

**KANDUNGAN METABOLIT BUAH CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*)
DENGAN PERBEDAAN USIA TANAMAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Biologi



Oleh

Bunga Gina Triani

NIM 1705271

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

**KANDUNGAN METABOLIT BUAH CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*)
DENGAN PERBEDAAN USIA TANAMAN**

Oleh
Bunga Gina Triani

Skripsi yang diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana
Sains pada Program Studi Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

©Bunga Gina Triani 2024
Universitas Pendidikan Indonesia 2024
Agustus 2024

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

LEMBAR PENGESAHAN

BUNGA GINA TRIANI

KANDUNGAN METABOLIT BUAH CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*)

DENGAN PERBEDAAN USIA TANAMAN

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing 1,



Dr. R. Kusdianti, M.Si.

NIP 196402261989032004

Pembimbing II



Hj. Tina Safaria Nilawati, M.Si.

NIP 197303172001122002

Mengetahui,
Ketua Prodi Biologi,



Dr. Wahyu Surakusumah, M.T.

NIP 197212301999031001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Kandungan Metabolit Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) dengan Perbedaan Usia Tanaman”** 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 risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2024

Pembuat Pernyataan,

Bunga Gina Triani

NIM 1705271

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis diberikan kekuatan, kesabaran, keikhlasan, serta kemudahan untuk menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Kandungan Metabolit Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) dengan Perbedaan Usia Tanaman”**.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak akan mungkin terjadi tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis baik berupa do'a, materi, hingga pikiran. Ucapan terima kasih yang tak terhingga ditujukan kepada:

1. Ibu Dr. R. Kusdianti, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing, memberikan arahan dan saran, serta memberikan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Hj. Tina Safaria Nilawati, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah dengan sabar membimbing dan memberikan arahan serta saran kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Wahyu Surakusumah, M.T. selaku ketua Program Studi Biologi FPMIPA UPI dan dosen penguji 1 atas bantuan dan dukungan selama penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Didik Priyandoko, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik atas bimbingan, motivasi, serta dukungan yang telah diberikan.
5. Ibu Dr. Hernawati, S.Pt., M.Si. dan Ibu Dr. Hj. Any Aryani, M.Si. selaku dosen penguji 2 dan 3 atas dukungan, motivasi, serta bimbingan yang telah diberikan.
6. Seluruh dosen Program Studi Biologi FPMIPA UPI atas segala ilmu, bimbingan, motivasi, serta dukungan selama perkuliahan.
7. Seluruh staf akademik Program Studi Biologi FPMIPA atas bantuan dan dukungan selama perkuliahan.

8. Bapak Kasworoananto dari Dinas Pertanian Kabupaten Magelang serta seluruh petani cabai rawit di bawah naungan Kesbangpol Kabupaten Magelang yang telah memberikan kemudahan dan bantuan kepada penulis untuk melakukan penelitian terkait buah cabai rawit.
9. Orang tua, Bapak Tri Agung Sucahyono dan Ibu Mimi Mulyani yang selalu dengan sabar memberikan do'a, kekuatan, motivasi, serta dukungan baik secara moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Keempat kakak, Agny Gallus Pratama, Hoirun Nisa, Luthfi Gani Hakim, dan Wakhidah Kurniawati, serta keluarga besar yang telah memberikan do'a, kekuatan, motivasi, serta dukungan kepada penulis.
11. Iroh Asiroh, teman seperjuangan penulis yang selalu memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi serta menjadi teman untuk bertukar pikiran.
12. Zulfa Farhuna, sahabat kecil penulis yang selalu memberikan dukungan, dan motivasi serta menjadi tempat penulis berkeluh kesah.
13. Kak Verna dan Mbak Ais, teman yang selalu memberikan dukungan, dan menjadi tempat penulis bercerita.
14. Teman-teman Biologi C 2017 yang telah memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
15. Seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-satu.

Semoga kebaikan seluruh pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini dibalas oleh Allah SWT dan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan seluruh yang membacanya.

Bandung, Agustus 2024

Penulis,

Bunga Gina Triani

NIM 1705271

KANDUNGAN METABOLIT BUAH CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*) DENGAN PERBEDAAN USIA TANAMAN

ABSTRAK

Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) merupakan salah satu komoditas hortikulturadi Indonesia yang memiliki berbagai manfaat, baik dalam industri makanan maupun kesehatan. Buah cabai rawit diketahui mengandung berbagai macam metabolit sekunder. Perbedaan usia tanaman cabai rawit menyebabkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada buah cabai rawit berbeda. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui kandungan metabolit yang ada pada buah cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dengan perbedaan usia tanaman. Sampel diperoleh dari kebun cabai rawit yang berada di Desa Bligo, dibawah naungan Kesbangpol Kabupaten Magelang. Sampel diekstrak menggunakan pelarut etanol p.a. 70% dengan metode maserasi. Hasil ekstraksi dianalisis menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan buah cabai rawit dengan perbedaan usia mengandung jumlah dan jenis senyawa yang berbeda. Metabolit sekunder pada buah cabai rawit dengan perbedaan usia mengalami kenaikan jumlah senyawa dari usia 90 hari setelah tanam (HST), 100 HST, dan 110 HST. Pada buah cabai rawit usia tanaman 90 HST mengandung 5 senyawa dengan 4-(Etoksimetil)-2-metoksifenol (3.58%) yang termasuk kedalam golongan fenolik sebagai senyawa dominan. Pada buah cabai rawit dengan usia tanaman 100 HST mengandung 10 senyawa dengan nonivamide (5.47%) yang termasuk kedalam golongan kapsaisinoid sebagai senyawa dominan. Pada buah cabai rawit usia tanaman 110 HST mengandung 11 senyawa dengan kapsaisin (23.4%) yang termasuk kedalam golongan kapsaisinoid sebagai senyawa dominan. Tidak ditemukan adanya senyawa yang sama pada ketiga sampel. Penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan kandungan metabolit sekunder pada buah cabai rawit dengan perbedaan usia tanaman.

Kata kunci: buah, cabai rawit, GC-MS, metabolit sekunder, Kabupaten Magelang

METABOLITE OF CHILI PEPPER FRUIT (*Capsicum frutescens*) WITH DIFFERENCES IN PLANT AGE

ABSTRACT

Chili pepper (*Capsicum frutescens*) is one of Indonesia's horticultural commodities that has various benefits, both in the food industry and health. Chili pepper fruit is known to contain various secondary metabolites. Differences in the age of chili pepper plants cause secondary metabolite compounds contained in chili pepper fruit to be different. The purpose of this study was to determine the metabolite content in chili pepper fruit (*Capsicum frutescens*) with differences in plant age. Samples were obtained from a chili pepper garden in Desa Blijo, under the auspices of Kesbangpol Kabupaten Magelang. Samples were extracted using ethanol solvent p.a. 70% with the maceration method. The extraction results were analyzed using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The results showed that chili pepper fruit with different ages contained different amounts and types of compounds. Secondary metabolites in chili pepper fruit with different ages experienced an increase in the number of compounds from 90 days after planting (DAP), 100 DAP, and 110 DAP. Chili pepper fruit aged 90 DAP contains 5 compounds with 4-(Ethoxymethyl)-2-methoxyphenol (3.58%) which is included in the phenolic group as the dominant compound. Chili pepper fruit aged 100 DAP contains 10 compounds with nonivamide (5.47%) which is included in the capsaicinoid group as the dominant compound. Chili pepper fruit aged 110 DAP contains 11 compounds with capsaicin (23.4%) which is included in the capsaicinoid group as the dominant compound. No similar compounds were found in the three samples. This study shows differences in secondary metabolite content in chili pepper (*Capsicum frutescens*) fruit with differences in plant age.

Keywords: fruit, chili pepper, GC-MS, secondary metabolites, Kabupaten Magelang

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Struktur Organisasi Skripsi	5
BAB II METABOLIT TANAMAN CABAI RAWIT	7
2.1 Tanaman Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i>)	7
2.1.1 Kandungan Kimia Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i>).....	13
2.1.2 Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan	15
2.2 Metabolit Tanaman	16
2.2.1 Jalur Biosintesis Metabolit Sekunder	18
2.2.2 Metabolomik	19
2.3 Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS).....	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Desain Penelitian	24
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	24
3.3 Populasi dan Sampel.....	25
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.4.1 Pengambilan Sampel	25

3.4.2 Pengukuran Faktor Abiotik	26
3.4.3 Persiapan Bahan	27
3.4.4 Ekstraksi	28
3.4.5 Analisis GC-MS	29
3.4.6 Analisis Data	29
3.5 Alur Penelitian	30
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Kandungan Metabolit Sekunder Buah Cabai Rawit.....	32
4.1.1 Kandungan Metabolit Sekunder Buah Cabai Rawit Usia Tanaman 90 HST	322
4.1.2 Kandungan Metabolit Sekunder Buah Cabai Rawit Usia Tanaman 100 HST	35
4.1.3 Kandungan Metabolit Sekunder Buah Cabai Rawit Usia Tanaman 110 HST	38
4.2 Kandungan Metabolit Sekunder Buah Cabai Rawit dengan Perbedaan Usia Tanaman	42
4.3 Faktor yang Mempengaruhi Metabolit Sekunder Buah Cabai Rawit dengan Perbedaan Usia Tanaman	48
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	52
5.1 Simpulan	52
5.2 Implikasi	53
5.3 Rekomendasi.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	71
RIWAYAT HIDUP.....	20

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Cabai Rawit.....	8
Tabel 4.1 Hasil Analisis GC-MS Ekstrak Etanol Buah Cabai Rawit Usia Tanaman 90 HST.....	33
Tabel 4.2 Hasil Analisis GC-MS Ekstrak Etanol Buah Cabai Rawit Usia Tanaman 100 HST.....	35
Tabel 4.3 Hasil Analisis GC-MS Ekstrak Etanol Buah Cabai Rawit Usia Tanaman 110 HST.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Cabai Rawit	7
Gambar 2.2 Daun Cabai Rawit	9
Gambar 2.3 Bunga Cabai Rawit.....	9
Gambar 2.4 Buah Cabai Rawit.....	10
Gambar 2.5 Jalur Biosintesis Metabolit Sekunder	19
Gambar 2.6 Alat GC-MS	22
Gambar 3.1 Peta Lokasi Desa Bligo	24
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel	25
Gambar 3.3 Buah yang digunakan: A. Tanaman usia 90 HST; B. Tanaman usia 100 HST; C. Tanaman usia 110 HST	25
Gambar 3.4 Ilustrasi Pengambilan Sampel	26
Gambar 3.5 Pengukuran Faktor Abiotik: A. Termometer; B. Soil Meter	26
Gambar 3.6 Simplisia Hasil Pengeringan: A. Usia 90HST; B. Usia 100HST; C. 110HST	27
Gambar 3.7 Pengeringan Sampel menggunakan Oven Suhu 40oC.....	27
Gambar 3.8 Penghalusan Sampel menggunakan Blender	28
Gambar 3.9 Penyaringan Sampel menggunakan Saringan 100 Mesh	28
Gambar 3.10 Ekstrak Hasil Maserasi: A. Usia 90 HST; B. Usia 100 HST; C. Usia 110 HST	288
Gambar 3.11 Penguapan Ekstrak menggunakan Waterbath.....	29
Gambar 3.12 Ekstrak Buah Cabai Rawit Hasil Penguapan.....	29
Gambar 3.13 GC-MS AGILENT	29
Gambar 3.14 Alur Penelitian.....	30
Gambar 4.1 Perbedaan Warna Buah Cabai Rawit: A. Tanaman Usia 90 HST; B. Tanaman Usia 100 HST; C. Tanaman Usia 110 HST	31
Gambar 4.2 Heatmap Kandungan Senyawa pada Buah Cabai Rawit dengan Perbedaan Usia Tanaman	32
Gambar 4.3 Golongan Senyawa yang Ditemukan pada Buah Cabai Rawit Usia Tanaman 90 HST.....	33
Gambar 4.4 Golongan Senyawa yang Ditemukan pada Buah Cabai Rawit Usia Tanaman 100 HST	35

Gambar 4.5 Golongan Senyawa yang Ditemukan pada Buah Cabai Rawit Usia Tanaman 110 HST	38
Gambar 4.6 Struktur Kapsaisin: A. Cincin Aromatik; B. Ikatan Amida; C. Rantai Samping Hidrofobik	39
Gambar 4.7 Biosintesis Kapsaisin.....	40
Gambar 4.8 Kandungan Senyawa Buah Cabai Rawit dengan Perbedaan Usia	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Faktor Abiotik	71
Lampiran 2. Dokumentasi Prosedur Penelitian.....	72
Lampiran 3. Hasil Analisis GC-MS	73

DAFTAR PUSTAKA

- Agostini-Costa, T. S., Viera, R. F., Bizzo, H. R., Silveira, D., & Gimenes, M. A. (2012). Secondary Metabolites. InTech. doi:10.5772/35705
- Agustini, S. Priyanto, G. Hamzah, B. Santoso, B dan Pambayun, R. 2015. Pengaruh Modifikasi Proses terhadap Kualitas Sensoris Kue Delapan Jam. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 26 (II) : 107-115.
- Ahmad, W., Mohamed, S., Ismail, N. Z., Omar, E. A., Samad, N. A., Adam, S. K., & Mohamad, S. (2020). GC-MS Evaluation, Antioxidant Content, and Cytotoxic Activity of Propolis Extract from Peninsular Malaysian Stingless Bees, *Tetrigona Apicalis*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2020(1), 1-9. doi:https://doi.org/10.1155/2020/8895262
- ALjahdali, N., & Carbonero, F. (2019). Impact of Maillard Reaction Products on Nutrition and Health: Current Knowledge and Need to Understand Their Fate in The Human Digestive System. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(3), 474–487. Doi:https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1378865
- Al-Khayri, J. M., Rashmi, R., Toppo, V., Chole, P. B., Banadka, A., Sudheer, W. N.,... Rezk, A. A. (2023). Plant Secondary Metabolites : The Weapons for Biotic Stress Management. *Metabolites*, 13(6), 716. doi:https://doi.org/10.3390/metabo13060716
- Al-Samman, A. M. M. A., Kahkashan, & Siddique, N. A. (2019). Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS/MS) Analysis, Ultrasonic Assisted Extraction, Antibacterial and Antifungal Activity of *Emblica Officinalis* Fruit Extract. *Pharmacognosy Journal*, 11(2), 315–323. doi:https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.47
- Ananto, I. D., & Murinto. (2015). Aplikasi Pengolahan Citra Mendeteksi Kualitas Cabai Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Transformasi Warna YCbCr. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, 3(1), 283–293.
- Andika, Y. F., & Sunaryanto, L. T. (2021). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Luas Lahan yang Ditanami Cabai Keriting di Kabupaten Magelang. *Jambura Agribusiness Journal*, 2(2), 75–80. doi:https://doi.org/10.37046/jaj.v2i2.9804
- Angga, S. (2022). *Uji Coba Varietas Tahan Virus dan Toleran Layu di Lahan Endemik Virus Kuning*. [Online]. Diakses dari <https://mitrabertani.com/artikel/detail/Uji-Coba-Varietas-Tahan-Virus-dan-Toleran-Layu-di-Lahan-Endemik-Virus-Kuning>
- Anggraito, Y., Susanti, R., Iswari, R. S, Yuniastuti, A., Lisdiana, Nugrahaningsih, Habibah, N. A., & Bintari, S. H., (2018). *Metabolit Sekunder dari Tanaman Aplikasi dan Produksi*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

- Antasionasti, I., Abdullah, S. S., Siampa, J. P., & Jayanto, I. (2022). Aktivitas Antioksidan Buah Cabai Rawit Melalui Pengujian DPPH. *Jurnal Pharmacon*, 11(4), 1824–1828.
- Antonio, A. S., Wiedemann, L. S. M., & Veiga Junior, V. F. (2018). The Genus: *Capsicum*: A Phytochemical Review of Bioactive Secondary Metabolites. *RSC Advances*, 8(45), 25767–25784. doi:<https://doi.org/10.1039/c8ra02067a>
- Arce-Rodríguez, M. L., & Ochoa-Alejo, N. (2019). Biochemistry and Molecular Biology of Capsaicinoid Biosynthesis: Recent Advances and Perspectives. *Plant Cell Reports*, 38(9), 1017–1030. doi:<https://doi.org/10.1007/s00299-019-02406-0>
- Ariza, M. T., Martínez-Ferri, E., Domínguez, P., Medina, J. J., Miranda, L., & Soria, C. (2015). Effects of Harvest Time on Functional Compounds and Fruit Antioxidant Capacity in Ten Strawberry Cultivars. *Journal of Berry Research*, 5(2), 71–80. doi:<https://doi.org/10.3233/JBR-150090>
- Aryani, R. D., Basuki, I. F., Budisantoso, I., & Widyastuti, A. (2022). Pengaruh Ketinggian Tempat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanam Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 6(2), 202–211. doi:<https://doi.org/10.25047/agriprima.v6i2.485>
- Astawan, M., & Kasih, A.L. (2008). *Khasiat Warna Warni Makanan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Astuti, E., Sunarminingsih, R., Jenie, U. A., Mubarika, S., & Sismindari. (2014). Pengaruh Lokasi Tumbuh, Umur Tanaman dan Variasi Jenis Destilasi terhadap Komposisi Senyawa Minyak Atsiri Rimpang *Curcuma mangga* Produksi Beberapa Sentra di Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 323–330. doi:<https://doi.org/10.22146/jml.18560>
- Aza-González, C., Núñez-Paleniús, H. G., & Ochoa-Alejo, N. (2011). Molecular Biology of Capsaicinoid Biosynthesis in Chili Pepper (*Capsicum spp.*). *Plant cell reports*, 30(5), 695–706. doi:<https://doi.org/10.1007/s00299-010-0968-8>
- Azkiyah, D. R., & Tohari. (2019). Pengaruh Ketinggian Tempat terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kandungan Steviol Glikosida pada Tanaman Stevia (*Stevia rebaudiana*). *Vegetalika*, 8(1), 1–12.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Magelang. 2024. Kabupaten Magelang dalam Angka 2024. Kabupateng Magelang: Badan Pusat Statistik.
- Baenas, N., Belović, M., Ilic, N., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2019). Industrial Use of Pepper (*Capsicum annum* L.) Derived Products: Technological Benefits and Biological Advantages. *Food chemistry*, 274, 872–885. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.047>
- Beale, D. J., Pinu, F. R., Kouremenos, K. A., Poojary, M. M., Narayana, V. K., Boughton, B. A., ... Dias, D. A. (2018). Review of Recent Developments in

GC–MS Approaches to Metabolomics-Based Research. *Metabolomics*, 14(11), 152. doi:<https://doi.org/10.1007/s11306-018-1449-2>

Benmansour-Gueddes, S. (2015). Evolution of Capsaicinoids and Mineral Composition During Fruit Development in Some Hot Pepper Varieties (*Capsicum Annuum L.*). *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3(4), 2319–1473.

Blahova, Z., Holm, J. C., Weiser, T., Richter, E., Trampisch, M., & Akarachkova, E. (2016). Nicoboxil/nonivamide Cream Effectively and Safely Reduces Acute Nonspecific Low Back Pain – A Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Journal of Pain Research*, 9, 1221–1230. doi:<https://doi.org/10.2147/JPR.S118329>

Bouchonnet, S. (2013). Introduction to GC-MS Coupling (Edisi 1). CRC Press. doi:<https://doi.org/10.1201/b13910>

Bouzroud, S., Maaiden, E. E., Sobeh, M., Merghoub, N., Boukcim, H., Kouisni, L., & Kharrassi, Y. E. (2023). Biotechnological Approaches to Producing Natural Antioxidants: Anti-Ageing and Skin Longevity Prospects. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2), 1397. doi:10.3390/ijms24021397

Calle, E. E., & Thun, M. J. (2004). Obesity and Cancer. *Oncogene*, 23(38), 6365–6378. doi:<https://doi.org/10.1038/sj.onc.1207751>

Chaturvedi, S., & Gupta, P. (2021). Chapter 8 - Plant Secondary Metabolites for Preferential Targeting among Various Stressors of Metabolic Syndrome. *Studies in Natural Products Chemistry*, 71, 221–261. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91095-8.00012-X>

Chen, Z., Liu, Q., Zhao, Z., Bai, B., Sun, Z., Cai, L., Fu, Y., Ma, Y., Wang, Q., & Xi, G. (2021). Effect of Hydroxyl on Antioxidant Properties of 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4: H -pyran-4-one to Scavenge Free Radicals. *RSC Advances*, 11(55), 34456–34461. doi:<https://doi.org/10.1039/d1ra06317k>

Choudhary, P., & Jain, V. (2023). Lipid Composition and Fatty Acid Profile of Guava Fruit as Affected by Maturity Stage and Harvesting Season. *Erwerbs-Obstbau*, 65(4), 1191–1198. doi:<https://doi.org/10.1007/s10341-022-00790-8>

Darmapatni, K. A. G. (2016). Pengembangan Metode GC-MS untuk Penetapan Kadar Acetaminophen pada Spesimen Rambut Manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(3), 255. doi:<https://doi.org/10.20473/jbp.v18i3.2016.255-266>

Darmawan, I. G. P., Nyana, I. D. N., & Gunadi, I. G. A. (2013). Pengaruh Penggunaan Mulsa Plastik terhadap Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*) di Luar Musim di Desa Kerta. *Agroteknologi Tropika*, 3 (3) : 148-57.

- DrugBank. (2015). *Nonivamide*. [Online]. Diakses dari <https://go.drugbank.com/drugs/DB11324>
- Don, O. R. A., Ahi, P. A., Kabaran, F. A., & Ziao, N. (2019). Determination of The Chemical Volatile Compounds of a Chili Pepper Cultivar (*Capsicum annuum*) Grown in Eastern Côte d'Ivoire. *Asian Journal of Applied Sciences*, 7(3), 362–367. doi:<https://doi.org/10.24203/ajas.v7i3.5870>
- Dwivedi, G. R., Sisodia, B. S., & Shikha. (2019). *Secondary Metabolites: Metabolomics for Secondary Metabolites*. In: *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*. Amsterdam: Elsevier
- Edowai, D. N., Kairupan, S., & Rawung, H. (2017). Mutu Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L*) Pada Tingkat Kematangan dan Suhu yang Berbeda Selama Penyimpanan. *Agrointek*, 10(1), 12. doi:<https://doi.org/10.21107/agrointek.v10i1.2021>
- Edreva, A.M., Velikova, V., Tsonev, T., Dagnon, S., Gürel, A., Aktas, L., & Gesheva, E. (2008). Stress Protective Role of Secondary Metabolites Diversity of Functions and Mechanisms. *Genetic Application of Plant Physiology*, 34, 67-78.
- Erawati, T. M., Rosita, N., & Rachmania, I. (2023). The activity of Candlenut Oil in The Nanostructured Lipid Carrier System on Hair Growth in Rats. *Journal of public health in Africa*, 14(1), 2519. doi:<https://doi.org/10.4081/jphia.2023.2519>
- Eroglu-Ozkan, E., Demirci-Kayiran, S., Gulsoy-Toplan, G., Mataraci-Kara, E., & Kurkcuoglu, M. (2018). Identification of Volatile Compounds and Antimicrobial Activities of *Muscari Neglectum* Growing in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(7), 4674–4678.
- EPA (Environmental Protection Agencies). (2014). *Pyrethroids and Pyrethrins*. [Online]. Diakses dari <http://www.epa.gov>.
- Faida, I. N. (2019). *Identifikasi Senyawa Volatil pada Kaldu Daging dan Tulang Kasar (Raw Bones) dari Babi dan Kelinci Menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)*. (Skripsi). Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id/16458/1/15630017.pdf>
- Farabi, A. A., & Prihatiningrum, A. E. (2023). Effect of Liquid Organic Fertilizer (POC) Pineapple Peel and *Trichoderma Sp.* on the Growth and Yield of Cayenne Pepper (*Capsicum Frutescens*) Variety Ori 212. *Procedia of Engineering and Life Science*, 4. doi:<https://doi.org/10.21070/pels.v4i0.1438>
- Fattori, V., Hohmann, M. S. N., Rossaneis, A. C., Pinho-Ribeiro, F. A., & Verri, W. A. (2016). Capsaicin: Current Understanding of Its Mechanisms and Therapy of Pain and Other Pre-Clinical and Clinical Uses. *Molecules*, 21(7),

1–33. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules21070844>

- Fayos, O., De Aguiar, A. C., Jiménez-Cantizano, A., Ferreiro-González, M., Garcés-Claver, A., Martínez, J...Barbero, G. F. (2017). Ontogenetic Variation of Individual and Total Capsaicinoids in Malagueta Peppers (*Capsicum frutescens*) During Fruit Maturation. *Molecules*, 22(5), 1–12. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules22050736>
- Fitri, Z. E., Nuhanatika, U., Madjid, A., & Imron, A. M. N. (2020). Penentuan Tingkat Kematangan Cabe Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Berdasarkan Gray Level Co-Occurrence Matrix. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 7(1), 1–5. doi:<https://doi.org/10.25047/jtit.v7i1.121>
- Frary, A., Keçeli, M. A., Ökmen, B., Şiğva, H. Ö., Yemenicioğlu, A., & Doğanlar, S. (2008). Water-Soluble Antioxidant Potential of Turkish Pepper Cultivars. *HortScience*, 43(3), 631–636. doi:<https://doi.org/10.21273/hortsci.43.3.631>
- Gaffney, I., Sallach, J. B., Wilson, J., Bergström, E. T., & Thomas-Oates, J. (2021). Metabolomic Approaches to Studying the Response to Drought Stress in Corn (*Zea Mays*) Cobs. *Metabolites*, 11(7), 438. doi:10.3390/metabo11070438
- Gao, T., Zhang, Y., Shi, J., Mohamed, S. R., Xu, J., & Liu, X. (2021). The Antioxidant Guaiacol Exerts Fungicidal Activity Against Fungal Growth and Deoxynivalenol Production in *Fusarium graminearum*. *Frontiers in Microbiology*, 12, 1–10. doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.762844>
- Gaubitz, M., Schiffer, T., Holm, C., Richter, E., Pisternick-Ruf, W., & Weiser, T. (2016). Efficacy and Safety of Nicoboxil/nonivamide Ointment for The Treatment of Acute Pain in The Low Back - A randomized, Controlled Trial. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 20(2), 263–273. doi:<https://doi.org/10.1002/ejp.719>
- Gokulan, K., Khare, S., & Cerniglia, C. (2014). *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition): Production of Secondary Metabolites of Bacteria*. Elsevier.
- Gómez-garcía, M. R., & Ochoa-alejo, N. (2013). Biochemistry and Molecular Biology of Carotenoid Biosynthesis in Chili Peppers (*Capsicum spp.*). *International journal of molecular sciences*, 14(9), 19025–19053. doi:<https://doi.org/10.3390/ijms140919025>
- Guijarro-Real, C., Adalid-Martínez, A. M., Pires, C. K., Ribes-Moya, A. M., Fita, A., & Rodríguez-Burruezo, A. (2023). The Effect of the Varietal Type, Ripening Stage, and Growing Conditions on the Content and Profile of Sugars and Capsaicinoids in Capsicum Peppers. *Plants*, 12(2). doi:<https://doi.org/10.3390/plants12020231>
- Gunalan, G., Saraswathy, A., & Vijayalakshmi, K. (2011). Antimicrobial Activity of Medicinal Plant *Bauhinia variegata* Linn. *Int J Pharm Bio Sci*. 1(4):400-408.

- Habib, M. R., & Karim, M. R. (2016). Chemical Characterization and Insecticidal Activity of *Calotropis gigantea* L. Flower Extract Against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 6(12), 996–999. doi:[https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(16\)61171-4](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(16)61171-4)
- Hakim, A. R., & Saputri, R. (2020). Narrative Review: Optimasi Etanol Sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika*, 6(1), 177–180. doi:<https://doi.org/10.33084/jsm.v6i1.1641>
- Hana, P. N., Nurchayati, Y., Budihastuti, R. (2020). Efek Naungan dan Umur Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Profil Metabolit Bunga Krisan (*Chrysanthemum sp.*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 5(1), 8–17. doi:<https://doi.org/10.14710/baf.5.1.2020.8-17>
- Hapsari, A. T., Darmanti, S., & Hastuti, E. D. (2018). Pertumbuhan Batang, Akar dan Daun Gulma Katumpangan (*Pilea microphylla* (L.) Liebm.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 3(1), 79. doi:<https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.79-84>.
- Harman, D. (1956). Aging: A Theory Based on Free Radical and Radiation Chemistry. *Journal of Gerontology*, 11(3), 298–300. doi:10.1093/geronj/11.3.298.
- Harpenas, A., & Dermawan, R. (2010). *Budidaya Cabai Unggul*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hartati, Syamsuddin, B., & Karim, H. (2019). Pengaruh Jenis Pelarut terhadap Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Klika Kayu Jawa (*Lannea coromendelica*). *Jurnal Sainsmat*, VIII(2), 19–27.
- Hasanah, N., & Fatmawati, S. (2022). Metabolit Sekunder, Metode Ekstraksi, dan Bioaktivitas Cabai (*Capsicum*). *Akta Kimia Indonesia*, 7(1), 14-61. doi:<http://dx.doi.org/10.12962/j25493736.v7i1.11239>
- Hewindati, Y.T. (2006). *Hortikultura*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Hidayat, W. 2023. *Produktivitas Cabe Kabupaten Magelang Jadi Fokus Kementan*. [Online]. Diakses dari <https://www.magelangkab.go.id/home/detail/produktivitas->
- Hikma, N., Burhan, A., Ulfah, N., & Awaluddin, A. (2023). Analisis Profil Metabolit Ekstrak Etanol Daun Temelekar (*Coptosapelta tomentosa* Valetton ex K. Heyne) dengan Metode Spektroskopi FT-IR yang Dikombinasi dengan Kemometrik Temelek. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 20(02), 137–140.
- Hilmayanti, Ilma & Widarmi, Winny & K., Murdaningsih & Rahardja, Mulyadi & Rostini, Neni & Setiamihardja, R.. (2015). Pewarisan Karakter Umur Berbunga dan Ukuran Buah Cabai Merah (*Capsicum annum L.*). *Zuriat*, 17(1), 86-93. doi:<https://doi.org/10.24198/zuriat.v17i1.6805>

- Hochkogler, C. M., Lieder, B., Rust, P., Berry, D., Meier, S. M., Pignitter, M...Somoza, V. (2017). A 12-Week Intervention with Nonivamide, A TRPV1 Agonist, Prevents A Dietary-Induced Body Fat Gain and Increases Peripheral Serotonin in Moderately Overweight Subjects. *Molecular Nutrition and Food Research*, *61*(5), 1–40. doi:<https://doi.org/10.1002/mnfr.201600731>
- Hossain, M. B., Tiwari, B. K., Gangopadhyay, N., O'Donnell, C. P., Brunton, N. P., & Rai, D. K. (2014). Ultrasonic Extraction of Steroidal Alkaloids from Potato Peel Waste. *Ultrasonics sonochemistry*, *21*(4), 1470–1476. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.01.023>
- Human Metabolone Database (HMDB). (2012). Showing Metabocard for 4-(Ethoxymethyl)-2-methoxyphenol (HMDB0037641). [Online]. Diakses dari <https://hmdb.ca/metabolites/HMDB0037641>
- Ibeh, A. G., & Egbucha, K. C. (2023). *Appraisal of Some Medicinal and Other Uses of Chilli Pepper (Capsicum Frutescens Linn.)*. *12*(4), 119–133. doi:<https://doi.org/10.20959/wjpr20234-27281>
- Ibibia, E. T., Olabisi, K. N., & Oluwagbemiga, O. S. (2016). Gas Chromatography-Mass Spectrometric Analysis of Methanolic Leaf Extracts of *Lannea Kerstingii* and *Nauclea Diderrichii*, Two Medicinal Plants Used for The Treatment of Gastrointestinal Tract Infections. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, *9*(4), 179–182.
- Istiqomah. (2014). *Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Soklektasi Terhadap Kadar Piprin Buah Cabe Jawa (Piperis retrofracti fructus)*. (Skripsi). UIN Syarif Hidayatullah. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/24306>
- Istiqomah. (2017). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Soklektasi Terhadap Kadar Piprin Buah Cabe Jawa. In *UIN Syarif Hidayatullah*.
- Jan, R., Asaf, S., Numan, M., Lubna, & Kim, K. M. (2021). Plant Secondary Metabolite Biosynthesis and Transcriptional Regulation in Response to Biotic and Abiotic Stress Conditions. *Agronomy*, *11*(5), 1–31. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy11050968>.
- Jiang, S. Z., Lu, W., Zong, X. F., Ruan, H. Y., & Liu, Y. (2016). Obesity and Hypertension. *Experimental and Therapeutic Medicine*, *12*(4), 2395–2399. doi:<https://doi.org/10.3892/etm.2016.3667>
- Johnson, W. (2007). Final report on the safety assessment of *Capsicum annuum* extract, *Capsicum annuum* fruit extract, *Capsicum annuum* resin, *Capsicum annuum* fruit powder, *Capsicum frutescens* fruit, *Capsicum frutescens* fruit extract, *Capsicum frutescens* resin, and Capsaicin. *International Journal of Toxicology*, *26*(SUPPL. 1), 3–106. <https://doi.org/10.1080/10915810601163939>

- Jonas, M., Ketlogetswe, C., & Gandure, J. (2020). Variation of *Jatropha curcas* Seed Oil Content and Fatty Acid Composition with Fruit Maturity Stage. *Heliyon*, 6(1), e03285. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03285>
- Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Kanojia, A., Shrestha, D. K., & Dijkwel, P. P. (2021). Primary Metabolic Processes as Drivers of Leaf Ageing. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 78(19–20), 6351–6364. doi:10.1007/s00018-021-03896-6
- Kawengian, S. C., Sondakh, T. D., & Najoan, J. (2020). Keadaan Kesuburan Kimia Tanah pada Tanah yang Ditanami Tanaman Cabai (*Capsicum annum L*) di Desa Lowian Kecamatan Maesaan Kabupaten Minahasa Selatan. *COCOS*, 12(4). doi: <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i1.32444>
- Keke, C. O., Nsofor, W. N., Kumabia, F. K. R., Iloabuchi, G. C., Ejiofor, J. C., & Osuagwu, O. L. (2023). GCMS and FTIR Analysis of Ethanol and Methanol Leave Extract of *Urena lobata* (Caesar weed) for Bioactive Phytochemical Constituents. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 13(1), 99-115. doi:<http://dx.doi.org/10.22270/jddt.v13i1.5722>
- Kementan. (2024). Angka Tetap Hortikultura Tahun 2023. *Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian*, 197.
- Khoo, H. E., Prasad, K. N., Kong, K. W., Jiang, Y., & Ismail, A. (2011). Carotenoids and Their Isomers: Color Pigments in Fruits and Vegetables. *Molecules*, 16(2), 1710–1738. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules16021710>.
- Kim, D., Park, H., & Cho, I. H. (2022). The Effect of Roasting on Capsaicinoids, Volatile Compounds, and Fatty Acids in *Capsicum Annuum L.* (Red Pepper) Seeds. *Food Science and Biotechnology*, 31(2), 211–220. doi:<https://doi.org/10.1007/s10068-021-01023-6>
- Ko, G. A., & Cho, S. K. (2018). Ethyl Linoleate Inhibits α - MSH-Induced Melanogenesis through akt/GSK3 β / β -catenin Signal Pathway. *Korean Journal of Physiology and Pharmacology*, 22(1), 53–61. doi:<https://doi.org/10.4196/kjpp.2018.22.1.53>
- Kouassi, C. K., Nanga, Z. Y., Lathro, S. J., Aka, S., Koffi-Nevry, R. (2012). Bioactive Compounds and Some Vitamins from Varieties of Pepper (*Capsicum*) Grown in CÔTE D'IVOIRE. *Pure and Applied Biology*, 1(2), 40–47. doi:<https://doi.org/10.19045/bspab.2012.12004>
- Kumar, D. R. N., George, V. C., Suresh, P. K., & Kumar, R. A. (2015). Cancer-specific chemoprevention and anti-metastatic potentials of Rheum emodi rhizome ethyl acetate extracts and identification of active principles through HPLC and GC-MS analysis. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 28(1), 83–93.

- Kumar, N., Anand, K. G. V., & Reddy, M. P. (2011). In vitro Regeneration from Ptiote Explants of Non-Toxic *Jatropha curcas*. *Industrial Crops and Products*, 33(1), 146-151. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.09.013>
- Kumari, N., Menghani, E., & Mithal, R. (2019). Bioactive compounds characterization and antibacterial potentials of actinomycetes isolated from Rhizospheric soil. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 78(11), 793–798.
- Kurniawan, D. (2023). *Analisis Kandungan Metabolit Sekunder Kulit Buah Aren (Arenga pinnata L.) Menggunakan Metode GC-MS*. (Skripsi). Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area. <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/22722>
- Kursunluoglu, G., Taskiran, D., & Kayali, H. A. (2018). The Investigation of The Antitumor Agent Toxicity and Capsaicin Effect on The Electron Transport Chain Enzymes, Catalase Activities and Lipid Peroxidation Levels in Lung, Heart and Brain Tissues of Rats. *Molecules*, 23(12). doi:<https://doi.org/10.3390/molecules23123267>
- Kusbiantoro, D., & Purwaningrum, Y. (2018). Pemanfaatan Kandungan Metabolit Sekunder pada Tanaman Kunyit dalam Mendukung Peningkatan Pendapatan Masyarakat. *Jurnal Kultivasi*, 17(1), 544-549. doi:<https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i1.15669>
- Kusnadi, J., Wuri Andayani, D., & Zubaidah, E. (2019). Ekstraksi Senyawa Bioaktif Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L.*) Menggunakan Metode Ekstraksi Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(2), 79–84. doi:<https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2019.020.02.1>
- Kusumah, D., Wakui, M., Murakami, M., Xie, X., Yukihiro, K., & Maeda, I. (2020). Linoleic Acid, A-Linolenic Acid, and Monolinolenins As Antibacterial Substances in The Heat-Processed Soybean Fermented with *Rhizopus oligosporus*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 84(6), 1285–1290. doi:<https://doi.org/10.1080/09168451.2020.1731299>
- Kusumiyati, K., Putri, I. E., Sutari, W., & Hamdani, J. S. (2022). Kandungan Karotenoid, Antioksidan, dan Kadar Air Dua Varietas Cabai Rawit pada Tingkat Kematangan Berbeda dan Deteksi Non-Destruktif. *Jurnal AGRO*, 8(2), 212–225. doi:<https://doi.org/10.15575/14650>
- Lagiman & Supriyanta, B. (2021). *Karakterisasi Morfologi & Pemuliaan Tanaman Cabai*. Yogyakarta: LPPM UPN “Veteran”
- Lelang, M. A., Ceunfin, S., & Lelang, A. (2019). Karakterisasi Morfologi dan Komponen Hasil Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*) Asal Pulau Timor. *Savana Cendana*, 4(01), 17–20. doi:<https://doi.org/10.32938/sc.v4i01.588>
- Li, Y., Kong, D., Ying, F., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The Effect of

Developmental and Environmental Factors on Secondary Metabolites in Medicinal Plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 80-89. doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006>

- Lohvina, H., Sándor, M., & Wink, M. (2022). Effect of Ethanol Solvents on Total Phenolic Content and Antioxidant Properties of Seed Extracts of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) Varieties and Determination of Phenolic Composition by HPLC-ESI-MS. *Diversity*, 14(1). doi:<https://doi.org/10.3390/d14010007>
- Ma'ruf, N. Q., Antasionasti, I., Fatimawali & Tallei, T. (2021). Analisis GC-MS Ekstrak Metanol dan N-Heksan dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*). *Pharmakon*, 10(2), 857-862. doi:<https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.34035>
- Madala, N., & Nutakki, M. K. (2020). Hot Pepper-History-Health and Dietary Benefits & Production. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(4), 2532–2538. doi:<https://doi.org/10.20546/ijemas.2020.904.303>
- Made, D. A. N., Parwata, I. M. O. A., & Parthasutema, I. A. M. (2015). Analisis Kadar Metamfetamina pada Sampel Darah dengan Metode GC-MS. *Jurnal Chemistry Laboratory*, 2(1), 18–29.
- Magfiroh, U. L. (2017). Faktor Ketinggian Tempat terhadap Sintesis Vitamin Buah Carica (*Carica pubescens*). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi Yogyakarta*, 69–74.
- Manorenjitha, M. S., Norita, A. K., Adillah, A. K., & Asmawi, M. Z. (2014). Chemical Profile of Ficus Religiosa (Linn.) Stem. *International Journal of Life Science and Medical Research*, 4(3), 32-37. doi:<https://doi.org/10.5963/LSMR0403001>
- Manurung, D. I., Hidayati, L., Wijayanti, N., & Nuringtyas, T. R. (2021). Metabolite Profiling of Agarwood (*Gyrinops versteegii (Gilg.) Domke*) Leaves from Difference Growth Locations Using Thin Layer Chromatography. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 615–623. doi:<https://doi.org/10.29303/jbt.v21i2.2710>
- Mazourek, M., Pujar, A., Borovsky, Y., Paran, I., Mueller, L., & Jahn, M. M. (2009). A Dynamic Interface for Capsaicinoid Systems Biology. *Plant Physiology*, 150(4), 1806–1821. doi:<https://doi.org/10.1104/pp.109.136549>
- Middleditch, B. S. (1979). *Practical Mass Spectrometry; A Contemporary Introduction*. New York: Springer New York. doi:<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2982-4>
- Millena, C. G., Baloloy, K. A. V., Doma, N. G., & Hernan, P. B. (2023). Effect of Maturity on Physicochemical and Fatty Acid Profile of Philippine Pili (*Canarium ovatum Engl.*). *Philippine Journal of Science*, 152(1), 159–171.

doi:<https://doi.org/10.56899/152.01.11>

- Mishra, P. M., & Sree, A. (2007). Antibacterial activity and GCMS analysis of the extract of leaves of *Finlaysonia obovata* (a mangrove plant). In *Asian Journal of Plant Sciences* (Vol. 6, Nomor 1, hal. 168–172). <https://doi.org/10.3923/ajps.2007.168.172>
- Moekasan, T. K., Prabaningrum, L., Adiyoga, W., Putter, H. D. (2014). *Panduan Praktis Budidaya Cabai Merah Berdasarkan Konsepsi Pengendalian Hama Terpadu (PHT)*. Lembang: Penebar Swadaya Grup.
- Moni, S. S., Alam, M. F., Sultan, M. H., Makeen, H. A., Alhazmi, H. A., Mohan, S....Anwer, T. (2023). Spectral Analysis, In Vitro Cytotoxicity and Antibacterial Studies of Bioactive Principles from The Leaves of *Conocarpus lancifolius*, A Common Tree of Jazan, Saudi Arabia. *Brazilian Journal of Biology*, 83, 1–10. doi:<https://doi.org/10.1590/1519-6984.244479>
- Mozumder, N. H. M. R., Lee, Y.R., Hwang, K.H. Lee, M. S., Kim, E. H., Hong, Y. S. (2020). Characterization of Tea Leaf Metabolites Dependent on Tea (*Camellia sinensis*) Plant Age through ¹H NMR-Based Metabolomics. *Appl Biol Chem*, 63(10), 1-8. doi:<https://doi.org/10.1186/s13765-020-0492-7>
- Muchtadi, T.R., & Sugiyono. 2014. *Prinsip dan Proses Teknologi Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Nainggolan, L., Indriyani, & Yernisa. (2018). Pengaruh Tingkat Kematangan Buah terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak N-Heksan Kernel Biji Teh. *Seminar Nasional Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Sumber Daya Lokal*, 354–367.
- Nelson, E. K., & Dawson, L. E. (1923). The Constitution of Capsaicin, The Pungent Principle of Capsicum. III. *Journal of the American Chemical Society*, 45(9), 2179-2181.
- Nugraha, D., Yusuf, A. L., & Wahianto, P. (2023). Narrative Review: Optimization of Ethanol as a Solvent for Flavonoid Compounds in Papaya Leaf Extraction. *Ad-Dawaa: Journal of Pharmacy*, 1(2), 107–110. doi:<https://doi.org/10.52221/dwj.v1i2.496>
- Nurjanah, S. (2002). Study on Respiration Rate and Ethylene Production of Fruit and Vegetables to Predict Their Storage Time. *Bionatura*, 4(3), 148–156.
- Parfiyanti, E. A., Budihastuti, R., Hastuti, E. D. (2016). Pengaruh Suhu Pengeringan yang Berbeda Terhadap Kualitas Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*). *Jurnal Biologi*, 5(1), 82–92.
- Pebiningrum, A., & Kusnadi, J. (2018). Pengaruh Varietas Jahe (*Zingiber officinale*) dan Penambahan Madu Terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Fermentasi Kombucha Jahe. *Jfls*, 1(2), 33–42.

- Pérez-Alonso, M. M., Carrasco-Loba, V., Pollmann, S. (2018). Advances in Plant Metabolomics. *Analyt. Chem.* 87, 557–588. doi:10.1002/9781119312994.apr0660
- Piasecka, A., Kachlicki, P., & Stobiecki, M. (2019). Analytical Methods for Detection of Plant Metabolomes Changes in Response to Biotic and Abiotic Stresses. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(2), 379. doi:10.3390/ijms20020379
- Pitaloka, D. (2020). Hortikultura: Potensi, Pengembangan Dan Tantangan. *Jurnal Teknologi Terapan: G-Tech*, 1(1), 1–4. doi:https://doi.org/10.33379/gtech.v1i1.260
- Polii, M. G. M., Sondakh, T. D., Raintung, J. S. M., Doodoh, B., & Titah, T. (2019). Kajian Teknik Budidaya Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) Kabupaten Minahasa Tenggara. *Eugenia*, 9(3), 73-77. doi:https://doi.org/10.35791/eug.25.3.2019.31402
- Pote, L. L., Taek, M. M., Nadut, A., & Latumakulita, G. (2024). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kadar Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Batang Lino (*Grewia koordersiana* Burret). *Akta Kimia Indonesia*, 9(1), 71–90. doi: http://dx.doi.org/10.12962/j25493736.v9i1.20177
- Prajnanta, F. (2011). *Mengatasi Permasalahan Bertanam Cabai*. Jakarta:Penebar Swadaya
- Putri, P. A., Chatri, M., & Advinda, L. (2023). Karakteristik Saponin Senyawa Metabolit Sekunder pada Tumbuhan.. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 251–258. doi: https://doi.org/10.24036/srmb.v8i2.207
- Rachmawan, A., & Dalimunthe, C. I. (2017). Prospek Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan Sebagai Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Patogen pada Tanaman Karet. *Warta Per karetan*, 36(1), 15–28. doi:https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v36i1.324
- Raletsena, M. V., & Monga, N. I. (2023). Phytochemical Analysis, In Vitro Antimicrobial, Anticancer, Antiinflammatory, and Antioxidant Activity of Extracts from *Bulbine angustifolia* Poelln (Asphodelaceae). *South African Journal of Botany*, 159, 588-595. doi:https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.06.044
- Ramdhan, M. (2021). *Metode Penelitian*. Surabaya: Cipta Media Nusantara
- Razzaq, A., Sadia, B., Raza, A., Hameed, M. K., & Saleem, F. (2019). Metabolomics: A Way Forward for Crop Improvement. *Metabolites*, 9(12), 303. doi:10.3390/metabo9120303
- Reyes-Escogido, M.deL., Gonzalez-Mondragon, E. G., & Vazquez-Tzompantzi, E. (2011). Chemical and Pharmacological Aspects of

- Capsaicin. *Molecules*, *16*(2), 1253–1270.
doi:<https://doi.org/10.3390/molecules16021253>
- Ristok, C., Poeschl, Y., Dudenhöffer, J., Ebeling, A., Eisenhauer, N., Vergara, F., ... Weinhold, A. (2019). Plant Species Richness Elicits Changes in the Metabolome of Grassland Species via Soil Biotic Legacy. *Journal of Ecology*, *107*(5), 2240–2254. doi:10.1111/1365-2745.13185
- Ristok, C., Weinhold, A., Ciobanu, M., Poeschl, Y., Roscher, C., Vergara, F., ... Dam, N. M. V. (2022). Plant Diversity Effects on Herbivory Are Related to Soil Biodiversity and Plant Chemistry. *Journal of Ecology*, *111*(2), 412–427. doi:10.1111/1365-2745.14032
- Rohmawati, I., Hastuti, D., & Purwati. (2018). Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Gibberellic Acid dan Jenis Varietas terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L.*) *Jurnal Agroekoteknologi*, *10*(2), 19–31. doi:<https://doi.org/10.33512/j.agrtek.v10i2.5820>
- Rubab, M., Chelliah, R., Saravanakumar, K., Barathikannan, K., Wei, S., Kim, J. R., Yoo, D., Wang, M. H., & Oh, D. H. (2020). Bioactive potential of 2-methoxy-4-vinylphenol and benzofuran from Brassica oleracea L. var. capitata f. rubra (Red Cabbage) on oxidative and microbiological stability of beef meat. *Foods*, *9*(5). <https://doi.org/10.3390/foods9050568>
- Rukmana, R. (1996). *Usaha Tani Cabai Hibrida Sistem Mulsa Plastik*. Yogyakarta: Kanisius.
- Saeed, N., Khan, M. R., & Shabbir, M. (2012). Antioxidant Activity, Total Phenolic and Total Flavonoid Contents of Whole Plant Extracts *Torilis leptophylla L.* *BMC complementary and alternative medicine*, *12*, 221. doi:<https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-221>
- Safaei, M., Sundararajan, E. A., Driss, M., Boulila, W., & Shapi'i, A. (2021). A Systematic Literature Review on Obesity: Understanding The Causes & Consequences of Obesity and Reviewing Various Machine Learning Approaches Used to Predict Obesity. *Computers in Biology and Medicine*, *136*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2021.104754>
- Sahid, Z. D., Syukur, M., Maharijaya, A., & Nurcholis, W. (2021). Polyphenol Content and Pharmacological Activities of *Capsicum frutescens* and *C. Chinense* Genotypes. *Biodiversitas*, *22*(9), 3838–3843. doi:<https://doi.org/10.13057/biodiv/d220929>
- Saini, R. K., Zamany, A. J., & Keum, Y. S. (2017). Ripening Improves The Content of Carotenoid, A-Tocopherol, and Polyunsaturated Fatty Acids in Tomato (*Solanum lycopersicum L.*) Fruits. *3 Biotech*, *7*(1), 0–7. doi:<https://doi.org/10.1007/s13205-017-0666-0>
- Saleh, B. K., Omer, A., & Teweldemedhin, B. (2018). Medicinal uses and health

- benefits of chili pepper (*Capsicum* spp.): a review. *MOJ Food Processing & Technology*, 6(4). doi:<https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00183>
- Sanati, S., Razavi, B. M., & Hosseinzadeh, H. (2018). A Review of The Effects of *Capsicum annuum* L. and Its Constituent, Capsaicin, in Metabolic Syndrome. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 21(5), 439–448. doi:<https://doi.org/10.22038/IJBMS.2018.25200.6238>
- Santos, V. A., Santos, R. A., Silva, E. S. da, Alves, A. S., Ferreira, R. O., & Carvalho Junior, A. R. de. (2023). Chemical Composition and Biological Activities of The Species *Capsicum frutescens* L. (Chili Pepper) – A literature Review. *Seven Editora..* doi:<https://doi.org/10.56238/alookdevelopv1-167>
- Sasadara, M. M. V., & Wiranata, I. G. (2022). Pengaruh Pelarut dan Metode Ekstraksi terhadap Kandungan Metabolit Sekunder dan Nilai IC50 Ekstrak Umbi Bit (*Beta vulgaris* L.). *Usadha*, 2(1), 7–13. doi:<https://doi.org/10.36733/usadha.v2i1.5277>
- Scolaro, B., Leticia F S de Andrade, & Castro, I. A. d. (2019). Cardiovascular Disease Prevention: The Earlier the Better? A Review of Plant Sterol Metabolism and Implications of Childhood Supplementation. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(1), 128. doi:10.3390/ijms21010128
- Scozzafava, A., Passaponti, M., Supuran, C. T., & Gülçin, I. (2015). Carbonic anhydrase inhibitors: Guaiacol and catechol derivatives effectively inhibit certain human carbonic anhydrase isoenzymes (hCA I, II, IX and XII). *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 30(4), 586–591. <https://doi.org/10.3109/14756366.2014.956310>
- Setiawan, F., Nurdianto, A. R., Nurdianto, R. F., Tena, H. A. B., & Sunariani, J. (2021). Peran Kapsaisin pada Penghambatan Terjadinya Kanker. *MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 10(2), 51–64. doi:<https://doi.org/10.48191/medfarm.v10i2.62>
- Shaha, R. K., Rahman, S., & Asrul, A. (2013). Bioactive Compounds in Chilli Peppers (*Capsicum annuum* L.) at Various Ripening (Green, Yellow and Red) Stages. *Annals of Biological Research*, 4(8), 27-34.
- Sharuzzaman, M., Hossain, S., Ahmed, T., Kabir, S. F., Islam, M. M., Rahman, A....Rahman M. M. (2022). Biological Macromolecules: Chapter 7 - Biological Macromolecules as Antimicrobial Agents. Academic Press.
- Simpson, M. G. (2010). *Plant Systematics* (Edisi 2). Burlington: Elsevier.
- Siswadi, S., & Saragih, G. S. (2021). Phytochemical Analysis of Bioactive Compounds in Ethanolic Extract of *Sterculia quadrifida* R.Br. *AIP Conference Proceedings*, 2353. doi:<https://doi.org/10.1063/5.0053057>
- Staveckienė, J., Kulaitienė, J., Levickienė, D., & Vaitkevičienė, N. (2023). Changes in Fatty Acid Content in *Solanum* spp. Fruits during Ripening. *Plants*, 12(2).

doi:<https://doi.org/10.3390/plants12020268>

- Sujitno, E., & Dianawati, M., (2015). Produksi Panen Berbagai Varietas Unggul Baru Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) di Lahan Kering Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(4), 874-877. doi:[10.13057/psnmbi/m010438](https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010438)
- Sukandar, D., Hermanto, S., & Al Maburur, I. (2010). Aktivitas Senyawa Antidiabetes Ekstrak Etil Asetat Daun Pandan Wangi (*Pandanus Amaryllifolius Roxb.*). *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(6). doi:<https://doi.org/10.15408/jkv.v1i6.238>
- Sulianti, S. B. (2017). Studifitokimia I: Komponen Kimia Minyak Atsiri Kemangi dan Ruku-Ruku. *Jurnal Berita Biologi*, 9(3), 237–241. https://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/view/778
- Sumarni, N., & Muharam, A. (2005). *Budidaya Tanaman Cabai Merah*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Sun, W., Chen, Z., Hong, J., & Shi, J. (2020). Promoting Human Nutrition and Health Through Plant Metabolomics: Current Status and Challenges. *Biology*, 10(1), 20. doi:[10.3390/biology10010020](https://doi.org/10.3390/biology10010020)
- Susanty, & Bachmid, F. (2016). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Refluks Terhadap Kadar Fenolik dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays L.*). *Konversi*, 5(2), 87-93. doi:<https://doi.org/10.24853/konversi.5.2.87-92>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology, 5th edition*. Massachusetts: Sinauer Ass. Inc. Publisher.
- Tjandra, E. (2011). *Panen Cabai Rawit di Polybag*. Yogyakarta: Cahaya Atma Pustaka
- Tambunan, L. R., Ningsih, W., Ayu, N. P., & Nanda, H. (2018). Penentuan Kadar Vitamin C Beberapa Jenis Cabai (*Capsicum Sp.*) dengan Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Kimia Riset*, 3(1), 1. doi:<https://doi.org/10.20473/jkr.v3i1.8874>
- Tanaka, Y., F. Nakashima, E. Kirii, T. Goto, Y. Yoshida, & K. I. Yasuba. (2017). Difference in Capsaicinoid Biosynthesis Gene Expression in The Pericarp Reveals Elevation of Capsaicinoid Contents in Chili Peppers (*Capsicum chinense*). *Plant Cell Reports*, 36(2): 267-279.
- Utomo, D. S., Kristiani, E. B. E., & Mahardika, A. (2020). Pengaruh Lokasi Tumbuh terhadap Kadar Flavonoid, Fenoli, Karotenoid dan Aktivitas Antioksidan pada Tumbuhan Pecut Kuda (*Stachytarpheta Jamaicensis*). *Bioma*, 22(2), 143–149. doi:<https://doi.org/10.14710/bioma.22.2.143-149>
- Villa-Rivera, M. G., & Ochoa-Alejo, N. (2020). Chili Pepper Carotenoids: Nutraceutical Properties and Mechanisms of Action. *Molecules*, 25(23), 1–23.

doi:<https://doi.org/10.3390/molecules25235573>

- Vinay Kumar. (2011). Antibacterial activity of crude extracts of *Spirulina platensis* and its structural elucidation of bioactive compound. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(32), 7043–7048. <https://doi.org/10.5897/jmpr11.1175>
- Waheed, I., ul Haq, M. I., Rasool, S., Javaid, M., Shah, A. A., Aamir, K., ur Rehman, M. K., & ur Rehman, M. H. (2024). In-Vitro and In-Vivo Antidiabetic Activity of Aerial Parts of *Aitchisonia rosea* Supported by Phytochemical and GC-MS Analysis. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 37(1), 163–171. doi:<https://doi.org/10.36721/PJPS.2024.37.1.REG.163-171.1>
- Wahyudi. (2011). *Panen Cabai Sepanjang Tahun*. Jakarta:PT Agromedia Pustaka.
- Wahyuni, Malak, M. H., Fristiohady, A., Yusuf, M. I., & Sahidin. (2017). Potensi Imunomodulator Ekstrak Etanol Buah Kecombrang (*Etilingera elatior* (Jack) R.M.Smith) terhadap Aktivitas Fagositosis Makrofag Mencit Jantan Galur Balb/C. *PHARMACON*, 6(3), 350-355. doi:<https://doi.org/10.35799/pha.6.2017.17211>
- Walker, J., Ley, J. P., Schwerzler, J., Lieder, B., Beltran, L., Ziemba, P. M....Somoza, V. (2017). Nonivamide, A Capsaicin Analogue, Exhibits Anti-Inflammatory Properties in Peripheral Blood Mononuclear Cells and U-937 Macrophages. *Molecular Nutrition and Food Research*, 61(2), 5–6. doi:<https://doi.org/10.1002/mnfr.201600474>
- Wardani, Y. K., Kristiani, E. B. E., & Sucahyo. (2020). Korelasi Antara Aktivitas Antioksidan dengan Kandungan Senyawa Fenolik dan Lokasi Tumbuh Tanaman *Celosia argentea* Linn. *Bioma*, 22(2), 136–142.
- Wiryanta, B. T. W. (2002). *Bertanam Cabai pada Musim Hujan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Yang, L., Wen, K. S., Ruan, X., Zhao, Y. X., Wei, F., & Wang, Q. (2018). Response of Plant Secondary Metabolites to Environmental Factors. *Molecules*, 23(4), 1–26. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules23040762>
- Yong, S. L., Min, H. K., So, Y. C., & Choon, S. J. (2007). Effects of Constituents of Amomum Xanthioides on Gastritis In Rats and nn Growth of Gastric Cancer Cells. *Archives of Pharmacal Research*, 30(4), 436–443. doi:<https://doi.org/10.1007/bf02980217>
- Yu, X., Zhao, M., Liu, F., Zeng, S., Hu, J. (2013). Identification of 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one as A Strong Antioxidant in Glucose–Histidine Maillard Reaction Products. *Food Research International*, 51. 397–403. doi:10.1016/j.foodres.2012.12.044.
- Zaynab, M., Fatima, M., Sharif, Y., Zafar, M. H., Ali, H., & Khan, K. A. (2019). Role of Primary Metabolites in Plant Defense against Pathogen. *Microbial Pathogenesis*, 137. doi:<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103728>

- Zhang, J., Wang, X., Yu, O., Tang, J., Gu, X., Wan, X., & Fang, C. (2011). Metabolic Profiling of Strawberry (*Fragaria x ananassa Duch.*) during Fruit Development and Maturation. *Journal of Experimental Botany*, 62(3), 1103–1118. doi:<https://doi.org/10.1093/jxb/erq343>
- Zhang, W., Zhang, Y., Fan, J., Feng, Z., & Song, X. (2024). Pharmacological Activity of capsaicin: Mechanisms and Controversies (Review). *Molecular Medicine Reports*, 29(3), 1–8. doi:<https://doi.org/10.3892/mmr.2024.13162>
- Zhu, H., Li, X. P., Yuan, R. C., Chen, Y. F., & Chen, W. X. (2010). Changes in Volatile Compounds and Associated Relationships with Other Ripening Events in Banana Fruit. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 85(4), 283–288. doi:<https://doi.org/10.1080/14620316.2010.11512669>
- Zibaseresht, R. (2020). Chemical Constituents of an Iranian Grown Capsicum annum and their Cytotoxic Activities Evaluation. *Organic & Medicinal Chemistry International Journal*, 9(4). <https://doi.org/10.19080/omcij.2019.09.555769>
- Zuhdi, A., Suryawati, S., & Djunaidi, A. (2018). Pengaruh Umur Panen Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Kualitas Buah Okra Merah (*Abelmoschus esculentus (L.) Moench*). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 11(2), 113 – 119. doi:[10.21107/agrovigor.v11i2.5059](https://doi.org/10.21107/agrovigor.v11i2.5059)