

UJI EKSTRAK DAUN DAN BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) TERHADAP JAMUR *Cercospora* sp. PENYEBAB PENYAKIT BERCAK DAUN PADA TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*) SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

**AMANDA AZRA
NIM: 09020122022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2026**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Amanda Azra
NIM : 09020122022
Program Studi : Biologi
Angkatan : 2022

Menyatakan bahwa saya tidak plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "Uji Ekstrak Daun dan Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap Jamur *Cercospora* sp. Penyebab Penyakit Bercak Daun pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) secara *In Vitro*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 29 Juni 2026

Yang menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 10,000 Rupiah postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the serial number B48A5A0X032426939.

Amanda Azra
NIM 09020122022

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

UJI EKSTRAK DAUN DAN BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*)
TERHADAP JAMUR *Cercospora* sp. PENYEBAB PENYAKIT BERCAK DAUN PADA
TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*) SECARA *IN VITRO*

Diajukan oleh:
Amanda Azra
NIM: 09020122022

Telah diperiksa dan disetujui
di Surabaya, 16 Juni 2026

Dosen Pembimbing Utama



Esti Tyastirin, M.KM
NIP 198706242014032001

Dosen Pembimbing Pendamping



Hanik Faizah, M.Si.
NIP 199008062023212045

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Amanda Azra ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
Di Surabaya, 19 Juni 2026

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Dosen Penguji I

Esti Tyastirin, M.KM
NIP 198706242014032001

Dosen Penguji II

Hanik Faizah, M.Si.
NIP 199008062023212045

Dosen Penguji III

Misbakhul Munir, M.Kes
NIP 198107252014031002

Dosen Penguji IV

Eva Agustina, M.Si.
NIP 198908302014032008

Dekan



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd
NIP 196507312000031002



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax. 031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Amanda Azra
NIM : 09020122022
Fakultas/Jurusan : Fakultas Sains dan Teknologi/Biologi
E-mail address : azraamanda25@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Uji Ekstrak Daun dan Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap Jamur *Cercospora* sp. Penyebab Penyakit Bercak Daun pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) secara *In Vitro*

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 29 Juni 2026

Penulis

(Amanda Azra)

ABSTRAK

UJI EKSTRAK DAUN DAN BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) TERHADAP JAMUR *Cercospora* sp. PENYEBAB PENYAKIT BERCAK DAUN PADA TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*) SECARA *IN VITRO*

Bercak daun oleh jamur *Cercospora* sp. merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya penurunan jumlah produksi cabai rawit di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak daun dan buah belimbing wuluh terhadap nilai zona hambat dan nilai kerapatan spora yang terbentuk oleh jamur *Cercospora* sp. serta nilai penghambatan terbaik yang ditunjukkan. Penelitian ini dilakukan secara experimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 13 kelompok perlakuan yaitu ekstrak daun dengan konsentrasi (10%, 30%, 50%, 70%, 90%), ekstrak buah dengan konsentrasi (10%, 30%, 50%, 70%, 90%), ekstrak kombinasi dengan formulasi (daun 45% + buah 45%), serta kontrol. Uji antijamur dilakukan menggunakan dua metode yaitu metode difusi untuk nilai zona hambat dan metode dilusi untuk nilai kerapatan spora. Hasil nilai zona hambat dan kerapatan spora dianalisis menggunakan sidik ragam ANOVA dengan taraf kesalahan 5%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa ekstrak daun dan buah belimbing wuluh memiliki perbedaan secara signifikan dengan beberapa kelompok perlakuan dan kontrol. Hasil uji difusi menunjukkan nilai zona hambat terbaik pada ekstrak daun 50% dengan nilai zona hambat yang terbentuk sebesar 17,66 mm. Hasil uji dilusi menunjukkan nilai kerapatan spora terbaik pada ekstrak kombinasi (daun 45% + buah 45%) dengan nilai kerapatan spora paling minim yaitu sebesar $2,7 \times 10^5$.

Kata kunci: belimbing wuluh, bercak daun, antijamur, penghambatan, spora

UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

ABSTRACT

IN VITRO ANTIFUNGAL ACTIVITY OF STAR FRUIT (*Averrhoa bilimbi*) LEAF AND FRUIT EXTRACTS AGAINST *Cercospora* sp. CAUSING LEAF SPOT DISEASE IN BIRD'S EYE CHILI (*Capsicum frutescens*)

Leaf spot disease caused by *Cercospora* sp. is one of the factors contributing to the decline in bird's eye chili pepper production in Indonesia. This study aimed to determine the effect of bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) leaf and fruit extracts on the inhibition zone diameter and spore density of *Cercospora* sp., as well as to identify the most effective treatment. The study was conducted experimentally using a Completely Randomized Design (CRD) with 13 treatment groups: leaf extract at concentrations of 10%, 30%, 50%, 70%, and 90%; fruit extract at concentrations of 10%, 30%, 50%, 70%, and 90%; a combined extract formulation (45% leaf extract + 45% fruit extract); and a control treatment. Antifungal activity was evaluated using two methods: the diffusion method to measure the inhibition zone diameter and the dilution method to determine spore density. The inhibition zone diameter and spore density data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) at a 5% significance level. The statistical analysis revealed significant differences between the bilimbi leaf and fruit extract treatments and several treatment groups, including the control.. The diffusion assay results showed that the best inhibition zone was produced by the 50% leaf extract treatment, with an inhibition zone diameter of 17,66 mm. The dilution assay results indicated that the combined extract treatment (45% leaf extract + 45% fruit extract) was the most effective in suppressing fungal growth, resulting in the lowest spore density of $2,7 \times 10^5$ spores/mL.

Keywords: star fruit, leaf spot, antifungal, inhibition, spore

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Penelitian	6
1.6. Hipotesis Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i>)	7
2.1.1. Habitat Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i>)	9
2.2. Bercak Daun	10
2.3. Jamur <i>Cercospora</i> sp.....	11
2.3.1. Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis <i>Cercospora</i> sp.	11
2.4. Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	13
2.4.1. Kandungan Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	15
2.5. Ekstraksi	16
2.6. Metode Uji.....	18
2.6.1. Metode Difusi	18
2.6.2. Metode Dilusi.....	19
2.7. Metabolit Sekunder	20
2.7.1. Tanin	20
2.7.2. Flavonoid	21
2.7.3. Alkaloid.....	22
2.7.4. Saponin.....	23

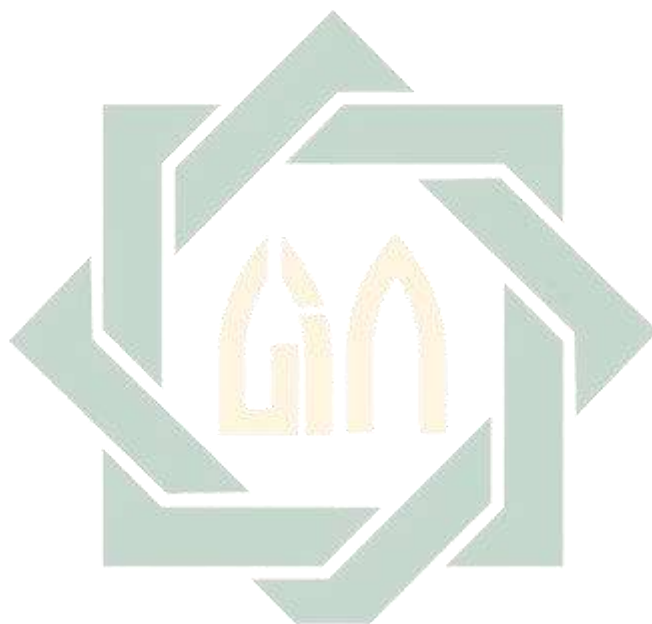
2.7.5.	Terpenoid	24
2.7.6.	Fenol.....	25
2.7.7.	Biosintesis Metabolit Sekunder	25
2.8.	Mekanisme Antijamur Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	27
2.8.1.	Mekanisme penghambatan alkaloid	28
2.8.2.	Mekanisme penghambatan flavonoid	29
2.8.3.	Mekanisme penghambatan tanin.....	30
2.8.4.	Mekanisme penghambatan saponin	31
2.8.5.	Mekanisme penghambatan terpenoid.....	33
BAB III	METODE PENELITIAN	35
3.1.	Rancangan Penelitian	35
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian	36
3.4.	Variabel Penelitian	37
3.5.	Prosedur Penelitian.....	37
3.6.	Analisis Data	44
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1.	Ekstraksi Daun dan Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	46
4.2.	Fitokimia Ekstrak Daun dan Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>).....	48
4.3.	Isolasi Dan Identifikasi Jamur <i>Cerccospora</i> sp.....	55
4.4.	Uji Antijamur Metode Difusi	56
4.5.	Uji Antijamur Metode Dilusi	65
BAB V	PENUTUP	72
5.1.	Kesimpulan.....	72
5.2.	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Morfologi cabai rawit (<i>Capsicum frutescens</i>).....	9
Gambar 2. 2 Tanaman yang terserang bercak daun	11
Gambar 2. 3. Karakteristik makroskopis isolat jamur <i>Cercospora</i> sp.	12
Gambar 2. 4. Morfologi belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>).	14
Gambar 2. 5 Struktur tanin.....	21
Gambar 2. 6 Struktur flavonoid	22
Gambar 2. 7 Struktur alkaloid	23
Gambar 2. 8 Struktur saponin	24
Gambar 2. 9 struktur terpenoid	25
Gambar 2. 10 struktur fenol	25
Gambar 2. 11 jalur pembentukan metabolit sekunder	27
Gambar 2. 12 metabolit sekunder belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>).....	28
Gambar 2. 13 mekanisme aksi alkaloid	29
Gambar 2. 14 mekanisme aksi flavonoid	30
Gambar 2. 15 mekanisme aksi tanin	31
Gambar 2. 16 mekanisme aksi saponin.....	32
Gambar 2. 17 mekanisme aksi terpenoid	33
Gambar 3. 1 Tahapan metode difusi	43
Gambar 3. 2. Tahapan metode dilusi	44
Gambar 4. 1 Hasil Uji Tanin.	49
Gambar 4. 2 Hasil Uji Flavonoid.	50
Gambar 4. 3 Hasil Uji Saponin.	50
Gambar 4. 4 Hasil Uji Alkaloid.	51
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Steroid.....	52
Gambar 4. 6 Karakteristik makroskopis jamur <i>Cercospora</i> sp.	55
Gambar 4. 7 Karakteristik mikroskopis jamur <i>Cercospora</i> sp.	56
Gambar 4. 8 Penghambatan ekstrak belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>).	57
Gambar 4. 9 Grafik Nilai zona hambat	59
Gambar 4. 10 Grafik Nilai Kerapatan Spora.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Fitokimia ekstrak daun belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	15
Tabel 3. 1 Rancangan acak lengkap	35
Tabel 3. 2, Alur penelitian.....	36
Tabel 3. 3 Penggolongan kekuatan daya hambat	42
Tabel 4. 1 Nilai Rendemen Ekstrak	46
Tabel 4. 2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	52
Tabel 4. 3 Hasil Nilai Zona Hambat Metode Difusi	58
Tabel 4. 4 Hasil kerapatan spora metode dilusi	66



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penimbangan daun dan buah belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)..	88
Lampiran 2 Pengeringan daun dan buah belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)....	89
Lampiran 3 Proses maserasi dan penyaringan	89
Lampiran 4 Proses rotary ekstrak belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	90
Lampiran 5 Hasil uji fitokimia	91
Lampiran 6 Isolasi jamur <i>Cercospora</i> sp	93
Lampiran 7 Purifikasi jamur <i>Cercospora</i> sp	93
Lampiran 8 Identifikasi mikroskopis jamur <i>Cercospora</i> sp	95
Lampiran 9 Zona hambat ekstrak daun belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>).....	96
Lampiran 10 Zona hambat ekstrak buah belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>) ...	98
Lampiran 11 Pengukuran zona hambat ekstrak kombinasi.....	100
Lampiran 12 Pengamatan spora	101
Lampiran 13 Analisis statistik uji dilusi	102
Lampiran 14 Analisis statistik difusi	104
Lampiran 15 Perhitungan variasi konsentrasi	105
Lampiran 16 Perhitungan log TPC	109

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abanit, Y. M., Tjitda, P. J. P., Rahmat, E. G. A., Banhae, Y. K., & Soares, J. A. (2025). Pengaruh ukuran partikel dan rendemen terhadap skrining fitokimia ekstrak metanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 4(10): 1557
- Abubakar, A., & Shukor, M. Y. (2017). Phenol Removal via Cellular Immobilization: A review. *Bioremediation science and technology research*, 5(2): 1-7.
- Acquavia, M. A., Pascale, R., Foti, L., Carlucci, G., Scrano, L., Martelli, G., ... & Lelario, F. (2021). Analytical methods for extraction and identification of primary and secondary metabolites of apple (*Malus domestica*) fruits: A review. *Separations*, 8(7), 91.
- Afini, N. M., Yeriska, F., Karenina, N. A., Malika, H. N., Fadil, M. R., & Advinda, L. (2022). Jamur Penyebab Penyakit Bercak Daun pada Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*). *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 2(2): 72-81.
- Agoes, G. (2007). *Teknologi Bahan Alam*, ITB Press Bandung.
- Agromedia, R. (2008). *Budi Daya Cabai Hibrida*. AgroMedia.
- Aioub, A. A., Ghosh, S., AL-Farga, A., Khan, A. N., Bibi, R., Elwakeel, A. M., ... & Ammar, E. E. (2024). Back to the origins: Biopesticides as promising alternatives to conventional agrochemicals. *European Journal of Plant Pathology*, 169(4), 697-713.
- Akula, R., & Ravishankar, G. A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant signaling & behavior*, 6(11), 1720-1731.
- Alam, Y. S. (2019). Potensi Fungisida Berbagai Ekstrak Gulma Berdaun Lebar Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) Pada Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.). *Skripsi*, Universitas Brawijaya.
- Alfiah, R. R., Khotimah, S., & Turnip, M. (2015). Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Smbung Rambat (*Mikania micrantha* Kunth) terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*. *Probiot*, 4(1).
- Almarie, A. A. A. (2020). *Roles of terpenoids in essential oils and its potential as natural weed killers: recent developments*. IntechOpen.
- Amin, S., Supriatna, G. T., Ardian, M. I., & Abdurrahman, M. I. (2024). Potensi Senyawa Turunan Terpenoid sebagai Agen Anti-Kanker. *Jurnal Ilmu Medis Indonesia*, 4(1): 53-61.
- Andriani, M., Permana, I. D. G. M., & Widarta, I. R. (2019). Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Aktivitas Antioksidan dengan Metode *Ultrasonic-assisted Extraction* (UAE). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(3): 330-340.
- Angraini, N., Tosani, N., & Husna, N. N. (2024). Kualitas fitokimia ekstrak mangrove *Rhizophora Apiculata* berdasarkan variasi suhu penyimpanan guna pengayaan Praktikum Bioteknologi Laut. *Jurnal Penelitian Sains*, 26(3): 318-323.
- Anizewki, T. (2007). *Alkaloid-secrets of Life*. Elsevier, Amsterdam, 187.

- Arini, S, Nurmawan, D, Alfiani, F & Hertiani, T. (2003). Daya Antioksidan dan Kadar Flavonoid Hasil Ekstraksi Etanol-Air Daging Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl. *Buletin Penalaran Mahasiswa UGM*, (10)1.
- Arrufitasari, P. N., & El Fikri, G. (2024). Variasi Morfologi Daun pada Tiga Genotipe Cabai Rawit Lokal (*Capsicum frutescens* L.) akibat Induksi Ethyl Methane Sulfonate. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 16(3), 209-216.
- Arum, C. D. S., Hasannah, C. S., & Aeni, A. R. (2025). Potential of Biosurfactant Extracted from *Averrhoa bilimbi* Leaves Using the Maceration Method. *Research in Chemical Engineering*, 4(1), 10-17.
- Astuti, W., Susanti, D., & Tutik, T. (2024). Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia Coli* Menggunakan Metode Dilusi. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 11(5): 1038-1049.
- Aulia, R. N., & Sulistiyaningsih, R. (2020). Kandungan Metabolit Sekunder dan Aktivitas Senyawa Bioaktif Tumbuhan Mangrove Perepat (*Sonneratia alba*). *Farmaka*
- Azalia, D., Rachmawati, I., Zahira, S., Andriyani, F., Sanini, T. M., Supriyatin, S., & Aulya, N. R. (2023). Uji kualitatif senyawa aktif flavonoid dan terpenoid pada beberapa jenis tumbuhan fabaceae dan apocynaceae di kawasan tngpp Bodogol. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 8(1): 32-43.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Produksi tanaman sayuran*. Diakses 19 September 2025, <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html>
- Baka, Z. A. M., Rashad, Y. M., Al-Mahareeq, F., & Moussa, T. A. A. (2016). *In Vitro Antifungal Activities of Three Aromatic Plant Extracts Against Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*. *Plant Pathology and Microbiology*.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79.
- Berutu, L. H. (2023). Komparasi Keadaan Penyakit Bercak Daun (*Cercospora capsici*) pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) di Dataran Tinggi dan Dataran Rendah pada Musim Hujan. *Skripsi*, Universitas Medan Area.
- Burhan, A. H., Mardiana, S., Rahmawati, N., & Azizah, A. (2022). Studi Literatur: Aktivitas Antibakteri Minyak atsiri Daun dan Batang Tanaman terhadap Bakteri *Klebsiella pneumoniae*. *Action Res Literate*, 6(2).
- Caballero, C., Benjamin, B., Luiz C., Trugo, T., Paul, M., Finglas. (2003). *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, 2nd edition, 8, Academic Press, United Kingdom.
- Cameron, R. R., Febrianni, A., & Yusticia, S. R. (2024). Insidensi dan Keparahan Penyakit Bercak Daun Disebabkan oleh *Curvularia* sp. pada Pembibitan Kelapa Sawit di Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 1-10.
- Candra, R. M., Isnindar, I., & Luliana, S. (2023). Isolasi dan identifikasi terpenoid fraksi heksan daun *Premna serratifolia* L. menggunakan GC-MS. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 5(2).

- Chandrasekar, V., Knabel, S. J., & Anantheswaran, R. C. (2015). Modeling development of inhibition zones in an agar diffusion bioassay. *Food Science & Nutrition*, 3(5), 394–403.
- Chapagain, B. P., Wiesman, Z., Tsrer (Lahkim), L. (2005). Larvicidal Activity of the Fruit Mesocarp Extract of *Balanites aegyptiaca* and its Saponin Fractions against *Aedes aegypti* Dengue Bulletin .
- Dalimunthe, C. I., & Rachmawan, A. (2017). Prospek Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Patogen pada Tanaman Karet. *Warta Perkaretan*, 36(1): 15-28.
- Devianto, Y., Dwiasnati, S., Sukowo, B., Fauzi, A., & Baihaqi, K. A. (2023). Application of Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) for Diagnosing Chili Leaf Spot Disease. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 3(2): 136-142.
- Dewi, I., Saptawati, T., & Rachma, F. (2021). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit dan Biji Terong Belanda (*Solanum betaceum* Cav.) Phytochemical Screening of Tamarillo Peel and Seeds Ethanol Extracts (*Solanum Betaceum* Cav.). Prosiding Seminar Nasional UNIMUS, 1210–1218.
- Dewick, P.M. (2009). *Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach*, 3rd Edition. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Dillasamola, D., Yanri, D., & Nurlatifah, S. (2023). *Tumbuh-Tumbuhan Obat di Sekitar Kita*. Penerbit Adab.
- Divekar. P. A., Srinivasa, N., Divekar, B. A., et al. 2022. Plant Secondary Metabolites as Defense Tools against Herbivores for Sustainable Crop Protection. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5): 26-90.
- Djunaedy, A. (2009). Biopestisida sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang Ramah Lingkungan. *Embryo*, 6(1): 88-95.
- Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., & Ju, Y. H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22(3), 296–302.
- Elgailani, I. E. H., Christina Y. I. 2016. Methods for Extraction and Characterization of Tannins from Some Acacia Species of Sudan. *Pak. J. Anal. Environ. Chem*, 17(1): 43-49.
- Endarini, L. H. (2016). *Farmakologis dan Fitokimia*. Modul Bahan Ajar Cetak. Pusdik SDM Kesehatan. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Eshbaugh, W. H. (2012). The taxonomy of the genus *Capsicum*. *Botany, production and uses* (pp. 14-28). Wallingford UK: CAB international.
- Evelyn, C. (2023). *Karakter Morfologi dan Anatomi Sebagai Kriteria Seleksi Terhadap Toleransi Cekaman Kekeringan Pada Beberapa Genotipe Cabai* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Fahrnunida, F. (2015). Kandungan saponin buah, daun dan tangkai daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Prosiding KPSDA*, 1(1).
- Famiani, F., Battistelli, A., Moscatello, S., Cruz-Castillo, J. G., & Walker, R. P. (2015). The organic acids that are accumulated in the flesh of fruits:

- occurrence, metabolism and factors affecting their contents-a review. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 21(2), 97-128.
- Fatimah, S., Raharjo, D., & Permata, B. R. (2024). Formulasi Sediaan Serum Antioksidan dari Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Usadha Journal of Pharmacy*, 349-356.
- Febry, M., & Usman, U. (2024). Uji Fitokimia dan Toksisitas Ekstrak Metanol Batang Tanaman Bintaro (*Cerbera manghas* L.) terhadap Bibit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 3, (1): 120-125.
- Fendri, S. T. J., Verawati, V., Fauzi, S., & Ferilda, S. (2026). Uji Kadar Fenolik Total dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun, Batang, Akar Tumbuhan Sungkai (*Peronema canescens* Jack). *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 8(2), 312-324.
- Ferdyani, S. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* Linn) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*, Universitas Kadiri.
- Firdaus, S., Wahid, A., Javed, F., & Sadia, B. (2014) Changes in leaf phenolics concentrations determine the survival of evening primrose (*Oenothera biensis*) in various seasons. *Int. J. Agric. Biol*, 16, 819-824.
- Gardner, F P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Gina, A. (2020). Studi Literatur Manfaat Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dalam Sediaan Topika. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Gloriana, E. M., & Sagita, L. (2021). Karakterisasi Flavonoid Daun Kitolod dengan Metode Maserasi dan Enkapsulasi. *Chempro*, 2(2), 44-51.
- Gruiz, K. (1996). Fungitoxic activity of saponins: practical use and fundamental principles. In *Saponins Used in Traditional and Modern Medicine* (pp. 527-534). Boston, MA: Springer US.
- Hakim, L. N., & Tirmidzi, R. A. (2024). Ekologi dan Agronomi Perspektif Al-Qur'an (Analisis Historis Tafsir Al-Azhar Karya Buya Hamka). *Proceedings of International Conference on Muslim Society and Thought*, 4: 3048-4383
- Hamidson, H., Riyanti, T. E., Pratama, F., Tricahyati, T., Sari, K. N., Lince, A. A. P. R., ... & Junita, A. (2024). Pengelolaan Tanaman Teerpadu pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) terhadap Perkembangan Penyakit Bercak Daun (*Cercospora capsici*) di Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir Sumatra Selatan. In *Prosiding Seminar Nasional Perlindungan Tanaman.2*: 27-42.
- Hardani, R., Muhammad, F., Hardani, B. H., & Tamala, S. T. (2025). Determination of Tanin Extract of Belimbing Wuluh Leaves (*Averrhoa Bilimbi* L.) by Uv-Vis Spectroscopy Methods. *Jurnal Akademika Kimia*, 14(3): 138-143.
- Hasan, A. E. Z., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., Suparno, O., & Setiyono, A. (2013). Optimasi Ekstraksi Propolis Menggunakan Cara Maserasi dengan Pelarut Etanol 70% dan Pemanasan Gelombang Mikro serta Karakterisasinya sebagai Bahan Antikanker. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 23 (1): 13 –21.

- Hasim, H., Arifin, Y. Y., Andrianto, D., & Faridah, D. N. (2019). Ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai antioksidan dan antiinflamasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(3), 86-93.
- Hasriyani, H., Zulfa, A., Anggun, L., & Murhayati, R. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Biji Lada Hitam (*Piper nigrum* L.) terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *IJF (Indonesia Jurnal Farmasi)*, 5(2): 14-18.
- Herlinda, S., Utama, M. D., & Pujiastuti, Y. (2006). Kerapatan dan viabilitas spora *Beauveria bassiana* (Bals.) akibat subkultur dan pengayaan media, serta virulensinya terhadap larva *Plutella xylostella* (Linn.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 6(2): 70-78.
- Herliyana, E. N., Sakbani, L., Herdiyeni, Y., & Munif, A. (2020). Identifikasi cendawan patogen penyebab penyakit pada daun jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil). *Journal of Tropical Silviculture*, 11(3): 154-162.
- Hersila, N., Chatri, M., Vauzia, V., & Irdawati, I. (2023). Senyawa Metabolit Sekunder (Tanin) pada Tanaman sebagai Antifungi. *Jurnal Embrio*, 15(1): 16-22.
- Hidayatulloh, M. D. (2023). Makna Al-Qurán Secara Umum dan Kedudukannya sebagai Sumber Ilmu Pengetahuan. *SETYAKI: Jurnal Studi Keagamaan Islam*, 1(1): 18-28.
- Hidjrawan, Y. (2018). Identifikasi Senyawa Tanin Pada Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.). 4(2):78–82.
- Ibrahim, N. A., Rathore, D., Janiyani, K., Gupta, A., Sulieman, A. M. E., Tahir, H. E., ... & Surti, M. (2025). A comprehensive review on plant-derived bioactive saponins as promising antimicrobial agents: from bioavailability challenges, molecular mechanistic insights to therapeutic applications. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 1-31.
- Iqbal, N., & Poór, P. (2025). Plant Protection by Tannins depends on Defence-Related Phytohormones. *Journal of Plant Growth Regulation*, 44(1): 22-39.
- Irham, W. H., Saragih, S. W., Febrianto, E. B., Yazid, A., Haholongan, R., Maulana, A., & Damanik, R. (2023). Strategi Penanganan Bercak Daun *Curvularia* Sp. Pada Pembibitan Kelapa Sawit Di Indonesia. *Jurnal Agro Estate*, 7(2), 11-20.
- Jalianto, J. (2015). Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Biji Buah Langsung (*Lansium domesticum* Corr.) terhadap Jamur *Candida albicans* secara *In Vitro*. *Doctoral dissertation*, Tanjungpura University.
- Juanda, B. R., Apriani, R., & Iswahyudi, I. (2023). Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Mortalitas Larva *Crocidolomia pavonana* F. Pada Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Agrium*, 20(2), 166-176.
- Kartika, A. I., Linda, A., & Violita. (2022). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) sebagai Antifungi terhadap *Sclerotium rolfsii* secara *In-Vitro*. *Serambi Biologi*, 7(2): 205-210.
- Kembaren, M. N. S., Setyaningsih, Y., Makkiyah, F. A., & Bahar, M. (2024). Efektivitas Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dalam

- Menghambat Pertumbuhan *Malassezia furfur* Secara In Vitro. Seminar Nasional Riset Kedokteran, 5(1).
- Khoiriyah, A., & Sa'diyah, F. N. (2023). Perlakuan Pupuk Daun dan Fungisida terhadap Intensitas Penyakit *Phyllosticta* dan Hasil Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*). *Jurnal Agroekoteknologi dan Agribisnis*, 7(1), 1-11.
- Kinieć, A., Szychalski, M., Miziniak, W., Palacz, M., & Kukawka, R. (2024). The Use of Thyme (*Thymus vulgaris*) Essential Oil for Controlling *Cercospora* Leaf Spot (*Cercospora beticola*) on Sugar Beets (*Beta vulgaris*). *Agriculture*, 14(11): 2017.
- Klancnik, A., Piskernik, S., Jersek, B., & Mozina, S. S. (2010). *Evaluation of diffusion and dilution methods to determine the antibacterial activity of plant extracts*. *Journal of Microbiological Methods*, 81(2), 121–126.
- Komala, O., & Siwi, F. R. (2020). Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol 50% dan Etanol 96% Daun Pacar Kuku *Lawsonia Inermis* L terhadap *Trichophyton* Mentagrophytes. *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 19(1): 12-19.
- Kowalska, J., Tyburski, J., Krzemińska, J., & Jakubowska, M. (2020). An In Vitro and In Vivo Evaluation of Antifungal and Plant Growth Promoting activity. *European Journal of Plant Pathology*, 156(1): 237-243.
- Kurnia, I. (2014). Potensi Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) sebagai Antihiperglikemia pada Hewan Mencit Swiss Webster. *Jurnal Farmasi Galenika*, 1(01).
- Lathifah, S., Moralita, C., & Linda, A. (2022). Potensi Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus Altilis* Park.) Sebagai Antifungi terhadap Pertumbuhan *Sclerotium Rolfsii* secara In-Vitro. *Serambi Biologi*, 7(3): 283-289.
- Li, J., Wang, C., Yang, L., Qiu, F., Li, Y., Zheng, Y., ... & Liang, W. (2023). Enhancing Tomato Resistance by Exploring Early Defense Events Against *Fusarium* Wilt Disease. *Phytopathology Research*, 5(1), 24.
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., 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.
- Li, Yanqun., Dexin, K., Ying, F., et al. 2020. The Effect of Developmental and Environmental Factors on Secondary Metabolites in Medicinal Plants. *Plants Physiology and Biochemistry*, 148(1): 80-89.
- Liener, I. (2012). *Toxic Constituents of Plant Foodstuff*. Elsevier.
- Lindeboom, N. (2005). *Studies on The Characterization, Biosynthesis and Isolation of Starch and Protein from Quinoa (Chenopodium quinoa Willd)*”, Thesis. Saskatoon:University of Saskatchewan.
- López-Anchondo, A. N., López-de la Cruz, D., Gutiérrez-Reyes, E., Castañeda-Ramírez, J. C., & De la Fuente-Salcido, N. M. (2021). Antifungal activity in vitro and in vivo of *averrhoa bilimbi* against phytopathogenic fungi. *Indian Journal of Microbiology*, 61(1), 85-90.
- Lutfiyanti, R., Widodo, F., Eko, N., & Dewi. (2012). Aktivitas Antijamur Senyawa Bioaktif Ekstrak *Gelidium latifolium* terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 1 (1): 1-8.
- Mabruroh, A. I. (2015). Uji Aktivitas Ekstrak Tanin dari Daun Rumpun Bambu (*Lophatherum gracile* Brongn.) dan Identifikasinya. Skripsi. Fakultas

- Sains dan Teknologi. *Skripsi*, Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang: Jawa Timur.
- Magalhães, S., Fernandes, C., Pedrosa, J. F., Alves, L., Medronho, B., Ferreira, P. J., & Rasteiro, M. D. G. (2023). Eco-friendly methods for extraction and modification of cellulose: an overview. *Polymers*, 15(14), 3138.
- Mahardani, O. T., & Yuanita, L. (2021). Efek metode pengolahan dan penyimpanan terhadap kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*, 10(1): 64-78.
- Malangngi, L. P., Meiske, S. S., Jessy J. E. P. 2012. Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal Mipa Unsrat Online*, 1(1): 5-10.
- Male, C. F. A., Rahayu, M. P., & Wulandari, D. (2025). Uji aktivitas antibakteri fraksi dan ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*, 10(2), 294-302.
- Manik, F. Y., Herdiyeni, Y., Herliyana, E. N. (2016). Leaf Morphological Feature Extraction of Digital Image Anthocephalus Cadamba. *Telkomnika*. 14(2): 630- 637.
- Mariani, M., Rosyidah, K., & Mustikasari, K. (2021). Uji Sitotoksik Ekstrak Alkaloid Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Larva Udang (*Artemia salina*). *Jurnal Natural Scientiae*, 1(1).
- Marliana, S. D., Suryanti, V., & Suyono, S. (2005). Skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis komponen kimia buah labu siam (*Sechium edule* Jacq. Swartz.) dalam ekstrak etanol. *Biofarmasi*, 3(1): 26-31.
- Melinda, M. A., & Mahendra, A. N. (2021). Profil Fitokomponen dan Aktivitas Ekstrak Metanol Daun Intaran Bali (*Azadiractha indica* Juss.) terhadap *Candida albicans* ATCC-10231. *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 155-160.
- Mickymaray, S., & Aboody, M. (2020). Anti-Fungal Efficacy of Flavonoids. *Sch. Community Encycl*, 9, 1-29.
- Moekasan, T. K., & Prabaningrum, L. (2012). Penggunaan Rumah Kasa Untuk Mengatasi Serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan Pada Tanaman Cabai Merah Di Dataran Rendah. *Jurnal Hortikultura*, 22 (1): 65-75.
- Mostafa, Y. S., Alamri, S. A., Alrumman, S. A., Hashem, M., Taher, M. A., & Baka, Z. A. (2022). In Vitro and In Vivo Biocontrol of Tomato Fusarium. *Agriculture*, 12(3): 345.
- Muchtar, K., Nurdin, Y., & Afdhal, A. (2021). Pendeteksian septoria pada tanaman tomat dengan metode deep learning berbasis raspberry pi. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(1), 107-113.
- Mulia, D., Lestari, T. P., Adinda, N. S., Hasilholan, C. N., & Yasser, H. (2022). Pemanfaatan Daun Belimbing Wuluuh Menjadi Teh Herbal di Kelurahan Jagir. *JABN*, 3(2): 66-77.
- Muliani, Y., Susanto, D., Adviany, I., Nursinta, N. T., & Ustari, D. (2025). The Potential of *Syzigium aromaticum* L. to Control Leaf Spot Disease (*Cercospora capsici*) in Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Biotropia*, 32(2): 143-150.

- Mulyanti, Yana, D., & Salima, R. (2022). Uji Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Mortalitas Hama Keong Mas (*Pomacea canaliculata*). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2): 119–126.
- Murad, N. B. A., Mustafa, M., Shaari, K., & Zainudin, N. A. I. M. (2021). Antifungal Activity of Aqueous Plant Extracts and Effects on Morphological and Germination of Fusarium Fruit Rot Pathogens. *Sains Malaysiana*, 50(6): 1589-1598.
- Mursyidin, A. H., & Mulyaningsih, T. (2024). Karakterisasi Morfologi dan Anatomi Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang Terinfeksi *Cercospora capsici* di Lombok Timur. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 12(3): 173-179.
- Mustofa, C. H., Styawan, A. A., Arrosyid, M., Budiman, H., & Latifah, A. (2024). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *CERATA Jurnal Ilmu Farmasi*, 15(2), 151-155.
- Mutmainah, M., & Iriani, D. (2026). Struktur Anatomi dan Histokimia Daun Buah Ajaib *Synsepalum dulcificum* (Schumacher & Thonn.) Daniell. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 10(2).
- Naoumkina, M., Modolo, L.V., Huhman, D.V., Urbanczyk-Wochniak, E., Tang, Y. (2010). Genomic and Coexpression Analyses Predict Multiple Gene Involved Triterpene Saponin Biosynthesis in *Medicago truncatula* (C)(W) Plant Cell.
- Nautiyal, O. H. (2013). Natural Products from Plant, Microbial and Marine Species. *The Experiment International Journal of Science and Technology*, 10(1): 611–646.
- Nepriani, L. (2025). Aktivitas Antijamur Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Jamur *Colletotrichum* sp Penyebab Penyakit Antraknosa dan Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA. *Skripsi*, Universitas Sriwijaya.
- Ningrum, R., Purwanti, E., & Sukarsono, S. (2016). Alkaloid Compound Identification of *Rhodomyrtus tomentosa* Stem as Biology Instructional Material for Senior High School X grade. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 2(3): 231–236.
- Noer, S., Rosa, D. P., Efri, G. (2010). Penetapan Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin dan Flavonoid sebagai Kuersetin) pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L.). *Eksakta: Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*. 8(1): 19-29.
- Noviyanti, N., Sativa, N., & Perdana, F. (2019). Uji Parameter Spesifik dan Non Spesifik Daun Ziziphus Nummularia (Burm. F.) Wight & Arn serta Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 10(2), 197-204.
- Noviyanty, Y. (2021). Identifikasi dan penetapan kadar senyawa saponin dari ekstrak etanol bunga biduri (*Calotropis gigantea* L) dengan metode gravimetri. *Jurnal Ilmiah Pharmacy*, 8(1): 136-146.
- Nurlaily. (2018). Uji Efektivitas Ekstrak Beberapa Fungisida Nabati Dalam Menghambat Perkembangan Cendawan *Helminthosporium turcicum* Pass. pada Daun Tanaman Jagung Di Laboratorium. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

- Nuryanti, S., Mustapa, K., & Sudarmo, I. G. (2016). Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(4): 178-184.
- Nuviani, E. P. I., Martosudiro, M., & Choliq, F. A. (2023). Pengaruh Beberapa Fungisida Terhadap *Alternaria Solani* Penyebab Penyakit Bercak Kering Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) Di Lapangan. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 11(2): 84-92.
- Octaviani, M., & Fadila, F. (2018). Uji aktivitas antijamur sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap jamur *Candida albicans*. *Jurnal Katalisator*, 3(2): 125-133.
- Ossola, R., & Farmer, D. (2024). The chemical landscape of leaf surfaces and its interaction with the atmosphere. *Chemical Reviews*, 124(9), 5764-5794.
- Padapi, A., Mursalat, A., & Hasbi, A. R. (2022). Disparitas cabai rawit merah di Indonesia. *Agriovet*, 5(1): 133-148.
- Pant, P., Pandey, S., & Dall'Acqua, S. (2021). *The Influence of Environmental Conditions on Secondary Metabolites in Medicinal Plants: A Literature Review*. Chemistry & Biodiversity.
- Parikesit, M. (2011). Khasiat dan Manfaat Belimbing Wuluh. Stomata, Surabaya.
- Pasaribu, P. L. (2018). Eksplorasi jamur rizosfer kacang tanah dan uji potensi antagonis terhadap penyakit bercak daun *Cercospora arachidicola* hori. secara in vitro. *Skripsi*, Malang: Universitas Brawijaya.
- Pasaribu, T. (2019). Peluang zat bioaktif tanaman sebagai alternatif imbuhan pakan antibiotik pada ayam. *Jurnal Litbang Pertanian*, 38(2): 96-104.
- Patra, A., Abdullah, S., & Pradhan, R. C. (2022). Review on the extraction of bioactive compounds and characterization of fruit industry by-products. *Bioresources and bioprocessing*, 9(1), 14.
- Pendit, P. A. C. D., Zubaidah, E., & Sriherfyna, F. H. (2016). Karakteristik Fisik-Kimia dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal pangan dan Agroindustri*, 4(1).
- Pfister, J. A., Panter, K. I. P. E., Gardner, D. R., Stegelmeier, B. L., Ralphs, M. H., Molyneux, R. J. and Lee, S. T. (2001). Alkaloids as Anti-Quality Factors in Plants on Western U.S. Rangelands Do Alkaloids Alter Diet. *J. Range Manage*, 54: 447-461.
- Prajnanta, F. (1995). Agribisnis Cabai Hibrida. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prajnanta, F. (2011). *Mengatasi Permasalahan Bertanam Cabai*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pranata, Y. (2018). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Gamal (*Gliricidia maculata*) sebagai Biofungisida Terhadap Cendawan Patogen *Colletotrichum capsici*, *Fusarium oxysporum* dan *Cercospora capsici* Penyebab Penyakit pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L) secara In-Vitro.
- Prasetya, W. (2010). Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Buah Ceremai (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels) terhadap *Candida albicans* dan *Trichophyton rubrum*. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Prasetyorini, I. (2020). Uji Antifungi Lima Ekstrak Tanaman Sebagai Fungisida Nabati terhadap Penyakit Busuk Batang (*Sclerotium Rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). *Skripsi*, Universitas Brawijaya.

- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2024). *Buletin Konsumsi Pangan*. Jakarta: Kementerian Pertanian. Diakses 15 November 2025, https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Buletin_Konsumsi_Pangan_Semester_I_2024
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian; Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. (2024). *Outlook Cabai*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Diakses 15 November 2025, https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/OUTLOOK_CABAI_2024
- Putri, A. M. S. (2015). Efek Antifungi Ekstrak Daun Kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth.) terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* secara *In-Vitro*. Skripsi. Fakultas Kedokteran. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Putri, R. N., Wahidah, S. N., Al Hafidz, I. T., & Faisal, F. (2023). Uji Daya Hambat Antimikroba Secara Difusi Sumuran dan Difusi Paper Disk. *Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknikan dan Informatika*, 1(4): 28-33.
- Qaderi, M. M., Martel, A. B., & Strugnell, C. A. (2023). Environmental factors regulate plant secondary metabolites. *Plants*, 12(3), 447.
- Quraish Shihab, K. M. (2011). Pendidikan Lingkungan Hidup dan Implementasinya dalam Pendidikan Islam (Analisis Surat Al-A'raf Ayat 56- 58 Tafsir Al Misbah.
- Rahadyana, R. Z., Artini, K. S., & Wardani, T. S. (2024). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Bunga Matahari (*Helianthus Annuus* L) Dengan Menggunakan Metode DPPH (2,2-difenil- 1 -pikrilhidrazil . *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5, 8049-8056.
- Rahardhian, M. R. R., Suharsanti, R., Sugihartini, N., & Lukitaningsih, E. (2019). In vitro assessment of total phenolic, total flavonoid and sunscreen activities of crude ethanolic extract of belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) fruits and leaves. *Journal of Global Pharma Technology*, 11(4), 308-13.
- Rahmadani, A. F., Faisal, F., Ramadhan, M., & Prasetyo, H. D. (2023). Isolasi dan Identifikasi Awal Bakteri Patogen pada Kolam Maturasi IPLT Supit Urang Kota Malang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Sains Unisma Malang*, 1(2): 41-49.
- Rahmawati, T. (2025). Pengaruh Sela Tanam Kangkung (*Ipomoea reptans*) dan Perbedaan Jarak Tanam Cabai terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*. L) Secara Tumpang Sari di Pematang Sawah. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Rao, S, N., Bhattiprolu, S, L., Gopal, A. V., & Sekhar, V. (2020). Effect of Fungicides, Plant Extracts and Bioagentson Spore of *Colletotrichumtion* of Causing Field Bean Anthra. *The Bioscan*, 15(3):339-344.
- Rishliani, Y. R. (2022). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terhadap *Propionibacterium acnes*. Skripsi, Universitas Jambi.
- Rismayanti, R., Sumarsih, E., Nuryaman, H., & Djuliansah, D. (2022). Risiko Produksi Usahatani Cabai Rawit (*Capsicum Frutescenes* L.) Panen Hijau Dan Panen Merah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 9(3): 1412-1423.

- Riyanto, R., & Haryanto, Y. (2023). Pengaruh Lama Penyimpanan Ekstrak terhadap Kadar Pinostrobin dalam Ekstrak Etanol Temukunci (*Kaemferia pandurata*, Roxb). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, 2963-2277.
- Rodrigo, S., García-Latorre, C., & Santamaria, O. (2021). Metabolites produced by fungi against fungal phytopathogens: Review, implementation and perspectives. *Plants*, 11(1), 81.
- Roshan, S., Kripalani, N., Singh, R. K. I., Supriya, L., & Bumpy, K. (2022). Studies on Leaf Spot of Chilli caused by *Cercospora capsici* and its management in Manipur. *The Pharma Innovation Journal*, 11(7): 4363-4374
- Rossi, V., Battilani, P., Chiusa, G., Giosue, S., Languasco, L., & Racca, P. (2000). Components of Rate-Reducing Resistance to *Cercospora* Leaf Spot in Sugar Beet: Conidiation Length, Spore Yield. *Journal of Plant Pathology*, 125-131.
- Rotty, L. M., Fatimawali., & Tjitrosantoso, H. (2015). Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Umbi Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Bakteri *Klebsiella pneumonia* Isolat Sputum Penderita Bronkitis secara *In Vivo*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 4 (3): 74-79
- Sanawi, D. A. T. A., Tuara, Z. I., & Haerullah, A. (2025). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak terhadap Aktivitas Antioksidan Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) Khas Maluku Utara. *JBES: Journal of Biology Education and Science*, 5(3): 125-131.
- Santi, S. R., & Sukadana, I. M. (2015). Aktivitas antioksidan total flavonoid dan fenol kulit batang gayam (*Inocarpus fagiferus* Fosb). *Jurnal Kimia* 9(2):160–168.
- Santra, H. K., & Banerjee, D. (2020). Natural products as fungicide and their role in crop protection. In *Natural bioactive products in sustainable agriculture* (pp. 131-219). Singapore: Springer Singapore.
- Sapitri, A., Asfianti, V., & Marbun, E. D. (2022). Pengelolaan Tanaman Herbal Menjadi Simplisia sebagai Obat Tradisional. *Jurnal Abdimas Mutiara*, 3(1), 94–102.
- Saputra, N. (2021). Mikroorganisme dalam Al-Quran (Analisis Penafsiran Mustafa al-Maraghi terhadap Kata Famâ Fauqahâ Pada Surat Al-Baqarah Ayat 26). *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Sari, A. K., (2019). Analisis Kuantitatif Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) di Banjarmasin dengan Metode Spektrofotometri UV-Visible. *JIFI*, 2(1).
- Sari, M. (2024). Antifungal Activity of Bilimbi Leaves (*Averrhoa bilimbi* l.) Ethanol Extract on the Growht of *Aspergillus flavus* and *Trichophyton mentagrophytes*. *Bioeduscience*, 8(1): 95-103.
- Scalbert, A. (1991). *Antimicrobial properties of tannins*. *Phytochemistry*, 30(12), 3875–3883
- Schneider, G. F., Salazar, D., Hildreth, S. B., Helm, R. F., & Whitehead, S. R. (2021). Comparative metabolomics of fruits and leaves in a hyperdiverse lineage suggests fruits are a key incubator of phytochemical diversification. *Frontiers in Plant Science*, 12, 693739.

- Schuster, M., Kilaru, S., & Steinberg, G. (2024). Azoles Activate Type I and Type II Programmed Cell Death Pathways in Crop Pathogenic Fungi. *Nature Communications*, 15(1): 4357.
- Sekarsari, R. A., Prasetyo, J., & Maryono, T. (2013). Pengaruh beberapa fungisida nabati terhadap keterjadian penyakit bulai pada jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 1(1): 98-101.
- Semangun, H. (2007). *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sempurna, J. A., Budianti, Y., & Ramadhani, J. (2025). Penetapan Kadar Alkaloid Total Fraksi Daun Serunai (*Chromolaena odorata*). *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 6(1), 2023-2031.
- Senduk, T. W., Montolalu, L. A. D. Y., & Dotulong, V. (2020). The rendement of boiled water extract of mature leaves of mangrove *Sonneratia alba*. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 11(1), 9.
- Septiadi, T., Pringgenies, D., & Radjasa, O. K.. (2013). Uji Fitokimia dan Aktivitas Antijamur Ekstrak Teripang Keling (*Holothuria atra*) dari Pantai Bandengan Jepara Terhadap Jamur *Candida albicans*. *Journal of Marine*.
- Setiadi. (2006). *Bertanam Cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sharma, O.P. (2009) *Plant Taxonomy*. Tata McGraw-hill.
- Sila, S., & Sopialena, S. (2016). Efektifitas Beberapa Fungisida terhadap Perkembangan penyakit dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens*). *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 15(1): 117-130.
- Simanullang, M., Khaitami, M., Sihotang, S., & Budi, A. (2021). Uji efektivitas ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Pityrosporum ovale*. *Jurnal Kedokteran STM (Sains Dan Teknologi Medik)*, 4(1), 26-32.
- Simpson, M. G., (2010). *Plant Systematics*. Eilsevier. Burlington. USA. Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Siregar, Y. (2023). Potensi fitokimia daun belimbing wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) dengan pengeringan berbeda sebagai kandidat antibiotik alami broiler. *Agrivet: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian dan Peternakan (Journal of Agricultural Sciences and Veteriner)*, 11(1), 37-44.
- Sirohi, S.K., Goel, N. and Singh, N. (2014). Utilization of Saponins, A Plant Secondary Metabolite in Enteric Methane Mitigation and Rumen Modulation. *Annual Research & Review in Biology*.
- Siswandi, S., Astuti, R., & Maimunah, M. (2020). Uji In-Vitro Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*) sebagai Biofungisida terhadap *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum capsici*, dan *Cercospora capsici* pada Tanaman Cabai. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 2(2): 144-157.
- Sitompul, C. S., Pamekas, T., & Apriyanto, D. (2024). INCIDENCE OF LEAF SPOT DISEASE (*Cercospora*) ON SIX VARIETIES OF PEANUT (*Arachis hypogaea*). In *Prosiding Seminar Nasional Perlindungan Tanaman*, 2: 275-282.
- Sitompul, S. (1995). Evaluasi Keefektifan Penghambatan Beberapa Agens Biokontrol terhadap Pertumbuhan *Marasmius palmivorus* Sharples. *Skripsi*, Institut Pertanian Bogor.

- Sitompul, Y. M. L. R., Wartini, N. M., & Sugitha, I. M. (2022). Karakteristik Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn) pada Perlakuan Pelarut Etanol dan Suhu Ekstraksi. *Journal Of Social Research*, 1(9): 931-938.
- Socfindo Conservation. (2026). *Averrhoa bilimbi*. Diakses 19 Mei 2025, <https://www.socfindoconservation.co.id/plant/165>
- Sopialena, M. W. (2019). Uji Potensi Penggunaan Jamur *Trichoderma harzianum* Rifai dan *Gliocladium virens* Arx untuk Mengendalikan Penyakit Bercak Daun pada Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Test the potensial use of *Trichoderma harzianum* Rifai and *Gliocladium virens* Arx fungi to control leaf spot disease in. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2622, 3570.
- Suharsanti, R., Sugihartini, N., Lukitaningsih, E., & Rahardhian, M. R. R. (2019). Potency of belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) as antioxidant and tyrosinase inhibitor for skin whitening products. *Journal of Pharma Research*, 8(4), 151– 154.
- Sukandar, E. Y., Fidrianny, I., & Triani, R. (2014). Uji aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) terhadap *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, MRSA dan MRCNS. *Acta Pharmaceutica Indonesia*, 39(3): 51-56.
- Sulastri, S., Ali, M., & Puspita, F. (2014). Identifikasi penyakit yang disebabkan oleh jamur dan intensitas serangannya pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian. *Skripsi*, Universitas Riau.
- Susanti, C. M., Sugiharto, R., Setyani, S., & Subekti, S. (2014). Pengaruh Jumlah Pelarut Etanol dan Suhu Fraksinasi terhadap Karakteristik Lemak Kakao Hasil Ekstraksi Non Alkalized Cocoa Powder. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 19 (2): 307-319.
- Susanti, D., & Pramudito, M. A. (2023). *Teknik Ekstraksi dan Analisis Kimia Tumbuhan Obat*. Universitas Ahmad Dahlan
- Suwardani, N. W., Purnomowati, P., & Sucianto, E. T. (2014). Kajian Penyakit yang Disebabkan oleh Cendawan pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) di Pertanaman Rakyat Kabupaten Brebes. *Scripta Biologica*, 1 (3): 223-226.
- Tan, S. S., MacFarlane, D. R., Upfal, J., Edye, L. A., Doherty, W. O., Patti, A. F., ... & Scott, J. L. (2009). Extraction of lignin from lignocellulose at atmospheric pressure using alkylbenzenesulfonate ionic liquid. *Green Chemistry*, 11(3), 339-345.
- Teodoro, G. R., Ellepola, K., Seneviratne, C. J., & Koga-Ito, C. Y. (2015). Potential use of phenolic acids as anti-Candida agents: A review. *Frontiers in microbiology*, 6, 1420.
- Tetti, M. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2): 361-367.
- Thian, S. (2020). Evaluasi Metabolit Sekunder, Kapasitas Antioksidan dan Toksisitas Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*). *Skripsi*, Universitas Tarumanagara.

- Thian, S. U. (2022). Evaluasi Metabolit Sekunder, Kapasitas Antioksidan dan Toksisitas Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*). *Skripsi*, Universitas Tarumanagara.
- Tjandra, E. (2011). *Panen Cabai Rawit di Polybag*. Yogyakarta. Cahaya Atma Pustaka.
- To-Anun, C., Hidayat, I., & Meeboon, J. (2011). Genus *Cercospora* in Thailand: taxonomy and phylogeny (with a dichotomous key to species). *Plant Pathology & Quarantine*, 1(1), 11-87.
- Tondok, E. T., & Sa'adah, R. N. H. (2022). Isolation and Morphological Characterisation of *Cercospora janseana* Infecting Rice Leaves. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(6): 255-263.
- Valgas, C., de Souza, S. M., Smânia, E. F. A., & Smânia Jr., A. (2010). Evaluation of diffusion and dilution methods to determine the antibacterial activity of plant extracts. *Journal of Microbiological Methods*, 81(2), 121–126.
- Wahyuni, W. T., Wasi'ah, F. N., Maulidiyah, I., Saqila, E., Eilma, S., Damayanti, O., ... & Ningsih, A. W. (2024). Artikel Review: Studi Fitokimia Dan Aktivitas Farmakologi Pada Tanaman Bidara (*Ziziphus Mauritiana* Lamk). *Jurnal Ilmiah Dan Karya Mahasiswa*, 2(1), 53-62.
- Walker, R. P., & Famiani, F. (2018). Organic acids in fruits: metabolism, functions and contents. *Horticultural reviews*, 45, 371-430.
- Wendersteyt, N. V., Wewengkang, D. S., & Abdullah, S. S. (2021). Uji aktivitas antimikroba dari ekstrak dan fraksi ascidian *herdmania momus* dari perairan Pulau Bangka Likupang terhadap pertumbuhan mikroba *staphylococcus aureus*, *salmonella typhimurium* dan *candida albicans*. *Pharmacon*, 10(1): 706-712.
- Wibowo, L., Laras, W. B., Pramono, S., & Fitriana, Y. (2022). Pengaruh Aplikasi Pestisida Nabati Ekstrak Rimpang Kunyit, Jahe dan Daun Sirih terhadap Mortalitas Kutu Daun Aphis Sp. pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(1): 19–25.
- Wijayakesuma, H. (1995). *Ramuan tradisional untuk pengobatan darah tinggi*. Niaga Swadaya.
- Wisnujati, N. S., & Siswati, E. (2021). Analisis Produksi dan Produktivitas Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis*, 21(1).
- Wusnah, B. S., & Hartono, D. (2019). Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok (*Musa acuminata* B.C.) secara fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 1, 48–56.
- 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), 762.
- Yani, N. K. L. P., Nastiti, K., & Noval, N. (2023). Pengaruh perbedaan jenis pelarut terhadap kadar flavonoid total ekstrak daun sirsak (*Annona muricata* L.): the effect of different types of solvents on total levels of flavonoid extract (*Annona muricata* L.). *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 9(1), 34-44.

- Yanti, S., & Vera, Y. (2019). Skrining fitokimia ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). *Jurnal Kesehatan Ilmiah Indonesia (Indonesian Health Scientific Journal)*, 4(1): 41-46.
- Yu, Z., Wu, X., & He, J. (2022). Study on the antifungal activity and mechanism of tea saponin from *Camellia oleifera* cake. *European Food Research and Technology*, 248(3), 783-795.
- Yullia, T. (2011). *Petunjuk Praktis Bertanam Cabai*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Zhou, W., Song, Z., Kanagasabai, R., Liu, J., Jayasimha, P., Sinha, A., ... & Nes, W. D. (2004). Mechanism-based enzyme inactivators of phytosterol biosynthesis. *Molecules*, 9(4), 185-203.
- Zhu, C., Lei, M., Andargie, M., Zeng, J., & Li, J. (2019). Antifungal activity and mechanism of action of tannic acid against *Penicillium digitatum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 107: 46-50.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A