

EFEKTIFITAS SERBUK DAUN JERUK PURUT (*Citrus hystrix* D.C.) DAN DAUN KEMANGI (*Ocimum sanctum* L.) TERHADAP MORTALITAS *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera; Chrysomelidae) PADA KACANG HIJAU

EFFECTIVENESS OF KAFFIR LIME (*Citrus hystrix* D.C.) AND BASIL (*Ocimum sanctum* L.) LEAF POWDER ON *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera; Chrysomelidae) MORTALITY IN GREEN BEANS

Sudi Pramono¹, Selvi Helina¹, Purnomo¹, Fransisca Damayanti¹

¹ Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung; Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: sudi.pramono@fp.unila.ac.id

ARTICLE HISTORY:

Received: 10 January 2025

Peer Review: 26 March 2025

Accepted: 18 June 2025

KEYWORDS:

Basil, *Callosobruchus chinensis*, kaffir lime, mortality

KATA KUNCI:

Callosobruchus chinensis, jeruk purut, kemangi, mortalitas

ABSTRACT

Storage plays a crucial role in determining the quality of green beans. To prevent damage caused by warehouse pests, proper storage and packaging practices are essential. The primary pest that infests green beans during storage is *Callosobruchus chinensis* L. This study aimed to evaluate the effectiveness of kaffir lime (*Citrus hystrix*) leaves and basil (*Ocimum basilicum*) leaves in controlling *C. chinensis* and in reducing weight loss of stored green bean seeds. A completely randomized design (CRD) was employed, consisting of four treatments with four replications: control, kaffir lime leaves at doses of 8 g, 10 g, and 12 g, and basil leaves at doses of 8 g, 10 g, and 12 g. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) at the 5% significance level, followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the same significance level. After 28 days of observation, kaffir lime leaf powder at a dose of 12 g resulted in the highest mortality of *C. chinensis* and the lowest seed weight loss. Similarly, basil leaf powder at a dose of 12 g produced the highest mortality rate and the least weight loss of green bean seeds. These findings indicate that both kaffir lime and basil leaves have significant potential as botanical insecticides for controlling *C. chinensis* during green bean storage.

ABSTRAK

Penyimpanan memegang peranan penting dalam menentukan kualitas kacang hijau. Untuk mencegah kerusakan akibat serangan hama gudang, diperlukan praktik penyimpanan dan pengemasan yang tepat. Hama utama yang menyerang kacang hijau selama penyimpanan adalah *Callosobruchus chinensis* L. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) dan daun kemangi (*Ocimum basilicum*) dalam mengendalikan *C. chinensis* serta menekan kehilangan bobot biji kacang hijau selama penyimpanan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat ulangan, yaitu kontrol, daun jeruk purut dosis 8 g, 10 g, dan 12 g, serta daun kemangi dosis 8 g, 10 g, dan 12 g. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5%, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf yang sama. Hasil pengamatan setelah 28 hari menunjukkan bahwa bubuk daun jeruk purut dosis 12 g menghasilkan mortalitas *C. chinensis* tertinggi dan kehilangan bobot kacang hijau terendah. Perlakuan bubuk daun kemangi dosis 12 g juga memberikan mortalitas *C. chinensis* tertinggi dan kehilangan bobot kacang hijau terendah selama 28 hari penyimpanan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daun jeruk purut dan daun kemangi berpotensi digunakan sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan *C. chinensis* selama penyimpanan kacang hijau.

1. PENDAHULUAN

Kacang hijau sangat dibutuhkan dan banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Tanaman ini menempati peringkat ketiga dalam hal kandungan protein setelah kacang tanah dan kedelai (Nurhidayah, 2021). Kacang hijau tinggi protein apabila dibandingkan jenis kacang lainnya. Tiap 100 gr nya terdapat 21,04 gr protein, 1,64 gr lemak, 63,55 gr karbohidrat, 11,42 gr air, dan 2,46 gr serat (Lestari *et al.*, 2017; Oyediji *et al.*, 2020; Stefanazzi *et al.*, 2011). Permintaan pasar terhadap kacang hijau yang berkualitas tinggi mendorong perlunya strategi penyimpanan dan pengendalian hama yang efektif namun ramah lingkungan.

Serangan *Callosobruchus chinensis* L. di lapangan dan di Gudang dapat merusak kualitas biji kacang hijau. Penyimpanan di gudang selama tiga bulan dapat menimbulkan kerusakan biji hingga 100% dan menghilangkan daya kecambah biji antara 40% hingga 80% (Yustina & Nansi, 2019). Hama ini bersifat kosmopolit dan mampu menyerang berbagai jenis kacang-kacangan selama penyimpanan (Adedire & Ajayi, 2020). Kerugian yang ditimbulkan tidak hanya berupa susut bobot, tetapi juga penurunan mutu fisik dan kimia biji (Negbenebor *et al.*, 2019).

Callosobruchus chinensis L. menyebabkan biji berlubang sehingga menghasilkan mutu benih yang lebih rendah secara kuantitatif dan kualitatif. Kerusakan tersebut dapat mencakup susut berat akibat kerusakan, memar, cacat, dan penurunan daya kecambah. Akibatnya, pengendalian yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan, termasuk penggunaan pestisida nabati diperlukan. Peneliti memilih menggunakan serbuk daun jeruk purut (*Citrus hystrix* D.C.) dan daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) sebagai pestisida nabati untuk mengetahui seberapa efektif keduanya dalam mengendalikan *C. chinensis*.

Minyak atsiri, tannin, steroid, dan triterpenoid ditemukan di daun jeruk purut. Sitronellal merupakan komponen utama daun jeruk purut (81,49), dengan komponen lain yang signifikan termasuk geraniol (0,31%), linalool (3,69%), dan sitronelol (8,22%). Tingginya kandungan sitronelal merupakan suatu keuntungan dari minyak atsiri daun jeruk purut untuk melawan hama gudang, yang biasanya menyerang barang yang disimpan (Amin *et al.*, 2016). Senyawa yang terkandung pada kemangi berupa minyak atsiri dan bahan aktif sineol serta eugenol, berfungsi menghambat pertumbuhan serangga, menimbulkan racun pernafasan, dan mengurangi nafsu makan (Octavia *et al.*, 2008). Penelitian serupa juga melaporkan efektivitas terhadap hama gudang lain (Adedire *et al.*, 2003; 2020; Naduvilthara *et al.*, 2022). Berdasarkan potensi tersebut, daun jeruk purut dan kemangi digunakan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan *C. chinensis*.

Penggunaan pestisida sintetis pada komoditas pangan sering menimbulkan risiko residu kimia yang membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan (Nerio *et al.*, 2010; Oyediji *et al.*, 2020; Stefanazzi *et al.*, 2011). Oleh karena itu, pestisida nabati menjadi alternatif yang semakin diminati karena memiliki aktivitas insektisida, repelen, dan penghambat makan terhadap berbagai hama gudang (Stefanazzi *et al.*, 2011; Kabrambam *et al.*, 2021). Beberapa penelitian melaporkan bahwa minyak atsiri dari *Citrus hystrix* dan *Ocimum sanctum* mengandung senyawa aktif seperti sitronelal, linalool, eugenol, dan geraniol yang berpotensi sebagai racun kontak, repelen, dan penghambat perkembangan serangga (Gu *et al.*, 2025; Singh *et al.*, 2007; Naduvilthara *et al.*, 2022). Mekanisme toksisitasnya meliputi gangguan sistem saraf dan penghambatan enzim asetilkolinesterase yang penting bagi kelangsungan hidup serangga (Adedire *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2025). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menguji efektivitas serbuk daun jeruk purut dan kemangi terhadap mortalitas *C. chinensis* dan susut bobot biji kacang hijau selama penyimpanan.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dimulai dari Januari hingga Februari 2024.

Percobaan Rancangan Acak Lengkap, tiap percobaan terdapat 4 perlakuan serta 4 ulangan (32 satuan percobaan) yang terdiri dari kontrol serta masing-masing dosis serbuk daun 8 g, 10 g, dan 12 g.

2.1 Pelaksanaan Penelitian

2.1.1 Pembiakan *C. chinensis*

Pembiakan kumbang biji kacang hijau (*C. Chinensis*) dilakukan di laboratorium. 100 imago *C. chinensis* dimasukkan ke dalam toples plastik dengan 300 g kacang hijau dan dipelihara selama 14 hari. Kemudian kumbang kacang hijau dikeluarkan secara keseluruhan dari media biakkan dan dipelihara kembali hingga diperoleh imago pertama (F1) (Rosmanto *et al.*, 2016). Untuk percobaan imago kumbang kacang hijau, dibutuhkan sebanyak 960 ekor serangga. Menggunakan 30 imago *C. chinensis* dan 50 gram kacang hijau per botol duduk untuk setiap satuan percobaan. Kumbang biji kacang hijau diperiksa sekali setiap minggu selama 28 hari.

2.2.2 Pembuatan Pestisida Nabati

Proses pestisida nabati untuk daun jeruk purut serta daun kemangi masing-masing satu kilogram diambil dan kemudian dipotong menjadi potongan kecil untuk lebih mudah dikeringkan. Setelah daun kering, anginkan daun di atas terpal. Setelah kering, haluskan daun jeruk purut dan kemangi menggunakan alat penghalus blender sampai menjadi seperti tepung, lalu diayak dengan saringan. Pestisida nabati dalam bentuk serbuk yang dicampur ke dalam kantong teh tanpa dicampur dengan air atau bahan lain (Wulansari *et al.*, 2019).

2.2 Variabel Pengamatan

2.2.1 Mortalitas *C. chinensis*

Satu set percobaan memiliki 32 satuan. Pengamatan ini dilakukan sekali setiap minggu selama 28 hari, menghitung kematian *C. chinensis* setelah aplikasi. Untuk menghitung tingkat kematian hama kumbang kacang hijau, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$M = a/b \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: M = presentase mortalitas hama *C. chinensis* (%), a = *C. chinensis* mati, b = *C. chinensis* yang digunakan.

2.2.2 Susut Bobot Kacang Hijau

Perhitungan tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat penurunan nafsu makan pada *C. chinensis* setelah perlakuan dan untuk mengurangi jumlah susut bobot yang dicatat untuk setiap percobaan. Untuk menghitung presentase susut bobot kacang hijau, rumus berikut digunakan:

$$P = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan : P = susut bobot biji (%), a = Bobot semula (g), b = Bobot akhir (g)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Mortalitas Kumbang Biji Kacang Hijau (*Callosobruchus chinensis* L.)

Data hasil pengamatan kumbang biji kacang hijau dianalisis dengan ANARA taraf 5%. Data berpengaruh nyata terhadap mortalitas kumbang biji kacang hijau pada 21 HSA dan 28 HSA. Kemudian hasil dari ANARA dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5% (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata Mortalitas (%) *C. chinensis* Akibat Pemberian Serbuk Daun Jeruk Purut pada Berbagai Dosis

Perlakuan	Mortalitas <i>C. chinensis</i> (%) pada Pengamatan ke-			
	7 HSA	14 HSA	21 HSA	28 HSA
D0	2,50	5,83	11,67 a	11,67 a
D1	5,00	10,00	23,33 b	23,33 b
D2	5,00	9,17	27,50 b	27,50 b
D3	9,17	13,33	42,50 c	49,17 c
F-hitung	tn	tn	**	**

Keterangan : Rata-rata yang diikuti huruf yang tidak sama berbeda nyata pada uji DMRT (5%). D (dosis), D0 (kontrol), D1 (8 g), D2 (10 g), D3 (12 g), HSA (Hari setelah aplikasi), tn (tidak nyata pada taraf 5%), ** (berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%).

Tabel 2. Rata-rata Mortalitas (%) *C. chinensis* Akibat Pemberian Serbuk Daun Kemangi pada Berbagai Dosis

Perlakuan	Mortalitas <i>C. chinensis</i> (%) pada Pengamatan ke-			
	7 HSA	14 HSA	21 HSA	28 HSA
D0	0,83	3,33	8,33 a	8,33 a
D1	0,83	4,17	11,67 a	11,67 a
D2	3,33	5,00	21,67 b	21,67 b
D3	6,67	7,50	30,00 c	30,00 c
F-hitung	tn	tn	**	**

Keterangan : Rata-rata yang diikuti huruf yang tidak sama berbeda nyata pada uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) 5%. D (dosis), D0 (kontrol), D1 (8 g), D2 (10 g), D3 (12 g), HSA = Hari setelah aplikasi, tn = tidak nyata pada taraf 5%, ** = berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian serbuk daun jeruk purut dengan dosis 12 g memberikan mortalitas tertinggi *C. chinensis* sebesar 49,17% pada 28 HSA, sedangkan serbuk daun kemangi dosis 12 g menghasilkan mortalitas tertinggi sebesar 30,00%. Meskipun tidak mencapai tingkat kematian $\geq 80\%$ seperti kriteria efektivitas insektisida, angka ini tetap menunjukkan potensi pengendalian hama gudang menggunakan bahan nabati.

Hasil menunjukkan bahwa pemberian serbuk daun kemangi menunjukkan adanya pengaruh nyata pada 21 HSA dan 28 HSA. Mortalitas terendah terjadi pada kontrol (D0) dan mortalitas tertinggi terjadi pada D3 yaitu daun kemangi dengan dosis 12 g sebesar 30,00%. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan menunjukkan bahwa perlakuan serbuk daun jeruk purut dengan dosis 12 g menyebabkan mortalitas *C. chinensis* tertinggi sebesar 49,17% (Tabel 1), sedangkan mortalitas terendah terjadi pada perlakuan kontrol sebesar 8,33% (Tabel 2). Rendahnya mortalitas pada kontrol terjadi karena tidak adanya perlakuan pestisida nabati atau rendahnya dosis yang menyebabkan kurangnya daya toksik untuk mengendalikan kumbang biji kacang hijau karena tidak terdapat senyawa seperti minyak atsiri yang dapat menjadi racun pada hama sehingga hama tersebut masih dapat bertahan hidup.

Hasil menunjukkan bahwa baik pestisida nabati maupun pestisida serbuk daun jeruk purut hanya menyebabkan kematian hama *C. chinensis* sebesar 30,00%, dan tingkat kematian tertinggi hanya 49,17%. Menurut Mumford & Norton (1984), hanya insektisida yang dapat membunuh 80% seras hama. Menurut Amin *et al.*, (2016) senyawa minyak atsiri adalah komponen utama daun jeruk purut, dengan sitronelal 81,49% dan komponen tambahan seperti sitronelol, geraniol, dan linalol. Daun jeruk purut juga mengandung steroid dan tannin, racun kontak yang terdapat pada daun masuk ke tubuh serangga melalui kulitnya. Racun kemudian menyebar ke system syaraf dan seluruh tubuh serangga, menyebabkan kelumpuhan dan kematian (Moki, 2014).

Selain itu, daun kemangi mengandung minyak atsiri seperti asam etiloktadekanoat (14,83 %), asam etil 9-oktadekanoat (10,62%), metil eugenol (4,88%), geraniol (7,86%), linalool (2,03%) dan

senyawa lainnya (Sri Budi S, 2008). Senyawa daun kemangi bertindak sebagai racun kontak yang masuk melalui kutikula kulit. Efek bakar dapat terjadi, terutama karena eugenol. Eugenol memiliki kemampuan untuk melemahkan dan mengganggu sistem syaraf serangga, yang mengakibatkan kematian larva (Ridhwan & Isharyanto, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian, daun jeruk purut menghasilkan tingkat kematian *C. chinensis* yang lebih tinggi dibandingkan daun kemangi. Temuan ini sejalan dengan Suthisut *et al.*, (2011) dan Singh *et al.*, (2007) yang melaporkan potensi minyak atsiri dari jeruk purut dan kemangi sebagai insektisida nabati. Meskipun efektivitas keduanya dalam mengendalikan *C. chinensis* tidak maksimal, kandungan senyawa aktif pada kedua jenis daun tersebut tetap berkontribusi dalam meningkatkan mortalitas *C. chinensis* pada penelitian ini.

Temuan ini konsisten dengan laporan Suthisut *et al.*, (2011) yang menyebutkan minyak atsiri *C. hystrix* memiliki sifat racun kontak dan repelen terhadap *Sitophilus zeamais* dan *Tribolium castaneum*. Selain itu, Singh (2007) juga melaporkan bahwa ekstrak *O. sanctum* mengandung eugenol yang mampu menyebabkan kelumpuhan serangga dengan mengganggu sistem saraf pusat. Mekanisme ini sejalan dengan studi Adedire *et al.*, (2020) dan Naduvilthara *et al.*, (2022) yang menemukan bahwa monoterpen seperti sitronelal dapat menghambat enzim asetilkolinesterase sehingga mengganggu transmisi impuls saraf pada serangga.

Kandungan minyak atsiri pada daun jeruk purut dan kemangi juga memiliki efek fumigan yang mampu mengurangi aktivitas makan hama gudang (Jayaram *et al.*, 2022; Patiño-Bayona *et al.*, 2021). Efek ini berkontribusi pada penurunan mortalitas secara bertahap selama periode penyimpanan, sebagaimana terlihat dalam penelitian ini. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun tingkat mortalitas tidak sangat tinggi, aplikasi rutin atau kombinasi dengan metode pengendalian lain berpotensi meningkatkan efektivitasnya (Sanjaya *et al.*, 2021).

3.2 Susut Bobot Kacang Hijau setelah Aplikasi Pestisida Nabati

Penelitian menunjukkan bahwa menambahkan serbuk daun jeruk purut dan kemangi ke kacang hijau terserang *C. chinensis* mengubah beratnya. Uji DMRT menunjukkan bahwa perlakuan D0 atau kontrol menyebabkan penyusutan bobot terbesar, dan perlakuan D2 dan D3 menyebabkan penyusutan terendah pada daun jeruk purut maupun kemangi. Tabel 3 dan 4 menunjukkan hasil yang diperoleh.

Tabel 3. Susut Bobot Kacang Hijau Terserang *C. chinensis* Setelah Aplikasi Serbuk Daun Jeruk Purut

Perlakuan	Susut Bobot (%)
D0	3,00
D1	2,00
D2	1,00
D3	1,00
F-hitung	tn

Keterangan : D (dosis), D0 (kontrol), D1 (8 g), D2 (10 g), D3 (12 g), tn = tidak nyata taraf 5%.

Tabel 4. Susut Bobot Kacang Hijau Terserang *C. chinensis* Setelah Aplikasi Serbuk Daun Kemangi

Perlakuan	Susut Bobot (%)
D0	6,00 c
D1	2,50 b
D2	1,00 a
D3	1,00 a
F-hitung	*

Keterangan : Rata-rata yang diikuti huruf yang tidak sama berbeda nyata pada uji DMRT 5%: D (dosis), D0 (kontrol), D1 (8 g), D2 (10 g), D3 (12 g), * = nyata pada taraf 5%.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kacang hijau kehilangan berat setelah 28 hari penyimpanan. Penyusutan berat berbeda antara perlakuan dan kontrol. Perlakuan D0 (kontrol) sebesar 6,00% menghasilkan susut bobot kacang hijau tertinggi (Tabel 4). Perlakuan yang menggunakan pestisida nabati menyebabkan susut bobot kacang hijau yang lebih rendah karena *C. chinensis* terpapar racun dari minyak atsiri daun kemangi dan serbuk daun jeruk purut, yang menghalangi *C. chinensis* untuk bertahan hidup dan memakan biji kacang hijau.

Karena sifatnya yang menekan nafsu makan, sehingga tiap percobaan dapat mengurangi nilai susut bobot biji kacang hijau (Tabel 3 dan Tabel 4). Karena kekurangan pestisida nabati, semua kacang hijau mengalami penyusutan selama perlakuan kontrol. Pendapat tersebut sejalan dengan pernyataan Saenong (2017) bahwa kekurangan pestisida nabati menyebabkan tingginya gejala kerusakan pada kontrol dan kurangnya metabolit sekunder seperti acetogenin dan minyak atsiri, yang mengurangi daya selera makan hama.

Penurunan susut bobot pada perlakuan daun jeruk purut dan kemangi dibandingkan kontrol menunjukkan bahwa kedua bahan nabati ini tidak hanya menyebabkan kematian serangga tetapi juga menurunkan aktivitas makan hama. Mekanisme penghambatan makan ini telah didokumentasikan dalam studi Chado *et al.* (2022) pada ekstrak kulit jeruk, yang menunjukkan bahwa aroma dan senyawa volatil tertentu dapat mengganggu penciuman dan perilaku makan serangga target.

Efek kombinasi racun kontak, repelen, dan penghambatan makan membuat pestisida nabati ini relevan untuk diterapkan dalam sistem penyimpanan terpadu (Nerio *et al.*, 2010; Singh *et al.*, 2021). Namun, efektivitasnya dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan cara aplikasi (Li *et al.*, 2025). Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu menguji formulasi yang lebih stabil dan teknik aplikasi yang dapat mempertahankan konsentrasi senyawa aktif selama periode penyimpanan yang lebih lama.

Dalam penelitian ini, diketahui bahwa baik daun jeruk purut maupun daun kemangi sama-sama memiliki senyawa yang memiliki potensi dalam mengendalikan hama dan mempertahankan mutu biji. Namun, berdasarkan hasil uji, baik daun jeruk purut maupun daun kemangi belum dapat dikatakan efektif karena tidak memenuhi kriteria minimal dalam mematikan serangga uji.

4. KESIMPULAN

Aplikasi pestisida nabati berupa serbuk daun jeruk purut dosis 12 g menghasilkan mortalitas *C. chinensis* tertinggi, yaitu 49,17%, sedangkan aplikasi serbuk daun kemangi dosis 12 g menghasilkan mortalitas tertinggi sebesar 30,00%. Kehilangan bobot biji kacang hijau tertinggi terjadi pada perlakuan kontrol, yaitu 3,00% pada uji daun jeruk purut dan 6,00% pada uji daun kemangi. Sebaliknya, kehilangan bobot terendah ditemukan pada dosis 10 g dan 12 g untuk kedua jenis daun, masing-masing sebesar 1,00%. Hasil ini menunjukkan bahwa daun jeruk purut dan daun kemangi, khususnya pada dosis 12 g, berpotensi efektif dalam menekan populasi *C. chinensis* dan mengurangi kehilangan bobot biji kacang hijau selama penyimpanan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adedire, C. O., & O. E. Ajayi. 2003. Potential of sandpaper, *Hura crepitans* L. seed oil for protection of cowpea seeds from *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 110(6): 602-610.
- Adedire, C. O., & L. Ajayi. 2020. Insecticidal activity of plant powders against the cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Applied Tropical Agriculture*. 25(1): 60-66.

- Amin, I. D., R. Hestningsih, & S. Yuliawati. 2016. Pengujian daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) sebagai zat penolak alami bagi kecoa jerman (*Blatella germanica*) dewasa di laboratorium. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(1): 127-133.
- Chado, Z. M., M. M. Mohammed, U. N. Gimba, & A. Hamzat. 2022. Insecticidal activities of total crude extracts of Citrus peels on *Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774) pest of smoked fish. *Tropical Journal of Engineering, Science and Technology*. 1(1): 51-61.
- Gu, Y. Q., Y. C. Zhang, Y. Zhang, Y. H. Li, D. Wang, & S. S. Du. 2025. Chemical composition and insecticidal activity of *Ocimum basilicum* and *Ocimum × africanum* essential oil. *Chemistry & Biodiversity*.
- Jayaram, C. S., N. Chauhan, S. K. Dolma, & S. G. Eswara Reddy. 2022. Chemical composition and insecticidal activities of essential oils against the pulse beetle. *Molecules*. 27(2):568.
- Lestari, E., M. Kiptiah & A. Apifah. 2017. Karakterisasi tepung kacang hijau dan optimasi penambahan tepung kacang hijau sebagai pengganti tepung terigu dalam pembuatan kue bingka. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*. 4(1): 20-34.
- Li, H., S. Qiao, & S. Zhang. 2025. Essential oils in grain storage: a comprehensive review of insecticidal and antimicrobial constituents, mechanisms, and applications for grain security. *Journal of Stored Products Research*. 111: 102537.
- Moki, M. 2014. Uji efektifitas tiga jenis kulit jeruk sebagai insektisida nabati dalam menekan populasi dan serangan kumbang beras (*Sitophilus oryzae*). *Jurnal Program Study Agroteknologi Fakultas Pertanian Negeri Gorontalo*. 35(3) : 131-142.
- Mumford, J. D., & G. A. Norton. 1984. Economic of Decision Making in Pest Management. *Ann. Rev. Entomol*. 29 : 157-174.
- Negbenebor, H. E., S. Nura, & U. Sharif. 2019. Efficacy of three plants ethanolic extracts as protectants against cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* Fabricius [Coleoptera: Chrysomelidae]) infestation in hermetic storage condition. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences (DUJOPAS)*. 5(2b): 193-201.
- Nerio, L. S., J. Olivero-Verbel, & E. Stashenko. 2010. Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource Technology*. 101(1): 372-378.
- Novera, R., Hasanuddin & Safrida. 2017. Pemanfaatan ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) sebagai insektisida alami pembasmi larva instar III *Culex* sp. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*. 2(1): 78-89.
- Nurhidayah, S. 2021. Pengaruh pestisida nabati daun jeruk purut terhadap pengendalian hama *Callosobruchus chinensis* L. dan mutu benih kacang hijau. *Doctoral dissertation*. Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
- Nurmaulina, W., & D. W. Sumekar. 2016. Upaya pengendalian vektor demam berdarah dengue, *Aedes aegypti* L. menggunakan bioinsektisida. *Medical Journal of Lampung University [MAJORITY]*. 5(2): 131-135.
- Octavia, D., S. Andriani, M. A. Qirom, & F. Azwar. 2008. Keanekaragaman jenis tumbuhan sebagai pestisida alami di savana bekol taman nasional baluran. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5(4): 355-365.
- Oyedeji, A. O., W. O. Okunowo, A. A. Osuntoki, T. B. Olabode, & F. Ayo-folorunso. 2020. Insecticidal and biochemical activity of essential oil from Citrus sinensis peel and constituents on *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus zeamais*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 168: 104643.
- Patiño-Bayona, W. R., L. J. Nagles Galeano, J. J. Bustos Cortes, W. A. Delgado Ávila, E. Herrera Daza, L. E. C. Suárez, J. A. Prieto-Rodríguez, & O. J. Patiño-Ladino. 2021. Effects of essential oils from 24 plant species on *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae). *Insects*. 12(6): 532.
- Ridhwan, M., dan Isharyanto. 2016. Potensi kemangi sebagai pestisida nabati. *Jurnal Serambi Saintia*. 4(1) : 18-26.

- Rosmanto, R., A. Sutikno & D. Salbiah. 2017. Uji beberapa dosis tepung biji lada hitam (*Piper nigrum* L.) untuk mengendalikan hama *Callosobruchus chinensis* L. pada biji kacang hijau di penyimpanan. *Jurnal Sagu*. 15(2): 21-30.
- Sanjaya, Y., A. Dinyati, D. Syahwa, I. D. Aulia, M. S. Rijal, Priyanti, A. Khairiah, R. Riyanti, S. Lathifah, & M. Des. 2021. Studi eksplorasi pemanfaatan jenis-jenis tanaman sebagai pestisida nabati di Perumahan Pondok Arum Kecamatan Karawaci Kota Tangerang Banten. *Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang*. 1: 267-279.
- Saenong, M. S. 2017. Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus* spp.). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 35(3): 131.
- Singh, S., M. Taneja, & D. K. Majumdar. 2007. Biological activities of *Ocimum sanctum* L. fixed oil—an overview. *Indian Journal of Experimental Biology*. 45(5): 403-412.
- Singh, K. D., A. J. Mobolade, R. Bharali, D. Sahoo, & Y. Rajashekar. 2021. Main plant volatiles as stored grain pest management approach: a review. *Journal of Agriculture and Food Research*. 4: 100127.
- Stefanazzi, N., T. Stadler, & A. Ferrero. 2011. Composition and toxic, repellent, and feeding deterrent activity of essential oils against the stored-grain pests *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Pest Management Science*. 67(6): 639-646.
- Sulianti, S. B. 2008. Studifitokimia *Ocimum* spp.: komponen kimia minyak atsiri kemangi dan ruku-ruku. *Berita Biologi*. 9(3): 237-240.
- Suthisut, D., R. Fields, & P. Chandrapatya. 2011. Contact toxicity, feeding reduction, and repellency of essential oils from *Citrus hystrix* and *Cymbopogon citratus* against *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*. *Journal of Economic Entomology*. 104(4): 1445-1454.
- Visakh, N. U., B. Pathrose, M. Chellappan, M. T. Ranjith, P. V. Sindhu, & D. Mathew. 2022. Chemical characterisation, insecticidal and antioxidant activities of essential oils from four *Citrus* spp. fruit peel waste. *Food Bioscience*. 50(B): 102163.
- Wulansari, A., N. Rochman & S. Setyono. 2019. The insecticide toxicity and repelling ability of jeruk purut (*Citrus hystrix* D.C.) leaf extract on maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motsch). *Jurnal Agronida*. 5(1): 36-44.
- Yustina, M. S. W. & H. N. Nansi. 2019. Pengaruh ekstrak daun mimba terhadap perkembangan hama *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera : Bruchidae). *Journal of Sustainable Dryland Agriculture*. 12(2): 126-130.