

ANALISIS METABOLIT GULMA PENTING PERTANAMAN JAGUNG DI NUSA TENGGARA TIMUR

ANALYSIS OF IMPORTANT WEED METABOLITES IN CORN CROPS IN EAST NUSA TENGGARA

¹Andreas Kefi¹, Deseriana Bri¹, Maria Imelda Humoen², Marselinus Banu¹

¹Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Science And Health, Timor University

²Department of Plantation Agriculture, Faculty of Vocational Logistics Military, Indonesia
Defense University

ABSTRACT

Planting corn is a local wisdom that is still practiced to maintain food availability in East Nusa Tenggara. In corn cultivation, the biggest challenge faced by farmers is the emergence of weeds around corn plants, which hinder their growth. Profiling the metabolites of weeds is an important initial step in studying the influence of allelochemical compounds that inhibit plant growth. This allows for appropriate weed control strategies. *Chloris barbata* is identified as a dominant weed in corn fields in East Nusa Tenggara. This study aims to profile the dominant weeds in corn fields in East Nusa Tenggara, specifically in Tua'tuka, Kupang Regency. The untargeted metabolite analysis of the three weed species revealed that Neophytadiene, accounting for 34.93% of *Chloris barbata*, is a compound strongly suspected to inhibit corn plant growth among the 36 compounds identified in the allelochemical study. The impact of allelochemicals from the other two weed species on corn growth needs further investigation due to limited information. Further studies are necessary to understand the effects of these allelochemicals on corn plant growth.

Keywords: allelochemical; metabolites; weeds

INTISARI

Menanam jagung adalah suatu kearifan lokal yang masih terus dilakukan untuk menjaga ketersediaan pangan di Nusa Tenggara Timur. Dalam budidaya jagung, tantangan terbesar yang sering dihadapi oleh petani adalah munculnya gulma di sekitar tanaman jagung. Adanya gulma menyebabkan pertumbuhan tanaman jagung menjadi terhambat. Studi metabolit gulma merupakan langkah awal penting untuk mempelajari pengaruh senyawa alelokimia dalam menghambat pertumbuhan tanaman. Strategi pengendalian gulma dapat dilakukan dengan tepat. *Chloris barbata* merupakan salah satu jenis gulma yang telah diidentifikasi sebagai gulma dominan yang tumbuh pada pertanaman jagung di NTT. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis metabolit terhadap gulma dominan pada pertanaman jagung di NTT yang diambil dari Tua'tuka Kabupaten Kupang. Hasil analisis *untargeted* metabolit dari ketiga jenis gulma, menunjukkan bahwa Neophytadiene 34,93% dari *Chloris barbata* merupakan senyawa yang diduga kuat sebagai penghambat pada pertumbuhan tanaman jagung dari total 36 senyawa yang dihasilkan dari studi senyawa alelokimia. Dampak senyawa alelokimia dari dua jenis gulma lainnya terhadap pertumbuhan jagung masih perlu diteliti lebih lanjut karena keterbatasan informasi. Studi lanjutan diperlukan untuk memahami lebih dalam efek senyawa-senyawa alelokimia tersebut terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

Kata Kunci: alelokimia; gulma; metabolit

¹ Correspondence author: Andreas Kefi. Email: kefiunimor@gmail.com

PENDAHULUAN

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting di dunia dan memiliki peran vital dalam mendukung ketahanan pangan global (Setyawan et al., 2010). Nusa Tenggara Timur (NTT) Indonesia, khususnya di pulau Timor, jagung memiliki peran strategis sebagai tanaman pangan utama yang secara tradisional ditanam oleh masyarakat sebagai bagian dari kearifan lokal untuk menjaga ketersediaan pangan, terutama saat musim hujan tiba (Mundita, 2009). Namun, pertumbuhan dan produktivitasnya sering kali terhambat oleh kehadiran gulma (Saputra et al., 2019). Gulma merupakan tumbuhan yang tumbuh liar di sekitar tanaman budidaya dan dapat bersaing dengan tanaman budidaya untuk mendapatkan nutrisi, air, dan cahaya matahari (Allifah AF et al., 2019). Gulma juga dapat menghasilkan senyawa kimia yang disebut alelokimia, yang dapat berinteraksi dengan tanaman budidaya dan menghambat pertumbuhannya (Khamare et al., 2022). Beberapa jenis gulma yang diketahui sebagai penyebab terhambatnya proses pertumbuhan tanaman adalah *Chloris barbata*, *Mazus japonicus*, dan *Cenchrus echinatus*, yang merupakan gulma dominan pada pertanaman jagung (Kefi et al., 2022).

Di NTT, salah satu gulma dominan yang sering ditemui di lahan pertanaman jagung adalah *Chloris barbata*. Gulma ini memiliki kemampuan bersaing yang tinggi dengan tanaman jagung karena dapat tumbuh subur di berbagai kondisi lingkungan (Kefi et al., 2022). *Chloris barbata* dapat menyebabkan penurunan hasil panen jagung yang signifikan jika tidak dikendalikan dengan baik. Oleh karena itu, pengendalian gulma menjadi strategi penting dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas jagung di NTT. Metode pengendalian gulma secara tradisional, seperti penyiangan manual atau mekanis, telah dilakukan oleh petani di NTT. Namun, tidak memberikan dampak yang besar terhadap produktivitas jagung (Fitria et al., 2017). Gulma masih dapat

tumbuh dengan subur, sehingga solusi akhir yang digunakan petani adalah menggunakan herbisida sintetis (Aisyah et al., 2022). Penggunaan herbisida sintetis dalam mengatasi permasalahan gulma merupakan salah satu langkah efektif yang banyak digunakan oleh petani modern saat ini, karena lebih sederhana, cepat, dan mudah dalam penanganan gulma (Aditiya, 2021).

Meskipun menawarkan banyak kemudahan dalam mengatasi permasalahan gulma, penggunaan herbisida sintetis berlebihan pada tanaman diketahui dapat menyebabkan kerugian jangka panjang (Aditiya, 2021). Diantaranya adalah menyebabkan resistensi pada gulma, menurunkan kesuburan tanah hingga menyebabkan kerusakan struktur tanah (Sari & Ramadhan, 2022). Oleh karena itu alternatif lain dalam mengatasi permasalahan gulma perlu mempertimbangkan efektivitas dan keamanan jangka panjang. Studi metabolit gulma, merupakan salah satu bentuk upaya awal yang dapat dilakukan dalam proses pengendalian gulma modern (Kraehmer et al., 2014). Melalui studi metabolit gulma, peneliti dapat mengetahui gambaran yang jelas terkait hubungan interaksi metabolit yang dihasilkan oleh gulma terhadap penurunan produktivitas pertumbuhan tanaman budidaya seperti jagung sehingga pemilihan metode pengendalian gulma dapat diterapkan dengan tepat. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Shah et al., 2017) diketahui bahwa senyawa fitotoksin merupakan salah satu jenis senyawa yang diduga kuat berpotensi dalam menghambat pertumbuhan tanaman budidaya. Interaksi kimia senyawa tersebut terhadap tanaman budidaya diketahui dapat menghambat proses fisiologis tanaman seperti terhambatnya fotosintesis yang berdampak pada penurunan produktivitas tanaman. Penelitian lain juga yang relevan terkait dengan gulma juga telah dilakukan oleh (Cheng & Cheng, 2015) Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa alelopati

memainkan peranan yang cukup besar dalam penghambatan pertumbuhan budidaya.

Sebagai dasar awal pertimbangan dalam mencari solusi penanganan gulma yang tepat untuk pertanaman jagung di NTT, maka studi metabolit gulma yang ada di lahan pertanaman jagung penting untuk dilakukan. Sejauh ini penelitian terkait studi metabolit dari gulma di pertanaman jagung untuk gulma seperti *Chloris barbata*, *Mazus japonicus*, dan *Cenchrus echinatus* yang ada di lahan jagung NTT belum pernah dilakukan. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dikaji komposisi metabolit dari ketiga jenis gulma. Melalui studi metabolit gulma ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik terkait senyawa alelokimia dari gulma dalam menghambat pertumbuhan tanaman jagung di NTT. Dengan memahami lebih baik alelokimia yang menghambat pertumbuhan jagung, maka strategi pengendalian gulma yang tepat dapat diterapkan sebagai bentuk dukungan dalam meningkatkan produktivitas pertanian berkelanjutan di NTT.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian ini antara lain gulma *Chloris barbata*, *Mazus japonicas*, dan *Cenchrus echinatus*, etanol (E-merk), aquades. Adapun alat yang digunakan antara lain sabit, terpal, blender, gelas kimia 250 ml (pyrex), wadah maserator, gelas ukur 100 ml (pyrex), pipet tetes, pengaduk kaca, kertas saring, corong kaca, gc-ms agilent 7890 gc/5975 ms-d (Agilent Technologies Inc. USA). Prosedur kerja diawali dengan sampling gulma pada lahan pertanaman jagung. Sampling gulma *Chloris barbata*, *Mazus japonicas*, dan *Cenchrus echinatus* dilakukan di lokasi pertanaman jagung Tua'tuka, Kabupaten Kupang Timur NTT. Sampel berupa batang dan daun dibersihkan dari kotoran yang menempel, dicuci bersih kemudian dikeringkan selama 3 hari selama 8 jam dari jam 7 pagi hingga jam 3 sore di bawah matahari langsung. Sampel yang sudah kering kemudian masing-masing diblender dan dimaserasi menggunakan pelarut etanol murni dengan perbandingan 2 : 1 selama 5

hari. Sampel kemudian dievaporasi untuk mendapatkan ekstrak. Ekstrak gulma yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan GC-MS untuk mengidentifikasi komponen kimia gulma.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis metabolit gulma penting pada penelitian ini diawali dengan preparasi sampel. Gulma yang telah diambil, dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3 hari dengan tujuan untuk mengurangi kadar air sampel. Kadar air yang tinggi pada sampel akan memicu terjadinya reaksi enzimatik yang menyebabkan penurunan kualitas sampel seperti pencoklatan, pembusukan atau berjamur akibat aktivitas mikroba (Yasi et al., 2022). Sampel yang telah dikeringkan selanjutnya diblender. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memperbesar luas permukaan sampel sehingga proses ekstraksi senyawa dapat berlangsung sempurna. Luas permukaan sampel yang besar akan mempermudah interaksi pelarut dengan bahan sehingga senyawa yang terdapat dalam bahan dapat terekstrak ke dalam pelarut.

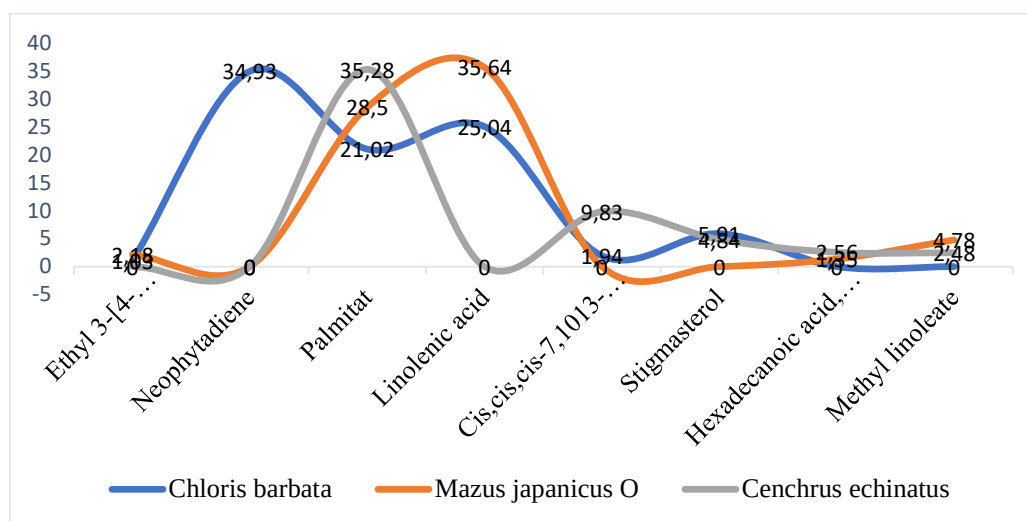
Ekstraksi gulma penting tanaman jagung dilakukan secara maserasi. Maserasi merupakan metode ekstraksi dingin yang sederhana untuk mengekstrak berbagai komponen metabolit sekunder dari suatu sampel tanaman dengan cara merendam sampel ke dalam pelarut. Penggunaan metode maserasi memiliki kelebihan yaitu dapat mengekstrak metabolit sekunder tanpa merusak struktur kimia senyawa dibandingkan ekstraksi panas (Habibullah et al., 2021). Ekstraksi metabolit sekunder pada penelitian ini dilakukan menggunakan pelarut etanol. Pemilihan pelarut etanol pada penelitian ini didasarkan pada kemampuannya dalam melarutkan metabolit sekunder dengan baik serta sifat kimianya yang relatif tidak toksik (Atun, 2014). Ekstrak etanol yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan GC-MS. Kromatogram Data senyawa hasil analisis dari 3 jenis gulma (*Chloris barbata*, *Mazus japonicas*, dan *Cenchrus echinatus*) secara keseluruhan dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan metabolit Gulma penting Tanaman Jagung

No	Senyawa Metabolomik	<i>Chloris barbata</i>	<i>Mazus japanicus O.</i>	<i>Cenchrus echinatus</i>
		----- % -----		
1	Ethyl 3-[4-Methoxyphenyl]-2-propenoate	1.03	2.18	0
2	Neophytadiene	34.93	0	0
3	Hexahydrofarnesyl acetone	1.43	0	0
4	Palmitic acid ethyl ester	1.11	0	0
5	Palmitat	21.02	28.5	35.28
6	(2E)-3,711,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	3.05	0	0
7	Grapeseed oil	1.14	0	0
8	Linolenic acid	25.04	35.64	0
9	Stearic acid	1.57	0	0
10	Palmitic acid beta monoglycerode	1.95	0	0
11	Tetracosane	5.23	0	0
12	Cis,cis,cis-7,1013-hexadecatrienal	1.94	0	9.83
13	Celidoniol, deoxy-	2.09	0	0
14	Brotizolam	1.26	0	0
15	Vitamin E	1.92	0	0
16	Campesterol	2.29	0	0
17	Stigmasterol	5.91	0	4.84
18	Cholest-5-en-3-ol,23-ethyl-,(3.beta,23.s)	4.68	0	0
19	Heptacosyl acetate	2.68	0	0
20	Hexadecanoic acid, methyl ester	0	1.35	2.56
21	Methyl linolenate	0	4.78	2.48
22	Phytol isomer	0	10.36	0
23	S[2-[N,N-Dimethylamino]ethyl]N,N-dymethylcarbamoyl]thiocarbohydroximate	0	2.19	0
24	2-Methyl-Z,Z-3,13-octadadienol	0	2.48	0
25	Dodecahydro-1S-indaceno[4,5-B]oxyrene	0	1.4	0
26	Stigmasta-7,16-die-3-ol, (3.beta,5.alpha)	0	1.23	0
27	5,7-dimethyloctahydrocoumarin	0	0	1.22
28	2-pentadecanone,6,10,14-trimethyl	0	0	3.21
29	9.12-Octadecadienoic acid	0	0	12.5
30	3-Methyl-4-(phenylthio)-2-prop-2-enyl-2,5-dihydrothiophene 1,1-dioxide	0	0	6.41
31	Hexadecanoic acid,2,3- dihydroxypropyl Ester	0	0	5.16
32	9,10-phenanthrenediol,1,2,3,4,4A,9,10A- octahydro-5,6,8-trimethoxy,-1,1-4A-trimethyl,-7-(1-methylethyl)-(4AS(4A.Alpha,9Beta10Beta, 10ABeta)	0	0	1
33	Dimethyl 2,2'3,3,3'-tetrahydroxy-4,4'-dimethoxybiphenyl-6,6-dicarboxylate	0	0	1.5
34	1-(P-toylil)-3-(6-quinolyl)benzo[f]quinoline	0	0	1.34
35	Gamma sitosterol	0	0	6.53
36	1H-indole, 3-methyl-l-trimethylsilyl	0	0	1.85

Berdasarkan data pada Tabel 1 diketahui bahwa ekstrak etanol gulma jenis *Choloris barbata* mengandung 19 jenis senyawa, sedangkan 2 jenis gulma lainnya *Mazus japonicus O.* dan *Cenchrus echinatus* mengandung masing masing 10 dan 15 jenis

senyawa. Senyawa yang dihasilkan dari ketiga jenis gulma diantaranya adalah jenis senyawa yang sama. Data hubungan persentase senyawa dari 3 jenis gulma dengan senyawa dominan secara keseluruhan ditampilkan dalam grafik 1.



Grafik 1. Hubungan Persentase Senyawa Dominan Gulma Penting Tanaman Jagung.

Berdasarkan data hubungan persentase senyawa dominan gulma penting tanaman jagung pada grafik 1 diketahui bahwa palmitat merupakan komponen kimia yang paling dominan dari ketiga jenis gulma yaitu ekstrak *Cenchrus echinatus* dengan persentase tertinggi 35,38 %, yang kemudian diikuti oleh *Mazus japonicus* dan *Chloris barbata* dengan persentase berturut-turut 28,5 % dan 21,02%. Palmitat merupakan senyawa kimia yang termasuk dalam kelompok asam lemak rantai panjang (*Long Chain Fatty Acid*). Asam palmitat pada tumbuhan diproduksi melalui jalur malonat. Beberapa senyawa asam lemak lain yang juga diproduksi melalui jalur malonat adalah asam linoleat (*linoleic acid*), stearat, oleat, miristat dan laurat (Tando et al., 2018).

Asam linoleat hasil identifikasi GC-MS dari ketiga jenis gulma tampak pada ekstrak gulma *Chloris barbata* dan *Mazus japonicus O* dengan persentase yang tidak jauh berbeda dengan asam palmitat yaitu berturut-turut 35,64% dan 25,04%. Sedangkan pada ekstrak gulma *Chenchrus echinatus*, senyawa asam linoleat tidak terlihat muncul pada kromatogram data hasil analisis GC-MS. Hal ini diduga bahwa umur jenis gulma *Cenchrus echinatus* untuk produksi metabolit

asam linoleat melalui jalur malonat belum berlangsung sempurna atau senyawa prekursor untuk biosintesis asam linoleat belum tersedia, sehingga jenis senyawa tersebut tidak tampak pada kromatogram GC-MS.

Beberapa kesamaan senyawa lain yang juga diproduksi oleh ekstrak gulma *Chloris barbata* dan *Mazus japonicus O* adalah senyawa Ethyl 3-[4-Methoxyphenyl]-2-propenoate dengan persentase masing-masing adalah 1,02 % dan 2,08%. Persentase senyawa tersebut terbilang paling rendah dibandingkan metabolit lain yang dihasilkan dari kedua jenis gulma ini. Adapun senyawa lain yang juga hanya diproduksi oleh *Chloris barbata* dan *Cenchrus echinatus* adalah senyawa Cis,cis,cis-7,1013-hexadecatrienal dan stigmasterol. Persentase senyawa yang dihasilkan berbeda-beda, yaitu 1,94 % (Cis,cis,cis-7,1013-hexadecatrienal) dan 5,91% (stigmasterol) untuk jenis gulma *Chloris barbata*, sedangkan untuk *Cenchrus echinatus* persentase senyawa yang dihasilkan adalah 9,83 % (Cis,cis,cis-7,1013-hexadecatrienal) dan 4,84% (stigmasterol). Dari kedua jenis senyawa tersebut dapat dilihat bahwa persentase senyawa yang dihasilkan dari masing-masing gulma terlihat

berbeda. Sama halnya dengan senyawa hexadecanoic acid methyl ester dan methyl linolenate dari ekstrak jenis gulma *Mazus japonicus* O dan *Cenchrus echinatus*.

Persentase senyawa yang dihasilkan dari ekstrak *Mazus japonicus* O adalah 1.35% (hexadecanoic acid, methyl ester) lebih rendah dibandingkan *Cenchrus echinatus* yaitu 2,56% (hexadecanoic acid, methyl ester). Berbeda dengan persentase senyawa methyl linolenate dari ekstrak gulma *Mazus japonicus* O yang lebih tinggi dibandingkan *Cenchrus echinatus* dengan selisih 2,3%. Perbedaan persentase dari tiap senyawa ini kemungkinan besar disebabkan oleh banyaknya senyawa prekursor yang dihasilkan dari masing-masing gulma dalam biosintesis senyawa sehingga berpengaruh terhadap persentase senyawa yang dihasilkan. Adapun senyawa lain yang hanya dihasilkan dari ekstrak gulma *Chloris barbata* dengan persentase tertinggi yang tidak dihasilkan oleh dua jenis gulma lain yaitu Neophytadiene dengan persentase 34,93%.

Neophytadiene merupakan salah satu jenis senyawa kimia yang termasuk dalam kelompok terpenoid. Terpenoid jenis phytol ini merupakan kelompok senyawa yang banyak dilaporkan memiliki aktivitas alelopati. Hal ini diperkirakan sebagai dasar penghambatan terhadap pertumbuhan tanaman jagung. (Gani et al., 2017) menyatakan bahwa aktivitas kimia dari terpenoid terhadap pertumbuhan tanaman adalah dengan menghambat proses pembelahan sel pada tumbuhan sehingga proses pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Selain itu senyawa ini juga dilaporkan dapat mendekomposisi klorofil pada tumbuhan sehingga mengakibatkan daun tanaman menjadi menguning dan bahkan layu akibat terhambatnya proses fotosintesis (Ilmiati Illing, Sukarti, 2021)

KESIMPULAN

Hasil analisis metabolit gulma penting pada pertanaman jagung dari 3 jenis gulma di Tua'tuka, Kabupaten Kupang Timur NTT,

menunjukkan bahwa terdapat 8 senyawa dominan yaitu palmitat, asam linoleat, ethyl 3-[4-methoxyphenyl]-2-propenoate, cis,cis,cis-7,10,13-hexadecatrienal, stigmasterol, hexadecanoic acid methyl ester, methyl linolenate dan neophytadiene. Keterlibatan senyawa alelopati yang diduga kuat berperan penting dalam menghambat pertumbuhan tanaman jagung dari 8 senyawa dominan adalah neophytadiene yang berasal dari spesies gulma *Chloris barbata*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, D. R. (2021). Herbisida : Risiko terhadap Lingkungan dan Efek Menguntungkan. *Saintekno : Jurnal Sains dan Teknologi*, 19(1), 6–10. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/saintekno/article/view/28371>
- Aisyah, S., Hasjim, S., & Putri, P. H. (2022). Keefektifan Dosis Reduktan Herbisida terhadap Pengendalian Gulma serta Pengaruhnya pada Tanaman Padi Varietas Inpari 32 *Jurnal Agrikultura*, 2022(3), 342–358.
- Allifah AF, A. N., Rosmawati, R., & Jamdin, Z. (2019). Refugia Ditinjau Dari Konsep Gulma Pengganggu dan Upaya Konservasi Musuh Alami. *Biosel: Biology Science and Education*, 8(1), 82. <https://doi.org/10.33477/bs.v8i1.849>
- Atun, S. (2014). Metode Isolasi dan Identifikasi Struktur Senyawa Or. *Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, 8(2), 53–61.
- Cheng, F., & Cheng, Z. (2015). Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 6 (November), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01020>
- Fitria, Purba, E., & Sabrina, T. (2017). Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*zea mays*. L) Pada Berbagai Pengelolaan Gulma di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Pertanian Tropik*, 549(3), 40–42.
- Gani, A. A., Mukarlina, & Rusmiyanto, E.

- (2017). Profil GC-MS dan Potensi Bioherbisida Ekstrak Metanol Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.) Terhadap Gulma Maman Ungu (*Cleome rutidosperma* D . C .). *Jurnal Protobiont*, 6(2), 22–28.
- Habibullah, J., Agustina, R., & Fajar, P. (2021). Optimization of Extraction Method of Black Betel Leaf (*Piper* Sp.) Against Secondary Metabolite Content. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences, April 2021*, 135–138.
- Ilmiati Illing, Sukarti, F. R. (2021). Identifikasi senyawa metabolit sekunder ekstrak etanol daun pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis* L) menggunakan GC-MS 1,2,3. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 3(2), 2–5.
- Kefi, A., Guntoro, D., & Santosa, E. (2022). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis pada Berbagai Populasi Gulma *Chloris barbata* (Poaceae). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 50(1), 80–88. <https://doi.org/10.24831/jai.v50i1.39708>
- Khamare, Y., Chen, J., & Marble, S. C. (2022). Allelopathy and its application as a weed management tool: A review. *Frontiers in Plant Science*, 13 (November), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.103464>
- Kraehmer, H., Laber, B., Rosinger, C., & Schulz, A. (2014). Herbicides as Weed Control Agents: State of the Art: I. Weed Control Research and Safener Technology: The Path to Modern Agriculture. *Plant Physiology*, 166(3), 1119–1131. <https://doi.org/10.1104/pp.114.241901>
- Mundita, I. wayan. (2009). *Pemetaan Pangan Lokal di Pulau Sabu Raijua, Rote Ndao, Lembata dan Daratan Timor Barat (Kab. Kupang & TTS)*.
- Saputra, Y., Pujiswanto, H., Utomo, M., & Hidayat, K. F. (2019). Pertumbuhan Gulma dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Tahun ke-30 di Lahan Percobaan Polinela Bandar Lampung. *Journal of Tropical Upland Resources*, 01(01), 79–92.
- Sari, V. I., & Ramadhan, R. (2022). Pemanfaatan Gulma Senduduk (*Melastoma malabathricum*) sebagai Bioherbisida untuk Pengendalian Gulma secara Pra Tumbuh. *Jurnal Pengelolaan Perkebunan (JPP)*, 3(1), 11–16. <https://doi.org/10.54387/jpp.v3i1.10>
- Setyawan, I., Wahyono, T., & Lubis, Y. (2010). Peranan Komoditas Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Peningkatan Pendapatan Wilayah Kabupaten Karo. *Jurnal Agribisnis Sumatera Utara*, 3(2), 17–24.
- Shah, R. H., Baloch, M. S., Zubair, M., & Khan, E. A. (2017). Efeito fitotoxico de extratos aquosos de diversas partes vegetais da bombardeira em plantas daninhas e no crescimento e rendimento de trigo. *Planta Daninha*, 35. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100080>
- Tando, E., Pengkajian, B., Pertanian, T., & Tenggara, S. (2018). Review: Potensi Senyawa Metabolit Sekunder dalam Sirsak (*Annona muricata*) dan Srikaya (*Annona squamosa*) sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman. In *Jurnal Biotropika* | (Vol. 6, Issue 1).
- Yasi, R. M., Harsanti, R. S., & Larasati, T. T. (2022). *The Effect of Simplicia Drying Method on the Acquisition of Active Compound Levels of Grinting Grass Simplicia Extract (Cynodon dactylon (L.) Pers.)*. 10(3), 147–154. <https://doi.org/10.19184/bst.v10i3.32309>