

Pengaruh Ekstrak *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* Sebagai Insektisida Terhadap Hama *Sitophilus* Spp Pada Benih Jagung

Effect of Stenochlaena palustris and Mikania micrantha Extracts as Insecticides against Sitophilus Spp. on Maize Seeds

Lipacoy Turnip, Fitriani*, Kartika Aprilia Putri, Beni Al Fajar, Yonadiah Dwitya

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Langsa-Aceh

*Penulis korespondensi: fitriani@unsam.ac.id

Received April 2026, Accepted May 2026, Published August 2026

ABSTRAK

Serangan *Sitophilus* spp. pada benih jagung selama penyimpanan dapat menurunkan mutu dan viabilitas benih. Pemanfaatan insektisida nabati berbahan tumbuhan lokal berpotensi menjadi alternatif pengendalian yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* sebagai insektisida nabati terhadap *Sitophilus* spp. serta pengaruhnya terhadap viabilitas benih jagung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas enam perlakuan dan lima ulangan, yaitu kontrol positif, kontrol negatif, serta campuran bubuk kedua tanaman dengan perbandingan 1:1 pada dosis 1 g, 2 g, 3 g, dan 4 g per 30 butir benih jagung. Setiap unit percobaan diinfestasikan dengan tiga pasang imago *Sitophilus* spp. Parameter yang diamati meliputi mortalitas serangga, intensitas serangan, susut bobot benih, dan daya kecambah setelah penyimpanan selama 30 hari. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap mortalitas, dan viabilitas benih. Campuran bubuk *S. palustris* dan *M. micrantha* pada dosis tertinggi memberikan efektivitas terbaik dengan mortalitas mencapai 100%, intensitas serangan $\leq 0,27\%$, dan susut bobot benih $\leq 4,5\%$. Selain itu, viabilitas benih tetap tinggi dengan daya kecambah mencapai 100% pada hari ke-7. Dengan demikian, campuran bubuk *S. palustris* dan *M. micrantha* berpotensi sebagai insektisida nabati yang efektif dalam pengendalian *Sitophilus* spp. pada benih jagung selama penyimpanan.

Kata kunci: benih jagung; *Stenochlaena palustris*; *Mikania micrantha*; *Sitophilus* spp

ABSTRACT

Infestation by *Sitophilus* spp. in maize seeds during storage can reduce seed quality and viability. The use of botanical insecticides derived from local plants offers a potential eco-friendly control alternative. This study aimed to evaluate the effectiveness of a mixture of *Stenochlaena palustris* and *Mikania micrantha* powders as a botanical insecticide against *Sitophilus* spp. and to assess its impact on maize seed viability. An experimental approach using a Completely Randomized Design (CRD) was employed, comprising six treatments and five replicates: a positive control, a negative control, and mixtures of the two plant powders (1:1 ratio) at dosages of 1 g, 2 g, 3 g, and 4 g per 30 maize seeds. Each experimental unit was infested with three pairs of adult *Sitophilus* spp. Parameters observed included insect mortality, infestation intensity, seed weight loss, and germination capacity after 30 days of storage. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) at a 5% significance level, followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results indicated that the treatments significantly affected insect mortality and seed viability. The mixture of *S. palustris* and *M. micrantha* powders at the highest dosage demonstrated the greatest effectiveness, achieving 100% mortality, an infestation intensity of $\leq 0.27\%$, and seed weight loss of $\leq 4.5\%$. Furthermore, seed viability remained high, with germination reaching 100% by day 7. Thus, the mixture of *S. palustris* and *M. micrantha* powders shows potential as an effective botanical insecticide for controlling *Sitophilus* spp. in stored maize seeds.

Keywords: maize seeds; *Stenochlaena palustris*; *Mikania micrantha*; *Sitophilus* spp

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays*) merupakan komoditas pangan penting di dunia selain gandum dan padi. Di kawasan Amerika Tengah dan Selatan, jagung menjadi sumber utama karbohidrat, sementara di Amerika Serikat dimanfaatkan sebagai salah satu

alternatif bahan pangan. Secara gizi, jagung mengandung sekitar 74,26 gram karbohidrat per 100 gram bagian yang dapat dikonsumsi, dengan nilai energi mencapai 365 kkal, sehingga berpotensi besar dijadikan bahan pangan pokok. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi jagung nasional pada tahun 2023 mencapai sekitar 14,46 juta ton

dengan luas panen 2,49 juta hektare. Pada tahun 2024, produksi meningkat menjadi sekitar 15,21 juta ton dengan luas panen 2,58 juta hektare, menunjukkan adanya tren peningkatan produksi jagung nasional dalam beberapa tahun terakhir (BPS, 2024). Data tersebut menunjukkan bahwa komoditas jagung memiliki kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan subsektor tanaman pangan serta perekonomian nasional secara umum. Namun demikian, dalam beberapa waktu terakhir terjadi kecenderungan penurunan produktivitas jagung. Salah satu faktor penyebabnya adalah rendahnya mutu benih yang digunakan. Penurunan kualitas benih ini antara lain dipengaruhi oleh serangan berbagai hama selama masa penyimpanan, termasuk kumbang dari genus *Sitophilus* spp.

Sitophilus merupakan salah satu hama utama yang menyerang komoditas biji-bijian selama masa penyimpanan. Infestasi serangga ini mengakibatkan kerusakan fisik pada biji, ditandai dengan terbentuknya lubang, meningkatnya kerapuhan, serta hancurnya biji hingga menjadi butiran halus atau serbuk (Wu *et al.*, 2022). *Sitophilus* spp. juga menyerang komoditas tanaman pangan penting lainnya seperti padi, sorghum, dan gandum (Hendriani *et al.*, 2019). Hama ini dapat menyebabkan kerusakan biji jagung hingga $\pm 68\%$ dan susut berat sekitar $\pm 51\%$ setelah enam bulan penyimpanan (Jallow *et al.*, 2021; Laili *et al.*, 2022). Selain itu, hama *Sitophilus* spp. juga menyebabkan penurunan mutu dan daya kecambah benih jagung selama penyimpanan (Acheampong *et al.*, 2019). Dengan demikian, diperlukan strategi alternatif untuk mengendalikannya hama tersebut, salah satunya melalui penggunaan insektisida nabati yang bersumber dari tumbuhan seperti *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha*.

Stenochlaena palustris merupakan jenis paku-pakuan yang hidup di area perkebunan kelapa sawit. Gulma ini dapat menghambat pertumbuhan kelapa sawit melalui kompetisi unsur hara. Meskipun demikian, tanaman tersebut diketahui mengandung beragam senyawa metabolit sekunder yang memiliki peranan penting dalam aktivitas pengendalian dan pembasmian hama. Fahrani *et al.*, (2018) melaporkan bahwa *Stenochlaena palustris* mengandung alkaloid, saponin, flavonoid, tannin, dan steroid. Selain itu, Egra (2019) menyatakan bahwa tanaman *Stenochlaena palustris* mengandung senyawa alkaloid, saponin, dan tanin yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus sobrinus*.

Mikania micrantha Kunth merupakan gulma invasif yang mampu menghambat pertumbuhan tanaman di sekitarnya melalui mekanisme alelopati yang melibatkan produksi senyawa fenolik, flavonoid, dan terpenoid (Chen, Bao-Ming *et al.*, 2023). Selain sebagai tanaman pengganggu, ekstrak *M. micrantha* juga dilaporkan memiliki potensi sebagai bioherbisida (Alridiawirah *et al.*, 2020), aktivitas antibakteri yang kuat terhadap berbagai patogen (Li, *et al.*, 2013; Bera *et al.*, 2023), serta aktivitas antirayap yang menjanjikan sebagai agen pengendali hayati ramah lingkungan (Indrayani dan Alkhadi, 2021).

Berdasarkan potensi yang dimiliki *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* sebagai agen pengendali hayati, pemberian dalam bentuk serbuk diharapkan mampu menekan populasi hama *Sitophilus* spp. pada benih jagung selama penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2020 di Laboratorium Dasar Universitas Samudra. Peralatan yang digunakan meliputi termometer, higrometer, keranjang plastik, ember, saringan, kain kasa berukuran 30 × 30 cm, germinator, timbangan analitik, oven, *hot plate*, *conductivity meter*, gelas ukur 250 mL, cawan petri, desikator, pinset, stoples, karung, plastik, label, alat tulis, dan kertas merang. Bahan yang digunakan terdiri atas tumbuhan *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha*, etanol, deterjen, benih jagung hibrida, serta imago *Sitophilus* spp.

Populasi dan Sampel

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas enam perlakuan dan lima ulangan sehingga diperoleh 30 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri atas 30 butir benih jagung dan tiga pasang imago *Sitophilus* spp., sehingga total benih yang digunakan sebanyak 900 butir dan jumlah imago sebanyak 90 pasang. Perlakuan yang digunakan terdiri atas K (kontrol positif), KN (kontrol negatif), P1 (pemberian 1 g campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha*), P2 (pemberian 2 g campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha*), P3 (pemberian 3 g campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha*), serta P4 (pemberian 4 g campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha*). Bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* dengan perbandingan 1:1.

Imago *Sitophilus* spp. yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari gudang penyimpanan benih jagung yang telah terserang hama di Kota Langsa. Imago tersebut kemudian direaring di Laboratorium Dasar Universitas Samudra dengan cara dipelihara dalam stoples yang ditutup menggunakan kain kasa untuk menjaga sirkulasi udara serta mencegah serangga keluar. Selama pemeliharaan, imago diberi pakan berupa benih jagung hingga diperoleh serangga uji yang siap digunakan dalam penelitian.

Cara Kerja

Daun, batang, dan akar *Stenochlaena palustris* serta *Mikania micrantha* dibersihkan, dikeringkan, kemudian digiling hingga menjadi serbuk. Sebanyak 500 g serbuk masing-masing tanaman dimaserasi menggunakan etanol dengan perbandingan bahan dan pelarut sebesar 1:10 selama 24 jam pada suhu

ruang ($27 \pm 2^\circ\text{C}$). Hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring, kemudian filtrat diuapkan menggunakan *hot plate* pada suhu 40°C hingga diperoleh ekstrak pekat. Ekstrak pekat masing-masing tanaman sebanyak 10 g kemudian dicampurkan dengan 5 g deterjen sebagai bahan perekat, selanjutnya dikeringkan hingga diperoleh formulasi insektisida nabati berbentuk bubuk yang digunakan sebagai bahan perlakuan pada benih jagung (Damayanti, 2012).

Media percobaan disiapkan menggunakan stoples berukuran sedang yang bagian dasarnya dilapisi karung. Setiap stoples diisi dengan 30 butir benih jagung, kemudian diaplikasikan campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* sesuai dosis perlakuan. Selanjutnya, tiga pasang imago *Sitophilus* spp. dimasukkan ke dalam setiap stoples. Seluruh unit percobaan disusun secara acak di dalam kardus dan disimpan selama 30 hari pada suhu ruang ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) dengan kelembapan relatif sekitar $70 \pm 5\%$, serta terhindar dari paparan sinar matahari langsung.

Uji toksisitas dilakukan setelah penyimpanan selama 30 hari dengan mengamati mortalitas imago *Sitophilus* spp. pada setiap unit percobaan berdasarkan metode *bioassay* insektisida serangga gudang (Busvine, 1971). Serangga dinyatakan mati apabila tidak menunjukkan respons terhadap rangsangan mekanik. Uji viabilitas benih dilakukan setelah uji toksisitas menggunakan benih jagung yang telah disimpan selama 30 hari. Benih dari masing-masing perlakuan dikecambahkan menggunakan metode *top of paper* pada cawan petri yang dilapisi kapas lembab sesuai standar International Seed Testing Association dan mengacu pada prinsip evaluasi viabilitas benih (Copeland dan McDonald, 2001). Parameter yang diamati meliputi persentase daya kecambah dan karakteristik perkecambahan.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan uji ANOVA pada taraf signifikansi 5% yang kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) (Gomez dan Gomez, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Mortalitas Hama *Sitophilus* spp

Berdasarkan hasil pengamatan, pemberian campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* menunjukkan pengaruh terhadap persentase mortalitas *Sitophilus* spp. pada benih jagung. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$), sehingga pengujian dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf nyata 5% yang disajikan pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pengaruh aplikasi ekstrak bubuk gulma *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* terhadap persentase mortalitas hama *Sitophilus* spp pada benih jagung antar perlakuan. Semakin tinggi dosis bubuk insektisida alami *Stenochlaena palustris*

dan *Mikania micrantha* yang diaplikasikan pada *Sitophilus* spp, semakin tinggi persentase mortalitas hama. Persentase kematian hama paling tinggi terdapat pada perlakuan K, P3 dan P4 yaitu 100% baik pada Minggu ke-1, Minggu ke-2, Minggu ke-3 dan 4. Perlakuan P1 (1 g) mampu meningkatkan mortalitas secara bertahap, yaitu dari 50% pada minggu pertama menjadi 83,3% pada minggu ketiga dan mencapai 100% pada minggu keempat. Hal ini menunjukkan bahwa dosis 1 g masih efektif menekan populasi *Sitophilus* spp., namun membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan dosis yang lebih tinggi. Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan jumlah senyawa aktif yang lebih rendah sehingga proses gangguan fisiologis terhadap serangga berlangsung secara bertahap.

Tabel 1. Persentase Mortalitas Hama *Sitophilus* spp/Minggu

Perlakuan	Rata-Rata Persentase Mortalitas Hama/Minggu			
	M1	M2	M3	M4
K	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
TK	0,0 ^d	0,00 ^c	0,00 ^b	16,6 ^b
P1	50 ^c	66,6 ^b	83,3 ^a	100 ^a
P2	66,6 ^b	83,3 ^{ab}	100 ^a	100 ^a
P3	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
P4	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan berdasarkan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa bahwa penggunaan ekstrak bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* pada konsentrasi 3 g dan 4 g mampu meningkatkan mortalitas hama hingga 100%, yang menunjukkan bahwa tingkat kematian hama tergolong sangat tinggi. Tingkat mortalitas tersebut telah memenuhi kriteria efektivitas pengendalian hama yang ditunjukkan oleh persentase kematian sebesar $\geq 70\%$ termasuk kategori tinggi (Santoso dan Antralina, 2011; Dadang dan Priyono, 2011). Tingginya mortalitas hama diduga berkaitan dengan kandungan metabolit sekunder bioaktif yang terdapat dalam ekstrak kedua tanaman tersebut. Beberapa penelitian terbaru melaporkan bahwa *Stenochlaena palustris* mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenolik, dan triterpenoid yang memiliki aktivitas biologis tinggi dan berpotensi memberikan efek toksik terhadap organisme target (Roanisca, 2024; Irmawan *et al.*, 2025). Senyawa-senyawa tersebut diketahui dapat mengganggu sistem fisiologis serangga, termasuk aktivitas enzim dan sistem pencernaan, sehingga berpotensi bertindak sebagai insektisida nabati.

Selain itu, *Mikania micrantha* juga diketahui mengandung berbagai allelokimia seperti fenolik, flavonoid, alkaloid, dan terpenoid yang berperan

dalam mekanisme alelopati serta memiliki aktivitas biologis terhadap serangga dan mikroorganisme (Chen *et al.*, 2023; Ismail dan Chong, 2024). Kombinasi senyawa bioaktif dari *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* tersebut diduga berkontribusi terhadap tingginya tingkat mortalitas hama yang diamati, sehingga kedua tanaman ini berpotensi dikembangkan sebagai agens pengendali hayati ramah lingkungan terhadap hama gudang, termasuk *Sitophilus* spp.

2. Kecepatan Kematian Hama *Sitophilus* spp

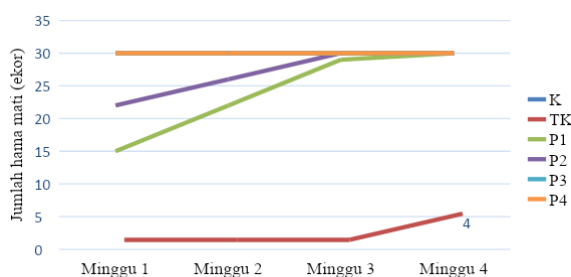
Berdasarkan hasil pengamatan, pemberian campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* menunjukkan pengaruh terhadap kecepatan kematian *Sitophilus* spp. pada benih jagung. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$), sehingga pengujian dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf nyata 5% yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Kecepatan Kematian Hama *Sitophilus* spp/Hari

Perlakuan dosis pestisida (g bubuk)	Persentase kematian hama per hari
K	72,8 ^a
TK	3,8 ^c
P1	64,5 ^b
P2	68,9 ^{ab}
P3	72,8 ^a
P4	72,8 ^a

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan berdasarkan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2, kecepatan kematian hama paling tinggi terdapat pada perlakuan K, P3, dan P4 masing-masing sebesar 72,8 %. Sedangkan hasil paling rendah terdapat pada perlakuan TK yaitu sebesar 3,8 %. Hal ini menunjukkan bahwa bubuk pestisida alami cukup efektif dan memiliki hasil yang tidak berbeda dengan pestisida kimia. Berdasarkan data yang diperoleh, grafik kecepatan kematian hama per minggu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kecepatan Kematian Hama / Minggu

Perlakuan K, P3, dan P4 mengalami laju kematian konstan, karena pada minggu pertama pengamatan semua hama yang diaplikasikan insektisida nabati *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* mengalami kematian. Sedangkan untuk perlakuan TK, P1, dan P2 mengalami peningkatan seiring waktu pengamatan. Laju kematian paling rendah terdapat pada perlakuan TK, dan laju kematian paling tinggi terdapat pada perlakuan P4, P3, dan K, dengan kecepatan kematian hama *Sitophilus* spp. yang konstan.

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 1, perlakuan K, P3, dan P4 menunjukkan kecepatan kematian hama tertinggi, yang ditandai dengan kematian seluruh individu *Sitophilus* spp. pada minggu pertama pengamatan. Hasil ini mengindikasikan bahwa aplikasi pestisida nabati berbahan *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* memiliki efektivitas yang sangat tinggi dalam mengendalikan hama gudang. Sebaliknya, pada perlakuan TK (tanpa perlakuan) laju kecepatan kematian hama sangat rendah, yang menunjukkan bahwa tanpa aplikasi pestisida, hama mampu bertahan hidup selama periode penyimpanan.

Perbandingan kecepatan kematian hama antara perlakuan pestisida nabati dan perlakuan pestisida kimia komersial menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, yang mengindikasikan bahwa pestisida nabati memiliki efektivitas yang setara dengan pestisida kimia dalam menekan populasi *Sitophilus* spp. selama penyimpanan benih jagung. Laju kecepatan kematian hama juga mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu penyimpanan, diduga berkaitan dengan akumulasi efek toksik senyawa bioaktif dari pestisida nabati terhadap hama sasaran.

Pestisida nabati umumnya bekerja melalui beberapa mekanisme, antara lain *antifeedant*, yaitu mengganggu aktivitas makan dengan menurunkan nafsu makan dan menghambat kemampuan serangga untuk mencerna makanan, sehingga hama mengalami kelaparan fisiologis (Isman, 2020; Regnault-Roger *et al.*, 2018). Walaupun *Sitophilus* spp. dilaporkan memiliki kemampuan bertahan hidup tanpa asupan makanan hingga sekitar ± 36 hari (Babarinde *et al.*, 2008), senyawa aktif dalam pestisida nabati tidak hanya menyebabkan efek *antifeedant*, tetapi juga dapat mengganggu sistem hormonal, proses pergantian kulit (ekdisis), sistem saraf, serta komunikasi kimia serangga, yang pada akhirnya menimbulkan stres fisiologis dan kematian (Pavela dan Benelli, 2016; Benelli *et al.*, 2017). Dengan demikian, tingginya kecepatan kematian hama pada perlakuan pestisida nabati menunjukkan bahwa mekanisme kerja insektisida nabati bersifat kompleks dan multifungsi, sehingga efektif dalam mengendalikan *Sitophilus* spp. pada penyimpanan benih jagung.

3. Intensitas Serangan Hama

Intensitas serangan hama *Sitophilus* spp. pada benih jagung menentukan efektivitas perlakuan

insektisida nabati dalam menanggulangi serangan hama. Berdasarkan nilai skala standar kategori serangan hama yang disebutkan oleh Walidan Soamole (2015), intensitas serangan hama dapat dikategorikan menjadi, normal, ringan, sedang dan berat. Berdasarkan data hasil uji potensi pengaruh ekstrak *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* terhadap intensitas serangan hama *Sitophilus* spp. pada benih jagung diperoleh bahwa persentase intensitas serangan hama *Sitophilus* spp disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Intensitas Serangan Hama *Sitophilus* spp. Pada Benih Jagung Selama Perlakuan

Perlakuan	Persentase Intensitas Serangan	Kategori Serangan
K	0,80	Ringan
TK	13,33	Ringan
P1	3,20	Ringan
P2	1,07	Ringan
P3	0,27	Ringan
P4	0,00	Normal

Berdasarkan Tabel 3, intensitas serangan pada benih jagung tergolong ringan. Serangan terendah tercatat pada perlakuan P4, yaitu 0%, sedangkan serangan tertinggi terjadi pada perlakuan TK sebesar 13,3%. Meskipun mortalitas *Sitophilus* spp. pada perlakuan kontrol positif (K) mencapai 100% sejak minggu pertama, intensitas serangan masih tercatat sebesar 0,80%. Nilai intensitas serangan sebesar 0,80% pada kontrol positif masih termasuk kategori ringan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pestisida kimia tidak secara langsung menghentikan aktivitas makan serangga sesaat setelah aplikasi, sehingga kerusakan ringan masih dapat terjadi sebelum seluruh individu mengalami kematian.

Rendahnya intensitas serangan pada P4 diduga disebabkan oleh bahan aktif dalam pestisida nabati yang mampu mengganggu perilaku makan hama, mengurangi nafsu makan, dan menghambat kemampuan serangga mengonsumsi benih, sehingga kerusakan benih dapat diminimalkan. Rendahnya intensitas serangan pada P4 diduga disebabkan oleh bahan aktif dalam pestisida nabati yang mampu mengganggu perilaku makan hama, mengurangi nafsu makan, dan memblokir kemampuan serangga untuk mengonsumsi benih, sehingga hama enggan memakan biji jagung. Dengan demikian, penggunaan pestisida nabati berhasil mencegah kerusakan lebih lanjut pada benih.

Menurut Wali dan Soamole (2015), karena tingkat serangan termasuk ringan dan masih di bawah ambang batas ekonomis, tindakan pengendalian tambahan tidak diperlukan dalam praktik pertanian. Selain itu, data menunjukkan bahwa intensitas serangan pada perlakuan dengan pestisida nabati dan perlakuan K yang menggunakan pestisida kimia komersial tidak berbeda secara signifikan, menunjukkan bahwa efektivitas pestisida nabati

setara dengan pestisida kimia dalam mengendalikan hama.

4. Potensi Tumbuh Maksimum Benih Jagung

Berdasarkan hasil pengamatan, pemberian campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* menunjukkan pengaruh terhadap potensi tumbuh maksimum benih jagung. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$), sehingga pengujian dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf nyata 5% yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Potensi Tumbuh Maksimum Benih Jagung

Perlakuan Dosis Pestisida (g bubuk)	Persentase Potensi Tumbuh Maksimum Benih
K	88,00 ^{ab}
TK	79,33 ^c
P1	85,33 ^b
P2	90,00 ^{ab}
P3	90,67 ^a
P4	92,67 ^a

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan berdasarkan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan data pada Tabel 4, potensi tumbuh maksimum (PTM) tertinggi dicatat pada perlakuan P4 sebesar 92,67%, sedangkan PTM terendah terjadi pada perlakuan TK yaitu 79,33%. Perbedaan nilai PTM ini menunjukkan bahwa jenis perlakuan yang diterapkan memengaruhi kemampuan benih jagung untuk berkecambah setelah masa penyimpanan. Potensi tumbuh maksimum merupakan salah satu indikator penting dalam penilaian viabilitas benih, karena mencerminkan kemampuan benih untuk berkecambah dan menghasilkan kecambah, baik normal maupun abnormal, dalam kondisi lingkungan yang mendukung (Sutopo, 2004; Bewley et al., 2013). Nilai PTM yang tinggi mengindikasikan bahwa benih masih berada dalam kondisi fisiologis yang baik, dengan integritas membran sel, cadangan makanan, serta aktivitas enzimatis yang relatif terjaga selama penyimpanan (Finch-Savage dan Bassel, 2016).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaplikasian pestisida nabati berbahan bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* berpengaruh signifikan terhadap potensi tumbuh maksimum benih jagung. Perlakuan P3 (90,67 %) dan P4 (92,67 %) menunjukkan nilai PTM yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan P1 (85,33 %) dan kontrol tanpa perlakuan (TK), sedangkan perlakuan P2 dan K menunjukkan pengaruh namun tidak berbeda nyata. Tingginya nilai PTM pada perlakuan P3 dan P4 mengindikasikan bahwa penggunaan pestisida nabati mampu membantu mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan, kemungkinan melalui penekanan aktivitas hama gudang dan

mikroorganisme perusak yang dapat mempercepat penurunan mutu fisiologis benih. Penelitian terbaru melaporkan bahwa perlakuan benih dan kondisi penyimpanan yang tepat berperan penting dalam menjaga viabilitas dan vigor benih jagung, terutama melalui pengurangan stres oksidatif dan kerusakan fisiologis selama penyimpanan (Bewley *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2023).

5. Daya Kecambah Benih Jagung

Berdasarkan hasil pengamatan, pemberian campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* menunjukkan pengaruh terhadap daya kecambah benih jagung. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$), sehingga pengujian dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf nyata 5 % disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Persentase Daya Kecambah Benih Jagung (Hari)

Perlakuan	Persentase Daya Kecambah Benih Jagung (Hari)					
	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7
K	30,0 ^a	66,6 ^c	80,0 ^b	100 ^a	100 ^a	100 ^a
TK	3,3 ^c	26,6 ^d	26,6 ^c	26,6 ^c	30,0 ^c	35,0 ^c
P1	3,3 ^c	80,0 ^b	83,3 ^b	83,3 ^b	83,3 ^b	83,3 ^b
P2	26,6 ^b	93,3 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
P3	30,0 ^a	93,3 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
P4	30,0 ^a	86,6 ^b	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan berdasarkan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* berpengaruh positif terhadap persentase daya kecambah benih jagung, di mana perlakuan P3 dan P4 mampu menghasilkan daya kecambah hingga 100 % pada hari ke-5, sedangkan perlakuan kontrol menunjukkan persentase terendah sebesar 35 %, yang mengindikasikan bahwa perlindungan benih dari serangan *Sitophilus* spp. berperan penting dalam mempertahankan integritas endosperma sebagai sumber cadangan energi bagi embrio (Bewley *et al.*, 2019; Nonogaki *et al.*, 2020); secara fisiologis, perkecambahan benih merupakan proses kompleks yang diawali oleh imbibisi air, yang memicu hidrasi protoplasma, aktivasi respirasi, serta sintesis dan kerja enzim hidrolitik untuk memobilisasi cadangan karbohidrat, protein, dan lipid di dalam endosperma sehingga mendukung pertumbuhan embrio (Rajjou *et al.*, 2018; Finch-Savage & Bassel, 2016), sementara tekanan biotik seperti kerusakan jaringan akibat hama dan infeksi jamur dapat menghambat proses tersebut melalui kompetisi nutrisi, produksi metabolit toksik, serta peningkatan hormon penghambat seperti asam absisat dan etilen yang menekan aktivitas giberelin, sehingga

menurunkan potensi perkecambahan benih (Miransari dan Smith, 2019; Shu *et al.*, 2021).

6. Laju Perkecambahan Benih Jagung

Berdasarkan hasil pengamatan, pemberian campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* menunjukkan pengaruh terhadap laju perkecambahan benih jagung. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$), sehingga pengujian dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5% disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase Laju Perkecambahan Benih Jagung

Perlakuan dosis pestisida (g bubuk)	Persentase Laju Perkecambahan Benih Jagung
K	68,8 ^b
TK	60,0 ^c
P1	67,2 ^b
P2	71,6 ^{ab}
P3	73,3 ^a
P4	76,1 ^a

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan berdasarkan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 6, laju perkecambahan tertinggi dicatat pada perlakuan P4 sebesar 76,11%, sedangkan laju terendah terdapat pada perlakuan TK sebesar 60% dan P1 sebesar 67,22%. Laju perkecambahan diukur dengan menghitung jumlah hari yang diperlukan untuk munculnya radikula dan plumula. Rata-rata jumlah hari berkecambah ini digunakan untuk menilai respons benih terhadap perlakuan, serta untuk mengetahui kemampuan benih mencapai perkecambahan maksimal hingga akhir periode pengamatan.

Tabel 6 menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* P3 dan P4 dapat meningkatkan laju perkecambahan sebesar 73,33% dan 76,11%. Hal ini menunjukkan bahwa rendahnya kerusakan benih jagung sehingga mengakibatkan suplai nutrisi dari endosperm untuk perkecambahan benih jagung terpenuhi sehingga laju perkecambahan meningkat. Dalam hal ini, penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa endosperm berperan penting dalam proses perkecambahan biji jagung (*Zea mays*) sebagai cadangan utama pati (*starch*) yang akan dihidrolisis menjadi gula sederhana seperti glukosa melalui aktivitas enzim amilase yang diinduksi selama perkecambahan. Gula sederhana tersebut kemudian digunakan sebagai sumber energi utama dalam respirasi seluler embrio untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman (Ma *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2022). Selain itu, Lesilolo dan Tetty (2012) juga melaporkan bahwa benih yang vigornya baik/tinggi yaitu benih yang laju pertumbuhan

tinggi berkisar antara 70%-100% dan seragam karena benih yang laju pertumbuhannya tinggi dan seragam mengindikasikan bahwa benih tersebut mampu untuk beradaptasi dengan keadaan lingkungan. Perbedaan laju tumbuh dapat diakibatkan oleh sifat genetik yang tidak sama, atau oleh kondisi lingkungan yang tidak homogen misalnya hama.

7. Penyusutan Bobot Benih

Berdasarkan hasil pengamatan, pemberian campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* menunjukkan pengaruh terhadap penyusutan bobot benih jagung. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$), sehingga pengujian dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf nyata 5% yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Persentase Penyusutan Bobot Benih Jagung

Perlakuan Dosis Pestisida (g bubuk)	Persentase Penyusutan Bobot Benih Jagung
K	4,1b
TK	11,8a
P1	9,7a
P2	5,6b
P3	4,5b
P4	3,9bc

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan berdasarkan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Pada Tabel 7 terlihat bahwa pemberian campuran bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* berpengaruh terhadap persentase penyusutan bobot benih jagung selama penyimpanan. Semakin tinggi dosis yang diberikan, semakin rendah persentase penyusutan bobot benih. Penyusutan bobot tertinggi terjadi pada perlakuan TK (tanpa perlakuan) sebesar 11,8%, sedangkan penyusutan bobot terendah diperoleh pada perlakuan P4 sebesar 3,9%. Perlakuan P3 dan P4 mampu menekan penyusutan bobot benih menjadi masing-masing 4,5% dan 3,9%, menunjukkan bahwa kedua dosis tersebut efektif melindungi benih dari kerusakan akibat serangan *Sitophilus* spp.

Rendahnya penyusutan bobot benih pada perlakuan P3 dan P4 diduga berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* yang mampu menekan aktivitas makan dan perkembangan *Sitophilus* spp., sehingga kerusakan fisik benih selama penyimpanan dapat diminimalkan. Sebaliknya, pada perlakuan TK dan P1, penyusutan bobot benih relatif lebih tinggi karena hama masih aktif memakan endosperma benih, sehingga cadangan makanan berkurang dan bobot benih menurun.

Penurunan bobot benih berpengaruh terhadap kualitas fisiologis benih, terutama viabilitas dan vigor,

karena berkurangnya cadangan makanan yang diperlukan selama proses perkecambahan. Menurut Lesilolo dan Tetty (2012), penggunaan benih bermutu merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman. Benih dengan kerusakan yang rendah memiliki peluang lebih besar untuk mempertahankan daya kecambah dan menghasilkan pertumbuhan yang optimal dibandingkan benih yang mengalami kerusakan akibat serangan hama selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Kombinasi perlakuan pemberian bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* berpengaruh nyata terhadap semua parameter uji. Konsentrasi ekstrak bubuk gulma *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* yang efektif dalam pengendalian hama *Sitophilus* spp. pada benih jagung terdapat pada perlakuan P3 dan P4 dengan rerata mortalitas hama mencapai 100%, laju kematian hama sebesar 72,8%, serta tingkat serangan hama hanya 0,27% (P3) dan 0,00% (P4).

Perlakuan P3 dan P4 berpengaruh positif terhadap viabilitas benih, ditandai dengan potensi tumbuh maksimum masing-masing 90,67% (P3) dan 92,67% (P4), daya kecambah 100% pada hari ke-7, laju perkecambahan sebesar 76,1%, serta penurunan bobot benih relatif rendah, yaitu 4,5% pada P3 dan 3,9% pada P4. Dapat disimpulkan bahwa ekstrak bubuk *Stenochlaena palustris* dan *Mikania micrantha* dapat secara efektif mengendalikan hama sekaligus mempertahankan kualitas benih jagung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Universitas Samudra yang telah membantu mendanai penelitian ini melalui pendanaan penelitian dosen pemula Tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong, A., Avertey, J.N., Vincent, E.Y dan Ifie, B. 2019. Susceptibility of Selected Maize Seed Genotypes to *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, 81, 62–68. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.01.006>
- Alridiwersah, A., Pane, E., dan Hasanah, Y. 2020. Allelopathic Effects of *Mikania micrantha* Kunth on Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and Lowland Rice. *Agrotechnology Research Journal*, 4(2), 65–72.
- Antralina, M., dan Santoso, J. 2015. Pengaruh Agensi Pengendali Hayati *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus (HaNPV) terhadap Intensitas Serangan Ulat Jengkal (*Ectopis bhurmitra* Wlk) dan Hasil Tanaman Teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) klon GMB 7. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 18(1), 29–36
- Babarinde, S. A., Adesina, J. M., dan Oyegoke, O. O. 2008. Susceptibility of Maize Weevil (*Sitophilus*

- zeamais) to Plant-derived Powders. *Journal of Plant Protection Research*, 48(3), 305–311.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2024. Luas Panen dan Produksi Jagung di Indonesia 2024 (Angka Sementara). BPS RI.
- Benelli, G., Pavela, R., Canale, A., dan Mehlhorn, H. 2017. Tick Repellents and acaricides of Botanical Origin: a Green Roadmap to Control Tick-Borne Diseases. *Parasitology Research*, 116, 1–22. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5295-1>
- Bera, A., Maiti, S., dan Banerjee, N. 2023. A Comparative Evaluation of Antioxidant and Antibacterial Potential of Leaves and Flowers of *Mikania micrantha* Kunth. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 14(5), 2451–2459.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., dan Nonogaki, H. 2019. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8831-0>
- Busvine, J. R. 1971. *A Critical Review of the Techniques for Testing Insecticides*. Commonwealth Agricultural Bureaux. London.
- Chen, B.M., Peng, S., Ni, G.Y., dan Li, Z.Y. 2023. Defensive Mechanisms of *Mikania micrantha* Likely Enhance its Invasiveness as One of the World's Worst Alien Species. *Plants*, 12(2), 269. <https://doi.org/10.3390/plants12020269>
- Copeland, L. O., dan McDonald, M. B. 2001. *Principles of Seed Science and Technology* (4th ed.). Springer.
- Dadang dan Priyono, D. 2011. Pengembangan Teknologi Formulasi Insektisida Nabati untuk Pengendalian Hama Sayuran dalam Upaya Menghasilkan Produk Sayuran Sehat, *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(2), pp. 100–111
- Damayanti, A., dan Fitriana, E. A. 2012. Pemungutan Minyak Atsiri Mawar (Rose Oil) dengan Metode Maserasi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan UNNES*, 1(2).
- Egra, S., Mardhiana., Patriawan, R., Kartina, Sirait, S., dan Kuspradini, H. 2019. Aktivitas Antimikroba Tanaman Paku (*Stenochlaena palustris* dan *Pteridium caudatum*) terhadap Bakteri *Ralstonia solanacearum* dan *Streptococcus sobrinus*. *Jurnal Jamu Indonesia*, 4(1), 28–36.
- Fahruni, Rezqi dan Novaryatiin. 2018. Potensi Tumbuhan Kelakai (*Stenochlaena palustris* Burm. F. Bedd.) asal Kalimantan Tengah sebagai Afrodisiaka. *Jurnal Surya Medika*. 3. 144-153. [10.33084/jsm.v3i2.114](https://doi.org/10.33084/jsm.v3i2.114).
- Finch-Savage, W. E., dan Bassel, G. W. (2016). Seed Vigour and Crop Establishment: Extending Performance Beyond Adaptation. *Journal of Experimental Botany*, 67(3), 567–591. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv490>
- Gomez, K. A., dan Gomez, A. A. 2010. Prosedur statistik untuk penelitian pertanian (Edisi ke-2). Universitas Indonesia Press.
- Hendriwal, H., Putra, R. L., dan Aryani, D. S. 2019. Susceptibility of Sorghum Cultivars to *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) during Storage. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains*, 7(2), 110–116. <https://doi.org/10.18196/pt.2019.100.110-116>
- Indrayani, Y., dan Alkhadi, A. 2021. Activity of *Mikania micrantha* Leaf Extract against subterranean Termite (*Coptotermes curvignathus*) and Wood-decaying Fungi. *Berkala Penelitian Hayati*, 26(1), 1–8.
- Irmawan, M., Kumalasari, M. R., Sandriya, A., Noorrahman, N. F., dan Ysrafil, Y. 2025. Antioxidant Potential of Secondary Metabolites from Kelakai (*Stenochlaena palustris*) as a Natural Growth Promoter. *Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 14(1), 44–58. <https://doi.org/10.21776/ub.jpacr.2025.014.01.6534>
- Ismail, N. A., dan Chong, C. W. 2024. Allelopathic Potential of Tropical Plants: A Review. *Agronomy*, 14(8), 2063. <https://doi.org/10.3390/agronomy14082063>
- Isman, M. B. 2020. Botanical insecticides in the twenty-first century—Fulfilling their promise. *Annual Review of Entomology*, 65, 233–249. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010>
- Jallow, M., dan Pitan, O. O. R. 2021. Loss Assessment of Stored Maize at Different Storage Durations and Maize Weevil Densities. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 13(3), 45–53. <https://doi.org/10.9734/ejnf/2021/v13i330389>
- Laili, F. N., dan Suharto, S. 2022. Effect of Maize Weevil Population Density (*Sitophilus zeamais*) on Maize Weight Loss and Progeny Number. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 5(3). <https://doi.org/10.19184/bip.v5i3.15535>
- Lesilolo, M. K., Patty, J., dan Tetty, N. 2012. Penggunaan Desikan Abu dan Lama Simpan terhadap Kualitas Benih Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrologia*, 1(1), 51–59.
- Li, Y., Li, J., Wang, X.-X., dan Cao, A.C. 2013. Antimicrobial Constituents of the Leaves of *Mikania micrantha*. *PLOS ONE*, 8(10), e76725. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076725>
- Ma, X., Liu, Y., dan Liu, J. 2020. Changes in Starch Structures and in Vitro Digestion Characteristics During Maize (*Zea mays* L.) Germination. *Food Science & Nutrition*, 8(4), 1700–1708
- Miransari, M., dan Smith, D. L. 2019. Plant Hormones and Seed Germination. *Environmental and Experimental Botany*, 160, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.12.005>
- Nonogaki, H., Barrero, J. M., Li, C., dan Bradford, K. J. 2020. Seed Dormancy, Germination, and Pre-Harvest Sprouting. *Frontiers in Plant*

- Science*, 11, 569.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.569>
- Pavela, R., dan Benelli, G. 2016. Essential Oils as Ecofriendly Biopesticides Challenges and Constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000–1007.
<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>
- Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., dan Job, D. 2018. Seed Germination and Vigor. *Annual Review of Plant Biology*, 69, 235–262.
<https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040550>
- Regnault-Roger, C., Vincent, C., dan Arnason, J. T. 2018. Essential Oils in Insect Control: Low-Risk Products in a High-stakes World. *Annual Review of Entomology*, 63, 1–20.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043309>
- Roanisca, O. 2024. Screening Phytochemical and Antibacterial Properties of *Stenochlaena palustris* Ethanol Extract. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 15(2).
<https://doi.org/10.30872/jkm.v15i2.610>
- Shu, K., Liu, X.-D., Xie, Q., dan He, Z.-H. 2021. Two Faces of One Seed: Hormonal Regulation of Dormancy and Germination. *Molecular Plant*, 14(1), 34–45.
<https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.10.010>
- Silva, F. A., Oliveira, J. A., Carvalho, M. L. M., dan Vieira, A. R. 2023. Seed Storage Conditions Affect Physiological Quality and Vigor of Maize Seeds. *Agronomy*, 13(8).s
- Sutopo, L. 2004. Teknologi Benih. Raja Grafindo Persada.
- Wali, M., dan Soamole, S. 2015. Studi Tingkat Kerusakan Akibat Hama Daun pada Tanaman Meranti Merah (*Shorea leprosula*). *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*, 8(2), 36–45.
- Wu, Q., Tian, Q., Zhang, D., dan Zhang, Y. 2022. Effect of *Sitophilus zeamays* Infestation on Protein Physicochemical and Structural Properties of Wheat Grain. *Journal of Economic Entomology*, 115(6), 2092–2104.
<https://doi.org/10.1093/jee/toac168>
- Wu, H., Becraft, P. W., dan Dannenhoffer, J. M. (2022). Maize Endosperm Development: Tissues, Cells, Molecular Regulation and Grain Quality Improvement. *Frontiers in Plant Science*, 13, 852082.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.852082>