

KOMPOSIT BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN PAITAN (*Tithonia Diversifolia*) DENGAN BIONUTRIEN S-367B DITERAPKAN PADA TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea var. Alboglabra*)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Disusun oleh

Muhammad Risdan Putra Setiawan

2006375

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2024

KOMPOSIT BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN PAITAN (*Tithonia Diversifolia*) DENGAN BIONUTRIEN S-367B DITERAPKAN PADA TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea var. Alboglabra*)

Oleh :

Muhammad Risdan Putra Setiawan

2006375

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Muhammad Risdan Putra Setiawan 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, fotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis

LEMBAR PENGESAHAN

KOMPOSIT BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN PAITAN (*Tithonia Diversifolia*) DENGAN BIONUTRIEN S-367B DITERAPKAN PADA TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea var. Alboglabra*)

Muhammad Risdan Putra Setiawan

2006375

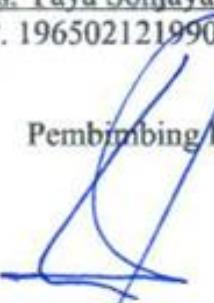
Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



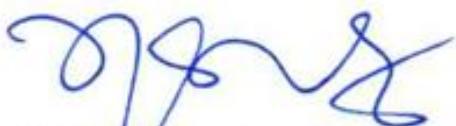
Drs. Yaya Sonjaya, M.Si.
NIP. 196502121990031002

Pembimbing II,



Dr. Iqbal Musthapa, M.Si
NIP. 196309111989011001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia



Prof. Fitri Khoberunnisa, M.Si., Ph.D
NIP. 197806282001122001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia Diversifolia*) Dengan Bionutrien S-367B Diterapkan Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae var. Alboglabra*)**" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,

Muhammad Risdan Putra Setiawan
2006375

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia Diversifolia*) Dengan Bionutrien S-367B Diterapkan Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae var. Alboglabra*)**". Shalawat dan salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya, dan umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang S1 pada Program Studi Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari walaupun sudah semaksimal mungkin menyusun skripsi ini, tentunya masih ada banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik maupun saran yang membangun untuk perbaikan skripsi ini kedepannya.

Bandung, Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,

Muhammad Risdan Putra Setiawan
2006375

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Yaya Sonjaya, M.Si. selaku Pembimbing I dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan penulis kepercayaan untuk bergabung dalam proyek penelitian bionutrien, bersedia meluangkan waktu di sela-sela kesibukannya membimbing penulis dalam penulisan skripsi, memberikan kritik, saran, dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Iqbal Musthapa, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan saran, masukan, dan kritik terhadap skripsi penulis, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan pada waktu.
3. Ibu Prof. Fitri Khoerunnisa, M.Si., Ph.D sebagai Ketua Program Studi yang telah membantu kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. rer. nat. Omay Sumarna, M.Si. dan Bapak Dr. H. Budiman Anwar, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk meninjau dan memberikan kritik, masukan dan saran atas skripsi ini.
5. Kepada seluruh dosen program studi kimia yang telah banyak berbagi ilmu, cerita, dan . Semoga ilmu yang telah diberikan menjadi berkah dan amalan jariyah bagi Bapak/Ibu dosen sekalian.
6. Pak ustad Iib selaku pemilik kebun dan kang denny yang bersedia membantu proses penelitian selama di lapangan.
7. Kedua orang tua tercinta, Rita Rosita dan Hery Setiawan yang selalu mendukung dan menyemangati penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Adik saya, Muhammad Rizhelda Putra Setiawan yang selalu memberikan semangat dan mendukung penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi dan studi sarjana tepat waktu.
9. Keluarga besar Oman Suherman yang senantiasa memberi dukungan moral maupun moril, sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya dengan baik.
10. Sahabat tercinta, Muhammad Rizky Ramadhan dan Sylva Julianty Wardani yang senantiasa selalu ada untuk penulis baik suka maupun duka, serta memberi semangat dan motivasi yang tak terhingga.

11. Rekan-rekan satu bimbingan sekaligus seperjuangan Muhamad Rivaldi, Rosa Oktaviani, Rahmadanti Widya, Umi Saroh, dan Hasya Fatharani. Terima kasih atas waktu dan kerja samanya sehingga kita semua dapat menyelesaikan penelitian.
12. Seluruh rekan mahasiswa angkatan 2020, rekan kelas kimia C serta rekan-rekan KBK Kimia Lingkungan yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses studi.
13. Mahasiswa/i doswal Pak Yaya yang telah berjuang bersama dari awal masuk perkuliahan hingga mencapai kelulusan, semoga doa baik akan terus menyertai kalian.
14. Teladan 26A yang senantiasa selalu memberikan hiburan, kenyamanan, kehangatan, serta menjadi rumah kedua bagi penulis layaknya seorang keluarga.
15. *Last but not least, I wanna thank me*, dari segala cobaan dan rintangan yang tak mudah untuk dihadapi. Sebagai anak laki-laki dan cucu pertama dalam keluarga, pada akhirnya dapat menjadi contoh yang baik untuk adik-adiknya. Selamat karena sudah bisa hingga ke titik ini. Terima kasih karena sudah kuat untuk menjalani hari demi hari yang berat. Jangan merasa cukup puas dengan apa yang telah didapatkan, masih banyak tantangan yang akan datang di kemudian hari. Semoga dengan selesainya studi ini merupakan awalan untuk menjadi orang yang lebih hebat lagi.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Pengendalian hama dan penyakit pada budidaya tanaman kailan (*Brassica oleraceae* var. *alboglabra*) masih menggunakan pestisida sintesis. Salah satu alternatif yang dapat digunakan yaitu biopestisida. Daun paitan telah diteliti untuk dijadikan sebagai biopestisida karena mempunyai sifat sebagai antimikroba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposit ekstrak daun paitan dengan bionutrien S-367B terhadap pertumbuhan, laju pertumbuhan, dan hasil panen tanaman kailan. Tahapan penelitian ini meliputi tahap ekstraksi daun paitan, tahap analisis uji fitokimia, uji total fenolik, dan karakterisasi gugus fungsi dengan spektrofotometer FTIR, tahap aplikasi komposit ekstrak daun paitan dengan bionutrien S-367B 25%, 50%, dan 75% dengan dosis (5 mL/L; 7,5 mL/L; 10 mL/L) dalam 1000 mL air, tahap pengamatan pertumbuhan tanaman kailan dan hasil panen tanaman kailan. Hasil karakterisasi dari ekstrak daun paitan menunjukkan bahwa terdapat senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin yang diperkuat dengan hasil FTIR yang menunjukkan adanya golongan senyawa flavonoid dan saponin, serta kadar total fenol sebesar 23,36 mg GAE/100 g sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pertumbuhan panjang daun, lebar daun, tinggi tanaman, dan laju pertumbuhan tanaman kailan tertinggi diperoleh pada kelompok perlakuan komposit ekstrak daun paitan dengan bionutrien S-367B 25% dosis 5 mL/L secara berturut-turut yaitu sebesar 24,9 cm; 24,2 cm; 41,7 cm; dan 0,3984 minggu⁻¹ dibandingkan dengan kontrol pelarut secara berturut-turut yaitu sebesar 17,2 cm; 16,7 cm; 32,3 cm; dan 0,3159 minggu⁻¹. Massa hasil panen tanaman kailan tertinggi diperoleh pada kelompok perlakuan komposit ekstrak daun paitan dengan bionutrien S-367B 25% dosis 5 mL/L yaitu sebesar $335,67 \pm 4,04$ gram dibandingkan dengan kontrol pelarut sebesar $114,67 \pm 7,57$ gram.

Kata kunci: Ekstrak daun paitan, Bionutrien S-367B, Tanaman Kailan, Laju pertumbuhan, Hasil panen

ABSTRACT

*Pest and disease control in kailan (*Brassica oleraceae* var.*alboglabra*) still uses synthetic pesticides. One alternative that can be used is biopesticides. Paitan leaves have been researched to be used as a biopesticide because it has antimicrobial properties. This study aims to determine the effect of paitan leaf extract composite with bionutrient S-367B on the growth, growth rate, and yield of kailan plants. The stages of this research include the extraction stage of paitan leaves, the phytochemical test analysis stage, the total phenolic test, and the characterization of functional groups with an FTIR spectrophotometer, the composite application stage of paitan leaf extract with 25%, 50%, and 75% S-367B bionutrients at doses (5 mL/L; 7.5 mL/L; 10 mL/L) in 1000 mL of water, the observation stage of kailan plant growth and yield. The characterization results of paitan leaf extract showed that there were alkaloid, flavonoid, saponin, and tannin compounds reinforced by FTIR results which showed the presence of flavonoid and saponin compound groups, as well as total phenol content of 23.22 mg GAE/100 g sample. The results showed that the growth of leaf length, leaf width, plant height, and the highest growth rate of kailan plants were obtained in the composite treatment group of paitan leaf extract with bionutrient S-367B 25% at a dose of 5 mL/L, namely 24.9 cm; 24.2 cm; 41.7 cm; and 0.3965 week⁻¹ compared to the solvent control, namely 17.2 cm; 16.7 cm; 32.3 cm; and 0.2872 week⁻¹. The highest mass of kailan plant yield was obtained in the composite treatment group of paitan leaf extract with bionutrient S-367B 25% at a dose of 5 mL/L which amounted to 335.67 ± 4.04 grams compared to the solvent control of 114.67 ± 7.57 grams.*

Keywords: *Paitan leaf extract, Bionutrient S-367B, Kailan Plant, Growth rate, Yield.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tanaman Kailan.....	7
2.1.1 Morfologi Tanaman Kailan.....	8
2.1.2 Kandungan Gizi dan Manfaat Kailan.....	8
2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kailan	10
2.1.4 Hama dan Penyakit pada Tanaman Kailan	11
2.2 Tanaman Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>).....	15
2.2.1 Morfologi Tanaman Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>).....	16
2.2.2 Kandungan Senyawa Tanaman Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>).....	17
2.3 Biopestisida	19
2.4 Bionutrien	21

2.5	Metabolisme Pada Tumbuhan	25
2.5.1	Fotosintesis	27
2.5.2	Metabolisme Karbohidrat	28
2.5.3	Metabolisme Protein	30
2.5.4	Metabolisme Lipid	31
2.5.5	Siklus Asam Trikarboksilat (TCA)	32
2.6	Laju Pertumbuhan Tanaman.....	33
	BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
3.2	Alat dan Bahan	36
3.2.1	Alat.....	36
3.2.2	Bahan	37
3.3	Bagan Alir dan Tahapan Penelitian	37
3.3.1	Tahap Ekstraksi Daun Paitan	39
3.3.2	Tahap Aplikasi Pada Tanaman Kailan.....	39
3.3.3	Tahap Pengamatan Tanaman Kailan.....	41
3.3.4	Tahap Karakterisasi Ekstrak Daun Paitan.....	42
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1	Ekstraksi Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>)	45
4.2	Uji Fitokimia Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>)	45
4.3	Kadar Total Fenol dalam Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>).....	50
4.4	Karakterisasi Gugus Fungsi dalam Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>).....	51
4.5	Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap Kondisi Tanah	53
4.5.1	Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap pH Tanah.....	54

4.5.2 Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap Kelembaban Tanah...56	
4.6 Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan.....	61
4.6.1 Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap Panjang Daun Kailan.....	61
4.6.2 Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap Lebar Daun Kailan..	66
4.6.3 Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap Tinggi Tanaman Kailan.....	71
4.6.4 Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap Laju Pertumbuhan Tanaman Kailan	77
4.7 Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap Pengendalian Hama.....	80
4.8 Pengaruh Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>) Dengan Bionutrien S-367B terhadap Massa Hasil Panen Tanaman Kailan...	83
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Rekomendasi	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Gizi per 100 gram Kailan	9
Tabel 4.1 Data Hasil Ekstraksi Daun Paitan	45
Tabel 4.2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Paitan.....	46
Tabel 4.3 Kadar Total Fenol Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>)	51
Tabel 4.4 Hasil Analisis spektrum FTIR Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>).....	52
Tabel 4.5 Konstanta Laju Pertumbuhan Tanaman Kailan	78
Tabel 4.6 Massa Tanaman Hasil Panen Tanaman Kailan.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Kailan (Hasanah, A. A., 2019)	7
Gambar 2.2 Kutu daun (<i>Aphis spp.</i>) (Cocuzza, 2024).	11
Gambar 2.3 Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i>) (van <i>et.al.</i> , 2015).....	12
Gambar 2.4 Ulat Hijau (<i>Plutella xylostella</i>) (Mason, 2022).	13
Gambar 2.5 Akar gada (<i>Plasmodiophora brassicae</i>) (Gahatraj, 2019).	13
Gambar 2.6 Busuk Daun (<i>Alternaria Brassicae</i>) (Nishikawa, 2020)	15
Gambar 2.7 Tanaman Paitan (Omolala, 2019).....	16
Gambar 2.8 Struktur Senyawa Tagitinin A, Tagitinin C, dan Tagitinin F-3-O-methyl ether	18
Gambar 2.9 Struktur kimia dari giberelin (aktif dan tidak aktif) dan kerangka ent-giberelin (Hopkins & Huner, 2008).....	23
Gambar 2.10 Struktur Hormon Sitokinin (Sakakibara, H., 2006).....	24
Gambar 2.11 Empat jenis struktur hormon auksin (Hopkins & Huner, 2008)	25
Gambar 2.12 Tiga tahapan katabolisme lemak, karbohidrat, dan protein (Davis, M. L., 2010)	26
Gambar 2.13 Proses Fotosintesis pada Tumbuhan.....	27
Gambar 2.14 Metabolisme Karbohidrat.....	29
Gambar 2.15 Metabolisme Protein.....	30
Gambar 2.16 Metabolisme Lipid	31
Gambar 2.17 Siklus Krebs (Davis, M. L., 2010)	32
Gambar 2.18 Kurva Sigmoidal Pertumbuhan (Asrial, E., dkk., 2021)	34
Gambar 2.19 Grafik Hubungan In n terhadap t (Andini, R. A M., 2017).....	35

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	38
Gambar 3.2 Desain Penelitian.....	40
Gambar 3.3 Ilustrasi Pengukuran Tanaman Kailan	41
Gambar 3.4 Alat ETP 306 3 in 1 soil pH meter	42
Gambar 4.1 Reaksi alkaloid dengan reagen Dragendorff (Ergina, dkk., 2014)	47
Gambar 4.2 Reaksi flavonoid dengan logam Mg dan Cl (Kristianti, dkk. 2008)	48
Gambar 4.3 Reaksi Uji Saponin (Rusdi, 1990).....	48
Gambar 4.4 Reaksi Tanin dengan FeCl ₃ (Inayati, 2008)	49
Gambar 4.5 Kurva Kalibrasi Standar Asam Galat	50
Gambar 4.6 Spektrum FTIR Ekstrak Daun Paitan (<i>Tithonia Diversifolia</i>)....	52
Gambar 4.7 pH Tanah Persentase Komposit 25%	54
Gambar 4.8 pH Tanah Persentase Komposit 50%	55
Gambar 4.9 pH Tanah Persentase Komposit 75%	56
Gambar 4.10 Kelembaban Tanah Persentase Komposit 25%	57
Gambar 4.11 Kelembaban Tanah Persentase Komposit 50%	59
Gambar 4.12 Kelembaban Tanah Persentase Komposit 75%	60
Gambar 4.13 Panjang Daun Tanaman Kailan Persentase Komposit 25%	62
Gambar 4.14 Panjang Daun Tanaman Kailan Persentase Komposit 50%	64
Gambar 4.15 Panjang Daun Tanaman Kailan Persentase Komposit 75%	65
Gambar 4.16 Lebar Daun Tanaman Kailan Persentase Komposit 25%	67
Gambar 4.17 Lebar Daun Tanaman Kailan Persentase Komposit 50%	69
Gambar 4.18 Lebar Daun Tanaman Kailan Persentase Komposit 75%	70

Gambar 4.19 Tinggi Tanaman Kailan Persentase Komposit 25%	72
Gambar 4.20 Tinggi Tanaman Kailan Persentase Komposit 50%	74
Gambar 4.21 Tinggi Tanaman Kailan Persentase Komposit 75%	76
Gambar 4.22 Grafik $\ln N$ terhadap t Tanaman Perlakuan Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Paitan dengan Bionutrien 25% (5 mL/L)	78
Gambar 4.23 Hasil Pertumbuhan Tanaman Kailan.....	80
Gambar 4.24 Tanaman Kailan terserang hama	81
Gambar 4.25 Tanaman Kailan terkena penyakit	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi.....	97
Lampiran 2. Data Penelitian.....	99
Lampiran 3. Perhitungan.....	103
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi.....	114

DAFTAR PUSTAKA

- Abdissalam, Z. (2018). Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica oleracea L.*) pada Media Tanam Berbeda Secara Hidroponik (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Abidin, Z. (1990). Dasar-Dasar Tentang Zat Pengatur Tumbuh. Bandung. Penerbit Angkasa
- Adni, M. J. (2020). Pengaruh Aplikasi Bionutrien S-367B Terhadap Laju Pertumbuhan Dan Hasil Panen Tanaman Selada (*Lactusa sativa L.*). Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Afifah, F. (2015). Efektivitas kombinasi filtrat daun tembakau (*Nicotiana tabacum*) dan filtrat daun paitan (*Thitonia diversifolia*) sebagai pestisida nabati hama walang sangit (*Leptocoris oratorius*) pada tanaman padi. LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi, 4(1).
- Afolayan, F. I. D. . (2022). In silico Antimalarial Docking and Admet Studies of Phytocompounds derived from *Tithonia diversifolia*. *JOURNAL OF SCIENCE RESEARCH*, 18(1), 13. Retrieved from <https://jsribadan.ng/index.php/ojs/article/view/130>
- Ajao, A. M., Ojo, J. A., Adeoye, A. A., Ibraheem, M. O., & Babarinde, T. M. (2021). Efficacy of extracts of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray as protectant against maize weevil (*Sitophilus zeamais* [Motsch.]) and cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* F. on stored grains. *Niger. J. Entomol*, 37, 115-132.
- Amilah, S. 2012. Penggunaan Berbagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea* var.*Italica*) dan Baby Kailan (*Brassica oleracea* var.*Alboglabra baley*). *Jurnal Wahana*. 59 (2) :10-16.
- Anand, S. (2010). Plant growth and development. <http://textbook.s-anand.net/ncert/class-11/biology/15-plant-growth-and-development>.
- Andini, R. A. M. (2017). *Aplikasi Bionutrien P251 dan S-267 serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Panen Tanaman Padi Varietas IR-64 (Oryza sativa L.)*. Tidak Diterbitkan.
- Ang, A. M. G., Enot, M. M., Baltazar, G. J. D., Alinapon, C. V., Buncales, E. O., & Barbosa, G. B. (2019). Antioxidant and cytotoxic activity of the leaf ethanolic extracts of *Tithonia diversifolia* and *Gliricidia sepium* from Bukidnon, Philippines. *Asian Journal of Biological and Life Sciences*, 8(1), 8-15.
- Annisa. (2009). Pengaruh Induksi Giberelin Terhadap Pembentukan Buah Partenokarpi pada Beberapa Varietas Semangka (*Citrullus vulgaris schard*).<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/7579/1/09E01550.pdf>.
- Asra, R., & Samarlina, R. A. (2020). Hormon Tumbuhan. Jakarta: UKI Press
- Asrial, E., Khasanah, R., Fathurriadi., Arapat, Y., Hadi, Usma., Rizal, Lalu., Liliyanti, Mita., Rosadi, Erwin., Setyohadi, Daduk., Junaidi, Muhammad., Rathnayake, I. (2021). Population Dynamics of Bullet Tuna (*Auxis rochei* Risso 1881) from the

Indian Ocean, West Nusa Tenggara, Indonesia. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. 13. 144. 10.20473/jipk.v13i2.26017.

Azwana, A., Mardiana, S., & Zannah, R. R. (2019). Efikasi insektisida nabati ekstrak bunga kembang bulan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman sawi di laboratorium. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 5(2), 131-141.

Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023). Statistik Tanaman Sayuran dan Buah- Buahan Semusim. Jakarta: BPS RI.

Baruah, N.C., Sharma, R.P., Madhusudanan, K., Thyagarajan, G., Herz, W., Murari, R. Sesquiterpene Lactones of *Tithonia diversifolia*. Stereochemistry of the tagitinin and related compounds, *J. Org. Chem.* 44 (1979) 1831–1835.

Cahyono, B. 2003. Teknik dan Strategi Budidaya Sawi Hijau (Pai-Tsai). Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 62 hal.

Carino, F.A and B.M. Rejesus. 1998. Isolation and Characterization the Insecticidal Fraction from *Tithonia diversifolia*. Annual Tropical Agriculture. FAO Corporate Document Repository. Roma

Cestari, I.M., S.J. Sarti, C.M. Waib and A.C.Branco Jr. 2004. Evaluation of the potential insecticide activity of *tagetes minuta* (Asteraceae) essential oil against the head lice *pediculus humanus capitis* (Phthiraptera : Pediculidae). *Neotropical Entomology*. 33 (December), 805-807 <http://doi.org/10.1590/S1519-566X200400600021>.

Chandini, R.K., Kumar, R. and Om, P. (2019) The Impact of Chemical Fertilizers on our Environment and Ecosystem. In: Research Trends in Environmental Sciences, 2nd Edition, 71-86.

Cocuzza, G. (2024) *Aphis gossypii* (cotton aphid). Available from:<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompen-dium.6204>.

Damanik, M. (2023) Kombinasi Ekstrak Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) dan Bionutrien S-367B yang Diaplikasikan pada Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea* L.). Universitas Pendidikan Indonesia.

Davis, Mackenzie L. (2010). Water and Wastewater Treatment Engineering: Design Principle and Practice. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Ewané, C.A., Tatsegouock, R.N., Meshuneke, A. and Niemenak, N. (2020) Field Efficacy of a Biopesticide Based on *Tithonia diversifolia* against Black Sigatoka Disease of Plantain (*Musa* spp., AAB). *Agricultural Sciences*, 11, 730-743. <https://doi.org/10.4236/as.2020.118048>

Gahatraj, S., Shrestha, S., Devkota, T. R., Rai, H. (2019). A review on clubroot of crucifers: symptoms, life-cycle of pathogen, factors affecting severity, and management strategies. *Archives of Agriculture and Environmental Science*. 4. 10.26832/24566632.2019.0403012.

Ganeb, M. D., Gonzales, R. A., Torres, M. O., & Tansengco, M. L. (2019). Biopesticidal Efficacy of *Tithonia diversifolia* (Wild sunflower) Leaf Extract

against *Scotinophora coarctata* (Rice Black Bug).

- Gitahi, S. M., Ngugi, M. P., Mburu, D. N., & Machocho, A. K. (2021). Contact toxicity effects of selected organic leaf extracts of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray and *Vernonia lasiopus* (O. Hoffmann) against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *International Journal of Zoology*, 2021, 1-14.
- Green, P. W., Belmain, S. R., Ndakidemi, P. A., Farrell, I. W., & Stevenson, P. C. (2017). Insecticidal activity of *Tithonia diversifolia* and *Vernonia amygdalina*. *Industrial Crops and Products*, 110, 15-21.
- Haile, A., & Ayalew, T. (2018). Comparative study on the effect of bio-slurry and inorganic N-fertilizer on growth and yield of kale (*Brassica oleracea* L.). *African Journal of Plant Science*, 12(4), 81–87.
- Hendra, W., Salbiah D., & Sutikno A. 2013. Penggunaan Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia* Grey) untuk Mengendalikan Hama Kutu Daun (*Aphis gossypii* Glover) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.). Laporan Penelitian. Universitas Riau
- Hermawan, H. (2015). Kajian Pengaruh Aplikasi Bionutrien S267 Terhadap Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit TM-08. Skripsi Sarjana pada FPMIPA UPI
- Hopkins, W. G. and Huner, N. P. A. (2008) “Introduction to Plant Physiology,” 4th Edition, APS Press.
- Hutapea, J.R. 1994. Inventaris Tanaman Obat Indonesia, Jilid III. Departemen Kesehatan RI, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta.
- Ileke, K. D., Obimakinde, E. T., Anthony, C. M., & Olayinka-Olagunju, J. O. (2019). Efficacy of *Tithonia diversifolia* and *Momordica charantia* leaves extracts against malaria vector, *Anopheles gambiae* Giles (Diptera: Culicidae). *International Journal of Tropical Disease & Health*, 36(2), 1-8.
- Inaba, K., Ebihara, K., Senda, M., Yoshino, R., Sakuma, C., Koiwai, K., Takaya, D., Watanabe, C., Watanabe, A., Kawashima, Y., Fukuzawa, K., Imamura, R., Kojima, H., Okabe, T., Uemura, N., Kasai, S., Kanuka, H., Nishimura, T., Watanabe, K., Inoue, H., ... Niwa, R. (2022). Molecular action of larvicidal flavonoids on ecdysteroidogenic glutathione S-transferase Noppera-bo in *Aedes aegypti*. *BMC biology*, 20(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s12915-022-01233-2>
- Jama, B., Palm, C. A., Buresh, R. J., Niang, A. L., Gachengo, C., Nziguheba, G., & Amadalo, B. (2000). *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. *Agroforestry systems*, 49, 201-221.
- Jayati, R. D., & Nopiyanti, N. (2020). Produktivitas tanaman brokoli (*Brassica oleracea*, L.) menggunakan pupuk dan pestisida daun paitan (*Tithonia diversifolia*). *Borneo Journal of Biology Education (BJBE)*, 2(2), 77-83.
- Judge, A., & Dodd, M. S. (2020). Metabolism. *Essays in biochemistry*, 64(4), 607–647. <https://doi.org/10.1042/EBC20190041>
- Juliani, W. (2017). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Kipahit (*Tithonia Diversifolia*) Dan Daun Saliara (*Lantana Camara* L.) Terhadap Mortalitas Kepinding Tanah

- (Scotinophara coarctata). *AGROSCIENCE*, 7(2), 320-325.
- Kerebba, N., Oyedeji, A. O., Byamukama, R., Kuria, S. K., & Oyedeji, O. O. (2019). Pesticidal activity of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray and *Tephrosia vogelii* (Hook f.); phytochemical isolation and characterization: A review. *South African Journal of Botany*, 121, 366-376.
- Kim, M. J., Chiu, Y. C., & Ku, K. M. (2017). Glucosinolates, carotenoids, and vitamins E and K variation from selected kale and collard cultivars. *Journal of Food Quality*, 2017(1), 5123572.
- Khan, S. A., Khan, S. B., Khan, L. U., Farooq, A., Akhtar, K., & Asiri, A. M. (2018). Fourier transform infrared spectroscopy: Fundamentals and application in functional groups and nanomaterials characterization. *Handbook of Materials Characterization*, 317–344.
- Koratkar, S. (2016). Growth in Plants: Definition, Regions of Growth and Measurement. [Online]. Tersedia: <http://www.biologydiscussion.com/plants/growth-of-plants/growth-inplants-definition-regions-of-growth-and-measurement/23384>
- Kupina, S., Fields, C., Koerner, P. J., Krueger, D. A., Phillip, You, H., & Zhou, J. (2019). Determination of Total Phenolic Content Using the Folin-C Assay: Single-Laboratory Validation, First Action 2017.13 AOAC Official Method 2017.13 Total Phenolic Content in Extracts. *Journal of aoAC international*, 102(1). <https://doi.org/10.5740/jaoacint.2017.13>
- Lawrence G, 1964. *Taxonomy Of Vascular Plants*. The Macmillan Company. New York.
- Lichtenthaler, H. (2000). PJ Lea RC Leegood Plant Biochemistry and Molecular Biology 2nd Edition 1999 John Wiley & Sons Ltd. Jena, Stuttgart. *Journal of Plant Physiology*, 156(1), 143-143.
- Lopez, J., Ibarra, O.F., Canto, G.J., Vasquez, C.G., Tejada, Z.I., Shimada, A.. 2005. In Vitro Effect of Condensed Tannins from Tropical Fodder Crops Against Eggs and Larvae of the Nematode *Haemochus contortus*. *Journal of Food, Agriculture and Environment* (2): 191-194.
- Madani, R.F. (2023). Kombinasi Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) dan Bionutrien S-367B yang Diaplikasikan pada Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea*). Universitas Pendidikan Indonesia
- Mason, P. (2022). *Plutella xylostella* (diamondback moth). *CABI Compendium*, 42318.
- McKee, J.R., & McKee T., (2015) *Biochemistry : The Molecular Basis of Life.*, Oxford: Oxford University Press.
- Millard P, Smallbone K, Mendes P (2017) Metabolic regulation is sufficient for global and robust coordination of glucose uptake, catabolism, energy production and growth in *Escherichia coli*. *PLoS Comput Biol* 13(2): e1005396. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005396>.

- Mohammed, A. H., Na'inna, S. Z., Yusha'u, M., Salisu, B., Adamu, U., & Garba, S. A. (2016). Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of *Mangifera indica* Extracts. UMYU Journal of Microbiology (UJMR), 1(1), 23–28. <https://doi.org/10.47430/ujmr.1611.004>
- Morello B & Rejessus. 1983. Botanical insecticides against the diamondback moth. Department of Entomology, College of Agriculture. University of The Philippines, Los Banos.
- Musyimi, D. M., Kahihu, S. W., Buyela, D. K., Sikuku, P. A. (2012). Allelopathic effects of Mexican sunflower [*Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray] on germination and growth of Spiderplant (*Cleome gynandra* L.); JBES, V2, N8, August, P26-35
- Nishikawa, J., Nakashima, C. (2020). Japanese species of *Alternaria* and their species boundaries based on host range. Fungal Systematics and Evolution. 5. 197–281. 10.3114/fuse.2020.05.13.
- Nisrina, A. (2020). Aplikasi Bionutrien S-367b Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Panen Tanaman Bunga Kol (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis*) Serta Kaitannya Dengan Kondisi Tanah (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Ntalikwa, J. W. (2021). Solvent Extraction of *Jatropha* Oil for Biodiesel Production: Effects of Solvent-to-Solid Ratio, Particle Size, Type of Solvent, Extraction Time, and Temperature on Oil Yield. *Journal of renewable energy*, 2021(1), 9221168.
- Omolola, T. (2019). Phytochemical, Proximate and Elemental Composition of *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray leaves. International Annals of Science. 8. 54-61. 10.21467/ias.8.1.54-61.
- Onekutu, A & Abakpa, R.E. & Nwosu, Luke. (2020). Comparative Efficacy of Aqueous Extracts of *Tithonia diversifolia*[Asteraceae] and *Vernonia amygdalina* [Asteraceae] Leaves in the Management of *Sitophilus zeamais* Infestation in Stored Maize. 10.9790/3008-10346670.
- Peltier, A., Bradley, C., Chilvers, M., Malvick, D., Mueller, D., Wise, K., Esker, P. (2012). Biology, Yield loss and Control of *Sclerotinia* Stem Rot of Soybean. *Journal of Integrated Pest Management*. 3. 10.1603/IPM11033.
- Puspawati, C. dan Haryono, P. (2018). Penyehatan Tanah. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Prawesti, D. I., & Suryadarma, I. G. P. (2017). Fektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia Diversifolia* (Hemsley) A. Gray) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *Crocidolomia Binotalis* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Kingdom (The Journal of Biological Studies)*, 6(8), 498-504.
- Rahmadina, Idris, M., & Fitria, R. S. (2023). Pengaruh Pestisida Nabati Kombinasi Daun Pepaya dan Daun Kemangi Terhadap Serangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai Hitam (*Glycine soja* L.). *Biology Education Science & Technology*, 6(1), 462–468.

- Rosi & Rahimah, (2016). Akuaponik Praktis. Jakarta: PT Tribus Swadaya.Hal 38.
- Sachs E, Benedict J, Taylor J, Stelly D, Davis S, Altman D. 1996. Pyramiding CryIA (b) insecticidal protein and terpenoids in cotton to resist tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*. 25(6):1257-1266. Doi: 10.1093/ee/25.6.1257.
- Sa'diyah, K. (2022). Efektifitas Interval Dan Lama Fermentasi Pestisida Nabati Paitan (*Tithonia Diversifolia*) Sebagai Pengendali Hama Pada Tanaman Kacang Hijau. *Artikel ilmiah pada http://repository.unmuhamember.ac.id/1579/1/JURNAL.pdf. Diakses tanggal, 17.*
- Saenong, M. S. (2016). Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus spp.*). *Jurnal Litbang Pertanian*, 35, 131-142.
- Sakakibara H. (2006). Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. *Annual review of plant biology*, 57, 431–449. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105231>
- Samadi, B. 2013. Budidaya intensif kailan secara organik dan anorganik. Pustaka Mina, Jakarta.
- Santoso, B.B. 2013. Zat Pengatur Tumbuh Dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. Universitas Sam Ratulangi. 91 hlm.
- Sastrosiswojo, S. 2002. Kajian Sosial Ekonomi dan Budaya Penggunaan Biopestisida di Indonesia. Makalah pada Lokakarya Keanekaragaman Hayati Untuk Perlindungan Tanaman, Yogyakarta.
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B. and Tanveer, M. (2019) Worldwide Pesticide Usage and Its Impacts on Ecosystem. *SN Applied Sciences*, 1, 1446. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1>
- Silvester, M. Napitupulu Dan A. P. Sujalu. 2013. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam Dan Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kailan (Brassica Oleraceael.). *Jurnal Agrifor*, 12(2): 206-211.
- Soeriatmadja, R. E. (1979). *Ilmu Lingkungan*. ITB. Bandung
- Sonke, D. (1997). *Tithonia weed—a potential green manure crop. Echo development notes*, 57(5).
- Sukrianto, S., Tanjung, D. D., & Urrahman, S. (2024). Effectiveness of kipahit (*Tithonia diversifolia*) leaf extract on pests, diseases, and green spinach plant production. *Open Science and Technology*, 4(1), 27-35.
- Sulistijowati & Gunawan (2001). Efek Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia*) terhadap *Candida albicans* Serta Profil Kromatografinya. Yogyakarta. Fakultas Farmasi Universitas Gajah Mada.
- Supriyat dan Marwoto. 2000. Efektivitas Beberapa Bahan Nabati terhadap Hama Perusak Daun Kedelai. Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Hayati Pada Tanaman KacangKacangan dan Umbi-Umbian. PPTP. Malang.458p.

- Sut, S., Dall'Acqua, S., Baldan, V., Ngahang Kamte, S. L., Ranjbarian, F., Biapa Nya, P. C., Vittori, S., Benelli, G., Maggi, F., Cappellacci, L., Hofer, A., & Petrelli, R. (2018). Identification of tagitinin C from *Tithonia diversifolia* as antitrypanosomal compound using bioactivity-guided fractionation. *Fitoterapia*, 124, 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.11.002>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M. and Murphy, A. (2018) Plant Physiology and Development. Oxford University Press, Oxford.
- Taofik, M., Yulianti, E., Hayati, E. K., & Barizi, A. (2010). Isolasi dan Identifikasi senyawa aktif ekstrak air daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai bahan insektisida botani untuk pengendalian hama tungau Eriophyidae. *Alchemy*, 2(1), 149-157.
- Tanaka, A., & Makino, A. (2009). Photosynthetic research in plant science. *Plant & cell physiology*, 50(4), 681–683. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcp040>
- van der Straten, Marja & Germain, Jean-François & Van de Vossenberg, Bart. (2015). PM 7/124 (1) *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania*. EPPO Bulletin. 45. 10.1111/epp.12258.
- Wang, Ya-Qin, Li-Ping Hu, Guang-Min Liu, De-Shuang Zhang, and Hong-Ju He. 2017. "Evaluation of the Nutritional Quality of Chinese Kale (*Brassica alboglabra* Bailey) Using UHPLC-Quadrupole-Orbitrap MS/MS-Based Metabolomics" *Molecules* 22, no. 8: 1262. <https://doi.org/10.3390/molecules22081262>
- Wareing, P.F., dan I.D.J. Philips. 1978. The Control of Growth and Differentiation in plants. Edisi ke-2. Oxford and New York: Pergamon.
- Widyaningrum, R. 2019. Pemanfaatan Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) dan Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) sebagai Pupuk Organik Cair (POC). Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Lampung.
- Wilkin, D. & Brainard, J. (2014). CK-12 Biology Teacher's Edition, Flexbook, USA.
- WULANDARI, P. T. (2019). *Potensi Ekstrak Tanaman Kipait (*Tithonia Diversifolia*) Untuk Mengendalikan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne spp.*) Pada Tanaman Tomat* (Doctoral dissertation, Universitas Jenderal Soedirman).
- Zhang, Y., Ji, J., Shiwei, S., Su, W., Liu, H. (2020). Growth, Nutritional Quality and Health-Promoting Compounds in Chinese Kale Grown under Different Ratios of Red:Blue LED Lights. *Agronomy*. 10. 1248. 10.3390/agronomy10091248.