,MM2 dan MM3 sejak pengamatan 24 JSP sampai pengamatan 96 JSP. Perbedaan dosis pada perlakuan minyak mimba tidak berpengaruh nyata dari setiap pengamatan 24 JSP, 48JSP, 72 JSP dan 96

JSP. Hal ini bisa dikarenakan kurangnya konsentrasi pada perlakuan. Dalam beberapa penelitian minyak mimba memberikan pengaruh penolakan pada serangga. Seperti halnya pada penelitian Pathak dan Tiwari (2012) ekstrak daun mimba dapat difungsikan sebagai rapellen hama dan ovisida. Repelensi ekstrak daun mimba terhadap *corcyra cephalonica* dapat menghalau imago secara baik untuk tidak meletakkan telur pada beras dengan perlakuan, sehingga imago lebih memilih beras tanpa perlakuan (kontrol) sebagai tempat untuk meletakkan telur.

Perlakuan dari semua konsentrasi minyak mimba menunjukkan hasil lebih rendah dari perlakuan minyak serai wangi

dan asap cair TKKS. Ketiga bahan tersebut termasuk mudah menguap dan memiliki aroma yang tajam. Menurut Ferdayanti *et al.* (2014) minyak atsiri serai wangi mudah teroksidasi karena mengandung senyawa sitronelal sehingga dijuluki sebagai minyak terbang, kemungkinan efektivitasnya menurun akibat degradasi senyawa aktif pada daun mimba selama penyimpanan atau aplikasi. Sifat minyak mimba yang mudah teroksidasi juga mempengaruhi kestabilan dan efektivitas senyawa aktif (Samsudin, 2013).

Persentase mortalitas hama *S.oryzae* pada perlakuan minyak atsiri serai wangi, minyak mimba dan asap cair TKKS (Gambar 1).



**Gambar 1.** Persentase mortalitas hama *S.oryzae* pada perlakuan serai wangi, minyak mimba dan asap cair TKKS 24,48,72,96 JSP (Jam setelah aplikasi)

Persentase mortalitas *S.oryzae* pada sereh wangi, minyak mimba dan asap cair TKKS berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata dari waktu pengamatan 96 JSP. Dari hasil pengamatan diperoleh nilai persentase mortalitas *S.oryzae* yang tertinggi dari perlakuan minyak serai wangi 30 ml/L (MS3), dimana persentase mortalitas yaitu sebesar 53%. Persentase mortalitas *S.oryzae* yang terendah dihasilkan oleh perlakuan minyak mimba 10 ml/L (MM1) dan minyak mimba 20 ml/L (MM2) dengan nilai yang sama yaitu sebesar 10%.

Berdasarkan hasil uji lanjut terhadap persentase mortalitas *S.oryzae* menunjukkan bahwa perlakuan pada MS3 berbeda nyata dengan perlakuan TKKS1, TKKS2, TKKS3, MS2 dan MS1, sedangkan untuk perlakuan TKKS1, TKKS2, TKKS3, MS2 dan MS1 berbeda nyata dengan perlakuan MM1, MM2 dan MM3. Rata-rata persentase mortalitas *S. oryzae* yang tertinggi dihasilkan dari perlakuan perlakuan minyak serai wangi 30 ml/L (MS3), ini dikarenakan konsentrasi yang tinggi pada minyak serai wangi menjadi bersifat antifeedent dan repellent terhadap serangga. Minyak sereh wangi mengandung sitronelal, geraniol. (Koul *et al.* 2008), terdapat kandungan pada minyak serai wangi yang bersifat kontak terhadap serangga yaitu sitronelal. Mekanisme kerja racun kontak sitronelal adalah menghambat enzim

asetilkolinesterase sehingga terjadi fosforilasi asam amino serin pada pusat asteratik enzim bersangkutan. Serangga yang terkena akan mengalami gejala keracunan ini dikarenakan penumpukan asetilkolin yang mengakibatkan gangguan sistem saraf pusat, kejang, kelumpuhan pernafasan, dan kematian.

Selanjutnya pada perlakuan TKKS3 juga menunjukkan persentase mortalitas tinggi setelah MS3. Ini dikarenakan konsentrasi yang tinggi pada TKKS3 semakin tidak disukai *S.oryzae* yang mengakibatkan kematian pada *S.oryzae*. Dari beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, asap cair dari TKKS mengandung asam dan fenol yang dapat berperan sebagai insektisida (Indrayani *et al.*, 2011).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan. Minyak serai wangi (30 ml/L) dan asap cair TKKS (60 ml/L) terbukti efektif sebagai agen repelen dan toksik terhadap *S. oryzae*, menunjukkan potensi sebagai alternatif pestisida nabati yang mudah dilakukan petani dan ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azis, T. M. F., & Kasim, K. F. (2020). Prediction of *Sitophilus oryzae* gender using logistic regression model. *ARPN Journal of Engineering*

- and Applied Sciences, 15(8), 1006–1010.
- Cameron, R. R. (2016). Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun *Zodea (Evodia suaveolens Sheff)* terhadap Hama Gudang (*Tribolium castaneum*) (Coleoptera: Tenebrionidae) *Herbst*, 5(3):222–231.
- Chaubey, M. K. (2019). Essential oils as green pesticides of stored grain insects. *European Journal of Biological Research*, 9(4), 202–244.
- Ferdayani, M., Santroharmidjojo & Riyanto. (2014). Pemekatan Sitronelal dalam Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon Nardus L.*) dengan Fraksinasi Distilasi dan Identifikasi Menggunakan Kg-Sm. *Indonesian Journal of Chemical Research –Indo. J.Chem. Res*, 2(01):28–34.
- Indrayani, Y., Oramahi, H. A., & Nurhaida. (2011). Evaluasi asap cair sebagai bio-termitisida untuk pengendalian rayap tanah *Coptotermes sp.* *Jurnal Tengawang*, 1(2), 87–96.
- Koul, O. (2008). Phytochemicals and insect control: An antifeedant approach. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27(1), 1–24.
- Lane, L. (2016). Stored-Product Pest Monitoring Methods (27)
- Liu, C. H., Mishra, A. K., Tan, R. X., Tang, C., Yang, H., & Shen, Y. F. (2006). Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean. *Bioresource Technology*, 97(15), 1969–1973.
- Michael, A.L., Maxi, L & Jantje, P. (2021). Jenis Dan Populasi Serangga-Serangga Hama Gudang Biji Pala Di Kecamatan Tuminting Kota Manado. *J.Cocos*, 13(4):1-11.
- Nurhajjah.,Widihastuty.,W.U.Harahap.,W. Fadhillah., I.H. Bangun & S.Siregar. (2024). Extract Of Oil Palm Empty Fruit Bunches Waste As An Potentialinsecticide For Controlling Spodoptera frugiperda J. E. Smith. *J. Serangga*. 29(1): 108-118.
- Nuraida., Hutagol, D., & Harian, H. (2022). *Monograf Konsentrasi Ekstrak Serai wangi*. Medan: Guepedia.
- Oramahi, H. A., & Diba, F. (2010). Efikasi Asap Cair Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dalam Penekanan Perkembangan Jamur *Aspergillus Niger*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 10(2):146-153
- Rahmat, B., Pangesti, D., Natawijaya, D.,& Sufyadi, D. (2014). Generation of wood-waste vinegar and its effectiveness as a plant growth regulator and pest insect repellent. *BioResources*, 9(4):6350-6360
- Sabier,M, J. Wang, T. Zhang, J. Jin, Z. Wang , B. Shen., J. Deng., X. Liu., & G. Zhou. (2022). The attractiveness of a food based lure and its component volatiles to the stored-grain pest *Oryzaephilus surinamensis* (L.). *Journal of Stored products Research*, 98(2022)102000.
- Samsudin, S., Soesanthi, F., & Syafaruddin, S. (2016). Aktivitas Repelensi dan Insektisidal Beberapa Ekstrak dan Minyak Nabati terhadap Hama Gudang *Ephestia cautella*. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 3(2), 117.
- Santoso, R. S. (2016). Asap Cair Sabut Kelapa sebagai Repelan Bagi Hama Padi Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius*). *Sainsmats*,4(2): 81-86.
- Tiwari, Sangeeta & Sunita Yadaw. (2022). Ecofriendly Management of Major Insect Pests of Stored Maize. *Indian Journal of Entomology*, 84(2): 312-316
- Widihastuty, S.Utami & S.Siregar. (2022). Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Pestisida Nabati Dengan Metode Pirolisis. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(6): 4968-4977