

SURAT TUGAS

Nomor: 392-R/UNTAR/PENELITIAN/I/2026

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

SIUFUI HENDRAWAN, dr., M.Biomed., Dr.

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian/publikasi ilmiah dengan data sebagai berikut:

Judul : Penapisan Fitokimia, Fitur Antioksidan, dan Uji Toksisitas pada Ekstrak Metanol Kubis Ungu (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)
Nama Media : Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi
Penerbit : Program Studi Pendidikan Biologi, FSTT, UNDIKMA
Volume/Tahun : September 2025 Vol. 13, No. 3
URL Repository : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16405>

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

22 Januari 2026

Rektor



Prof. Dr. Amad Sudiro, S.H., M.H., M.Kn., M.M.

Print Security : 1966442ed14535521d40798ff38981f3

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

OFFICE
Jl. Letjen S. Parman No 1, Jakarta Barat 11440

PHONE
+62 21-5671 747 (Hunting)
+62 21-5695 8723 (Admission)

EMAIL
humas@untar.ac.id

WEBSITE
untar.ac.id


Untar Jakarta



e-issn: 2654-4571

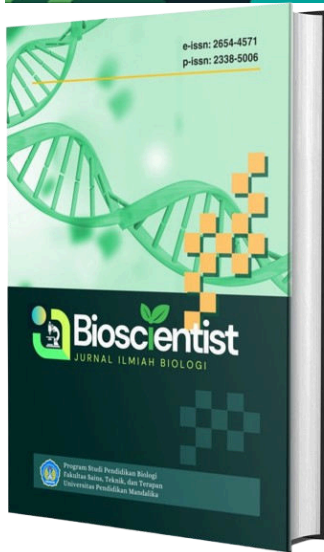
p-issn: 2338-5006



 **Bioscientist**
JURNAL ILMIAH BIOLOGI



Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan
Universitas Pendidikan Mandalika



Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi (BJIB) is a scholarly journal dedicated to receiving and publishing research articles in the field of biology education as well as the application of biological research in the learning process. This journal serves as a bridge between research and educational practice, providing a platform for the dissemination of information, innovative ideas, professional opinions, and critical analyses of both biological research and biology teaching.

BJIB plays a vital role in connecting the latest advancements in biological science with practical approaches in educational settings. It not only presents cutting-edge findings but also critically examines policy reforms, curriculum developments, teaching methodologies, and assessment strategies in biology education. The journal encourages submissions that contribute to both theoretical understanding and practical improvement in the field. By bringing together policy discussions, empirical research, and innovative practices, BJIB aims to be a comprehensive resource for researchers, educators, and practitioners seeking to enhance the quality of biology education and its relevance to real-world challenges.

Journal Information

| | |
|---------------|---|
| Journal title | Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi |
| Initials | BJIB |
| Abbreviation | Bioscientist j. ilm. bosbiol. |
| Frequency | 4 issues per year (March, June, September, December) |
| DOI | Prefix 10.33394 by Crossref |
| ISSN | 2654-4571 (Online) 2338-5006 (Print) |
| Publisher | Universitas Pendidikan Mandalika (UNDIKMA) |
| Indexed | Sinta Google Scholar |
| Accreditation | Sinta 3 |

Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi, managed and published by the Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia.

CURRENT ISSUE

Vol. 13 No. 3 (2025): September



ACCEPTED PAPER

PUBLISHED: 2025-07-08

Articles

Efektivitas Antidiabetes Ekstrak Bribil (*Galinsoga parviflora*) pada Tikus (*Rattus norvegicus*) Model Diabetes Melitus Tipe 2

Monicha Desry Samosir, Shanti Listyawati, Tetri Widiyani

1599-1608

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.15219>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 225

 Citations { ? }

Pengaruh Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Terhadap Kadar Glukosa Darah Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) Yang Diinduksi Aloksan


Ratna Faradila, Achmad Ramadhan, Sutrisnawati Sutrisnawati, Isnainar Isnainar, Fatmah Dhafir, I Made Budiarsa

1609-1618

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16643>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 324

 Citations { ? }

Hubungan Pola Makan dan Aktivitas Fisik dengan Status Gizi Siswa Kelas VIII SMP Negeri 19 Palu

Nur Asifah, Abd. Hakim Laenggeng, Lilies Lilies, I Nengah Kundera, Masrianih Masrianih, Abdul Ashari

1619-1632



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16623>

Abstract View: 0 | PDF Download: 192



?

Keanekaragaman Jenis Serangga di Berbagai Lahan Pertanian Kecamatan Basidondo

Adelia Putri, Fatmah Dhafir, Syech Zainal, Moh. Sabran, Raya Agni, Sutrisnawati Sutrisnawati

1633-1640



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16708>

Abstract View: 0 | PDF Download: 272



?

Identifikasi Bacillus sp. pada Fermentasi Tapai Singkong

Ut Saridewi, I Nengah Kundera, I Made Budiarsa, Musdalifah Nurdin, Manap Trianto, Yulia Windarsih

1641-1649



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16707>

Abstract View: 0 | PDF Download: 328 Untitled Download: 0



?

Identifikasi Tumbuhan Obat yang Dimanfaatkan Masyarakat Suku Kaili di Desa Sipi Kecamatan Sirenja

Nur Fadilah, Musdalifah Nurdin, Isnainar Isnainar, Aan Febriawan, Hayyatun Mawaddah, Lilies Lilies

1650-1657



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16812>

Abstract View: 0 | PDF Download: 83




?

Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Biologi Kelas XIA di SMAN 1 Bunobogu

Nurul Fadila, Lilies Lilies, Mohammad Jamhari, Mursito Bialangi, Yulia Windarsih, Gamar Binti Non Shamdas

1658-1668

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16857>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 50

 Citations { ? }

Identifikasi Ektoparasit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Magfira Suardi, Fatmah Dhafir, Moh. Sabran, Sutrisnawati Sutrisnawati, Achmad Ramadhan, Raya Agni

1669-1677

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16667>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 153

 Citations { ? }

Penerapan Nilai Pendidikan Karakter Pada Pembelajaran Biologi Materi Pencemaran Lingkungan Kelas X MAS Proyek UNIVA Medan

Bunga Supandi, Sayed Akhyar

1678-1688

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16651>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 47

 Citations { ? }

Pengembangan Digital Flipbook Terintegrasi Mind Map (DFM) Untuk meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI pada Materi Sistem Pencernaan di SMA

Windi Fauzianti, Efrida Pima Sari Tambunan

1689-1703

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16559>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 103

 Citations { ? }

Penerapan Model PBL Terintegrasi Flipped Classroom Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Materi Sistem Pertahanan Tubuh

Anggi Marviany, Ervan Johan Wicaksana, Fitri Astriawati

1704-1714



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16833>

Abstract View: 0 | PDF Download: 76



?

Jenis-Jenis Jamur Makroskopis di Kawasan Hutan Desa Namo Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi

Amanda Ria, Lestari M.P. Alibasyah, Febriawan Aan, Astija Astija, Amalia Buntu, Hayyatun Mawaddah

1715-1724



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16866>

Abstract View: 0 | PDF Download: 184



?

Hubungan Antara Gaya Belajar, Kemandirian Belajar dan Minat Belajar dengan Hasil Belajar Biologi di SMA Negeri 5 Palu

Nur Qadriah, Astija Astija, Amalia Buntu, Lestari M.P. Alibasyah, Fatma Dhafir, Raya Agni

1725-1732



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16988>

Abstract View: 0 | PDF Download: 51



?

Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Berbantuan Media Powtoon Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA Negeri 4 Palu

Nurlaila Wulan Rahmadani, Mohammad Jamhari, Abdul Ashari, Amalia Buntu, Vita Indri Febriani, Mursito S. Bialangi

1733-1742



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16971>

Abstract View: 0 | PDF Download: 67



?

Integrasi Pendidikan Lingkungan dalam Pembelajaran Biologi Sekolah Menengah: Sebuah Kajian Literatur Menuju Kesadaran Ekologis Siswa

Supratman Supratman, Suhirman Suhirman, Rusdianto Rusdianto, M. Alhafizin

1743-1754



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17001>

Abstract View: 0 | Artikel Download: 0 PDF Download: 173



Citations

?

Pembelajaran Berdiferensiasi: Model Station Rotation untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Pemanasan Global

Pustaka Fitrah Tsaqafah, Sri Maryanti, Milla Listiawati

1755-1765



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16214>

Abstract View: 0 | PDF Download: 82



Citations

?

Persepsi Siswa tentang Keterampilan Mengajar Guru IPA di SMP Negeri 7 Palu Kecamatan Mantikulore Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah

Laora Cecilia Landewang, I Nengah Kundera, Lilies Lilies, Mursito S. Bialangi, Abd Rauf, Hayyatun Mawaddah

1766-1774



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17016>

Abstract View: 0 | PDF Download: 55



Citations

?

Multimedia Interaktif Berbasis Edpuzzle: Upaya Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi

Sabilah Allyu Sinaga, Miza Nina Adlini

1775-1789



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17052>

Abstract View: 0 | PDF Download: 77



Citations


?

Optimalisasi Induksi Kalus Tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Media Murashige and Skoog dengan Penambahan Pikloram dan Kinetin

Rosyida Nafia, Noor Aini Habibah

1790-1802

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17030>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 134


 Citations { ? }

Pengaruh Konsentrasi Kinetin dan Pikloram Terhadap Induksi Tunas Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews.) Secara In Vitro

Destri Firlidya Fitrianti, Noor Aini Habibah

1803-1814

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16593>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 98

 Citations { ? }

Analisis Karakter Morfologi Untuk Menentukan Hubungan Kekerbatan Jenis Ikan Baronang (*Siganus spp.*) di Desa Labean Kabupaten Donggala

Alga Patricia Burhanuddin, I Made Budiarsa, I Nengah Kundera, Achmad Ramadhan, Zulaikhah Dwi Jayanti, Manap Trianto

1815-1824

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16463>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 107

 Citations { ? }

Pengembangan E-Modul Berbasis STEM EDP Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SD

Salwa Maulida, Astri Sutisnawati, Din Azwar Uswatun

1825-1839

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16573>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 151


 Citations { ? }

Aktivitas Protektif Ekstrak Etanol Daun Ketul (*Bidens pilosa* L) terhadap Paru-Paru Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) yang Diberi Alkohol

Putri Windah, Melva Silitonga, Erlintan Sinaga, Hendro Pranoto, Selvia Dewi Pohan

1840-1850

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16638>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 105

 Citations { ? }

Ethnobotanical Study of Medicinal Plants for the Circulatory System in Kaloy Village, Tamiang Hulu Subdistrict, Aceh Tamiang Regency

Safira Mustaqilla, T Alief Aththorick, Isnaini Nurwahyuni

1851-1859

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17033>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 83

 Citations { ? }

Pengaruh Kecanduan Game Online terhadap Motivasi Belajar Siswa di SMP PKMI Methodist Aek Batu

Lestari Samantha Simanjuntak, Zunaidy Abdullah Siregar, Rusdi Machrizal

1860-1866

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16967>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 54

 Citations { ? }

Skrining Actinomycetes Penghasil L-asparginase dari Pantai Olo, Sumatera Utara dan Uji Aktivitas Enzim

Martha Yeni Sry Hartini, Yurnaliza, Liana Dwi Sri Hastuti

1867-1877

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17133>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 96

 Citations { ? }

Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreativitas Pada Mata Pelajaran Biologi di SMAN 4 Palu

Aisyah, Mohammad Jamhari, Amalia Buntu, Rafiqqa, Abd. Hakim Laenggeng , Syech Zainal

1878-1886

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17132>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 76


 Citations { ? }

Hubungan Kekerabatan Ikan Kakatua (*Scarus spp.*) di Desa Labean Kabupaten Donggala Berdasarkan Karakter Morfologi

Lilis Tri Kusumaningati, I Made Budiarsa, I Nengah Kundera, Ahmad Ramadhan, Manap Trianto, Zulaikhah Dwi Jayanti

1887-1898

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16281>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 147

 Citations { ? }

Pengaruh Kecerdasan Emosional (EQ) dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas XI-MIPA SMA Negeri 2 Palu

Mutiara D, Lilies, Rafiq, Achmad Ramadhan, Yulia Windarsih, Fatmah Dhafir

1899-1907

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17238>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 44

 Citations { ? }

Analisis Keterlaksanaan Pratikum yang Disesuaikan dengan Gaya Belajar Kinestetik

Yemima Ritonga, Novi Fitriandika Sari, Ika Chastanti

1908-1918

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17013>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 47

 Citations { ? }

Pengaruh Model Problem Based Learning Dipadukan Dengan Tipe Teams Game Tournament Untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI di MAL UINSU


Hafsah Nanda Kirana, Rohani

1919-1926

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17330>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 24


 Citations { ? }

Formulation of Edible Film Preparation from Musk Orange Essential Oil (*Citrus Microcarpa Bunge*) in Inhibiting the Growth of *Streptococcus mutans* Bacteria and *Candida Albicans sp Fungus*

Chorry Dwi Anggraini, Ulfayani Mayasari

1927-1939

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17369>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 62

 Citations { ? }

Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Buah Gandaria (*Bouea macrophylla* Griff.) Terhadap Profil Lipid Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) Yang Diinduksi Karbon Tetraklorida (CCl₄)

Nesya Destika Putri, Husnarika Febriani

1940-1949

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17449>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 135

 Citations { ? }

Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Motivasi Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Biologi di SMAN 4 Palu

Julmita Palangi, Mohammad Jamhari, Raya Agni, Abd Hakim Laenggeng, Rizka Fardha, Aan Febriawan

1950-1960

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17434>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 61


 Citations { ? }

Kondisi Tempat Tumbuh dan Simpanan Karbon Diatas Permukaan Tanah pada Tegakan Jati di Taman Wisata Alam Camplong Provinsi Nusa Tenggara Timur

Meilyn Renny Pathibang, Jeriels Matatula, Ni Kade Ayu Dewi Aryani, Frenly Marvi Selanno, Eva Oktaviani, Rosalia Silaban, Aah Ahmad Almulqu, Flora Evalina Kleruk, Laurentius D. Wisnu Wardhana, Sukriati Andesti Lamanda, Nusrah Rusadi, Badia Roy Ricardo Nababan

1961-1971

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17235>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 37

 Citations { ? }

Penerapan Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas X M6 di SMA Negeri 5 Palu

Riska Ananta Putri, Mohammad Jamhari, Mursito S. Bialangi, Gamar B.N. Shamdas, Lilies, Vita Indri Febriani

1972-1984

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17478>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 39


 Citations { ? }

Pengembangan Media Pembelajaran Articulate Storyline Berbasis PBL Pada Materi Sistem Pencernaan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa

Aziz Husein Nasution, Miza Nina Adlini

1985-1999

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17475>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 73


 Citations { ? }

Air Quality at Urban Transportation Nodes: A Case Study of SO₂, NO₂, and CO Concentrations in Palembang City


Sri Yuwati, Fakhili Gulo, Mohammad Zulkarnain, Suheryanto

2000-2009

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17495>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 47

 Citations { ? }

In Silico Evaluation of Antioxidant Potential of Adenostemma lavenia Leaf Compounds Against IL-6 in Pulmonary Sepsis

Wardah Sawitri Polem, Syafruddin Ilyas, Masitta Tanjung

2010-2020

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16396>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 18

 Citations { ? }

Pengembangan Teknologi 3d Augmented Reality Sebagai Media Visual Sistem Peredaran Darah Berbasis Wahdatul Ulum

Syntia Nahombang, Rasyidah

2021-2033

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17494>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 36

 Citations { ? }

Pengembangan Booklet Inventarisasi Jenis-Jenis Tumbuhan Obat Sebagai Sumber Belajar Biologi Kelas X di Kecamatan Barumon Kabupaten Padang Lawas

Laila Khoriah Siregar, Syarifah Widya Ulfa

2034-2045

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17496>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 50


 Citations { ? }

Keanekaragaman Kultivar Pisang (*Musa spp.*) Berdasarkan Karakter Biokimia Pada Berbagai Ketinggian Tempat di Kabupaten Boyolali

Lastya Adimas, Suratman, Solichatun

2046-2055

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17509>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 47


 Citations { ? }

Identifikasi Jenis-Jenis Gulma di Area Persawahan Desa Salumpaga Kec. Tolitoli Utara Kab. Tolitoli


Satri, Musdalifah Nurdin, Aan Febriawan, Lilies, Rizka Fardha, Vita Indri Febriani

2056-2066

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17511>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 100

 Citations { ? }

Pengembangan Media Flashcard Berbasis Nilai Keteladanan Nabi Muhammad SAW Pada Materi Sistem Eksresi Kelas XI

Putri Aprilia Azlina, Rahmadina

2067-2075



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17522>

Abstract View: 0 | PDF Download: 16



?

Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Pembuatan Terarium (Ekosistem Mini) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Ekosistem Kelas X Mas Al-Washliyah 26 Tinokkah

Bella Safitri, Syarifah Widya Ulfa

2076-2085



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17523>

Abstract View: 0 | PDF Download: 45



?

Burung Gosong Filipina (*Megapodius cumingii*) di Sulawesi Tengah: Variasi Haplotipe dan Hubungan Filogenetik Berdasarkan Gen *EEF2*

Novitasari, I Made Budiarsa, Samsurizal M. Suleman, I Nengah Kundera, Zulaikhah Dwi Jayanti, Manap Trianto

2086-2095



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17540>

Abstract View: 0 | PDF Download: 34



?

Identifikasi Jamur dan Bakteri Pada Plup Proses Fermentasi Biji Kakao

Jenifa Arisa Tandi, I Nengah Kundera, Yulia Windarsih, Lestari M.P Alibasyah, Abdul Ashari, I Made Budiarsa

2096-2104



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17537>

Abstract View: 0 | PDF Download: 225




?

Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Menggunakan Vidio Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence (AI) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia di Kelas XI MIA SMA Swasta Muhammadiyah 10 Rantauprapat

Dicky Ananda Syahputra, Hasmi Syahputra Harahap, Khairul, Novi Fitriandika Sari

2105-2110

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17519>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 22

 Citations { ? }

Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Lau Baleng

Destri Br Maha, Kartika Manalu

2111-2123

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17575>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 69

 Citations { ? }

Hambatan Guru SMA Sekecamatan Palu Selatan Dalam Mengimplementasikan Kurikulum Merdeka

Cindy Dea Avita, Hj. Gamar B.N Shamdas, Rafiqqa, Mursito S. Bialangi, Abd Rauf, I Made Budiarsa

2124-2131

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17281>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 13

 Citations { ? }


Uji Efektivitas Antibakteri Larutan Lo'i Keta Dan Ekstrak Metanol Lo'i Keta Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus dan Streptococcus pyogenes

Fadiyah Adelia, Musyarrafah, Rozikin, Novianti Anggie Lestari

2132-2147

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.14495>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 29


 Citations { ? }

Uji Efektivitas Antibakteri Larutan Lo'i Keta dan Ekstrak Methanol Lo'i Keta Terhadap Pertumbuhan Staphylococcus Epidermidis dan Pseudomonas Aeruginosa

Dilfa Atri Safari, Musyarrafah, Rozikin, Setio Rini

2148-2161

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.14496>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 34

 Citations { ? }

Hasil Belajar Siswa Melalui Model Pembelajaran PBL Berbasis CRT (Culturally Responsive Teaching) Pada Materi Ekologi Dan Keanekaragaman Hayati Kelas VII di SMP Negeri 4 Karanganom

Intan Zaharani, Lina Agustina

2162-2169

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.14957>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 22

 Citations { ? }

Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Video Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi Kelas X SMA Negeri 5 Palu

Rasti Pangeran, Mursito Bialangi, Masrianih, Vita Indri Febriani, Rizka Fardha Arsy, Gamar Binti Non Shamdas

2170-2176

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17621>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 17

 Citations { ? }


Identifikasi Bacillus thuringiensis Dari Tanah Kebun Kelapa Sawit Kabupaten Batubara Menggunakan Pewarnaan Coomassie Brilliant Blue (CBB)


Roza Ulfayanti Siregar, Dwi Suryanto, Masitta Tanjung

2177-2183

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17632>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 53


 Citations { ? }

Penerapan Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Aplikasi Kodular dalam Pembelajaran Sistem Gerak Pada Manusia Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa Kelas XI SMA

Rezeki Sri Agustina, Herbert Sipahutar, Diky Setya Diningrat

2184-2198

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17530>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 26

 Citations { ? }

Pengembangan Komik Digital Berbasis Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan

Apradina Marwani, Miza Nina Adlini

2199-2215

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17635>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 42

 Citations { ? }

Optimalisasi Sterilisasi Eksplan Daun Kopi Arabika Sidikalang (*Coffea arabica* L.) Untuk Penanaman In Vitro

Theresia Lubis, Fauziyah Harahap, Jesika Febriani Damanik, Wardah Arijah Batubara, Ichlasul Adelia, Dwi Apriliani, Ummi Sohada

2216-2233

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17664>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 125

 Citations { ? }

Pengembangan Modul Biologi Berbasis Integrasi Al-Quran: Identifikasi dan Pemanfaatan Tumbuhan Obat Tradisional di Sibuhuan Kecamatan Barumun Sebagai Sumber Belajar di SMA

Fadlya Purnama Hasibuan, Rahmadina

2234-2243

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17652>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 11


 Citations { ? }


Pola Pertumbuhan dan Faktor Kondisi Ikan Duri (*Hexanematichthys sagor*) yang Tertangkap di Perairan Sungai Maro Kabupaten Merauke Propinsi Papua Selatan

Dandi Saleky, Siti Jubaidah, Rosa D. Pangaribuan, Ferdinand C. Situmorang, Marius A. Welliken K.

2244-2252

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16534>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 28

 Citations { ? }

Hubungan Intensitas Bermain Game Online Dengan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII di SMP Negeri 18 Model Palu

Wulandari, I Nengah Kundera, Lilies, Abd. Hakim Laenggeng, Rizka Fardha, Abd. Ashari

2253-2261

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17682>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 25

 Citations { ? }

Aktivitas Pupisida Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Kematian Pupa *Aedes aegypti* L.

Suryadi Islami, Ridwan Hardiansyah, Afriyani, Ahmad Fauzan Hafizh, Jedo Muchamad Tias Temun

2262-2272

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.15389>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 25

 Citations { ? }


Analisis Manajemen Breeding Sapi Madura Betina Grade 1 dan 2 Berbasis Kearifan Lokal di Wilayah Sumber Bibit Pamekasan

Ayu Mufidah Kartika Sari, Mudawamah, Nurul Humaidah

2273-2284

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16844>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 32


 Citations { ? }

Variasi Fenotipe dan Profil Morfometri Sapi Madura Betina pada Berbagai Grade di Wilayah Sumber Bibit Kabupaten Pamekasan

Faigah Musdalifah, Mudawamah, Nurul Humaidah

2285-2296

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16845>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 25

 Citations { ? }

Implementation of Social Emotional Learning to Manage Academic Stress and Its Impact on Senior High School Students' Well-Being in Coordination System Topic

Naufalia Qisthi, Adi Rahmat, Kusnadi Kusnadi

2297-2308

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.13863>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 14

 Citations { ? }

Penggunaan Media Video Animasi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Pada Kelas IX A di SMP Negeri 1 Balaesang

Azni Aulia, Lilies, Vita Indri Febriani, Aan Febriawan, Rafiqah, Mohammad Jamhari

2309-2318

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17665>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 6

 Citations { ? }


Perbedaan Keanekaragaman Lichen di Air Terjun Grojogan Sewu, Air Terjun Jumog, dan Air Terjun Parang Ijo

Tiara Wahyu Maulida, Muzzazinah

2319-2334

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.14801>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 6


 Citations { ? }

Inovasi ICT dalam Pembelajaran Science Interaktif berbantuan Software Lectora Inspire

An Nisa Nur Azizah, Aulya Nanda Prafitasari, Novy Eurika

2335-2348

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.15913>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 6

 Citations { ? }

Analisis Representasi Visual Buku Teks Genetika Tentang DNA

Bekti Isnaeni, Paramita Cahyaningrum Kuswandi, Agung Wijaya Subiantoro

2349-2359

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16398>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 16

 Citations { ? }

Pengaruh Model Pembelajaran PBL Berbasis Outdoor Study pada Materi Pencemaran Lingkungan terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar di SMA Pembina Palembang

Alfidda Salsabilla, Nike Anggraini, Khoiron Nazipetc

2360-2371

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.11712>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 5

 Citations { ? }

Pengembangan E-Module Berbasis Learning Cycle 7E Berbantuan Augmented Reality untuk Melatihkan Kecerdasan Visual Spasial Siswa SMA

Ananda Zulaika, Gina Nuranti, Aa Juhanda

2372-2389

 PDF

 DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16929>

 Abstract View: 0 | PDF Download: 4

 Citations { ? }

Penapisan Fitokimia, Fitur Antioksidan, dan Uji Toksisitas pada Ekstrak Metanol Kubis Ungu (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

Selina Alvionica, Siufui Hendrawan, Frans Ferdinal

2390-2404

 PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16405>



Abstract View: 0 | PDF Download: 2



?

Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM yang Berorientasi pada Keterampilan Proses Sains dan Pemahaman Konsep Peserta Didik pada Materi Bioteknologi di SMA Swasta Shafiyatul Amaliyyah Medan

Siti Sari, Idramsa, Ashar Hasairin

2405-2419



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17795>



Abstract View: 0 | PDF Download: 0



?

Keanekaragaman Jenis Lamun (Seagrass) di Pesisir Pantai Desa Malanggo Pesisir Kecamatan Tinombo Selatan Kabupaten Parigi Moutong

Moh. Gafar, Astija, Hayyatun Mawaddah, Musdalifah Nurdin, Vita Indri Febriani, Aan Febriawan

2420-2430



PDF



DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.18055>



Abstract View: 0 | PDF Download: 0



?

VIEW ALL ISSUES >

FOR AUTHORS



Contact Us



Editorial Team



Reviewer List



Peer Review Process



Focus and Scope



Publication Ethics



Online Submission



Author Guidelines

 | Screening Plagiarism

 | Article Processing Charge

 | Open Access Statement

 | License Term

 | Indexing

 | Citedness in Scopus

ACCREDITATION



QR CODE | TIMES



14 : 31 : 40

Hour

Minute

Seconds

Tues Oct 21 2025

TEMPLATE



COLLABORATE WITH



INDEXED BY





ROAD

DIRECTORY
OF OPEN ACCESS
SCHOLARLY
RESOURCES



VISITOR STATISTICS

[View Bioscientist Stats](#)



TOOLS



grammarly



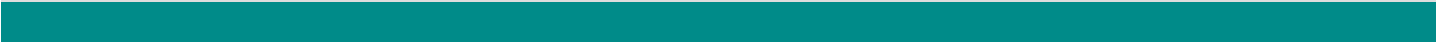
MENDELEY



turnitinTM

KEYWORDS

cynoglossus lingua
in-vitro.
thalus
carotenoids
emulgel
bats
jigsaw cooperative
process
los
rhodospiridium
sds page
acclimatization
problem solving model
results
molasses
bivalvia type.
mrna
liquid waste.
xanthophyll.
condition factor.
eritrosit
tanaman indonesia



Editorial Team

Editor in Chief

Mrs. Ika Nurani Dewi, (Scopus ID: 5709220205); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Associate Editor

Mr. Agus Muliadi, (Scopus ID: 57214133134); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mr. Taufik Samsuri, (Scopus ID: 57212563140); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education

Editorial Board

Mr. Safnowandi Safnowandi, (Scopus ID: 57222540999); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mrs. Baiq Muli Harisanti, (Scopus ID: 57216954862); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mrs. Herdiyana Fitriani, (Scopus ID: 56038559800); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mrs. Ida Royani, (Sinta ID: 6190973); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mr. Ismail Efendi, (Scopus ID: 57216156433); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mr. Iwan Doddy Dharmawibawa, (Sinta ID: 6158933); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mr. Saidil Mursali, (Sinta ID: 5985957); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mrs. Septiana Dwi Utami, (Scopus ID: 57214721950); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mrs. Sri Nopita Primawati, (Scopus ID: 57207833283); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

Mrs. Sucika Armiani, (Sinta ID: 6168302); Department of Biology Education, Faculty of Applied Science and Engineering, Mandalika University of Education, Indonesia

FOR AUTHORS

 | [Contact Us](#)

 | [Editorial Team](#)

 | [Reviewer List](#)

 | [Peer Review Process](#)

 | [Focus and Scope](#)

 | [Publication Ethics](#)

 | [Online Submission](#)

 | [Author Guidelines](#)

 | [Screening Plagiarism](#)

 | [Article Processing Charge](#)

 | [Open Access Statement](#)

 | [License Term](#)

 | [Indexing](#)

 | [Citedness in Scopus](#)

ACCREDITATION



Penapisan Fitokimia, Fitur Antioksidan, dan Uji Toksisitas pada Ekstrak Metanol Kubis Ungu (*Brassica oleracea var. capitata* L.)

¹Selina Alvionica, ^{2*}Siufui Hendrawan, ³Frans Ferdinal

¹Program Studi Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia.

^{2,3}Bagian Biokimia dan Biologi Molekuler, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: siufui@fk.untar.ac.id

Received: July 2025; Revised: August 2025; Accepted: September 2025; Published: September 2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan fitokimia, fitur antioksidan serta toksisitas ekstrak metanol kubis ungu yang berasal Jawa Barat, Indonesia. Penelitian dilakukan secara *in vitro* yang meliputi penapisan fitokimia, penentuan kadar fenolik total, uji aktivitas antioksidan menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) dan *2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)* (ABTS). Kemudian, dilanjutkan dengan uji *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) sebagai uji awal potensi toksisitas. Hasil penapisan menunjukkan keberadaan berbagai senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak. Kandungan fenolik total didapatkan sebesar 29,8 mgGAE/g. Pengujian kapasitas antioksidan total menggunakan metode FRAP dan ABTS menghasilkan nilai IC_{50} masing-masing sebesar 13.42 $\mu\text{g/mL}$ dan 21.28 $\mu\text{g/mL}$. Berdasarkan hasil tersebut, ekstrak metanol kubis ungu diklasifikasikan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Sementara itu, uji toksisitas menggunakan metode BSLT menunjukkan nilai LC_{50} sebesar 153.87 $\mu\text{g/mL}$. Keseluruhan hasil ini menunjukkan bahwa kubis ungu memiliki berbagai kandungan fitokimia bermanfaat dan berpotensi sebagai sumber antioksidan alami yang kuat. Kubis ungu juga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai obat herbal terstandar dengan khasiat antioksidan dan harga terjangkau.

Kata Kunci: Kubis ungu; fitokimia; fenolik; antioksidan; toksisitas

Abstract: This study aims to analyze the phytochemical content, antioxidant properties and toxicity of methanolic extract of red cabbage originating from West Java, Indonesia. The study comprised *in vitro* assays, which included phytochemical screening, determination of total phenolic level, and antioxidant activity tests. The toxicity was tested using *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). The screening results revealed the presence of various secondary metabolites in the extract. The total phenolic content of red cabbage was 29.8 mgGAE/g. The antioxidant potential was evaluated through the FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) and ABTS (*2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)*) assays, yielding IC_{50} values of 13.42 $\mu\text{g/mL}$ and 21.28 $\mu\text{g/mL}$, respectively; both were classified as having a strong antioxidant activity. The BSLT toxicity test showed an LC_{50} value of 153.87 $\mu\text{g/mL}$. These findings suggest that red cabbage is rich in beneficial phytochemicals and acts a strong natural antioxidants source. Moreover, it demonstrates potential for future development as a standardized herbal medicine with antioxidant properties and an affordable price.

Keywords: Red cabbage; phytochemical; phenolic; antioxidants; toxicity

How to Cite: Alvionica, S., Hendrawan, S., & Ferdinal, F. (2025). Penapisan Fitokimia, Fitur Antioksidan, dan Uji Toksisitas pada Ekstrak Metanol Kubis Ungu (*Brassica oleracea var. capitata* L.). *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(3), 2390–2404. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16405>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16405>

Copyright© 2025, Alvionica et al

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

Stres oksidatif merupakan kondisi ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dengan kemampuan sistem pertahanan antioksidan tubuh dalam menetralkannya. Kondisi ini dapat timbul akibat aktivitas metabolisme normal maupun paparan faktor eksternal seperti polusi udara, radiasi, dan partikel debu lingkungan. Jika dibiarkan berakumulasi, stres oksidatif dapat merusak komponen seluler seperti lipid, protein, dan DNA, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap timbulnya berbagai penyakit kronis dan degeneratif, termasuk diabetes mellitus, kanker, gangguan kardiovaskular, dan penuaan dini. Dalam konteks ini, antioksidan berperan penting

sebagai agen pelindung dengan menetralkan radikal bebas, menjaga stabilitas biologis tubuh, serta mencegah kerusakan oksidatif pada jaringan.

Meskipun tubuh manusia memiliki sistem pertahanan endogen berupa enzim dan molekul antioksidan alami, kapasitas tersebut sering kali tidak cukup untuk mengimbangi tingginya paparan radikal bebas dari lingkungan maupun hasil metabolisme. Oleh karena itu, asupan antioksidan dari sumber eksternal menjadi sangat diperlukan. Bahan alami seperti buah-buahan, sayuran, rempah, dan tanaman obat diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk flavonoid, fenolik, dan antosianin, yang mampu berfungsi sebagai antioksidan efektif. Konsumsi bahan alami tersebut tidak hanya mendukung kesehatan, tetapi juga berpotensi mencegah berbagai penyakit yang dipicu oleh stres oksidatif.

Indonesia sebagai negara kepulauan tropis memiliki potensi besar dalam penyediaan sumber antioksidan alami. Dengan lebih dari 40.000 spesies tumbuhan yang tumbuh di berbagai ekosistem seperti hutan hujan tropis dan lahan gambut, Indonesia termasuk salah satu negara dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia (Sun *et al.*, 2024). Sejak lama, masyarakat Indonesia telah memanfaatkan tumbuhan obat dan herbal lokal dalam pengobatan tradisional. Kandungan fitokimia dan metabolit sekundernya terbukti memiliki berbagai efek terapeutik yang bermanfaat bagi kesehatan (Minich, 2019). Eksplorasi terhadap potensi tumbuhan lokal tidak hanya penting bagi pengembangan obat herbal modern, tetapi juga menjadi langkah strategis dalam pelestarian kearifan lokal dan penguatan industri kesehatan berbasis biodiversitas nasional.

Salah satu tanaman yang berpotensi besar sebagai sumber antioksidan alami adalah kubis ungu (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Tanaman ini mudah diperoleh, berharga terjangkau, serta umum dikonsumsi baik dalam bentuk segar seperti lalapan maupun sebagai bagian dari hidangan olahan. Kubis ungu diketahui mengandung berbagai nutrisi penting seperti vitamin A, B, C, dan E, serta mineral esensial seperti fosfor, kalium, natrium, kalsium, dan zat besi (Damayanti *et al.*, 2023; Susanti *et al.*, 2019). Warna ungu khususnya menandakan keberadaan antosianin dan flavonoid—senyawa bioaktif yang memiliki kapasitas antioksidan tinggi dan berperan penting dalam melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Ashfaq *et al.*, 2020; Twaij & Hasan, 2022; Zhao *et al.*, 2020).

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan kandungan gizi dan manfaat kesehatan kubis ungu, kajian yang meneliti aktivitas antioksidannya menggunakan berbagai pendekatan uji biokimia seperti *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP), *2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)* (ABTS), serta *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) pada varietas asal Jawa Barat masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji potensi antioksidan dan toksisitas ekstrak metanol kubis ungu asal Jawa Barat. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan fitokimia, kapasitas antioksidan, dan tingkat toksisitas ekstrak tersebut, sehingga dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan produk pangan fungsional dan obat tradisional berbasis tanaman lokal Indonesia.

METODE

Studi ini menggunakan uji eksperimental dengan analisis kualitatif dan semi kuantitatif yang mencakup uji *in vitro* dan *bioassay*. Sampel kubis ungu yang digunakan dalam studi ini diperoleh dari wilayah Jawa Barat, Indonesia (Gambar 1). Pengujian *in vitro* meliputi penapisan fitokimia, analisa kandungan total fenolik, serta penilaian kapasitas total antioksidan menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) dan *2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)*

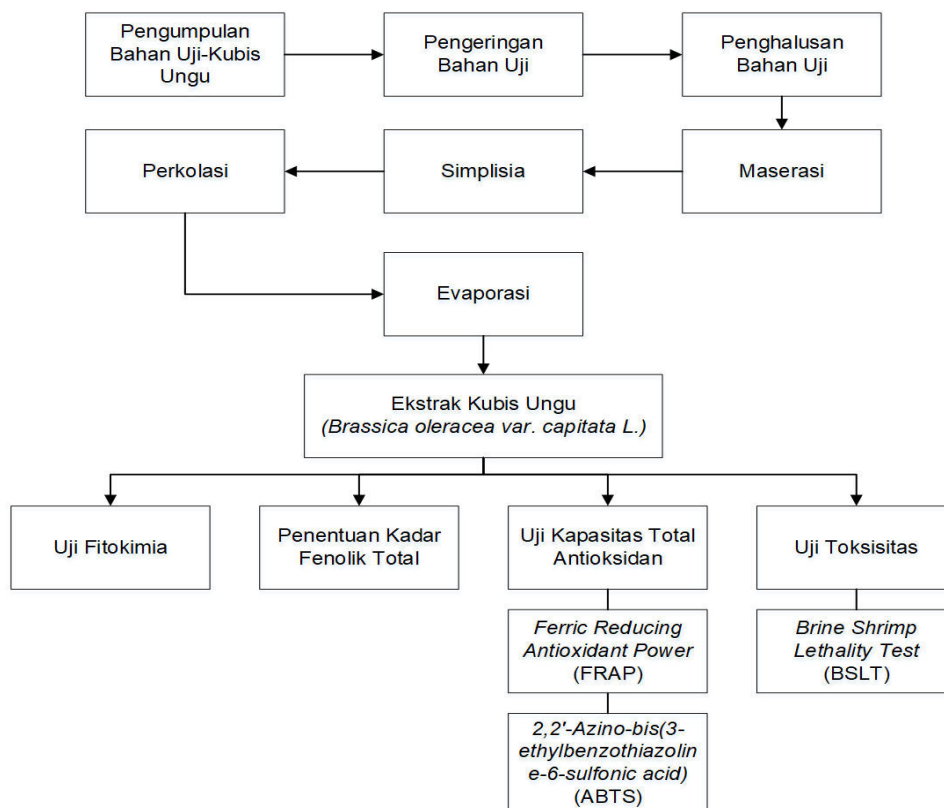
(ABTS). Sementara itu, uji *bioassay* dilakukan melalui pengujian toksisitas sederhana melalui metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dengan menggunakan larva udang air laut (*Artemia salina*) sebagai organisme uji.



Gambar 1. Sampel kubis ungu yang dikeringkan

Ekstraksi Kubis Ungu

Kubis ungu kemudian diseleksi dan dikeringkan pada suhu ruang dalam kondisi terlindung dari paparan langsung sinar matahari. Proses pengeringan berlangsung selama 4-5 hari hingga terjadi perubahan warna pada kubis menjadi warna ungu gelap (Gambar 1). Kubis ungu yang telah kering, kemudian dihaluskan dan disaring untuk memperoleh serbuk simplisia. Selanjutnya, dilakukan proses maserasi dengan mencampurkan 66.84 gram simplisia ke dalam 80 mL metanol secara bertahap dan merata, kemudian dilanjutkan proses perkolasi dan diinkubasi selama 24 jam. Ekstrak kemudian dikoleksi dengan laju 1 mL/menit, sambil ditambahkan metanol secara bertahap hingga tetesan perkolasi berubah menjadi pudar. Ekstrak metanol yang didapat selanjutnya diuapkan menggunakan mesin *rotary evaporator* untuk memisahkan pelarut metanol, sehingga diperoleh ekstrak kental hasil perkolasi.



Gambar 2. Alur penelitian uji *in vitro* dan *bioassay* ekstrak kubis ungu

Penapisan Fitokimia

Beberapa uji untuk penapisan fitokimia terhadap ekstrak kubis ungu dilakukan secara kualitatif untuk mendeteksi keberadaan berbagai senyawa metabolit sekunder, antara lain alkaloid, antosianin-betasianin, *cardiac glycosides*, kumarin, flavonoid, glikosida, fenolik, kuinon, saponin, steroid, terpenoid, dan tanin (Sharma & Kaushik, 2021).

Uji alkaloid dilakukan dengan pereaksi Meyer dan Dragendorff pada ekstrak kubis ungu hasil perlakuan HCl 1%, pemanasan, dan penyaringan; endapan putih keruh (tabung pertama) dan jingga (tabung kedua) menunjukkan hasil positif (Sabdoningrum *et al.*, 2021). Uji antosianin dan betasianin dilakukan dengan menggunakan NaOH 2N, pada suhu 100°C selama 5 menit. Munculnya warna hijau kebiruan menunjukkan keberadaan antosianin, sedangkan warna kuning menandakan adanya betasianin (Utami *et al.*, 2023).

Pada uji *cardiac glycosides*, dilakukan dengan perlakuan ekstrak menggunakan asam asetat glasial, FeCl₃ 5%, dan H₂SO₄ pekat; terbentuknya cincin coklat menunjukkan hasil positif (Maheshwaran *et al.*, 2024). Pada uji kumarin, ekstrak diteteskan pada kertas saring yang sebelumnya telah dibasahi dengan larutan NaOH 1N, dikeringkan, dan diobservasi di bawah sinar ultraviolet (UV); Adanya fluoresensi berwarna kuning mengindikasikan keberadaan senyawa kumarin (Souza *et al.*, 2020). Pada uji flavonoid, dilakukan dengan mereaksikan ekstrak dengan NaOH 1N; perubahan warna menjadi kuning gelap menunjukkan keberadaan senyawa flavonoid (Ahmed *et al.*, 2019).

Uji glikosida dilakukan dengan mereaksikan ekstrak dengan kloroform dan larutan amonium 10%; keberadaan senyawa glikosida ditunjukkan oleh perubahan warna menjadi merah muda (Maheshwaran *et al.*, 2024). Uji senyawa fenolik dilakukan dengan menggunakan reaksi ekstrak dengan akuades, larutan natrium karbonat (Na₂CO₃) serta reagen *Folin-Ciocalteu*; warna hijau atau biru yang terbentuk menandakan keberadaan fenol pada ekstrak (Pallawagau *et al.*, 2019). Selanjutnya uji kuinon dilakukan dengan perlakuan ekstrak menggunakan larutan H₂SO₄; terbentuknya cincin merah menunjukkan hasil positif adanya kuinon (Maheshwaran *et al.*, 2024).

Uji saponin dilakukan dengan mereaksikan ekstrak kubis ungu dengan air suling panas, didinginkan dan dikocok dengan kuat; pembentukan busa stabil menandakan keberadaan saponin (Marsoul *et al.*, 2020). Pengujian senyawa steroid dilakukan dengan mencampurkan ekstrak dan kloroform di atas piring reaksi, dikeringkan, dan ditambahkan asam asetat glasial serta H₂SO₄; terbentuknya warna biru kehijauan menunjukkan hasil positif. Uji terpenoid menggunakan prosedur yang sama dengan uji steroid, namun indikator positif berupa cincin merah muda, merah, atau coklat kemerahan (Panchal-Mital & Jha, 2021). Uji tanin dilakukan dengan memanaskan ekstrak kubis ungu dalam air suling, disaring, direaksikan dengan larutan FeCl₃ 5%; perubahan warna menjadi hijau kecoklatan menandakan keberadaan tanin (Maheshwaran *et al.*, 2024).

Uji Kadar Fenolik Total

Penentuan kandungan total fenolik dilakukan berdasarkan metode Singleton & Rossi yang telah dimodifikasi (Marsoul *et al.*, 2020). Ekstrak kubis ungu sebanyak 0.3 gram terlebih dahulu diencerkan dengan campuran metanol dan air (1:1) hingga volume akhir mencapai 10 mL. Dari larutan tersebut, sebanyak 0.2 mL diambil dan dicampurkan dengan 15.8 mL akuades serta 1 mL reagen *Folin-Ciocalteu*, kemudian campuran tersebut diinkubasi dalam kondisi gelap selama 8 menit. Setelah itu,

ditambahkan larutan Na_2CO_3 20% sebanyak 3 mL, kemudian campuran tersebut dihomogenisasi dan dilanjutkan dengan inkubasi pada suhu ruang selama 2 jam. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 765 nm menggunakan spektrofotometer (*genesys 30-Vis*). Konsentrasi total senyawa fenolik dalam sampel dikalkulasi berdasarkan kurva standar asam galat, yang dibuat dengan konsentrasi bertingkat yaitu 300-, 400-, 500-, 600-, dan 700 $\mu\text{g/mL}$.

Uji Kapasitas Total Antioksidan Metode FRAP

Pada uji ini disiapkan larutan pereaksi FRAP (Benzie & Devaki, 2017) dengan melarutkan 187 mg natrium asetat trihidrat dalam 16 mL asam asetat dan akuades hingga volume total mencapai 250 mL. Selanjutnya, 150 mg 2,4,6-tri(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) dilarutkan dalam larutan HCl 40 mM hingga volume mencapai 50 mL, dan 270 mg $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dengan menggunakan akuades hingga volume total mencapai 100 mL. Ketiga larutan tersebut kemudian dicampurkan dengan perbandingan volume masing-masing: 25 mL larutan natrium asetat, 2.5 mL larutan TPTZ, dan 2.5 mL larutan FeCl_3 , lalu diencerkan menggunakan akuades hingga mencapai total volume 100 mL. Untuk kontrol, campuran terdiri dari 3 mL larutan FRAP dan 1 mL metanol, lalu absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 594 nm menggunakan spektrofotometer Genesys 30-Vis.

Pada pengukuran kapasitas total antioksidan pada sampel, sebanyak 3 mL larutan sampel dengan konsentrasi bertingkat (10-, 15-, 20-, 25-, dan 30 $\mu\text{g/mL}$) masing-masing dicampurkan dengan 1 mL larutan FRAP. Setelah itu, dilakukan inkubasi pada campuran larutan tersebut selama 10 menit, 37°C. Absorbansi sampel kemudian diukur pada panjang gelombang 594 nm menggunakan spektrofotometer. Sebagai pembanding, digunakan Trolox dengan konsentrasi bertingkat yaitu 5-, 10-, 15-, 20-, dan 25 $\mu\text{g/mL}$. Pengujian dan pengukuran sampel dilakukan sebanyak tiga kali (triplo). Persentase aktivitas antioksidan dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Persentase Inhibisi (\%)} = \frac{\text{Abs. Uji } (\lambda) - \text{Abs. Kontrol } (\lambda)}{\text{Abs. Uji } (\lambda)} \times 100\%$$

Nilai IC_{50} dihitung berdasarkan kurva persentase inhibisi terhadap ekstrak, nilai yang didapatkan merupakan konsentrasi senyawa yang diperlukan untuk mereduksi 50% ion Fe^{3+} . Pada uji ini juga dihitung nilai koefisien *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity* (TEAC) dari ekstrak menggunakan kurva standar Trolox (kurva absorbansi terhadap konsentrasi). Koefisien ini menyatakan rasio konsentrasi dari ekstrak dan Trolox untuk mencapai kapasitas antioksidan yang sama (Apak *et al.*, 2016).

Uji Kapasitas Total Antioksidan dengan Metode ABTS

Pada uji ini larutan ABTS (Wolosiak *et al.*, 2022) disiapkan dengan melarutkan masing-masing sebanyak 7.1 mg serbuk ABTS dan 3.5 mg serbuk kalium persulfat yang dalam 5 mL akuades, lalu diinkubasi pada kondisi gelap selama 12 jam. Kemudian, kedua larutan tersebut dicampurkan, lalu diencerkan dengan akuades hingga mencapai volume akhir 25 mL. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 734 nm menggunakan spektrofotometer dan digunakan sebagai absorbansi kontrol.

Untuk pengukuran kapasitas antioksidan sampel, ekstrak diuji pada konsentrasi bertingkat yaitu 10-, 15-, 20-, 25-, dan 30 $\mu\text{g/mL}$. Sebagai pembanding, digunakan larutan standar Trolox pada konsentrasi 5-, 10-, 15-, 20-, dan 25 $\mu\text{g/mL}$. Sebanyak 250 μL dari setiap konsentrasi sampel atau Trolox tersebut dicampur dengan 250 μL larutan ABTS di dalam tabung reaksi. Pengukuran dilakukan secara *triplo*.

$$\text{Persentase Inhibisi (\%)} = \frac{\text{Abs. Kontrol } (\lambda) - \text{Abs. Uji } (\lambda)}{\text{Abs. Kontrol } (\lambda)} \times 100\%$$

Nilai IC₅₀ dan TEAC dihitung dengan menggunakan cara yang sama seperti pada metode FRAP. Nilai IC₅₀ yang diperoleh menunjukkan konsentrasi senyawa yang diperlukan untuk mereduksi 50% kation radikal ABTS.

Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

Pengujian toksisitas sederhana ini dilakukan dengan menggunakan larva udang laut (*Artemia salina*) yang telah ditetaskan selama 48 jam di bawah pencahayaan lampu (Waghulde *et al.*, 2020). Sebanyak 20 mg ekstrak kubis ungu dilarutkan dengan 1 tetes air ragi, 1 tetes *dimethyl sulfoxide* (DMSO), dan 10 mL air laut yang telah difilter dan digunakan sebagai larutan stok dengan konsentrasi 2000 µg/mL. Larutan stok tersebut kemudian dibuat dalam seri konsentrasi bertingkat, yaitu 50-, 100-, 200-, 300-, 400-, dan 500 µg/mL. Setiap larutan pada konsentrasi tersebut diencerkan menggunakan air laut yang telah disaring hingga mencapai volume akhir sebesar 1 mL. Selanjutnya, masing-masing tabung reaksi yang telah berisi larutan uji diberi 10 buah larva *Artemia salina*. Tabung-tabung tersebut kemudian diinkubasi di bawah pencahayaan selama 24 jam. Setelah periode inkubasi selesai, jumlah larva yang masih hidup dan yang mati dihitung untuk setiap konsentrasi uji. Sebagai kontrol, digunakan larva di dalam air laut dan pelarut DMSO pada uji ini.

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Akumulasi larva mati}}{\text{Akumulasi larva uji (hidup + mati)}} \times 100\%$$




Nilai LC₅₀ dihitung menggunakan kurva log konsentrasi ekstrak terhadap persentase mortalitas larva udang. Nilai LC₅₀ yang diperoleh menunjukkan konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk menyebabkan kematian pada 50% populasi larva *Artemia salina* yang diuji.









HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Fitokimia Ekstrak Kubis Ungu

Analisis fitokimia adalah suatu metode yang digunakan untuk mendeteksi dan mengenali jenis-jenis senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam suatu tanaman. Penapisan fitokimia dilakukan dengan melakukan dengan menggunakan pereaksi warna untuk mengamati perubahan warna yang terjadi saat ekstrak tumbuhan bereaksi (Shaikh & Patil, 2020). Dalam studi ini, dilakukan sebanyak 12 jenis uji untuk mengetahui kandungan senyawa fitokimia dalam ekstrak kubis ungu. Berdasarkan hasil pengujian, ekstrak kubis ungu diketahui mengandung alkaloid, antosianin, *cardiac glycosides*, kumarin, flavonoid, glikosida, fenol, kuinon, saponin, terpenoid, serta tanin (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan fitokimia ekstrak kubis ungu

| Uji Kualitatif Fitokimia | Hasil Uji | Gambaran Hasil |
|---------------------------|---|---|
| Alkaloid | Positif (endapan putih keruh dan jingga) |  |
| Antosianin | Positif (hijau kebiruan) |  |
| <i>Cardiac glycosides</i> | Positif (cincin coklat) |  |

| Uji Kualitatif Fitokimia | Hasil Uji | Gambaran Hasil |
|--------------------------|---------------------------------|--|
| Kumarin | Positif (fluoresensi kuning) |  |
| Flavonoid | Positif (kuning gelap) |  |
| Glikosida | Positif (merah muda) |  |
| Fenolik | Positif (hijau/biru) |  |
| Kuinon | Positif (cincin merah) |  |
| Saponin | Positif (busa stabil) |  |
| Steroid | Negatif |  |
| Terpenoid | Positif (cincin merah) |  |
| Tanin | Positif (hijau kecoklatan) |  |

Hasil tersebut sejalan dengan temuan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa terdapat kandungan antosianin, alkaloid, glikosida, kuinon, flavonoid, terpenoid, saponin, serta tanin dalam ekstrak kubis ungu (Meirista *et al.*, 2025; Rizal & Anzani, 2025). Berbagai senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada kubis ungu memiliki beragam aktivitas biologis, seperti antiinflamasi, antimikroba, analgesik, antioksidan, dan antikanker (Bocso & Butnariu, 2022; Zayed *et al.*, 2023). Kandungan antioksidan dalam ekstrak kubis ungu bermanfaat dalam mencegah penuaan kulit akibat stress oksidatif serta melindungi dari paparan sinar ultraviolet (Rizal & Anzani, 2025). Selain itu, senyawa fenolik juga memiliki manfaat sebagai antiinflamasi dan antimikroba (Zayed *et al.*, 2023). Sedangkan, senyawa terpenoid pada kubis ungu dapat digunakan sebagai antiseptik (Burda *et al.*, 2021). Di luar manfaat di bidang kesehatan, senyawa metabolit sekunder seperti antosianin dalam kubis ungu juga dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami dalam industri makanan (Ghareaghajlou *et al.*, 2021). Akan tetapi, dalam studi ini, senyawa steroid tidak terdeteksi dalam ekstrak kubis ungu. Hasil ini berbeda dengan beberapa penelitian lainnya yang melaporkan keberadaan senyawa steroid dalam ekstrak tersebut (Chauhan *et al.*, 2016; Waghulde *et al.*, 2018). Variasi dalam kandungan fitokimia seperti dalam hal kandungan steroid ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti iklim, kondisi tumbuh, tingkat salinitas, serta faktor abiotik lainnya (Borges *et al.*, 2018). Senyawa antioksidan yang paling dominan pada kubis ungu adalah antosianin yang juga ditunjukkan oleh warna yang cerah pada kubis ungu (Nguyen *et al.*, 2020). Antosianin memiliki berbagai manfaat untuk kesehatan seperti bagus untuk kesehatan mata, memiliki efek antimikroba, aktivitas antikanker, serta dapat bermanfaat sebagai antidiabetes (Tena *et al.*, 2020). Meskipun demikian uji yang dilakukan masih bersifat kualitatif dan deskriptif sehingga diperlukan uji lebih lanjut yang bersifat kuantitatif agar hubungan antara kandungan senyawa bioaktif dengan hasil uji aktivitas antioksidan dapat lebih jelas tergambar.

Kadar Fenolik Total pada Ekstrak Kubis Ungu

Kelompok senyawa fenolik termasuk dalam golongan metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan dalam berbagai jenis tumbuhan. Senyawa ini memiliki aktivitas sebagai antioksidan dengan cara bereaksi terhadap ROS (*Reactive Oxygen Species*), sehingga mampu mencegah terjadinya stres oksidatif yang dapat menyebabkan kerusakan mikrovaskular dan jaringan akibat produksi radikal bebas yang berlebihan (Shi *et al.*, 2022). Dalam studi ini, kadar senyawa fenolik yang terdeteksi pada ekstrak kubis ungu adalah sebesar 894.9 µg/mL atau setara dengan 29.8 mgGAE/gram (Tabel 2).

Tabel 2. Kadar fenolik dari ekstrak metanol kubis ungu

| Rata-rata Absorbansi | Kadar Fenolik (µg/mL) | Kadar Fenolik Total (mgGAE/gram) |
|----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 0.568 ± 0.005 | 894.9 ± 8.73 | 29.8 ± 0.24 |

Kadar fenolik total yang diperoleh dalam penelitian ini berbeda dari hasil penelitian sebelumnya dimana pada ekstrak etanol kubis ungu terdapat kadar fenolik sebesar 51.45 mgGAE/g (Gultom *et al.*, 2021). Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti perbedaan lokasi tumbuh dari sampel serta variasi dalam metode ekstraksi yang digunakan dalam pengujian kadar total fenolik (Eseberri *et al.*, 2022). Cruz *et al.* (2016) melakukan identifikasi senyawa fenolik dalam ekstrak metanol kubis ungu, ditemukan sekitar 8 jenis senyawa fenolik diantaranya adalah *epicatechin*, *cinnamic acid*, dan *galocatechin* (Cruz *et al.*, 2016). Senyawa fenolik dapat bermanfaat sebagai antimikroba. Lebih lanjut lagi, ekstrak fenolik asal kubis ungu telah terbukti memiliki aktivitas antimikroba yang signifikan terhadap *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, serta *Staphylococcus aureus* (Mansour *et al.*, 2021).

Kapasitas Total Antioksidan Ekstrak Kubis Ungu

Penelitian ini menggunakan dua pendekatan untuk mengevaluasi kapasitas antioksidan, yakni metode FRAP dan ABTS. Uji FRAP dipilih karena prosedurnya yang mudah, sensitif, serta dapat digunakan untuk berbagai jenis sampel biologis termasuk ekstrak tumbuhan. Namun kelemahan dari uji ini adalah kurang spesifitas, karena hanya mengukur kemampuan antioksidan dalam mereduksi ion Fe³⁺ (Bibi Sadeer *et al.*, 2020). Sementara, uji ABTS memiliki keunggulan dalam fleksibilitasnya, sehingga cocok untuk berbagai jenis sampel. Metode ini lebih tahan terhadap interferensi dari sampel berwarna, karena menggunakan panjang gelombang yang lebih tinggi. Namun keterbatasan uji ABTS adalah bahwa radikal ABTS tidak dapat ditemukan secara alami sehingga kurang merepresentasikan kondisi *in vivo* (Bibi Sadeer *et al.*, 2020; Rumpf *et al.*, 2023). Oleh karena itu kedua uji ini digunakan untuk mendapatkan gambaran kapasitas antioksidan yang lebih komprehensif.

Kapasitas total antioksidan dengan metode FRAP

Metode FRAP digunakan untuk menentukan kapasitas antioksidan total dalam suatu ekstrak tumbuhan dengan cara mengevaluasi kemampuannya dalam mereduksi ion Fe³⁺ menjadi Fe²⁺ (Shah & Modi, 2015). Proses reduksi ini menyebabkan kompleks Fe³⁺ yang semula tidak berwarna berubah menjadi kompleks Fe²⁺ berwarna biru. Pada penelitian ini, ekstrak kubis ungu menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 13.42 µg/mL (Tabel 3). Sebagai pembanding, senyawa standar Trolox memiliki nilai IC₅₀ sebesar 10.54 µg/mL. Nilai IC₅₀ yang didapatkan pada ekstrak kubis ungu cukup sebanding dengan Trolox, sehingga dapat disimpulkan ekstrak kubis ungu memiliki kemampuan yang sangat kuat untuk mereduksi Fe³⁺ menjadi Fe²⁺. Lebih lanjut lagi bila dihitung nilai

Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC), didapatkan hasil bahwa ekstrak kubis ungu memiliki kapasitas antioksidan 0.375 kali dari Trolox.

Tabel 3. Hasil uji FRAP ekstrak kubis ungu

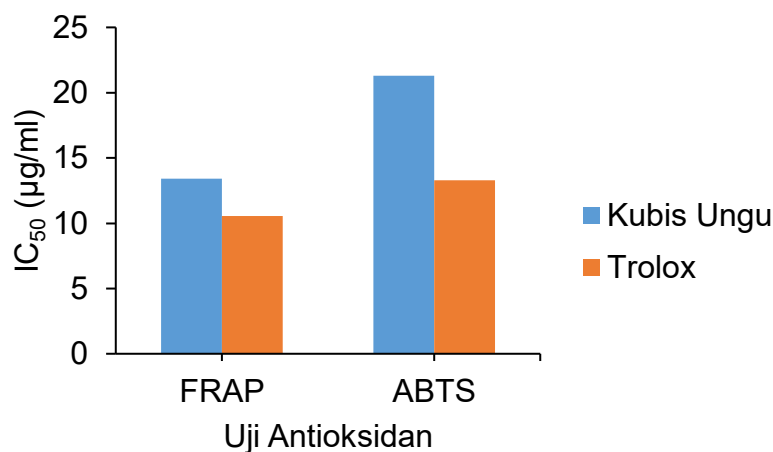
| Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$) | Persentase Inhibisi (%) | IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$) |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 10 | 40.299 ± 3.290 | 13.42 |
| 15 | 52.381 ± 2.273 | |
| 20 | 69.466 ± 0.611 | |
| 25 | 78.610 ± 0.415 | |
| 30 | 84.127 ± 0.189 | |

Kapasitas total antioksidan dengan metode ABTS

Selain metode FRAP, kapasitas antioksidan juga dianalisis menggunakan metode ABTS, yang mengukur kemampuan senyawa antioksidan dalam mendonorkan proton untuk menstabilkan radikal ABTS (Wolosiak *et al.*, 2022). Aktivitas antioksidan ditunjukkan oleh perubahan warna larutan dari biru kehijauan menjadi tidak berwarna. Berdasarkan hasil analisis, ekstrak kubis ungu menunjukkan nilai IC_{50} sebesar $21.28 \mu\text{g/mL}$ (Tabel 4). Sebagai pembandingan, senyawa standar Trolox menunjukkan nilai IC_{50} sebesar $13.27 \mu\text{g/mL}$. Meskipun ekstrak kubis ungu memiliki nilai IC_{50} yang lebih tinggi dibandingkan dengan Trolox, hasil ini tetap menunjukkan kemampuan yang sangat kuat dalam mereduksi kation radikal ABTS. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan nilai IC_{50} dari ekstrak metanol kubis ungu sebesar $20.68 \mu\text{g/mL}$ (Chaiyasut *et al.*, 2016). Pada uji ini, didapatkan nilai TEAC yaitu bahwa ekstrak kubis ungu memiliki kapasitas antioksidan 0.485 kali dari Trolox.

Tabel 4. Hasil uji ABTS ekstrak kubis ungu

| Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$) | Persentase Inhibisi (%) | IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$) |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 10 | 16.302 ± 0.643 | 21.28 |
| 15 | 31.630 ± 1.060 | |
| 20 | 44.769 ± 0.878 | |
| 25 | 60.584 ± 1.115 | |
| 30 | 77.372 ± 0.973 | |



Gambar 3. Perbandingan nilai IC_{50} kubis ungu dan Trolox pada uji antioksidan

Kekuatan aktivitas antioksidan dari suatu senyawa dikategorikan sebagai berikut yaitu nilai IC_{50} yang dimilikinya yaitu $<50 \mu\text{g/mL}$ (sangat kuat), $50\text{-}100 \mu\text{g/mL}$ (kuat), $101\text{-}150 \mu\text{g/mL}$ (sedang), $150\text{-}200 \mu\text{g/mL}$ (lemah), dan $>200 \mu\text{g/mL}$ (sangat lemah) (Jumina *et al.*, 2019; Sukweenadhi *et al.*, 2020). Pada umumnya, semakin kecil nilai IC_{50} , maka semakin besar kemampuan antioksidan yang dimiliki oleh senyawa tersebut (Budaraga & Putra, 2021). Berdasarkan hasil dari kedua metode pengujian kapasitas antioksidan (FRAP dan ABTS), nilai IC_{50} ekstrak kubis ungu berada dalam kategori $<50 \mu\text{g/mL}$, sehingga dapat diklasifikasikan sebagai antioksidan dengan aktivitas sangat kuat (Gambar 3). Hasil ini konsisten dengan studi sebelumnya yang menyatakan bahwa kubis ungu memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Vega-Galvez *et al.*, 2023). Kapasitas antioksidan dari senyawa asal tumbuhan akan memberikan hasil yang bervariasi antar penelitian karena berbagai faktor seperti tempat tumbuh dan metode ekstraksi yang digunakan (Zehiroglu & Ozturk Sarikaya, 2019). Aktivitas antioksidan yang tinggi pada kubis ungu seringkali dikaitkan dengan kandungan antosianin yang melimpah. Antosianin telah terbukti dapat mencegah stres oksidatif melalui reduksi kadar *malondialdehyde* (MDA) (Haris *et al.*, 2021).

Nilai IC_{50} pada uji FRAP lebih rendah dibandingkan pada uji ABTS, hal ini dapat dikaitkan dengan kandungan senyawa antosianin yang tinggi pada kubis ungu. Antosianin merupakan senyawa fenolik yang memiliki kemampuan donor elektron yang sangat baik sehingga lebih sensitif pada uji FRAP (Chaves *et al.*, 2020). Selain itu uji FRAP juga lebih sensitif bila dibandingkan dengan uji ABTS, karena FRAP mengukur kapasitas antioksidan berdasarkan mekanisme transfer elektron pada kondisi asam, sehingga lebih sensitif pada senyawa pereduksi kuat seperti antosianin. Di sisi lain, ABTS melibatkan kombinasi transfer elektron dan *hydrogen atom transfer*, yang menyebabkan beberapa senyawa bioaktif bereaksi kurang optimal dan menghasilkan nilai IC_{50} yang lebih tinggi bila dibandingkan pada uji FRAP (Bibi Sadeer *et al.*, 2020; Rumpf *et al.*, 2023). Implikasi dari hasil ini menegaskan bahwa kubis ungu memiliki kapasitas reduktif yang tinggi dan memiliki potensi yang kuat sebagai sumber antioksidan alami. Namun masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut yang lebih komprehensif seperti identifikasi senyawa yang berperan dalam aktivitas antioksidan ini.

Uji Toksisitas BSLT Ekstrak Kubis Ungu

Metode BSLT merupakan salah satu *bioassay* yang digunakan sebagai metode skrining awal untuk mengevaluasi potensi toksisitas dan efikasi biologis dari suatu bahan alam (Waghulde *et al.*, 2020). Metode ini banyak digunakan karena relatif sederhana, cepat, serta ekonomis. Larva udang *Artemia salina* yang digunakan dalam uji ini telah diketahui memiliki sensitivitas cukup tinggi terhadap keberadaan senyawa toksik. Pada pengujian toksisitas ekstrak kubis ungu dalam studi ini, diperoleh nilai LC_{50} sebesar $153.87 \mu\text{g/mL}$ (Tabel 5). Sedangkan, pada larva *A. Salina* yang dibiakkan dalam air laut dan DMSO (kontrol negatif) didapatkan hasil seluruh larva hidup. Berdasarkan klasifikasi toksisitas, suatu senyawa dapat digolongkan sebagai toksik apabila nilai LC_{50} yang dimilikinya kurang dari $1000 \mu\text{g/mL}$, dan dengan demikian memiliki potensi sebagai agen antikanker (Aprian *et al.*, 2023; Zakwan *et al.*, 2023). Oleh karena itu, ekstrak kubis ungu asal Jawa Barat ini dapat dikatakan memiliki sifat toksisitas yang kuat dan berpotensi sebagai antikanker. Hasil ini juga diperkuat oleh studi sebelumnya yang melaporkan nilai LC_{50} sebesar $131 \mu\text{g/mL}$ pada uji toksisitas dari ekstrak etanol kubis ungu (Hasanah, 2018). Selain itu, penelitian lain telah menunjukkan efek sitotoksik dari ekstrak kubis ungu terhadap beberapa sel kanker diantaranya Caco-2 (sel epitel adenokarsinoma kolorektal manusia), KYSE-20 (*human esophageal squamous carcinoma cell*), dan MCF-7 (sel epitel kanker payudara).

manusia) (Tajalli *et al.*, 2020). Lebih lanjut lagi ekstrak kubis ungu juga menunjukkan aktivitas anti-proliferasi terhadap sel A549 (sel kanker paru-paru manusia) (Zafar *et al.*, 2022). Temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak kubis ungu asal Jawa Barat, Indonesia juga memiliki potensi antikanker yang menjanjikan, yang dapat dikaitkan dengan kandungan senyawa bioaktifnya seperti fenolik serta antosianin (Tajalli *et al.*, 2020).

Tabel 5. Hasil uji BSLT ekstrak kubis ungu

| Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$) | Log Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$) | Mortalitas (%) | LC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$) |
|-------------------------------------|---|-------------------|--|
| 50 | 1.70 | 12.727 | 153.87 |
| 100 | 2.00 | 30.000 | |
| 200 | 2.30 | 53.061 | |
| 300 | 2.48 | 73.077 | |
| 400 | 2.60 | 89.831 | |
| 500 | 2.70 | 98.630 | |

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak kubis ungu asal Jawa Barat kaya akan beragam senyawa fitokimia yang berpotensi untuk dimanfaatkan di berbagai bidang seperti kesehatan dan pangan. Selain kandungan fitokimia yang melimpah, aktivitas antioksidan yang kuat ($\text{IC}_{50} < 50 \mu\text{g/mL}$), memperlihatkan potensi ekstrak ini sebagai sumber antioksidan alami. Hasil uji BSLT menunjukkan tingkat toksisitas sedang, yang memberikan dasar ilmiah untuk eksplorasi lebih lanjut sebagai kandidat antikanker. Oleh karena itu, kubis ungu asal Jawa Barat berpotensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai obat herbal terstandar dengan khasiat antioksidan dan harga terjangkau.

REKOMENDASI

Kubis ungu merupakan bahan pangan yang umum dikonsumsi, namun potensi fungsionalnya sebagai sumber antioksidan alami masih perlu dikaji lebih lanjut. Metode DPPH banyak digunakan oleh penelitian sebelumnya untuk mengukur aktivitas antioksidan, sementara penggunaan metode FRAP dan ABTS masih terbatas. Oleh karena itu, kombinasi ketiga metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran lebih komprehensif mengenai fitur antioksidan dari kubis ungu dan menjadi dasar untuk pengujian lanjutan, termasuk penentuan konsentrasi optimal dan uji *in vivo* pada hewan coba.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada kepada Ibu Eny Yulianti dari Laboratorium Bagian Biokimia dan Biologi Molekuler Universitas Tarumanagara atas bimbingan dan dukungannya dalam pelaksanaan penelitian ini, serta Staf Laboratorium Tarumanagara Human Cell Technology atas bantuan dan fasilitas yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, M., Ji, M., Qin, P., Gu, Z., Liu, Y., Sikandar, A., Iqbal, M. F., & Javeed, A. (2019). Phytochemical screening, total phenolic and flavonoids contents and antioxidant activities of *Citrullus colocynthis* L. and *Cannabis sativa* L. *Appl. Ecol. Environ. Res*, 17(3), 6961–6979.

- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., & Çapanoğlu, E. (2016). Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET)-based assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(5), 997–1027. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b04739>
- Aprian, F. D., Syamsudin, S., Zaidan, S., Susanti, D., & Hakim, Z. R. (2023). BSLT Toxicity Test Of Temulawak Ethanol Extract (*Curcuma Xanthorrhiza*) From Five Different Regions And Determination Of Curcumin And Xanthorhizol Compound Levels. *OPSearch: American Journal of Open Research*, 2(12), 828–838.
- Ashfaq, F., Butt, M. S., Bilal, A., Tehseen, S., & Suleria, H. A. R. (2020). Comparative Assessment of Free Radical Scavenging Ability of Green and Red Cabbage Based on Their Antioxidant Vitamins and Phytochemical Constituents. *Current Bioactive Compounds*, 16(8), 1231–1241. <https://doi.org/10.2174/1573407216666200127130014>
- Benzie, I. F. F., & Devaki, M. (2017). The ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay for non-enzymatic antioxidant capacity: Concepts, procedures, limitations and applications. *Measurement of Antioxidant Activity and Capacity: Recent Trends and Applications*, 77–106. <https://doi.org/10.1002/9781119135388.ch5>
- Bibi Sadeer, N., Montesano, D., Albrizio, S., Zengin, G., & Mahomoodally, M. F. (2020). The Versatility of Antioxidant Assays in Food Science and Safety—Chemistry, Applications, Strengths, and Limitations. *Antioxidants*, 9(8), 709. <https://doi.org/10.3390/antiox9080709>
- Bocso, N.-S., & Butnariu, M. (2022). The biological role of primary and secondary plants metabolites. *Journal of Nutrition and Food Processing*, 5(3), 1–7.
- Borges, C. V., Junior, S. S., Ponce, F. S., & Lima, G. P. P. (2018). Agronomic Factors Influencing Brassica Productivity and Phytochemical Quality. *Brassica Germplasm - Characterization, Breeding and Utilization*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.74732>
- Budaraga, I. K., & Putra, D. P. (2021). Analysis antioxidant IC50 liquid smoke of cocoa skin with several purification methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 757(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/757/1/012053>
- Burda, N., Protska, V., Fedosov, A., Kuznetsova, M., Zhuravel, I., Dababneh, M. F., Budanova, L., & Dobrovolnyi, O. (2021). The study of volatile fractions of Cabbage leaves (*Brassica oleracea* L. convar. capitata (L.) Alef. var. alba DC.) and determination of its antibacterial and antifungal activity:(TJPS-2020-0151). *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences (TJPS)*, 45(4).
- Chaiyasut, C., Sivamaruthi, B. S., Pengkumsri, N., Sirilun, S., Peerajan, S., Chaiyasut, K., & Kesika, P. (2016). Anthocyanin Profile and Its Antioxidant Activity of Widely Used Fruits, Vegetables, And Flowers in Thailand. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(6), 218. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2016.v9i6.14245>
- Chauhan, E. S., Tiwari, A., & Singh, A. (2016). Phytochemical screening of red cabbage (*Brassica oleracea*) powder and juice-A comparative study. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(5), 196–199.
- Chaves, N., Santiago, A., & Alías, J. C. (2020). Quantification of the antioxidant activity of plant extracts: analysis of sensitivity and hierarchization based on the method used. *Antioxidants*, 9(1), 76. <https://doi.org/10.3390/antiox9010076>
- Cruz, A. B., Pitz, H. da S., Veber, B., Bini, L. A., Maraschin, M., & Zeni, A. L. B. (2016). Assessment of bioactive metabolites and hypolipidemic effect of polyphenolic-rich red cabbage extract. *Pharmaceutical Biology*, 54(12), 3033–3039. <https://doi.org/10.1080/13880209.2016.1200633>

- Damayanti, P. G., Mustofa, A., & Karyantina, M. (2023). Aktivitas Antioksidan Nata dengan Substrat Dami Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam) dan Kubis Ungu (*Brassica oleracea* L var. *capitata*). *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(2), 124–134. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2023.12.2.124>
- Eseberri, I., Trepiana, J., Léniz, A., Gómez-García, I., Carr-Ugarte, H., González, M., & Portillo, M. P. (2022). Variability in the Beneficial Effects of Phenolic Compounds: A Review. *Nutrients*, 14(9), 1925. <https://doi.org/10.3390/nu14091925>
- Ghareaghajlou, N., Hallaj-Nezhadi, S., & Ghasempour, Z. (2021). Red cabbage anthocyanins: Stability, extraction, biological activities and applications in food systems. *Food Chemistry*, 365, 130482.
- Gultom, D. K., Saraswati, I., & Sasikirana, W. (2021). Penetapan Kandungan Fenolik Total dan Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH (2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil) Fraksi Etil Asetat Ekstrak Etanolik Kubis Ungu (*Brassica oleracea* var. *capitata* L). *Generics: Journal of Research in Pharmacy*, 1(2), 79–87.
- Haris, N. H., Nugroho, T., Utomo, A. W., & Yora Nindita. (2021). The effect of red cabbage extract to serum MDA levels in rats after maximum physical activity. *Indonesian Journal of Pharmacology and Therapy*, 2(3), 97–103. <https://doi.org/10.22146/ijpther.1117>
- Hasanah, N. (2018). Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Kubis (*Brassica Oleracea* Var *Capitata* L) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (Bslt). *Edu Dharma Journal: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 81–91.
- Jumina, J., Siswanta, D., Zulkarnain, A. K., Triono, S., Priatmoko, P., Yuanita, E., Fatmasari, N., & Nursalim, I. (2019). Development of C-Arylcax[4]resorcinarenes and C-Arylcax[4]pyrogallolarenes as Antioxidant and UV-B Protector. *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(2), 273. <https://doi.org/10.22146/ijc.26868>
- Maheshwaran, L., Nadarajah, L., Senadeera, S. P. N. N., Ranaweera, C. B., Chandana, A. K., & Pathirana, R. N. (2024). Phytochemical Testing Methodologies and Principles for Preliminary Screening/ Qualitative Testing. *Asian Plant Research Journal*, 12(5), 11–38. <https://doi.org/10.9734/aprj/2024/v12i5267>
- Mansour, K. A., Moustafa, S. F., & Abdelkhalik, S. M. (2021). High-resolution uplc-ms profiling of anthocyanins and flavonols of red cabbage (*Brassica oleracea* l. var. *capitata* f. *rubra* dc.) cultivated in egypt and evaluation of their biological activity. *Molecules*, 26(24). <https://doi.org/10.3390/molecules26247567>
- Marsoul, A., Ijjaali, M., Elhajjaji, F., Taleb, M., Salim, R., & Boukir, A. (2020). Phytochemical screening, total phenolic and flavonoid methanolic extract of pomegranate bark (*Punica granatum* L): Evaluation of the inhibitory effect in acidic medium 1 M HCl. *Materials Today: Proceedings*, 27(xxxx), 3193–3198. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.202>
- Meirista, I., Mariska, R. P., & Fahrul, M. (2025). Uji Aktivitas Antioksidan dan Penentuan Nilai SPF Sediaan Eyeshadow Cream Ekstrak Kubis Ungu (*Brassica oleracea* L. Var. *Capitata* f. *rubra*). *Jurnal Pengembangan Ilmu Pengetahuan*, 6(1).
- Minich, D. M. (2019). A Review of the Science of Colorful, Plant-Based Food and Practical Strategies for “Eating the Rainbow.” *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2019, 1–19. <https://doi.org/10.1155/2019/2125070>
- Nguyen, N. H. K., Le Ngoc, T., PhanThiKieu, L., Tran Thanh, T., & Mai Huynh, C. (2020). Bioactive compounds from red cabbage by microwave-assisted

- extraction: Anthocyanins, total phenolic compounds and the antioxidant activity. *Asian Life Sci*, 12, 172–184.
- Pallawagau, M., Yanti, N. A., Jahiding, M., Kadidae, L. O., Asis, W. A., & Hamid, F. H. (2019). Penentuan Kandungan Fenolik Total Liquid Volatile Matter dari Pirolisis Kulit Buah Kakao dan Uji Aktivitas Antifungi terhadap *Fusarium oxysporum*. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 15(1), 165. <https://doi.org/10.20961/alchemy.15.1.24678.165-176>
- Panchal Mital, D., & Jha, C. V. (2021). Qualitative and quantitative phytochemical screening of three plants stem bark and leaves from sapotaceae family. *Int. J. Multidiscip. Educ. Res*, 6(8), 1–6.
- Rizal, K. R., & Anzani, R. (2025). Pengaruh Variasi Emulgator Terhadap Formulasi dan Stabilitas Fisik Body Scrub Ekstrak Kubis Ungu (*Brassica Oleracea L.*). *SITAWA: Jurnal Farmasi Sains Dan Obat Tradisional*, 4(1), 61–75.
- Rumpf, J., Burger, R., & Schulze, M. (2023). Statistical evaluation of DPPH, ABTS, FRAP, and Folin-Ciocalteu assays to assess the antioxidant capacity of lignins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 233, 123470. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123470>
- Sabdoningrum, E. K., Hidanah, S., Chusniati, S., & Soeharsono. (2021). Characterization and Phytochemical Screening of Meniran (*Phyllanthus niruri* Linn) Extract's Nanoparticles Used Ball Mill Method. *Pharmacognosy Journal*, 13(6), 1568–1572. <https://doi.org/10.5530/pj.2021.13.200>
- Shah, P., & Modi, H. A. (2015). Comparative Study of DPPH, ABTS and FRAP Assays for Determination of Antioxidant Activity. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 3(6), 636–641.
- Shaikh, J. R., & Patil, M. (2020). Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 603–608. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2i.8834>
- Sharma, M., & Kaushik, P. (2021). Vegetable phytochemicals: An update on extraction and analysis techniques. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 36, 102149. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102149>
- Shi, L., Zhao, W., Yang, Z., Subbiah, V., & Suleria, H. A. R. (2022). Extraction and characterization of phenolic compounds and their potential antioxidant activities. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(54), 81112–81129.
- Souza, A. de O., Bessa, D. H. R. F., Fernandes, C. C., Pereira, P. S., Martins, C. H. G., & Miranda, M. L. D. (2020). Phytochemical screening of extracts from *Spiranthera odoratissima* A. St.-Hil. (Rutaceae) leaves and their in vitro antioxidant and anti-*Listeria monocytogenes* activities. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 42, e51881. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v42i1.51881>
- Sukweenadhi, J., Yunita, O., Setiawan, F., Kartini, Siagian, M. T., Danduru, A. P., & Avanti, C. (2020). Antioxidant activity screening of seven Indonesian herbal extract. *Biodiversitas*, 21(5), 2062–2067.
- Sun, J., Liu, B., Rustiami, H., Xiao, H., Shen, X., & Ma, K. (2024). Mapping Asia Plants: Plant Diversity and a Checklist of Vascular Plants in Indonesia. *Plants*, 13(16), 2281. <https://doi.org/10.3390/plants13162281>
- Susanti, R. E. E., Nurjanah, A., Safitri, R. E., & A'yun, Q. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Kubis Ungu (*Brassica Oleraceae*) Sebagai Indikator Warna Pada Analisis Hidrokuinon. *Akta Kimia Indonesia*, 4(2), 95. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v4i2.5134>
- Tajalli, F., Saeedi, M., & Malekabadi, A. V. (2020). Anticancer and antioxidant effects

- of red cabbage on three cancerous cell lines and comparison with a normal cell line (HFF-3). *Journal of Genes and Cells*, 6(1), 12–20.
- Tena, N., Martín, J., & Asuero, A. G. (2020). State of the Art of Anthocyanins: Antioxidant Activity, Sources, Bioavailability, and Therapeutic Effect in Human Health. *Antioxidants*, 9(5), 451. <https://doi.org/10.3390/antiox9050451>
- Twaij, B. M., & Hasan, M. N. (2022). Bioactive Secondary Metabolites from Plant Sources: Types, Synthesis, and Their Therapeutic Uses. *International Journal of Plant Biology*, 13(1), 4–14. <https://doi.org/10.3390/ijpb13010003>
- Utami, Y. P., Jariah, A., & Mustarin, R. (2023). Determination of UV-Vis Spectrophotometry with Differential pH on Total Anthocyanin Levels of Ethanol Extract of *Cordyline fruticosa* (L.) A. Cheval Leaves. *Pharmaceutical Reports*, 2(1), 10–14. <https://doi.org/10.33096/pharmrep.v2i1.232>
- Vega-Galvez, A., Gomez-Perez, L. S., Zepeda, F., Vidal, R. L., Grunenwald, F., Mejías, N., Pasten, A., Araya, M., & Ah-Hen, K. S. (2023). Assessment of Bio-Compounds Content, Antioxidant Activity, and Neuroprotective Effect of Red Cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata rubra*) Processed by Convective Drying at Different Temperatures. *Antioxidants*, 12(9), 1789. <https://doi.org/10.3390/antiox12091789>
- Waghulde, S., Kale, M. K., & Patil, V. (2020). *Brine Shrimp Lethality Assay of the Aqueous and Ethanolic Extracts of the Selected Species of Medicinal Plants*. 2, 47. <https://doi.org/10.3390/ecsoc-23-06703>
- Waghulde, S., Khan, N. A., Gorde, N., Kale, M., Naik, P., & Yewale, R. P. (2018). Comparative Antimicrobial Activity Study of *Brassica oleracea*. *22nd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry*, 64. <https://doi.org/10.3390/ecsoc-22-05662>
- Wołosiak, R., Drużyńska, B., Derewiaka, D., Piecyk, M., Majewska, E., Ciecierska, M., Worobiej, E., & Pakosz, P. (2022). Verification of the conditions for determination of antioxidant activity by abts and dpph assays—a practical approach. *Molecules*, 27(1). <https://doi.org/10.3390/molecules27010050>
- Zafar, I., Hussain, A. I., Fatima, T., Abdullah Alnasser, S. M., & Ahmad, A. (2022). Inter-Varietal Variation in Phenolic Profile, Sugar Contents, Antioxidant, Anti-Proliferative and Antibacterial Activities of Selected *Brassica* Species. *Applied Sciences*, 12(12), 5811. <https://doi.org/10.3390/app12125811>
- Zakwan, M., Sutriana, A., Nurliana, Asmilia, N., Ammar, M., & Novianti, A. N. (2023). Toxicity Test of Flavonoid Compounds from Ethyl Acetate Extract of Malacca Leaves with Brine Shrimp Lethality Test. *Jurnal Medik Veteriner*, 6(3), 326–330. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol6.iss3.2023.326-330>
- Zayed, A., Sheashea, M., Kassem, I. A. A., & Farag, M. A. (2023). Red and white cabbages: An updated comparative review of bioactives, extraction methods, processing practices, and health benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(24), 7025–7042.
- Zehiroglu, C., & Ozturk Sarikaya, S. B. (2019). The importance of antioxidants and place in today's scientific and technological studies. *Journal of Food Science and Technology*, 56(11), 4757–4774. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03952-x>
- Zhao, Y., Yue, Z., Zhong, X., Lei, J., Tao, P., & Li, B. (2020). Distribution of primary and secondary metabolites among the leaf layers of headed cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *Food Chemistry*, 312, 126028. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126028>