

Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Gulma Rumput (*Cyperus rotundus* L.) Teki Menggunakan Jenis Pelarut Berbeda

Identification of Secondary Metabolite Compounds in Nutgrass (Cyperus rotundus L.) Using Different Solvents Types

Arief Rahman^{1*}; Rusli Anwar¹; Yuliana Sabarina Newar¹

¹ Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

*ariefracman@politanisamarinda.ac.id

Abstrak

Rumput teki merupakan gulma yang seringkali dijumpai dilahan pertanian. Populasi yang banyak dilahan pertanian memiliki potensi negatif bagi petani karena bisa menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman yang dibudidayakan. Rumput teki sebenarnya memiliki potensi positif yang dapat dikembangkan sebagai biopestisida karena kandungan senyawa fitokimianya. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder pada ekstrak gulma rumput teki. Penelitian ini menggunakan metode skrining fitokimia pada ekstrak gulma rumput teki. Ekstrak menggunakan pelarut etanol (polar) dan n-hexane (non-polar). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rendemen ekstrak rumput teki pelarut etanol dan n-hexane adalah sebesar 10,81 % dan 0,65 %. Ekstrak gulma rumput teki dengan pelarut etanol mengandung senyawa saponin, tanin, alkaloid, flavonoid, dan steroid, sedangkan dengan pelarut n-hexane hanya mengandung senyawa steroid. Secara umum senyawa metabolit sekunder ekstrak rumput teki mengandung saponin, tanin, alkaloid, flavonoid, dan steroid.

Kata kunci: Rumput teki, Senyawa Metabolit Sekunder, Polar, dan Non-Polar.

Abstract

Nutgrass is a common weed often found in agricultural fields. Its high population in agricultural land can have negative implications for farmers as it may prevent farmed crops from growing and producing as well. However, nutgrass has the potential to be developed into a biopesticide due to its phytochemical compounds. The purpose of this study is to identify secondary metabolite compounds present in nutgrass extract. On nutgrass extracts, the study used phytochemical screening techniques with ethanol (polar) and n-hexane (non-polar) solvents. According to the findings, ethanol and n-hexane solvents produced nutgrass extract yields of 10.81% and 0.65%, respectively. Alkaloids, flavonoids, saponins, tannins, and steroids were all present in nutgrass extracts made with ethanol, whereas only steroid components were present in extracts made with n-hexane. Saponins, tannins, alkaloids, flavonoids, and steroids are only a few of the secondary metabolite substances found in nutgrass extracts.

Keywords: Nutgrass, Secondary Metabolite Compounds, Polar, dan Non-Polar.

PENDAHULUAN

Dunia Pertanian saat ini menghadapi tantangan ganda, mempertahankan ketahanan pangan dan juga mengadopsi serta melaksanakan pertanian secara berkelanjutan (FAO, 2017). Tantangan tersebut juga ditambah dengan permasalahan populasi dunia yang semakin bertambah dan hal ini membutuhkan sumber potensi pangan yang besar. Budidaya tanaman pangan sebagai sumber makanan penting bagi manusia perlu dipelihara dan dirawat dengan baik agar tidak mengalami kerusakan akibat hama yang menyerang sehingga terganggunya ketahanan pangan dunia (Murugesan et al., 2021).

Pemeliharaan dalam budidaya tanaman pangan berkelanjutan terutama pengendalian hama saat ini memerlukan strategi inovasi untuk meningkatkan produktivitas tanpa menggunakan pestisida kimia (W. Wang et al., 2021). Pestisida kimia yang digunakan seringkali menyebabkan masalah bagi lingkungan, terutama jika digunakan dengan tidak tepat, seperti dosis, jenis, frekuensi, atau metode aplikasi. Sebagian besar hama mengalami resistensi dan resurgensi karena penggunaan yang tidak tepat (Panizzi, 2013; Prayogo & Santi Yudha Ika Bayu, 2020; Razaq et al., 2013). Selain itu pestisida kimia juga meninggalkan substansial berbahaya residu kimia yang merusak fauna edafik dan mikroorganisme yang berperan kunci dalam perombakan bahan organik di dalam tanah (Bajwa et al., 2015; Diaconu et al., 2017; Guo et al., 2021; Li et al., 2021). Untuk mengurangi dampak lingkungan dari pestisida kimia, Food and Agriculture Organization (FAO) menganjurkan penerapan biopestisida untuk pengendalian hama di dalam pertanian (FAO, 2017). Kebijakan internasional tersebut mendorong Indonesia mengeluarkan kebijakan perlindungan tanaman, dengan mengkampanyekan dan menerapkan program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dengan mementingkan penggunaan agen pengendalian seperti pestisida nabati sebagai bagian penting dari sistem PHT.

Banyak studi penelitian juga telah mengakui biopestisida sebagai alternatif yang layak untuk menggantikan pestisida kimia dalam mengendalikan hama bagi tanaman karena biopestisida spesifik target dan sebagian besar mampu mengurangi residu kimia berbahaya (Dewen, 2015; Peshin & Dhawan, 2009; Rao et al., 2016; Y. Wang et al., 2018), misalnya, keberhasilan penerapan biopestisida dalam mengendalikan lalat penggorok tanaman kentang dan menekan perkembangan larva *S. frugiperda* (Saenong, 2017; Yulvianti et al., 2014).

Rumput teki adalah gulma yang sering ditemukan di lahan pertanian di Indonesia. Tumbuhan tersebut termasuk spesies famili *Cyperaceae* yang sebarannya sangat dominan di lahan tropik dan subtropik. Populasi yang banyak di lahan pertanian memiliki potensi negatif bagi petani karena bisa menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman yang dibudidayakan. Kebanyakan petani menanggulangi kehadiran rumput teki dengan pengendalian secara mekanik dan kimiawi. Padahal tumbuhan ini bisa berpotensi positif jika dikembangkan secara tepat sebagai bahan biopestisida. Selama ini tumbuhan tersebut secara tradisional dimanfaatkan sebagai bahan obat

tradisional sebagai obat diabetes, malaria, dan diare (Peerzada et al., 2015). Senyawa yang terdapat di dalam tanaman tersebut adalah senyawa aktif yang termasuk senyawa metabolit sekunder yang memberikan efek fisiologi dan farmakologi. Senyawa tersebut adalah golongan flavonoid, fenol, alkaloid, saponin, steroid dan terpenoid (Ergina et al., 2014).

Berdasarkan potensi tersebut penelitian mengenai kajian potensi gulma rumput teki sebagai biopestisida perlu dilakukan, sehingga diperlukan analisis mengenai identifikasi senyawa metabolit sekunder dari gulma rumput teki yang potensial sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan penyakit dan hama tanaman. Harapan dari penelitian ini adalah agar membagikan informasi mengenai senyawa metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai komponen bahan pestisida nabati dan mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sifat Kayu dan Analisis Produk (SKAP) Jurusan Teknologi Hasil Hutan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda dari Bulan Juli sampai dengan September 2023. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, labu ukur, toples kaca, *rotary vacuum evaporator*, kertas saring, sarung tangan, spatula, tisu, timbangan analitik, botol vial, tabung reaksi. Bahan yang digunakan adalah pelarut etanol, n-heksana, asam sulfat, NaOH, FeCl₃, aquades, bismuth (III) nitrat, kalium iodide, Asam Klorida, asam asetat anhidrid, Pb Asetat. Metode penelitian yang dilakukan meliputi maserasi satu tahap dan dilanjutkan dengan analisis fitokomia secara kualitatif. Tahapan penelitian adalah sebagai berikut: Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. *Sampling*

Gulma rumput teki akan dikoleksi dari lahan-lahan pertanian atau lahan-lahan yang di dominasi kehadirannya oleh rumput teki yang kemudian dilakukan proses penyiapan sampel hingga sampel daun siap untuk dilakukan proses ekstraksi.

2. Ekstraksi

Sampel dicuci dari kotoran yang melekat, kemudian dipotong menjadi serpihan kecil dan dikeringkan pada ruang dengan suhu konstan. Sampel yang kering dari semua bagian tumbuhan diblender sampai menjadi serbuk. Ekstraksi dilakukan dengan teknik maserasi satu tahap menggunakan pelarut tingkat kepolaran yang berbeda yaitu etanol (polar) dan n-hexane (non-polar). Filtrat hasil maserasi diuapkan dengan *rotary vacuum evaporator* untuk memperoleh *crude extract*. Rendemen yang diperoleh dihitung berdasarkan persentase bobot dengan menggunakan persamaan (Febriyenti et al., 2018) sebagai berikut (1).

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak di dapat}}{\text{Berat sampel yang dipakai}} \times 100\% \quad \dots(1)$$

3. Penentuan Kadar Abu

Cawan porselin dipanaskan pada suhu 105 °C selama empat puluh menit dan diukur. Simplisia ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselin yang disiapkan (masing-masing cawan porselin berisi 2 g simplisia). Cawan tersebut ditempatkan ke dalam tanur dan dipijarkan di suhu 600°C selama tiga jam, setelah itu dimasukkan ke dalam desikator selama lima belas menit setelah itu ditimbang. Perhitungan penentuan kadar abu menggunakan persamaan (Febriyenti et al., 2018) sebagai berikut (2).

$$\text{Kadar abu} = \frac{B_c - B_a}{B_b - B_a} \times 100\% \quad \dots(2)$$

Keterangan:

B_a = Berat cawan kosong

B_b = Berat cawan + simplisia

B_c = Berat cawan + abu

4. Analisis Fitokimia

Ekstrak rumput teki dianalisis untuk mengetahui kandungan senyawa kimia dengan uji seperti tabel 1.

Tabel 1. Analisis Fitokimia

No	Komponen	Metode	Reagent	Keberadaan	Sumber
1	Alkaloid	Dragendorff test	HCl, dragendorff	Jingga atau merah	(Kokate, 2001)
2	Flavonoid	Sodium hydroxide test	NaOH 1%, HCl 1%	Tidak berwarna	(Kokate, 2001)
3	Saponin	Foam test	Aquadest	Terbentuk busa setebal 1-10 cm selama 10 menit	(Dhanraj et al., 2013)
4	Tanin	FeCl ₃ test	FeCl ₃	Perubahan warna menjadi biru kehijauan	(Dhanraj et al., 2013)
5	Steroid	Liebermann-Burchard test	CHCl ₃	Biru-hijau	(Purwati et al., 2017)
6	Triterpenoid	Liebermann-Burchard test	CHCl ₃	Merah-ungu	(Purwati et al., 2017)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil, diketahui bahwa rumput teki yang telah dimaserasi menggunakan pelarut berbeda yaitu pelarut etanol dan n-hexane pada suhu ruang menghasilkan ekstraksi rumput teki sesuai komponen tahapan ekstraksi mulai dari simplisia, kadar abu, ekstrak kental dan rendemen ekstrak (Tabel 2). Kadar abu simplisia yang diperoleh dimanfaatkan sebagai gambaran tentang kandungan mineral dari tahap awal sampai terbentuk ekstrak. Kadar abu simplisia rumput teki adalah 10,21%. Hal ini menandakan bahwa kadar kuantitas senyawa anorganik dan unsur mineral yang terkandung di dalam simplisia hanya 10,21% dari keseluruhan berat simplisia. (Shardul et al., 2013) menunjukkan bahwa kadar abu adalah faktor yang dapat menunjukkan jumlah mineral yang ada di dalam tanaman. Magnesium, kalsium,

besi, tembaga, seng, mangan, dan lainnya adalah beberapa mineral yang dapat ditemukan di dalamnya. Hasil penelitian (Oladunni et al., 2011) menunjukkan bahwa rumput teki dapat mengandung mineral seperti tembaga, magnesium, natrium, kalsium, dan kalium. Salah satu mineral yang memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai perantara kedua dalam jalur *signalling* antara insekta dan tanaman adalah mineral kalsium. Sinyal disebarkan oleh insekta dari daun ke transmembrane, bergantung pada depolarisasi potensial kalsium di area yang diserang. Serangan insekta dapat meningkatkan Ca^{2+} sitosol tanaman melalui aktivasi protein *calcium-sensing* seperti kalmodulin, protein terikat-kalmodulin, dan *calcium-dependent* protein kinases (CDPK). Protein-protein ini mengaktifkan proses *signalling* seperti fosforilasi dan perubahan transkripsi. CDPK adalah protein penting yang memiliki kemampuan untuk membentuk sensor Ca^{2+} dan melawan stress biotik dan abiotik. Sensor ini terdiri dari domain kalmodulin dan protein kinase dalam satu polipeptida. Mekanisme tersebut menjelaskan fungsi kalsium dalam tumbuhan sebagai mineral yang bisa membantu secara tidak langsung melawan serangan insekta (War et al., 2012).

Tabel 2. Hasil Ekstraksi Rumput Teki

Komponen Tahapan Ekstraksi	Besaran	
	Etanol	n-hexane
Simplisia rumput teki	100 g	300 g
Kadar abu simplisia	10,21 %	10,21%
Ekstrak kental	10,81 g	1,95 g
Rendemen ekstrak	10,81 %	0,65 %

Tabel 2 menunjukkan bahwa ekstrak kental dan rendemen pelarut etanol lebih besar daripada ekstrak pelarut n-hexane. Hal ini disebabkan oleh ekstraksi fitokimia yang berbeda secara selektif, serta perbedaan dalam polaritas, dispersibilitas, dan penetrasi (Zhang, 2015). Hasil penelitian (Fajarullah et al., 2014) mengungkapkan bahwa hasil maserasi memiliki rendemen ekstrak yang berbeda pada semua pelarut yang diperlakukan dan nilai rendemen pelarut polar lebih tinggi daripada pelarut nonpolar. Hal ini diduga dipengaruhi oleh sifat larutan, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan hampir semua bagian bahan aktif.

Analisis fitokimia ekstrak rumput teki ditemukan senyawa metabolit sekunder, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3. Hasil pengujian menunjukkan secara umum ekstrak rumput teki memiliki potensi fitokimia golongan senyawa alkaloid, tanin, flavonoid, saponin, dan steroid.

Uji fitokimia yang dilakukan dengan membandingkan pelarut ekstrak menunjukkan bahwa terdapat perbedaan golongan senyawa yang terlarut di dalam pelarut. Pelarut etanol ekstrak rumput teki mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan steroid, sedangkan pelarut n-hexane hanya mengandung golongan senyawa steroid. Hal ini diduga dikarenakan bahwa senyawa metabolit yang tertarik dipengaruhi oleh tingkat kepolaritasan suatu senyawa. Hasil penelitian (Agustina et al., 2018)

memaparkan bahwa pelarut-pelarut dapat mengekstrak senyawa aktif berdasarkan prinsip '*like dissolve like*'. Menurut penelitian (Suryandari & Kusumo, 2022), golongan senyawa yang tertarik sempurna dipengaruhi oleh kepolaran pelarut, jika sifat senyawa sama dengan sifat kepolaran pelarut maka akan tertarik sempurna.

Tabel 3. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Rumput Teki

Golongan Senyawa	Ekstrak Rumput Teki	
	Etanol	n-hexane
Alkaloid	+	-
Flavonoid	+	-
Saponin	+	-
Tanin	+	-
Steroid	+	+
Triterpenoid	-	-

Keterangan : Tanda (+) menunjukkan reaksi terdapat golongan senyawa

Tanda (-) menunjukkan reaksi tidak terdapat golongan senyawa

Hasil pengujian ekstrak rumput teki menunjukkan bahwa terdapat senyawa alkaloid yang diindikasikan keberadaannya terdapat perubahan warna menjadi jingga atau merah. Alkaloid adalah senyawa metabolit sekunder yang umum di dalam tumbuhan. Mayoritas alkaloid berbentuk padat, seperti atropin, dan beberapa juga dalam bentuk cair, biasanya mengandung nitrogen karbon, dan hidrogen. (Doughari, 2012; Tjandra et al., 2020). Golongan senyawa alkaloid juga bisa menjadi bahan biopestisida terlihat dari hasil penelitian (Tampubolon et al., 2018), senyawa metabolit sekunder golongan alkaloid mampu menekan serangga dan nematoda dengan mengakibatkan mutagenis dan toksik.

Ekstrak rumput teki mengandung senyawa flavonoid yang diindikasikan dengan terdapat perubahan warna ketika diberikan cairan NaOH 1%, kemudian akan berubah tidak berwarna saat diberikan HCl 1%. Senyawa flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang dapat menjadi bahan biopestisida karena fungsinya bisa meluruhkan membran sitoplasmik sel nematoda dan menghalangi fungsional struktur enzim protein dari nematoda serta senyawa tersebut juga dapat menghambat pertumbuhan gulma lainnya dengan cara mengganggu akar untuk menyerap unsur hara melalui proses yang merusak struktur membran sel, yang mengurangi permeabilitas membrane (Ojo & Umar, 2013; Sihombing et al., 2012).

Ekstrak rumput teki juga terdapat senyawa saponin, steroid, dan tanin. Senyawa saponin adalah senyawa aktif permukaan yang dapat menimbulkan busa bila diaduk dengan air, saponin memiliki sifat permukaan amfifilik (Irfan, 2016). Saponin adalah salah satu bahan yang dapat mencegah serangga makan. Mekanisme kerjanya yaitu dengan menghalangi aktivitas kerja enzim yang mengakibatkan fungsi organ pencernaan dan penggunaan protein serangga menurun (Muta'ali & Purwani, 2015). Senyawa tanin merupakan senyawa yang dapat menjadi agen pengatur dalam

metabolisme tumbuhan (Julianto, 2019), selain itu juga senyawa tanin berpotensi sebagai herbisida nabati yang mekanisme kerjanya yaitu dengan menghambat aktivitas enzim-enzim perkecambahan (Tampubolon et al., 2018). Senyawa golongan steroid adalah senyawa yang memiliki manfaat sebagai insektisida dengan cara meningkatkan aktivitas sitotoksik pada hewan (Doughari, 2012).

KESIMPULAN

Ekstrak gulma rumput teki dengan pelarut etanol konkret terdapat golongan senyawa saponin, alkaloid, tanin, flavonoid, dan steroid. Pelarut n-hexane terdapat golongan senyawa steroid. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa kandungan senyawa ekstrak gulma rumput teki adalah golongan saponin, alkaloid, tanin, flavonoid, dan steroid. Penelitian yang dapat dilakukan selanjutnya adalah melakukan pengujian FTIR untuk lebih mendalam mengetahui senyawa aktif yang terdapat pada gulma rumput teki.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, E., Andiarna, F., Lusiana, N., Purnamasari, R., & Irfan Hadi, M. (2018). Identifikasi Senyawa Aktif dari Ekstrak Daun Jambu Air (*Syzygium aqueum*) dengan Perbandingan Beberapa Pelarut pada Metode Maserasi. *BIOTROPIC The Journal of Tropical Biology*, 2(2). <http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/biotropic>
- Bajwa, A. A., Mahajan, G., & Chauhan, B. S. (2015). Nonconventional Weed Management Strategies for Modern Agriculture. *Weed Science*, 63(4), 723–747. <https://doi.org/10.1614/ws-d-15-00064.1>
- Dewen, Q. (2015). Analysis of the Development Situation and Trends of Biological Pesticides in China. *Chinese Journal of Biological Control*, 31(5), 679–684. <https://doi.org/10.16409/j.cnki.2095-039x.2015.05.008>
- Dhanraj, N. B., Kadam, M. S., Patil, K. N., & Mane, V. S. (2013). Photochemical Screening and Antibacterial of Western Region Wild Leaf *Colocasia esculenta*. *International Research Journal Of Biological Sciences*, 2(10), 18–21.
- Diaconu, A., Țenu, I., Roșca, R., & Cârlescu, P. (2017). Researches regarding the reduction of pesticide soil pollution in vineyards. *Process Safety and Environmental Protection*, 108, 135–143. <https://doi.org/10.1016/J.PSEP.2016.09.016>
- Doughari, J. H. (2012). *Phytochemicals: Extraction Methods, Basic Structures and Mode of Action as Potential Chemotherapeutic Agents*. www.intechopen.com
- Ergina, E., Nuryanti, S., & Pursitasari, I. D. (2014). Uji kualitatif senyawa metabolit sekunder pada daun palado (*Agave angustifolia*) yang diekstraksi dengan pelarut air dan etanol. *J. Akad. Kim*, 3(3), 165–172.
- Fajarullah, A., Irawan, H., & Pratomo A. (2014). Ekstraksi Senyawa Metabolit Sekunder Lamun *Thalassodendron ciliatum* Pada Pelarut Berbeda. *Jurnal Umrah*, 1(1), 1–15. <https://www.researchgate.net/publication/322055827>

- FAO. (2017). *Evaluation of certain contaminants in food*. <http://www.who.int/bookorders>
- Febriyenti, Suharti, N., Lucida, H., Husni, E., & Sedona, O. (2018). Karakterisasi dan Studi Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Etanol Secang (*Caesalpinia sappan* L.). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 5(1), 23–27.
- Guo, H., Sun, F., Pan, C., Yang, B., & Li, Y. (2021). The deviation of the behaviors of rice farmers from their stated willingness to apply biopesticides—a study carried out in jilin province of China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph18116026>
- Irfan, M. (2016). Pestisida Nabati Terhadap Hama dan Penyakit Tanaman. *Jurnal Agroteknologi*, 6(2), 39–45.
- Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Universitas Islam Indonesia.
- Kokate, C. K. (2001). *Pharmacognosy 16th Edition*. Nirali Prakashan.
- Li, H., Wang, F., Li, J., Deng, S., & Zhang, S. (2021). Adsorption of three pesticides on polyethylene microplastics in aqueous solutions: Kinetics, isotherms, thermodynamics, and molecular dynamics simulation. *Chemosphere*, 264, 128556. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2020.128556>
- Murugesan, R., Vasuki, K., Kaleeswaran, B., Santhanam, P., Ravikumar, S., Alwahibi, M. S., Soliman, D. A., Mohsen Ahmed Almunqedhi, B., & Alkahtani, J. (2021). Insecticidal and repellent activities of *Solanum torvum* (Sw.) leaf extract against stored grain Pest, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of King Saud University - Science*, 33(3), 101390. <https://doi.org/10.1016/J.JKSUS.2021.101390>
- Muta'ali, R., & Purwani, K. I. (2015). Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea indica*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Sains & Seni ITS*, 4(2), 55–58.
- Ojo, G. T., & Umar, I. (2013). Evaluation of Some Botanicals on Root-Knot Nematode (*Meloidogyne javanica*) in Tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill) in Yola Adamawa State, Nigeria. *Biological Forum – An International Journal*, 5(2), 31–36.
- Oladunni, O. M., Abass, O. O., & Adisa, A. I. (2011). Studies on Physicochemical Properties of Oil, Minerals and Nutritional Composition of Nut of Nut Grass (*Cyperus rotundus*). *American Journal of Food Technology*, 6(12), 1061–1064.
- Panizzi, A. R. (2013). History and Contemporary Perspectives of the Integrated Pest Management of Soybean in Brazil. *Neotropical Entomology*, 42(2), 119–127. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0111-y>
- Peerzada, A. M., Ali, H. H., Naeem, M., Latif, M., Bukhari, A. H., & Tanveer, A. (2015). *Cyperus rotundus* L.: Traditional uses, phytochemistry, and pharmacological activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 174, 540–560. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.08.012>
- Peshin, R., & Dhawan, A. K. (2009). Integrated pest management. In *Integrated Pest Management* (Vol. 1). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8992-3>

- Prayogo, Y., & Santi Yudha Ika Bayu, M. (2020). Pengembangan teknologi pengendalian hama utama kacang hijau menggunakan biopestisida. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 17(2), 70. <https://doi.org/10.5994/jei.17.2.70>
- Purwati, S., Lumowa, S. V. T., & Samsurianto. (2017). Skrining Fitokimia Daun Saliara (*Lantana camara* L) Sebagai Pestisida Nabati Penekan Hama Dan Insidensi Penyakit Pada Tanaman Holtikultura di Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 153–158.
- Rao, M. S., Umamaheswari, R., Priti, K., Rajinikanth, R., Grace, G. N., Kamalnath, M., Prabu, P., Kumar, R. M., Chaya, M. K., & Vidyashree. (2016). Role of Biopesticides in the Management of Nematodes and Associated Diseases in Horticultural Crops. In *Plant, Soil and Microbes* (pp. 117–148). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27455-3_7
- Razaq, M., Aslam, M., Saleem, M. A., & Khan, H. (2013). Patterns of Insecticides used on Cotton Before Introduction of Genetically Modified Cotton in Southern Punjab. In *Pakistan Article in Pakistan Journal of Zoology*. <https://www.researchgate.net/publication/287422347>
- 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. <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p131-142>
- Shardul, K., Swati, J., Prajakta, K., Prafullachandra, T., Santosh, P., & Arun, R. (2013). Proximate Analysis of Peel and Seed of *Annona Squamosa* (Custard Apple) Fruit. In *Research Journal of Chemical Sciences ISSN 2231-606X* (Vol. 3, Issue 2). www.isca.in
- Sihombing, A., Fatonah, S., & Silviana, F. (2012). Pengaruh Alelopati *Calopogonium mucunoides* Desv. terhadap Perkecambah dan Pertumbuhan Anakan Gulma *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson. *Biospecies*, 5(2), 5–11.
- Suryandari, M., & Kusumo, G. G. (2022). Artikel Penelitian Identifikasi Senyawa metabolit Sekunder Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dari Berbagai Macam Pelarut Identification of Secondary Metabolites of Onion Peels Extract (*Allium cepa* L.) of Various Solvent. *Journal Pharmasci (Journal of Pharmacy and Science)*, 7(2).
- Tampubolon, K., Sihombing, F. N., Purba, Z., Samosir, S. T. S., & Karim, S. (2018). Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pestisida nabati di Indonesia Potency of secondary metabolite from weeds as natural pesticides in Indonesia. *Kultivasi*, 17(3), 683–693.
- Tjandra, R. F., Fatimawali, ., & Datu, O. S. (2020). Analisis Senyawa Alkaloid dan Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Sirih (*Piper betle* L) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal E-Biomedik*, 8(2). <https://doi.org/10.35790/ebm.v8i2.28963>
- Wang, W., Zhang, L., & Sun, X. (2021). Improvement of two-stage composting of green waste by addition of eggshell waste and rice husks. *Bioresour Technol*, 320, 124388. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.124388>
- Wang, Y., Wang, Y., & Zhu, Y. (2018). What could encourage farmers to choose non-chemical pest management? Evidence from apple growers on the Loess Plateau of

China. *Crop Protection*, 114, 53–59.
<https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2018.08.015>

- War, A. R., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ignacimuthu, S., & Sharma, H. C. (2012). Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signaling & Behavior*, 7(10), 1306–1320. <https://doi.org/10.4161/psb.21663>
- Yulvianti, M., Meida Sari, R., & Rujatul Amaliah, E. (2014). Pengaruh Perbandingan Campuran Pelarut N-Heksana-Etanol Terhadap Kandungan Sitronelal Hasil Ekstraksi Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*). In *Jurnal Integrasi Proses* (Vol. 5, Issue 1). <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip>
- Zhang, Q. (2015). Effects Of Extraction Solvents On Phytochemicals And Antioxidant Activities Of Walnut (*Juglans regia* L.) Green Husk Extracts. In *European Journal of Food Science and Technology* (Vol. 3, Issue 5). www.eajournals.org