



Pengendalian hama belalang (*Valanga nigricornis*) dengan bioinsektida batang Brotowali (*Tinospora crispa*)

Vira Irma Sari ^{a,1,*}, Mudasir ^{a,2}, Sylvia Madusari ^{a,3}

^a Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Indonesia;

¹ vierairma@cwe.ac.id; ² mudasir@mhs.cwe.ac.id; ³ smadusari@gmail.com

*Correspondent Author

Received: 11 Juli 2022

Revised: 30 Agustus 2022

Accepted: 20 September 2022

KATAKUNCI

Bibit kelapa sawit
Flavonoid
Kerusakan daun
Ramah lingkungan

KEYWORDS

Oil palm nursery
Flavonoid
Leaf destroying
Safe environment

ABSTRAK

Belalang kayu (*Valanga nigricornis*) merupakan salah satu hama perusak daun yang menyerang bibit kelapa sawit. Pengendalian hama belalang umumnya menggunakan insektisida, namun dapat menyebabkan dampak negatif seperti resistensi hama dan pencemaran lingkungan. Bioinsektisida menjadi alternatif yang dapat digunakan untuk pengendalian yang lebih ramah lingkungan dan tepat sasaran. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan bahan alternatif bioinsektisida untuk pengendalian hama belalang, mengetahui pengaruh bioinsektisida terhadap waktu kematian, kondisi fisik, dan presentase serangan hama belalang, serta mengetahui kandungan senyawa alelokimia yang terdapat pada ekstrak batang brotowali. Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan 1 Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi Bekasi mulai dari Januari sampai Februari 2021. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali pengulangan, dan 4 perlakuan yaitu P1 (Insektisida 1%), P2 (Bioinsektisida 27,5%), P3 (Bioinsektisida 55%), dan P4 (Bioinsektisida 82,5%). Data dianalisis menggunakan Anova dan jika berpengaruh nyata pada taraf 5%, maka dilanjutkan dengan Uji DMRT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batang brotowali dapat dijadikan sebagai bahan alternatif bioinsektisida untuk pengendalian hama belalang di pembibitan kelapa sawit. Pemberian bioinsektisida dari ekstrak batang brotowali berpengaruh nyata terhadap waktu kematian, namun belum berpengaruh nyata terhadap persentase serangan hama belalang. Kondisi fisik belalang mengalami perubahan pada setiap perlakuan. Ekstrak batang brotowali mengandung senyawa flavonoid sebesar 0,148% dan tanin 0,097%.

Abstract

Grasshopper (*Valanga nigricornis*) is one of the pests that leaf destroying in oil palm nursery. The controlling of grasshopper generally uses insecticide, but it can cause negative impacts such as pest resistance and environmental pollution. Bioinsecticides are an alternative that could be used for more environmentally friendly and targeted control. The research objectives were to obtain alternative materials for bioinsecticide to control pest grasshoppers, to know the effect bioinsecticide for death's time, physical condition, and percentage of grasshopper attack, and also to know the allelochemical content of stem brotowali bioherbicide extract. The research

conducted at Teaching Farm 1 Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi Bekasi, from January until February 2021. The research was arranged in Completely Randomized Design non factorial with 3 replications, and 4 treatments are P1 (Insecticide 1%), P2 (Bioinsecticide 27,5%), P3 (55%), P4 (82,5%). Data was analyzed by Anova and if it had a significant effect at 5% so continued by DMRT test. The result showed that brotowali could be alternative material for bioinsecticide to control grasshopper in oil palm nursery. Bioinsecticide brotowali significantly effect on death's time, but did not significantly affect to percentage of grasshopper attack. The physical condition of grasshopper changed in every treatment. Extract bioherbicide of brotowali contains of 0,148% flavonoid and 0,097% tanin.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Pendahuluan

Belalang menjadi salah satu hama yang umumnya muncul pada pembibitan kelapa sawit. Belalang menyerang daun bibit dengan memakan bagian tepi dan menyebabkan kerusakan ringan sampai berat. Pada tahun 2019 dan 2020, belalang tercatat menyerang perkebunan kelapa sawit di Provinsi Aceh dan Kalimantan Selatan masing-masing sebesar 10 ha dan 32 ha [1]. Serangan hama belalang ini dapat mengganggu pertumbuhan bibit dan membuat morfologi bibit tidak sesuai dengan standar bibit siap pindah tanam yang telah ditetapkan.

Pengendalian hama serangga pada budidaya pertanian umumnya menggunakan insektisida, namun bahan kimia pada insektisida telah menimbulkan berbagai masalah seperti pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan manusia [2]. Aplikasi insektisida secara intensif juga dapat membunuh organisme nir-sasaran (termasuk musuh alami) atau bukan organisme target [3]. Insektisida juga dapat menyebabkan hama beradaptasi dengan bahan aktif, sehingga menimbulkan jera umpan dan hama tidak terkendali. Meliyanie et al. (2016) melaporkan bahwa penggunaan insektisida dalam jangka waktu lama akan memberikan kesempatan serangga beradaptasi secara metabolik dan enzimatis, sehingga hama lebih resisten terhadap bahan aktif tersebut [4].

Penggunaan bioinsektisida dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan dampak negatif insektisida. Bioinsektisida merupakan insektisida yang berasal dari bahan atau limbah organik, dan aman untuk lingkungan. Bioinsektisida dapat lebih selektif membunuh hama yang ditargetkan karena mengandung beberapa senyawa organik yang dapat mengganggu reaksi fisiologi atau reproduksi hama. Resistensi hama juga akan lama terjadi karena campuran beberapa senyawa toksik yang terdapat di dalamnya akan terus berubah dan menyerang fisik hama. Senyawa organik ini juga mudah terurai dan residunya tidak berbahaya bagi lingkungan [5].

Bahan organik yang berpotensi untuk dijadikan bioinsektisida adalah brotowali (*Tinospora crispa*). Tanaman ini mengandung senyawa alelokimia yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama seperti flavonoid, alkaloid, saponin, glikosida, terpenoid dan tanin. Ekstrak brotowali memiliki efek mengendalikan berbagai hama seperti *Spodoptera exigua*, *Plutella xylostella*, *Scirtothrips dorsalis* dengan efektivitas di atas 50% dan rasio efisiensi biaya yang lebih rendah dari pestisida kimia [6]. Brotowali juga mudah dibudidayakan dan ditemukan di lapangan, proses pembuatannya menjadi bioinsektisida juga mudah dilakukan oleh petani atau masyarakat umum. Wiranti (2005) menyatakan bahwa biaya produksi bioinsektisida brotowali relatif murah dibandingkan pestisida kimia, petani dapat membuat sendiri dengan teknologi sederhana dan mencari secara langsung

bahannya yang banyak tersedia di alam [7].

Dampak negatif insektisida yang berbahaya bagi lingkungan dan menyebabkan resistensi hama memerlukan bioinsektisida untuk penanggulangannya. Oleh karena itu, penelitian aplikasi bioinsektisida untuk mengendalikan hama belalang serta mengurangi penggunaan insektisida ini perlu dilakukan. Tanaman brotowali yang telah terbukti mampu mengendalikan berbagai hama diharapkan juga mampu mengendalikan belalang secara efektif dan tetap aman bagi lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan bahan alternatif bioinsektisida dari brotowali, melihat pengaruhnya terhadap kematian dan kondisi fisik belalang, serta mengetahui kandungan alelokimia ekstrak bioinsektisida brotowali.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan 1 Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Desa Cibuntu, Kecamatan Cibitung, Kabupaten Bekasi, mulai bulan September 2020 sampai Januari 2021. Analisis kandungan senyawa alelokimia dilakukan di Laboratorium Kimia Institut Pertanian Stiper, Yogyakarta. Alat yang digunakan pada penelitian ini, antara lain: ember, cangkul, parang, gergaji, gunting baja, gunting, baskom, pengaduk, *handsprayer*, gelas ukur, timbangan digital, penyaring 10 *mesh*, botol plastik, alat tulis, dan kamera *handphone*. Bahan yang digunakan, antara lain: batang brotowali, air, tanah, polibag 15x20 cm, bibit kelapa sawit umur 3 bulan varietas Sue Supreme Mekarsari, insektisida *Sidamethrin*, belalang, jaring, silet, sarung tangan, label, dan masker. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial. Perlakuan yang diuji adalah P0 (kontrol, insektisida 1%), P1 (bioinsektisida 27,5%), P2 (bioinsektisida 55%), dan P3 (bioinsektisida 82,5%). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 12 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri atas satu sampel dan jumlah belalang seluruhnya ada 12 ekor. Data dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf 5%, dan jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT).

Prosedur percobaan terdiri atas persiapan alat dan bahan, persiapan areal percobaan, pembuatan kandang belalang, pembuatan ekstrak batang brotowali, dan pengaplikasian bioinsektisida. Persiapan alat dan bahan dipersiapkan dengan pemesanan belalang sebanyak 20 ekor dengan jenis yang sama yaitu *Valanga nigricornis*. Belalang kemudian dipelihara selama 3 hari untuk proses adaptasi. Tahap kedua pembuatan kandang belalang dari jaring besi, dibentuk seperti tabung dengan tinggi 30 cm dan berdiameter 25 cm. Pada bagian bawah dan atasnya dipasangkan triplek dengan menggunakan lem besi dan kawat, lalu triplek bagian atas diberi cantolan dari kawat yang dibentuk seperti kail.

Pembuatan ekstrak batang brotowali diawali dengan membersihkan daun-daun yang ada di batang brotowali, kemudian batang diiris tipis dan ditimbang sebanyak 2 kg. Batang brotowali yang sudah ditimbang dimasukan ke dalam ember, lalu diberi air sebanyak 1000 ml sebagai pelarut. Larutan didiamkan selama 24 jam dan ditutup rapat dalam keadaan anaerob. Ekstrak kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam *handsprayer*. Aplikasi bioinsektisida dilakukan dengan menyemprotkan ekstrak ke arah tubuh belalang secara merata, dari luar kandang belalang. Dosis yang diberikan sesuai hasil kalibrasi adalah 10 ml per belalang.

Variabel pengamatan yang diamati adalah waktu kematian, kondisi fisik belalang, dan persentase serangan hama belalang. Waktu kematian belalang diamati dengan melihat kondisi belalang pada saat belalang benar-benar dinyatakan mati. Kondisi fisik belalang diamati setiap terjadinya perubahan fisik pada bagian luar tubuh belalang. Kondisi fisik seperti perubahan warna kulit pada belalang, dan pada saat perubahan warna harus dicatat. Kondisi fisik pada bagian dalam belalang harus diamati dengan membelah tubuh belalang menggunakan silet. Persentase serangan hama belalang didapat dengan melihat kondisi fisik daun bibit kelapa sawit yang diserang, kemudian dihitung persentasenya menggunakan rumus. Kriteria tanaman yang terserang oleh belalang ditandai dengan daun berlubang dan

megkerut bekas gigitan, serta daun menguning dan layu. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase serangan [8] adalah:

$$P = \frac{r}{R} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :

P : Presentase serangan (%)

r : Jumlah daun yang terserang hama

R : Jumlah keseluruhan daun yang diamati dalam satu tanaman

Analisis kandungan senyawa alelokimia dilakukan di Laboratorium Kimia Institut Pertanian (INSTIPER) Yogyakarta, dengan menggunakan brotowali sebanyak 200 g. Kandungan senyawa yang dianalisis merupakan senyawa kimia flavanoid dan tanin.

Hasil dan Pembahasan

1. Waktu Kematian Belalang

Pemberian berbagai konsentrasi bioinsektisida batang brotowali berpengaruh nyata terhadap waktu kematian belalang. Waktu kematian tercepat terdapat pada perlakuan insektisida dan berbeda nyata pada setiap perlakuan bioinsektisida ekstrak batang brotowali. Pengaruh berbagai konsentrasi bioinsektisida brotowali terhadap waktu kematian awal belalang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh berbagai konsentrasi bioinsektisida brotowali terhadap waktu kematian

<i>Perlakuan</i>	<i>Waktu Kematian (jam)</i>
Insektisida 1%	1,28 c
Bioinsektisida 27,5%	3,55 a
Bioinsektisida 55%	2,44 b
Bioinsektisida 82,5%	2,36 b

Waktu kematian tercepat terdapat pada perlakuan insektisida hal ini dikarenakan insektisida kimia memiliki racun kontak dan lambung dengan tingkat pengendalian yang tinggi, sehingga dapat menyebabkan susunan saraf tidak bekerja dan akhirnya belalang mati dengan cepat. Pemberian bioinsektisida dengan konsentrasi yang lebih tinggi menunjukkan waktu kematian yang paling cepat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, maka akan semakin besar kandungan bahan aktifnya. Ekstrak batang brotowali dapat menyebabkan gangguan metabolisme dan merusak protoplasma pada tubuh belalang, sehingga menyebabkan waktu kematian semakin meningkat. Yulia (2018) menyatakan bahwa apabila konsentrasi ekstrak batang brotowali meningkat, maka tingkat hambatan makan pada ulat krop (*Crocidolomina provanana* F.) mengalami peningkatan dan terjadi penurunan aktiivitas makan [9].

Bioinsektisida batang brotowali berpotensi untuk menjadi salah satu alternatif pengendalian hama belalang, walaupun waktu kematiannya masih lebih lama dibandingkan insektisida. Konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi menunjukkan waktu kematian yang lebih cepat, hal ini dikarenakan kandungan senyawa alelokimia yang dikandung ekstrak tersebut juga lebih banyak. Hasil ini sejalan dengan penelitian Yesi *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa ekstrak batang brotowali konsentrasi tertinggi 20% memiliki tingkat mortalitas tertinggi yaitu 100% pada pengendalian kutu daun (*Aphis gossypii* L.) [10].

Hasil analisis senyawa alelokimia pada ekstrak menunjukkan bahwa bioinsektisida mengandung flavonoid sebesar 0,148%, nilai kandungan ini lebih besar dibandingkan flavonoid dari *Imperata cylindrica* yaitu hanya 0,097% dan *Chromolaena odorata* yaitu 0,144% [11],[12]. Senyawa flavonoid ini dapat mempercepat waktu kematian belalang

karena mengganggu kegiatan makan dan pencernaan serangga, hingga akhirnya serangga mati. Flavonoid bersifat antimakan karena dapat mengganggu saraf yang ada di mulut serangga, senyawa ini juga menurunkan kemampuan mencerna makanan dengan menurunkan aktivitas enzim protease dan amilase [13],[14].

2. Kondisi Fisik Belalang

Hasil pengamatan kondisi fisik belalang pada semua perlakuan rata-rata menunjukkan gerakan belalang yang melemah, tidak agresif, dan cenderung diam. Kondisi fisik belalang pada semua perlakuan dapat dilihat pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Kondisi fisik belalang pada semua perlakuan

<i>Perlakuan</i>	<i>Kondisi Fisik</i>
Insektisida 1%	Kejang-kejang, mulai tidak bergerak dan mati
Bioinsektisida 27,5%	Lemas, pucat, dan mati
Bioinsektisida 55%	Lemas, mulai terjatuh, tidak bergerak dan mati
Bioinsektisida 82,5%	Warna kulit berubah coklat kehitaman, lumpuh dan mati

Kondisi fisik belalang pada berbagai konsentrasi bioinsektisida mengalami perubahan seperti lemas, pucat, tidak bergerak, dan akhirnya mati. Hal ini disebabkan karena senyawa alelokimia berupa flavonoid dan tanin yang terkandung dalam bioinsektida, senyawa-senyawa tersebut bereaksi mempengaruhi reaksi metabolisme serangga dan menyebabkan kematian. Siti (2021) menyatakan bahwa senyawa ekstrak batang brotowali masuk ke tubuh serangga dengan cara dihisap melalui mulut, kemudian zat tersebut terserap dan tertumpuk di dalam tubuh, sehingga menyebabkan kematian. Senyawa tersebut akan mengganggu saluran pencernaan dan mengganggu aktivitas enzim. Jika enzim terganggu, maka proses pencernaan tidak sempurna dan menyebabkan kematian [15].

Perubahan warna kulit juga terjadi pada konsentrasi bioinsektisida 82,5%, kulit belalang awalnya berwarna hijau dan berubah menjadi coklat kehitaman. Perubahan warna ini disebabkan karena senyawa yang dimiliki bioinsektisida brotowali bersifat racun kontak. Alviani dan Kristanti (2021) menyatakan bahwa perubahan morfologi pada larva serangga menjadi mengkerut dan berwarna coklat kehitaman dikarenakan sifat racun kontak pada bioinsektisida yang diberikan. Senyawa flavonoid yang terkandung pada bioinsektisida juga menyerang beberapa organ vital serangga, sehingga terjadi pelemahan saraf yang dapat membuat tumbuh serangga lembek dan pergerakan melemah [16],[17].

3. Persentase Serangan Hama Belalang

Pemberian berbagai konsentrasi bioinsektisida tidak berpengaruh nyata terhadap persentase serangan hama belalang. Hama belalang secara umum masih memakan daun bibit kelapa sawit di semua perlakuan, walaupun sudah terkena bioinsektisida. Belalang diduga masih mampu memakan daun sebelum senyawa alelokimia bereaksi maksimal dalam tubuhnya. Pengaruh berbagai konsentrasi bioinsektisida terhadap persentase serangan hama belalang dapat dilihat pada [Tabel 3](#).

Pemberian berbagai konsentrasi ekstrak bioinsektisida tidak berpengaruh nyata terhadap presentase serangan hama belalang, hal ini dikarenakan belalang memiliki kecepatan memakan daun yang sangat besar. Belalang yang sudah terkena aplikasi bioinsektisida masih mampu menghabiskan daun dalam waktu cepat, sebelum senyawa alelokimia mengganggu metabolisme tubuhnya. Belalang merupakan salah satu hama pemakan daun dan dapat dengan cepat menghabiskan daun bersama tulang-tulanganya [18],[19].

Tabel 3. Pengaruh berbagai konsentrasi bioinsektisida brotowaliterhadap persentase serangan hama belalang

Perlakuan	Persentase serangan hama belalang (%)
Insektisida 1%	40,00
Bioinsektisida 27,5%	26,66
Bioinsektisida 55%	20,00
Bioinsektisida 82,5%	13,33

4. Kandungan Senyawa Alelokimia

Senyawa alelokimia yang terdapat pada ekstrak bioinsektisida brotowali adalah flavonoid dan tanin. Kedua senyawa tersebut adalah senyawa umum yang terdapat pada pestisida organik dan memiliki pengaruh besar dalam proses mengendalikan hama sasaran. Kandungan senyawa alelokimia bioinsektisida brotowali dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan senyawa alelokimia bioinsektisida brotowali

Senyawa	Nilai Kandungan (%)
Flavonoid	0,148
Tanin	0,097

Senyawa flavonoid dan tanin yang terkandung dalam bioinsektisida brotowali termasuk senyawa fenol yang bersifat toksik pada serangga. Jika senyawa ini masuk ke dalam tubuh serangga, maka akan dapat melemahkan sistem saraf, merusak sistem pernafasan, dan menyebabkan kematian [20]. Senyawa tanin juga mampu mengganggu proses penyerapan protein serangga, sehingga sistem pencernaannya menjadi terganggu [21]. Kandungan senyawa alelokimia yang mempunyai dampak besar mematikan serangga ini membuat bioinsektisida brotowali berpotensi menjadi alternatif pengendalian hama belalang, untuk mencegah kerusakan daun dan berkurangnya produksi.

Pemanfaatan bahan-bahan organik seperti brotowali di sekitar masyarakat sebagai biopestisida perlu digalakkan, karena bahan-bahan tersebut mengandung senyawa alelokimia yang bermanfaat dan berdampak besar pada serangga. Penggunaan biopestisida juga aman bagi lingkungan, karena residu yang ditinggalkan tidak menurunkan kualitas tanah atau mengganggu makhluk hidup lain. Biopestisida memiliki potensi luar biasa dalam mendukung pertanian berkelanjutan dan memastikan keamanan lingkungan [22].

Simpulan

Brotowali dapat dijadikan bahan alternatif bioinsektisida untuk pengendalian belalang pada pembibitan kelapa sawit. Pemberian berbagai konsentrasi ekstrak bioinsektisida berpengaruh nyata pada waktu kematian belalang, namun belum berpengaruh nyata terhadap persentase serangan hama belalang. Kondisi fisik belalang setelah aplikasi bioinsektisida adalah mengalami perubahan warna, badan lemas, pergerakan berkurang dan mati. Kandungan senyawa alelokimia pada ekstrak bioinsektisida adalah flavonoid 0,148% dan tanin 0,097%.

Daftar Pustaka

- [1] [DITJENBUN] Direktorat Jenderal Perkebunan. Ancaman serangga *Valanga nigricornis* (Belalang Kayu) pada tanaman perkebunan. Internet. 2021. Diunduh pada 20 Agustus 2022. Tersedia pada <https://ditjenbun.pertanian.go.id/ancaman-serangga-valanga-nigricornis-belalang-kayu-pada-tanaman-perkebunan/>
- [2] Osman, G., R, Already., Abdulrahman, A., Sameer, O., Doaa, K.E., Hussein, A., Abdullah, A. Bioinsecticide *Bacillus thuringiensis* a comprehensive review. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. Vol. 25. pp 271-288. 2015. doi: <https://www.research>

- gate.net/publication/279699661_Bioinsecticide_Bacillus_thuringiensis_a_comprehensive_review/
- [3] Hasibuan, R. Evaluasi lapang terhadap dampak aplikasi insektisida isoprocarb pada serangga predator dan hama kutu perisai *Aulacaspis tegalensis* Zhnt. (Homoptera: Diaspididae) di pertanaman tebu. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. Vol. 4. No. 2. pp 68-73. 2004. doi <https://doi.org/10.23960/j.hptt.2469-74>.
 - [4] Meliyanie, G., Robby, I.W., Dicky, A. 2016. Dampak penggunaan insektisida dalam rumah tangga terhadap keberadaan larva atau pupa *Aedes aegypti* di Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah. *Journal of Health Epidemiology and Communicable Diseases*. Vol. 2. No. 1. pp 14-18. 2016. doi <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/jhecds/article/view/5934>.
 - [5] Devrnja, N., Milica, M., Jelena, S. When scent becomes a weapon-plant essential oils as potent bioinsecticides. *Sustainability*. Vol. 14. pp 1-16. 2022. doi : <https://doi.org/10.3390/su14116847>
 - [6] Wiratno, Hera, N., Sujianto. Pemanfaatan brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Hook.f & Thomson) sebagai pestisida nabati. *Jurnal Perspektif*. Vol. 18. No.1. pp 28-39. 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.21082/psp.v18n1.2019.28-39>.
 - [7] Wiranti, E.W. Ulasan (review) pemasyarakatan penggunaan pestisida nabati dalam mendukung agribisnis. *Planta Tropika*. Vol. 1. No. 2. pp 84-88. 2005. Doi: <https://doi.org/10.18196/pt.v1i2.3123>.
 - [8] Qoimah, A.N. Serangan *Asphondylia capsicicola* sp. N. (Diptera: Cecidomyiidae) pada pertanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di pertanian organik Cisarua Bogor. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
 - [9] Yulia, S. Pengaruh campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.). [skripsi]. 2018. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
 - [10] Yesi, Suharno, Z., Achyani. Pengaruh variasi dosis ekstrak batang brotowali (*Trinospora crispa* L.) terhadap mortalitas hama kutu daun (*Aphis gossypii* L.) tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) sebagai sumber belajar biologi. *Bioedukasi Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Mertro*. Vol. 10. No. 2. pp 162-170. doi [10.24127/bioedukasi.v10i2.2487](https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v10i2.2487).
 - [11] Sari, V.I., Dody, B.L., Ratih, R. Bioherbisida pra tumbuh rimpang alang-alang (*Imperata cylindrica*) untuk pengendalian gulma di areal perkebunan kelapa sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*. Vol. 13. No. 2. pp 173-180. 2021. doi https://journal.cwe.ac.id/index.php/jurnal_citrawidyaedukasi/article/view/262
 - [12] Sari, V.I., Muhammad, N.A, Ratih, R. 2022. Pemanfaatan senyawa alelokimia dari gulma krinyu (*Chromolaena odorata*) sebagai pupuk organik cair untuk bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan awal. *Jurnal Pengelolaan Perkebunan*. Vol. 3. No. 1. pp 36-45. 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.54387/jpp.v3i1.14>.
 - [13] Septian, R.E., Isnawati, Ratnasari, E. Pengaruh kombinasi ekstrak biji mahoni dan batang brotowali terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat grayak pada tanaman cabai rawit. *Lentera Bio*. Vol. 2. No.1. pp 107-112. 2010. Doi: <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>.
 - [14] Shahabuddin, P., Flora, P. Pengujian efek penghambatan ekstrak daun widuri terhadap pertumbuhan larva *Spodoptera exigua* Hub. dengan menggunakan indeks pertumbuhan relatif. *Jurnal Agroland*. Vol. 16. No. 2. pp 148-154. 2009. doi: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/AGROLAND/article/view/239>.
 - [15] Siti, F., Jumar, Mulyawan, R. Uji efektivitas ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) pada hama padi wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) dalam skala rumah kaca. *Agritrop*. Vol. 19. No. 1. pp 19-26. 2021. doi: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/AGRITROP>.
 - [16] Alviani, N., Kristianti, I.P. Uji efektivitas formulasi bioinsektisida ekstrak daun waru (*Hibiscus tiliaceus*) terhadap larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol 10. No.2. pp 23-28. 2021. Doi: https://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/viewFile/62860/6944.
 - [17] Agnetha, A.Y. Efek Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes* sp. 2008. Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang, Indonesia.

- [18] Rofina, M. R. Uji efektivitas kombinasi ekstrak batang brotowali tembakau dan daun sirsak dalam pengendalian hama belalang kayu (*Valanga nigricornis*). 2019. [skripsi]. Yogyakarta, Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
- [19] Hidayat, R., Yusran, Sari, I. Hama pada tegakan jati (*Tectona grandis* L.) di Desa Talaga Kecamatan Dampelas Kabupaten Donggala. *Warta Rimba*. Vol. 2. No. 1. pp 17-23. 2014. Doi: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/WartaRimba/article/view/3572>.
- [20] Yulia, S. Pengaruh campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.). [skripsi]. 2018. Lampung (www.lampungprov.go.id): Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung
- [21] W. Widodo. *Tanaman Beracun pada Kehidupan Ternak*. Malang (ID): UMM Press. 2005.
- [22] Hameed, A. 2022. Biopesticides for environmental safety and sustainable agriculture. Internet. Diunduh pada 28 Agustus 2022. Tersedia pada <https://www.jkpi.org/biopesticides-for-environmental-safety-and-sustainable-agriculture/>.