

**KOMPOSIT BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Carica Papaya*)
DENGAN BIONUTRIEN S-367B DITERAPKAN
PADA TANAMAN KAILAN (*Brassica albograbala L*)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Kimia



Oleh:

Rosa Oktaviani

2005160

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2024**

**KOMPOSIT BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Cacica Papaya*)
DENGAN BIONUTRIEN S-367B DITERAPKAN
PADA TANAMAN KAILAN (*Brassica albograba L*)**

Oleh:

Rosa Oktaviani

2005160

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

© Rosa Oktaviani 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang Skripsi ini tidak boleh diperbanyak
seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, fotokopi, atau cara lainnya tanpa
izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

**KOMPOSIT BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Cacica Papaya*)
DENGAN BIONUTRIEN S-367B DITERAPKAN
PADA TANAMAN KAILAN (*Brassica albograba L*)**

Rosa Oktaviani

2005160

Disetujui dan disahkan oleh:

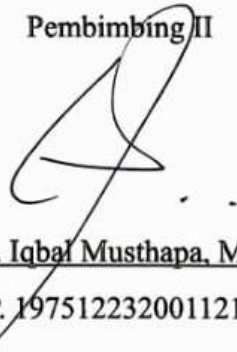
Pembimbing I



Drs. Yaya Sonjaya, M.Si.

NIP. 196502121990031002

Pembimbing II



Dr. Iqbal Musthapa, M.Si

NIP. 197512232001121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Prof. Fitri Khoerunnisa, Ph.D

NIP. 197806282001122001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Komposit Biopestisida Ekstrak Daun Pepaya (*Cacica Papaya*) dengan Bionutrien S-367B diterapkan pada Tanaman Kailan (*Brassica Albograba. L*)**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-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

Rosa Oktaviani

2005160

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 Pepaya (*Cacica Papaya*) dengan Bionutrien S-367B diterapkan pada Tanaman Kailan (*Brassica Albograbia. L*)**”. 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

Rosa Oktaviani

2005160

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. Kedua orang tua saya Bapak Amin Rahman dan Ibu Hastuti Maryana. Bapak dan ibu tersayang yang selalu mendo'akan, selalu memberikan kasih sayang yang sangat besar, dan mengajarkan untuk terus berusaha agar menjadi seseorang yang sukses. Terima kasih selalu membersamai penulis dan memberi semangat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ketiga adik terkasih, Nabila, Zahra, Yusuf yang selalu menghibur, memberi semangat, dan memberikan motivasi selama ini melalui celotehannya sehingga dapat terselesaikan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Yaya Sonjaya, M.Si. selaku Pembimbing I penulis yang telah memberikan penulis kepercayaan untuk bergabung dalam proyek penelitian bionutrien, bersedia membantu penulis dalam penulisan skripsi di sela-sela kesibukannya, memberikan kritik dan saran kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Dr. Iqbal Musthapa, M.Si. selaku Pembimbing II penulis yang telah membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini, memberikan kritik dan saran terhadap skripsi penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat waktu.
5. Ibu Prof. Fitri Khoerunnisa, S.Pd., M.Si., Ph.D. sebagai Ketua Program Studi yang telah membantu kelancaran penyelesaian skripsi ini sehingga dapat berjalan dengan baik dan dapat diselesaikan.
6. Sahabat penulis di bangku perkuliahan yang selalu membersamai dalam empat tahun ini, yaitu Rakan, Nusaibah, Nazmah, Rahmadanti, Salma, Shafira, Salsabil, Resti, dan Septi. yang selalu membantu penulis dalam mengerjakan skripsi dan tak pernah henti untuk saling menyemangati.
7. Sahabat-sahabat penulis sejak SMA, yaitu Frizta, Farah, Salman, dan Iqbal yang selalu menyemangati penulis dalam penulisan skripsi ini.

ABSTRAK

Pengendalian hama yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan sangat perlu dilakukan. Salah satu upaya tersebut adalah penggunaan pestisida berbahan alami yang berasal dari tumbuhan atau biopestisida. Daun pepaya memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai biopestisida karena mengandung senyawa aktif yang berpotensi sebagai zat antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun pepaya (*Cacica Papaya*) dengan Bionutrien S-367B yang diterapkan pada tanaman kailan (*Brassica Albograbia. L*) terhadap pertumbuhan, laju pertumbuhan, dan hasil panen pada kailan. Tahapan penelitian ini meliputi yaitu tahap ekstraksi dari daun pepaya, tahap analisis ekstrak daun pepaya meliputi uji fitokimia, uji total fenolik, dan karakterisasi gugus fungsi dengan spektrofotometri FTIR, tahap aplikasi campuran ekstrak daun pepaya dan bionutrien S-367B, tahap pengamatan pertumbuhan tanaman kailan. Pada tahap aplikasi, bagi tanaman kelompok perlakuan diaplikasikan campuran ekstrak daun pepaya dan bionutrien S-367B dosis 5 mL; 7,5 mL; dan 10 mL dalam 1000 mL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada uji fitokimia menunjukkan hasil positif pada uji alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin. Total fenol pada ekstrak daun pepaya mengandung sebesar $125,921 \pm 0,000$ mg GAE/g. Karakterisasi gugus fungsi ekstrak daun pepaya menunjukkan bahwa senyawa aktif yang terkandung di dalamnya merupakan senyawa turunan fenol dan non-fenolik. Hasil analisis pada pertumbuhan tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, dan laju pertumbuhan tanaman kailan tertinggi diperoleh oleh campuran ekstrak daun pepaya dan bionutrien S-367B 50% dengan dosis 10 mL/L secara berurutan yaitu 46,60 cm untuk tinggi tanaman; 26,00 cm untuk panjang daun; 22,00 cm untuk lebar daun; dan $0,4241 \text{ minggu}^{-1}$ untuk konstanta laju pertumbuhan dibandingkan kontrol pelarut sebesar 32,30 cm untuk tinggi tanaman; 17,60 cm untuk panjang daun; 16,60 cm untuk lebar daun; dan $0,2604 \text{ minggu}^{-1}$ untuk laju pertumbuhan. Massa hasil panen tanaman kailan tertinggi diperoleh oleh komposit ekstrak daun pepaya dan bionutrien S-367B 50% dengan dosis 5 mL/L yaitu sebesar $390,00 \pm 56,34$ gram dibandingkan kontrol pelarut sebesar $114,67 \pm 7,57$ gram.

Kata kunci: Ekstrak daun pepaya, Bionutrien S-367B, Tanaman kailan, Laju pertumbuhan, Hasil panen.

ABSTRACT

Pest control that is environmentally friendly and safe for health is very necessary. One such effort is the use of natural pesticides derived from plants or biopesticides. Papaya leaves have great potential to be used as a biopesticide because they contain active compounds that have the potential as antibacterial substances. This study aims to determine the effect of papaya leaf extract (Cacica Papaya) with Bionutrien S-367B applied to kailan plants (Brassica Albograba. L) on growth, growth rate, and yield on kailan. The stages of this study include the extraction stage of papaya leaves, the analysis stage of papaya leaf extracts including phytochemical tests, total phenolic tests, and characterization of functional groups with FTIR spectrophotometry, the application stage of a mixture of papaya leaf extracts and S-367B bionutrients, the observation stage of the growth of kailan plants. In the application stage, for the treatment group plants were applied a mixture of papaya leaf extract and bionutrient S-367B in doses of 5 mL; 7.5 mL; and 10 mL in 1000 mL. The results showed that the phytochemical test showed positive results in the alkaloid, flavonoid, saponin, and tannin tests. Total phenol in papaya leaf extract contains 125.921 ± 0.000 mg GAE/g. Characterization of the functional groups of papaya leaf extract shows that the active compounds contained in it are phenol and non-phenolic derivative compounds. The results of analysis on the growth of plant height, leaf length, leaf width, and the highest growth rate of kailan plants were obtained by a mixture of papaya leaf extract and bionutrient S-367B 50% at a dose of 10 mL/L sequentially, namely 46.60 cm for plant height; 26.00 cm for leaf length; 22.00 cm for leaf width; and 0.4241 week^{-1} for constant growth rate compared to solvent control of 32.30 cm for plant height; 17.60 cm for leaf length; 16.60 cm for leaf width; and 0.2604 week^{-1} for growth rate. The highest mass of kailan plant yield was obtained by the composite of papaya leaf extract and bionutrient S-367B 50% at a dose of 5 mL/L which amounted to 390.00 ± 56.34 grams compared to the solvent control of 114.67 ± 7.57 grams.

Keywords: *Papaya leaf extract, Bionutrien S-367B, Kailan plants, Growth rate, Yield.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	i
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	xii
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Kailan (<i>Brassica albograba L</i>)	6
2.2 Tanaman Pepaya (<i>Carica Papaya.</i>).....	12
2.3 Biopestisida dari Ekstrak Daun Pepaya.....	16
2.4 Bionutrien	19
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	34
3.2 Alat dan Bahan	34
3.3 Bagan Alir dan Tahap Penelitian	35
3.3 Metode Penelitian.....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil Ekstraksi Daun Pepaya (<i>Carica Papaya</i>).....	43
4.2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun pepaya	43
4.3 Kadar Total Fenol dalam Ekstrak Daun Pepaya (<i>Carica Papaya</i>).....	49
4.4 Karakterisasi Ekstrak Daun Pepaya (<i>Carica Papaya</i>).....	51
4.5 Pengaruh Komposit Ekstrak Daun Pepaya (<i>Carica Papaya</i>) dan Bionutrien S-367B terhadap Kondisi Tanah	52

4.6	Pengaruh Komposit Ekstrak Daun Pepaya (<i>Carica Papaya</i>) dan Bionutrien S-367B terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan	59
4.7	Efektivitas Komposit Ekstrak Daun Pepaya (<i>Carica Papaya</i>) dan Bionutrien S-367B terhadap Pengendalian Hama.....	71
4.8	Pengaruh Komposit Ekstrak Daun Pepaya (<i>Carica Papaya</i>) dan Bionutrien S-367B terhadap Hasil Panen Tanaman Kailan	74
BAB V KESIMPULAN.....		78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Rekomendasi	78
DAFTAR PUSTAKA.....		xii
LAMPIRAN.....		xxiii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Tanaman Kailan.	6
Gambar 2. 2. Daun Kubis (<i>Plutella xylostella</i> L.).	9
Gambar 2. 3. Ulat Groci (<i>Crociodomia binotalis</i> Zeller).	10
Gambar 2. 4. Ulat tanah (<i>Agrotis ipsilon</i> Hufn.)	10
Gambar 2. 5. Ulat jengkal (<i>Chrysodeixis chalcites</i> L.).	11
Gambar 2. 6. Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> L.).	11
Gambar 2. 7. Penyakit akar gada.	12
Gambar 2. 8. Daun Pepaya sebagai biopestisida.	13
Gambar 2. 9. Hormon Auksin.	20
Gambar 2. 10. Hormon Sitokinin.	21
Gambar 2. 11. Hormon Giberelin.	21
Gambar 2. 12. Proses dari anabolisme dan katabolisme.	22
Gambar 2. 13. Tahapan proses katabolisme.	23
Gambar 2. 14. Reaksi Fotosintesis.	24
Gambar 2. 15. Metabolisme karbohidrat.	26
Gambar 2. 16. Jalur pentosa fosfat.	27
Gambar 2. 17. Metabolisme protein	28
Gambar 2. 18. Metabolisme lemak.	29
Gambar 2. 19. Siklus asam trikarboksilat.	31
Gambar 2. 20. Kurva Laju Pertumbuhan.	32
Gambar 2. 21. Kurva Hubungan $\ln n$ terhadap t	34
Gambar 3. 1. Bagan Alir Penelitian	36
Gambar 4. 1. Hasil Uji Dragendoff	44
Gambar 4. 2. Hasil Uji Flavonoid.	45
Gambar 4. 3. Reaksi yang terjadi pada uji shinoda	46
Gambar 4. 4. Hasil Uji Forth.	47
Gambar 4. 5. Reaksi yang terjadi pada Uji Saponin.	47
Gambar 4. 6. Hasil Uji Tanin.	48
Gambar 4. 7. Reaksi yang terjadi pada uji tanin.	48
Gambar 4. 8. Kurva Standar Asam Galat.	49
Gambar 4. 9. Hasil karakterisasi gugus fungsi sampel ekstrak daun pepaya menggunakan spektrofotometri FTIR.	51
Gambar 4. 10. pH pada perlakuan komposit 25% dan kontrol.	53
Gambar 4. 11. pH pada perlakuan komposit 50% dan kontrol.	54
Gambar 4. 12. pH pada perlakuan komposit 75% dan kontrol.	55
Gambar 4. 13. Kelembaban pada perlakuan komposit 25% dan kontrol.	56
Gambar 4. 14. Kelembaban pada perlakuan komposit 50% dan kontrol.	57
Gambar 4. 15. Kelembaban pada perlakuan komposit 75% dan kontrol.	58
Gambar 4. 16. Tinggi tanaman pada perlakuan komposit 25% dan kontrol.	60
Gambar 4. 17. Tinggi tanaman pada perlakuan komposit 50% dan kontrol.	61
Gambar 4. 18. Tinggi tanaman pada perlakuan komposit 75% dan kontrol.	62
Gambar 4. 19. Panjang daun pada perlakuan komposit 25% dan kontrol.	63

Gambar 4. 20. Panjang daun pada perlakuan komposit 50% dan kontrol.....	64
Gambar 4. 21. Panjang daun pada perlakuan komposit 75% dan kontrol.....	65
Gambar 4. 22. Lebar daun pada perlakuan komposit 25% dan kontrol.	66
Gambar 4. 23. Lebar daun pada perlakuan komposit 50% dan kontrol.	67
Gambar 4. 24. Lebar daun pada perlakuan komposit 75% dan kontrol.	68
Gambar 4. 25. Grafik ln N terhadap t pada tanaman komposit 50% (dosis 10 mL/L)	70
Gambar 4. 26. Hasil pertumbuhan tanaman kailan.....	71
Gambar 4. 27. Penyakit akar gada pada tanaman kailan kontrol pelarut.	72
Gambar 4. 28. Tanaman kailan perlakuan komposit 25% terkena serangan hama.	73
Gambar 4. 29. Hasil penelitian lain pada tanaman kailan.	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kandungan Gizi per 100 gram Kailan.	7
Tabel 3. 1. Penomoran sampel tanaman kailan.	41
Tabel 4. 1. Hasil ekstraksi daun pepaya (<i>Carica Papaya</i>).....	43
Tabel 4. 2. Hasil pengukuran kadar fenolik ekstrak daun pepaya (mg GAE/g) ...	50
Tabel 4. 3. Konstanta Laju Pertumbuhan Tanaman Kailan.	70
Tabel 4. 4. Hasil panen perlakuan komposit dan kontrol.	75

DAFTAR PUSTAKA

- Adel, A., Elnaggar, M., Al-Sayed, E., & Rabeh, M. (2021). Secondary Metabolites from *Carica papaya*, and its Biological Activities: A Comprehensive Review. *Archives of Pharmaceutical Sciences Ain Shams University*, 5(2), 331–353. <https://doi.org/10.21608/aps.2021.106355.1073>
- Agilent. (2021). *The Basics of UV-Vis Spectrophotometry*.
- Aid, F. (2019). *Plant Lipid Metabolism*. Intechopen.
- Airaodion, A., Okoroukwu, V., Ogbuagu, E., Ekenjoku, J., Ogbuagu, U., & Airaodion, E. (2019). Antifertility Effect of Ethanolic Leaf Extract of *Carica papaya* in Male Wistar Rats. *Department of Pharmacology and Therapeutics, Abia State University, Uturu, Nigeria*.
- Ali, K., F Sumampow, D. M., & Paulus, J. M. (2021). *Respons Tanaman Kailan (Brassica Oleracea Var. Alboglabra) Pada Berbagai Konsentrasi Ab Mix Dengan Sistem Hidroponik Sumbu (Wick System)* (Vol. 5).
- Ambarwati, R. (2007). *Ekstraksi Bionutrien dari Tanaman MHR dan Aplikasinya Pada Pertumbuhan Tanaman Caisin*.
- 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.)*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Aulia, Y. (2023). Sistem Kendali Otomatis Pengaturan Nilai Ph Tanah Pada Budidaya Tanaman Kailan Menggunakan Metode Pid Projek. *UNIVERSITAS SRIWIJAYA*.
- Baskaran, C., bai, V. R., Velu, S., & Kumaran, K. (2012). The efficacy of *Carica papaya* leaf extract on some bacterial and a fungal strain by well diffusion method. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2, S658–S662. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(12\)60239-4](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60239-4)
- Bisht, R., Chanyal, S., & Kumar Agrawal, P. (2016). *Antimicrobial and phytochemical analysis of leaf extract of medicinal fruit plants*. 9. <https://www.researchgate.net/publication/305537851>
- Bolanos, J. (2020). *Plutella xylostella (Linnaeus, 1758)*. Galapagos Species Database.
- BPTP Yogyakarta. (2004). *Teknologi budidaya kentang industri di lahan sawah dataran medium Kabupaten Sleman D.I.Yogyakarta. Rekomendasi teknologi pertanian*.
- Britannica, T. E. of E. (2021, September). *photosynthesis summary*. Encyclopedia Britannica.
- CABI. (2022). *Chrysodeixis chalcites (golden twin-spot moth)*. CABI Digital Library.
- Carol. (2021). *How to Grow Gai Lan*. Offbeet-Gardener.com.

- Damanik, M. U. (2023). Kombinasi Ekstrak Sambiloto (*Andrographis Paniculate* Nees.) Dan Bionutrien S-367b Yang Diaplikasikan Pada Tanaman Brokoli (*Brassica Oleraceae* L.). Dalam *Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Dickison, W., & Yopp, J. (2024). *Pathways and cycles*. Encyclopedia Britannica.
- Djunaedy, A. (2009). Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Bokashi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 42–46.
- Duan, C., Du, Y., Hou, X., Yan, N., Dong, W., Mao, X., & Zhang, Z. (2016). Chemical Basis of the Fungicidal Activity of Tobacco Extracts against *Valsa mali*. *Molecules*, 21(12), 1743. <https://doi.org/10.3390/molecules21121743>
- EK Elumalai, M. R. T. T. P. V. (2011). Antibacterial activity of various leaf extracts of *Merremia emarginata*. *Asian Pacific J Tropical Biomedicine*.
- EPA. (2023). *Ingredients Used in Pesticide Products: Pesticides. What Are Biopesticides?*
- Erin M McCarrell, S. W. G. M. D. F. A. F. K. W. E. S. and D. P. Naughton. (2008). Antimicrobial activities of pomegranate rind extracts: enhancement by addition of metal salts and vitamin C. *BMC Complementary and Medicine*.
- Fajri, F. F., Armaini, & Yoseva, S. (2014). *Pertumbuhan Dan Produksi Baby Kailan (Brassica Alboglabra L.) Dengan Pemberian Tricho-Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit* (Vol. 1, Nomor 2).
- G, N., Ts, G., Prasad, N., Karthikeyan, M., Gnanasekaran, A., Ms, R., Palanisamy, P., & M Basalingappa, K. (2020). Phytochemical Analysis And Antioxidant Properties Of Leaf Extracts Of *Carica Papaya*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 58–62. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2020.v13i11.38956>
- Gautam, N., Nepal, M., Shubham, S., Mishra, R., Kashyap, N., & Dutta, K. (2019). *Phytochemical Analysis of Papaya Leaf Extract: Screening Test Cronicon EC DENTAL SCIENCE Phytochemical Analysis of Papaya Leaf Extract: Screening Test*. <https://www.researchgate.net/publication/331641625>
- Gonçalves, A. L. (2021). The Use of Microalgae and Cyanobacteria in the Improvement of Agricultural Practices: A Review on Their Biofertilising, Biostimulating and Biopesticide Roles. *Applied Sciences*, 11(2), 871. <https://doi.org/10.3390/app11020871>
- Gupta, G. (2020). *Carica papaya* aqueous leaf extracts as potential botanical insecticide against rose aphids (*Macrosiphum rosaeformis* D.). *Journal Of Entomology And Zoology Studies*, 8(3), 960–964.
- Habiba. (2020). *Gibberellins In Plants*. BYJU'S.com.
- Harborne, J. B. (1987). Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan, trans. *Bandung: ITB Press*.

- Haris, A., & Sah Dewa, A. (2023). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Pepaya. Dalam *Smith) Jurnal Agrotek* (Vol. 7, Nomor 2).
- Haryadi, D., Yetti, H., & Yoseva, S. (2015). Effect Of Some Types Fertilizeron The Growth And Production Of Kailan (*Brassica Alboglabra L.*). Dalam *Jom Faperta* (Vol. 2, Nomor 2).
- Hasfita, F., Nasrul ZA, & Lafyati. (2013). Pemanfaatan Daun Pepaya (*Carica Papaya*) Untuk Pembuatan Pestisida Nabati. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 13–24.
- Hasna, & Nasril. (2009). Efektivitas Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) terhadap Mortalitas *Plutella xylostella L.* pada Tanaman Sawi. *Aceh: Fakultas Pertanian Unsyiah Banda Aceh*.
- Helaly, A. A., & Helaly, A. A. (2017). Enhancement Growth, Yield Production and Quality of Kale Plants by Using Plant Growth Promoting Bacteria. *Nature and Science*, 15(3), 120–130. <https://doi.org/10.7537/marsnsj150317.17>
- Hermawan, H. (2015). *Kajian Pengaruh Aplikasi Bionutrien S267 Terhadap Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit Tm-08*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hidayati Nafi, H., Agung Karuniawan, dan, Raya Bandung Sumedang Km, J., Kunci, K., Pertumbuhan, L., Pupuk, K., Pupuk, S., & Jerami, B. (2016). Growth Rate of Five Genotypes of Sweet Potato (*Ipomoea batatas L.*) are Given by Combination Fertilizer of StrawBokashi and Potassium on Dry Land. *JAGROS*, 1(1).
- Husein, I. R. (2019). Aplikasi Bionutrien S-367 Dan S-267 Serta Pengaruhnya Terhadap Hasil Panen Tanaman Jeruk Siam (*Citrus Nobilis*). Dalam *Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ifesan, B. O. T., Fashakin, J. F., Ebosele, F., & Oyerinde, A. S. (2013). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Selected Plant Leaves. Dalam *European Journal of Medicinal Plants* (Vol. 3, Nomor 3). www.sciencedomain.org
- Ilham, I., Wattimena, Cornelia. M. A., & Pelupessy, L. (2021). Pengaruh Pemberian Biopestisida Terhadap Jenis Hama yang Menyerang Tanaman Tumpang Sari Sawi Sendok (*Brassica rapa L.*). *MAKILA*, 15(2), 120–129. <https://doi.org/10.30598/makila.v15i2.4383>
- Indrawijaya, B., Emiliawati, D., & Susanti, L. D. (2019). Formulasi Ekstrak Daun Pepaya Jepang Sebagai Biopestisida Untuk Pengendalian Hama Ulat Grayak Pada Tanaman Bawang Merah. Dalam *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia* (Vol. 63, Nomor 2).
- Irianto. (2008). Pertumbuhan dan hasil kailan (*Brassica alboglabra*) pada berbagai dosis limbah cair sayuran. *Jurnal Agronomi*, 12(1), 50–53.
- Judge, A., & Dodd, M. (2020). Metabolism. *Coventry University's Repository* .
- Jujuaningsih, Rizal, K., Triyanto, Y., Lestari, W., & Aman Harahap, D. (2021). Penggunaan Pestisida Nabati Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya L.*) pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna Sinensis L.*) untuk Mengurangi Dampak Pencemaran Lingkungan di Desa Gunung Selamat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(3). <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v3i2.857>

- Jurusan MPLK Politani Negeri Kupang. (2019). *ULAT CROSI Crocidolomia binotalis (pavonana)*. PERLINTAN: Perlindungan Tanaman.
- Kabra, S., & Patel, S. (2018). Total Phenolics & Flavonoid Content Of The Leaves Of Carica Papaya & Syzygium Cumini. *734 Swati et al. World Journal of Pharmaceutical Research*, 7. <https://doi.org/10.20959/wjpr201814-12858>
- Kasus, S., Petani, P., Di Desa, S., Kecamatan, C., Kabupaten, C., Barat, B., Saepudin,), & Astuti, D. I. (2012). *Pengembangan Model Penerimaan Biopstisida Jurnal Sositologi Edisi 27 Tahun 11*.
- Kornberg, H. (2024, Juli). *Fat Metabolism*. Encyclopedia Britannica.
- Kristianto, A., Nyoman Adi Winata, I., & Haryati, T. (2014). *Pengaruh Ekstrak Kasar Tanin Dari Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L.) Pada Pengolahan Air*.
- Kumar, J., Ramlal, A., Mallick, D., & Mishra, V. (2021). An overview of some biopesticides and their importance in plant protection for commercial acceptance. Dalam *Plants* (Vol. 10, Nomor 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/plants10061185>
- Kusumawati, D. E., & Istiqomah, M. P. (2022). *Pestisida Nabati sebagai Pengendali OPT (Organisme Pengganggu Tanaman)*. www.madzamedia.co.id
- Mackenzie L. (2010). *Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice*.
- Madani, R. (2023). *KOMBINASI EKSTRAK DAUN MIMBA (Azadirachta Indica) DAN BIONUTRIEN S-367B YANG DIAPLIKASIKAN PADA TANAMAN BROKOLI (Brassica Oleracea)*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Mantouw, O. D. S. N. (2019). Aplikasi Bionutrien S-367 Dan S-267 Serta Pengaruhnya Terhadap Tanaman Cabai Rawit (*Capcicum Frutescens*). Dalam *Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Marliana, S. D., Suryanti, V., & Suyono, S. (2005). The phytochemical screenings and thin layer chromatography analysis of chemical compounds in ethanol extract of labu siam fruit (*Sechium edule* Jacq. Swartz.). *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 3(1), 26–31. <https://doi.org/10.13057/biofar/f030106>
- Mello VJ, G. M. L. F. D. J. A. S. L. M. et al. (2008). The gastric ulcer protective and healing role of cysteine proteinases from *Carica candamarcensis*. *Phytomedicine*, 15: 237-244.
- Milasari, E. F., & Sepfrian, B. (2023). *Budidaya Tanaman Kailan (Brassica oleraceae var. acephala) Di Aspakusa Makmur Boyolali*.
- 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 Research (UJMR)*, 1(1), 23–28. <https://doi.org/10.47430/ujmr.1611.004>
- Murnihati Sarumaha. (2020). Identifikasi Serangga Hama Pada Tanaman Padi Di Desa Bawolowalani. *Jurnal Pendidikan dan Pengembangan*.

- N. N. B. S. Amin. (2021). Growth performance of kailan [Brassica oleracea var. alboglabra L.] as affected by different rates of fish amino acid as foliar fertilizer, Thesis. *Universiti Teknologi MARA Perlis*.
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., & Ragadhita, R. (2019). How to read and interpret ftr spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4(1), 97–118. <https://doi.org/10.17509/ijost.v4i1.15806>
- Ningsi, E. W., Yuniar, N., & Fachlevy, A. F. (2016). Efektivitas Uji Daya Bunuh Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Nyamuk Anopheles (*Aconitus donits*) dalam Upaya Pencegahan Penyakit Malaria di Daerah Persawahan Desa Lalonggombu Kecamatan Andolo Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Fakultas Keswhatan Masyarakat. Universitas Halu Oleo*.
- Nisar Ahmad, H. F. M. A. B. H. A. I. M. L. Fazal. (2011). Dengue fever treatment with *Carica papaya* leaves extracts. *Asian Pacific J Tropical Biomedicine* , (2011)330-333.
- Nisrina, A. (2020). Aplikasi Bionutrien S-367b Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Panen Tanaman Bunga Kol (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis*) Serta Kaitannya Dengan Kondisi Tanah. Dalam *Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Pandey, R., & Paul, V. (2016). Plant growth analysis. *School of Plant Biology, University of Western Australia*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21657.72808>
- P.B. Ayoola & A. Adeyeye. (2010). phytochemical and nutrient evaluation of carica papaya (pawpaw) leaves. . *IJRRAS* .
- Peter, J. K., Kumar, Y., Pandey, P., & Masih, H. (2014). Antibacterial Activity of Seed and Leaf Extract of *Carica Papaya* var. Pusa dwarf Linn. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 9(2), 29–37. <https://doi.org/10.9790/3008-09272937>
- Pnoiarsa. (2019). *Auxin*. Shutterstock.
- Poian, A., & Bacha, T. (2010). *Nutrient Utilization in Humans: Metabolism Pathways*. Scitable by Nature Education.
- Prasetya, A. T., Mursiti, S., Maryan, S., & Jati, N. K. (2018). Isolation and Identification of Active Compounds from Papaya Plants and Activities as Antimicrobial. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 349(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/349/1/012007>
- Putri, S. (2021). *Budidaya Kailan Dalam Polybag*. Dinas Pertanian dan Pangan.
- R. G. Ayo. (2010). Phytochemical constituents and bioactivities of the extracts of *Cassia nigricans* Vahl: A review. *J Medicinal Plants Research*, Vol. 4(14), hlm.
- R. N. Okigbo, C. L. A. and J. E. A. (2009). Advances in selected medicinal and aromatic plants indigenous to Africa. *J Medicinal Plants Research*, Vol. 3(2), pp.
- Rahayu, S., Leksono, A., Penata, Z., & Tarno, H. (2022). The Effect of Papaya Leaf Extract (*Carica papaya* L.) on the Mortality Rate of *Spodoptera litura* Fabricius

- Larvae and the Level of Damage to Soybean Leaves in Malang, Indonesia: A Greenhouse Simulation. *Journal of Agricultural Science*.
- Ratna Dewi Kusumaningtyas, Hardi Suyitno, & Ria Wulansarie. (2017). Pengolahan Limbah Kulit Durian Di Wilayah Gunungpati Menjadi Biopestisida Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*.
- Reo, A. R., S. Berhimpon, & R. Montolalu. (2017). 'Metabolit Sekunder Gorgonia (Paramuricea clavata).' *Jurnal Ilmiah Platax*, 5(1), pp, 42–48.
- Rodríguez Mendoza, María De Las Nieves, Mora-Bautista, Marco Antonio, García Cué, José Luis, Sánchez Escudero, J., & Etchevers Barra, J. D. (2021). Field production of Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) with different nutrition sources. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i10.1954>
- Rukmana, R. (1994). Budidaya Kubis Bunga dan Brokoli. *Kanisius*.
- Rumende, C. F., Salaki, C. L., & Kaligis, J. B. (2021). *Pemanfaatan Ekstrak Daun Pepaya (Carica papaya L.) terhadap Hama Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae)*.
- Rye, C., Wise, R., Jurukovski, V., Desaix, J., Choi, J., & Avissar, Y. (2024). *Connections of Carbohydrate, Protein, and Lipid Metabolic Pathways*. Libretexts Biology.
- Samadi, B. (2013). Budidaya Intensif Kailan Secara Or ganik dan Anorganik. *Pustaka Mina. Jakarta*.
- Saputri, A., Damayanti, F., & Yulistiana, Y. (2023). Potensi Ekstrak Daun Pepaya sebagai Biopestisida Hama Ulat Grayak pada Tanaman Kangkung Darat. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 3(1), 25. <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v3i1.15796>
- Sarathi, P. (2020). *Plant Growth Regulators*. BYJU'S.com.
- Sarjono, P. R., Putri, L. D., Budiarti, C. E., Mulyani, N. S., Ngadiwiyana, Ismiyanto, Kusri, D., & Adiwibawa Prasetya, N. B. (2019). Antioxidant and antibacterial activities of secondary metabolite endophytic bacteria from papaya leaf (*Carica papaya* L.). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 509(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/509/1/012112>
- Schorderet Weber, S., Kaminski, K. P., Perret, J.-L., Leroy, P., Mazurov, A., Peitsch, M. C., Ivanov, N. V., & Hoeng, J. (2019). Antiparasitic properties of leaf extracts derived from selected *Nicotiana* species and *Nicotiana tabacum* varieties. *Food and Chemical Toxicology*, 132, 110660. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110660>
- Schuh, M., & Grabowski, M. (2024). *Clubroot*. University of Minnesota.
- Setiawati, W. D. (2008). Tumbuhan bahan pestisida nabati dan cara pembuatannya untuk pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT). *Balai penelitian tanaman sayuran. Bandung*.

- Setyawati, D., Andayani, S., & Yanuhar, U. (2016). *Characterization of Fraction of Carica papaya L. Leaves Ethyl Acetate Extract to African Catfish Clarias gariepinus Leucocytes Using UV-Vis, FTIR and GC-MS Methods.*
- Shin, J., Lee, Y., Hahm, S., Lee, K., & Park, J. (2023). Effects of Exogenous Ethanol Treatment in Nutrient Solution on Growth and Secondary Metabolite Contents of Three Herb Species in an Indoor Vertical Farming System. *Plants*, 12(22), 3842. <https://doi.org/10.3390/plants12223842>
- Sihotang, A. J. (2021). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica alboglabra L.*) dengan Pemberian Pupuk Kompos Limbah Pabrik Minyak Kelapa Sawit. Dalam *J. Agrotek. Trop* (Vol. 10, Nomor 2).
- Sita. (2021, November). *Budidaya Kailan Dalam Polybag*. Dinas Pertanian dan Pangan.
- Sitanggang, D. H. (2019). *Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk Hayati Bio-Extrim Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (Brassica oleraceae L.)*.
- Sonip, A., Aprilina, E., Sagala, S. A. B., Risanti, M., Kurniati, M., & Irzaman. (2015). Analisis Ikatan Molekul Protein (Gugus Fungsi C-N) pada Miseliumjamur Tiram dengan Metode Fourier Transform Infra-Red (FTIR). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*.
- Sosnowski, J., Truba, M., & Vasileva, V. (2023). The Impact of Auxin and Cytokinin on the Growth and Development of Selected Crops. Dalam *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 13, Nomor 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030724>
- Starten, M., Germain, J., & Vossenber, B. (2015). PM 7/124 (1) Spodoptera littoralis, Spodoptera litura, Spodoptera frugiperda, Spodoptera eridania. *EPPO Bulletin*, 45(3), 410–444. <https://doi.org/10.1111/epp.12258>
- Stray, F. (1998). The natural guide to medicinal herbs and plants. *Tiger Books International*, 12–16.
- Sumarlan, S. H., Pradawan, C. N., Damayanti, A., Maghfiroh, L., Hermanto, M. B., Hammam, Romadhan, B. S., Kurniawan, F. B., & Ramadhan, K. (2023). Growth Analysis of Kailan (*Brassica oleraceae L.*) Plants Cultivation with Power and Irradiation Distance Treatment of LED Bulbs. *Universal Journal of Agricultural Research*, 11(3), 585–593. <https://doi.org/10.13189/ujar.2023.110309>
- Suwahyono, U. (2010). *Biopestisida*. Penebar Swadaya.
- Tjitrosoepomo, G. (2004). *Taksonomi tumbuhan (spermatophyta)*. 8.
- Trovato, M., Funck, D., Forlani, G., Okumoto, S., & Amir, R. (2021). Editorial: Amino Acids in Plants: Regulation and Functions in Development and Stress Defense. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.772810>
- Tuntun, M. (2016). *Uji Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (Carica Papaya L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia Coli Dan Staphylococcus Aureus.*

- Unaeze, B. C., Ochiabuto, O. M.-T. B., Ejike, E. C., Obi, M. C., & Nwankpa, S. N. (2018). Antimicrobial activities of *Carica papaya* leaf against diarrhoea causing agents. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(8), 310–316. <https://doi.org/10.22161/ijaers.5.8.38>
- Upahita, D. (2023). *Manfaat Daun Pepaya Jepang, Salah Satunya Cegah Anemia*. Hellosehat.
- Widadi. (2003). Pengaruh Inokulasi Ganda Cendawan Akar Gada Plasmodiophora Brassicae Dan Nematoda Puru Akar Meloidogyne Spp. Terhadap Pertumbuhan Kailan (*Brassica oleraceae* var. *Acephala*). *Jurnal Agrosains*, Volume 5 No 1, 33–39.