

**STUDI LITERATUR: AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK ETANOL
DAUN *Rosmarinus officinalis* L. TERHADAP MIKROORGANISME
PEMBUSUKAN MAKANAN**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Biologi



Oleh:

Nisrina Nur Aini

NIM. 1701590

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2021**

Nisrina Nur Aini, 2021

*STUDI LITERATUR: AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK ETANOL DAUN *Rosmarinus officinalis*
L. TERHADAP MIKROORGANISME PEMBUSUKAN MAKANAN*

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**STUDI LITERATUR: AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK ETANOL
DAUN *Rosmarinus officinalis* L. TERHADAP MIKROORGANISME
PEMBUSUKAN MAKANAN**

Oleh
Nisrina Nur Aini

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam

©Nisrina Nur Aini 2021
Universitas Pendidikan Indonesia
Juni 2021

Hak cipta dilindungi undang-undang

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

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI LITERATUR: AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK ETANOL
DAUN *Rosmarinus officinalis* L. TERHADAP MIKROORGANISME
PEMBUSUKAN MAKANAN

Oleh:

Nisrina Nur Aini

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH:

Pembimbing I



Dr. Hj. Any Fitriani, M. Si.
NIP. 196502021991032001

Pembimbing II



Dr. Hj. Peristiwa, M. Kes.
NIP. 196403201991032001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M. Si.
NIP. 197008112001122001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Studi Literatur: Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Daun Rosmarinus officinalis L. terhadap Mikroorganisme Pembusukan Makanan” ini beserta seluruh isinya adalah benar benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan ataupun klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juni 2021



Nisrina Nur Aini

NIM. 1701590

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Literatur: Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Daun *Rosmarinus officinalis* L. terhadap Mikroorganisme Pembusukan Makanan“. Tujuan dari penulisan skripsi ini untuk memenuhi salah satu syarat dan tugas akhir yang disusun untuk menyelesaikan studi di Program Studi Biologi, Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung. Penulis menyadari bahwa masih banyak sekali kekurangan dalam penelitian serta penulisan karya ilmiah ini, oleh karena itu penulis memohon maaf atas kekurangan dari karya ilmiah ini. Penulis berharap bahwa hasil penelitian dari skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan sebagai informasi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan dan penelitian hingga penyusunan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Ibu Dr. Hj. Any Fitriani, M. Si., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing, memberi masukan dan memotivasi penulis selama pelaksanaan penelitian hingga penulisan skripsi ini selesai.
2. Ibu Dr. Hj. Peristiwa, M. Kes., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, memberi masukan dan memotivasi penulis selama pelaksanaan penelitian hingga penulisan skripsi ini selesai.
3. Bapak Prof. Topik Hidayat, M.Si., Ph.D. dan Bapak Dr. Didik Priyandoko, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, memberi masukan dan memotivasi penulis selama kuliah di Departemen Pendidikan Biologi

4. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si. selaku ketua Departemen Pendidikan Biologi atas bantuannya selama penulis melaksanakan kuliah di Departemen Pendidikan Biologi.
5. Ibu Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si. selaku ketua Program Studi Biologi atas bantuannya selama penulis melaksanakan kuliah di Departemen Pendidikan Biologi.
6. Segenap dosen Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas ilmu, saran, bantuan dan motivasi baik secara langsung atau tidak langsung yang menunjang penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Irman Furqon Amrullah dan Ibu Tanti Nutriani, atas kasih sayang, doa, bantuan secara moril maupun materil serta motivasi yang selalu diberikan kepada penulis. Serta saudara tercinta penulis Riksa Nur Anbiya.
8. Partner penelitian terhebat, Yunita atas segala bantuan, kerja keras dan kebersamaan selama mengerjakan tugas akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan yang saling memberikan dukungan, keceriaan dan semangat selama 4 tahun dalam bangku perkuliahan Dwi Aryani, Hasna Shaliha Ash-Shidiqiyah, Nisa Sholihatul, Silvy Novia Khoierunnisa, Allia Yasmin Gismar, Dwi Lestari Damayanti, Iroh Asiroh, Rizka Amelia Putdayani, Syifa Nurfitriani serta seluruh Biologi C 2017.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga selesainya karya yang sederhana ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya kepada para pembaca.

Bandung, Juni 2021

Penulis

Nisrina Nur Aini

STUDI LITERATUR: AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK ETANOL DAUN *Rosmarinus officinalis* L. TERHADAP MIKROORGANISME PEMBUSUKAN MAKANAN

ABSTRAK

Pemanfaatan ekstrak Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) sebagai bahan antimikroba alami dinilai efektif untuk mengurangi pertumbuhan mikroba penyebab pembusukan dan memperpanjang masa simpan produk makanan sehingga dapat menurunkan angka kerugian dan pemborosan dalam bidang pangan. Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk menganalisis senyawa metabolit sekunder pada ekstrak etanol daun rosemary dan menentukan nilai aktivitas antimikroba dari ekstrak etanol daun rosemary terhadap bakteri Gram Positif *Bacillus cereus*, bakteri Gram negatif *Escherichia coli*, dan khamir *Candida albicans*. Metode analisis GC/MS digunakan untuk identifikasi senyawa metabolit sekunder dan beberapa metode yang digunakan untuk uji aktivitas antimikroba diantaranya yaitu secara difusi meliputi *Agar Well Diffusion Assay* dan *Disk Diffusion Assay*, dan secara dilusi meliputi *Minimum Inhibitory Concentration*, dan *Minimum Bactericidal/Fungicidal Concentration*. Hasil analisis GC/MS pada ekstrak rosemary menunjukkan terdapat senyawa kamper (4,28%), phytol (3,28%), Borneol (3,27%), Caryophyllene oxide (3,20%), isoplulegol (2.61%), thymol (2.26%), Ethyl linoleolate (1,89%), Ethyl linoleate (1,68%), dan senyawa 1,8-cineole (1,24%) serta α -Pinene (0.07%). Diameter zona hambat terbaik dari hasil temuan pada *B. cereus*, *E. coli*, dan *C. albicans* berturut-turut yaitu $19,8 \pm 0.8$ mm, $21,1 \pm 0.9$ mm, dan 13 mm. Hasil MIC terbaik dari *B. cereus* yaitu pada konsentrasi 5% dan konsentrasi 50 mg/ml, pada *E. coli* yaitu konsentrasi 0.6% dan konsentrasi 100 mg/ml, dan pada *C. albicans* yaitu konsentrasi 25 mg/ml. Nilai MBC terbaik dari *B. cereus* yaitu pada konsentrasi 100 mg/ml, pada *E. coli* yaitu konsentrasi 0.8% dan konsentrasi 200 mg/ml, dan nilai MFC terbaik pada *C. albicans* yaitu konsentrasi 50 mg/ml.

Kata Kunci: Antimikroba, Rosemary, Mikroorganisme pembusukan

**LITERATURE STUDY: ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ETHANOL
EXTRACT OF *Rosmarinus officinalis* L. LEAVES AGAINST FOOD
SPOILAGE MICROORGANISMS**

ABSTRACT

The utilization of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract as a natural antimicrobial agent is examined effective to reduce the growth of spoilage microorganisms and extend the shelf life of food products that minimize losses and wastes in the food sector. The purpose of this literature study was to analyze secondary metabolites compound from the ethanolic extract of rosemary leaves and determine the antimicrobial activity of the ethanolic extract of rosemary leaves against Gram positive bacteria *Bacillus cereus*, Gram negative bacteria *Escherichia coli*, and yeast *Candida albicans*. The GC/MS method was used to identify the secondary metabolites compound and several methods were used to test the antimicrobial activity, including diffusion methods as Agar Well Diffusion Assay and Disk Diffusion Assay, and dilution methods as Minimum Inhibitory Concentration, and Minimum Bactericidal/Fungicidal Concentration. The results from GC/MS of rosemary extracts showed that there were camphor (4.28%), phytol (3.28%), Borneol (3.27%), Caryophyllene oxide (3.20%), isoplulegol (2.61%), thymol (2.26%), Ethyl linoleolate (1.89%), Ethyl linoleate (1.68%), 1,8-cineole (1.24%) and -Pinene (0.07%). The best inhibition zones on *B. cereus*, *E. coli*, and *C. albicans* were 19.8 ± 0.8 mm, 21.1 ± 0.9 mm, and 13 mm, respectively. The best MIC results for *B. cereus* were at concentration of 5% and concentration of 50 mg/ml, for *E. coli* were at concentration of 0.6% and concentration of 100 mg/ml, and for *C. albicans* were at concentration of 25 mg/ml. The best MBC results for *B. cereus* was at concentration of 100 mg/ml, for *E. coli* were at concentration of 0.8% and concentration of 200 mg/ml, and the best MFC result for *C. albicans* was at concentration of 50 mg/ml.

Key words: Antimicrobial, Rosemary, Spoilage Microorganisms

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Struktur Penulisan Skripsi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tanaman Rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	7
2.2 Metabolit Sekunder pada Tumbuhan.....	9
2.3 Ekstraksi Tumbuhan	12
2.4 Aktivitas Antimikroba	14
2.5 Biokimia Pembusukan Makanan.....	18
2.6 Mikroorganisme <i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> , dan <i>Candida albicans</i> Penyebab Pembusukan Pangan.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Desain Penelitian	28
3.2 Subjek Penelitian	29
3.3 Waktu Penelitian.....	29
3.4 Prosedur Penelitian Pustaka	29
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Aktivitas Biologis dan Kandungan Senyawa Kimia Tanaman Rosemary	35
4.2 Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Daun Rosemary	39
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN.....	57

5.1	Simpulan	57
5.2	Implikasi.....	57
5.3	Rekomendasi	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.), a: Daun dan Habitus, b: Perbungaan	7
Gambar 2.2	Jalur-Jalur Utama Metabolit Sekunder	10
Gambar 2.3	Kelompok Senyawa Polifenol	11
Gambar 4.1	Struktur Molekuler Bioaktif Utama pada Rosemary.	37

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Molekul Bioaktif Utama dalam Rosemary (Gonzalez-Minero, dkk., 2020)	36
Tabel 4.2	Karakteristik Komposisi Kimia Ekstrak Etanol Daun Rosemary (Mohamed, dkk., 2016).....	38
Tabel 4.3	Hasil Uji Difusi Ekstrak Rosemary terhadap bakteri Gram Positif <i>Bacillus cereus</i> berdasarkan Studi Literatur.....	42
Tabel 4.4	Hasil Uji Difusi Ekstrak Rosemary terhadap bakteri Gram negatif <i>Escherichia coli</i> berdasarkan Studi Literatur	44
Tabel 4.5	Hasil Uji AWDA Ekstrak Etanol Daun Rosemary terhadap khamir <i>Candida albicans</i> berdasarkan studi literatur (Sabzikar, dkk., 2020).....	46
Tabel 4.6	Hasil Uji DDA Ekstrak Etanol Rosemary terhadap khamir <i>Candida albicans</i> berdasarkan studi literatur (Alkashab, dkk., 2020).....	47
Tabel 4.7	Hasil Nilai MIC dan MBC Ekstrak Rosemary terhadap Bakteri Gram Positif <i>Bacillus cereus</i> Berdasarkan Studi Literatur	49
Tabel 4.8	Hasil Nilai MIC dan MBC Ekstrak Rosemary terhadap Bakteri Gram Negatif <i>Escherichia coli</i> Berdasarkan Studi Literatur	51
Tabel 4.9	Hasil Uji MIC Ekstrak Etanol Daun Rosemary terhadap khamir <i>Candida albicans</i> Berdasarkan Studi Literatur (Swari, dkk., 2020).....	53
Tabel 4.10	Hasil Uji MIC dan MFC Ekstrak Etanol Daun Rosemary terhadap khamir <i>Candida albicans</i> Berdasarkan Studi Literatur (Sepehri, dkk., 2016)	54

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, G. (2007). *Teknologi Bahan Alam*. ITB Press:Bandung
- Alkashab, F. M., Fathy, R. G., Sultan, S. M. (2020). Effects of *Rosmarinus Officinalis* Plant Extract on *Trichomonas Vaginalis* Parasites and *Candida albicans* under Laboratory Conditions: An Experimental Study. *Proceeding. IMDC-SDSP*. doi:10.4108/eai.28-6-2020.2298237.
- Andrade, J. M., Faustino, C., Garcia, C., Ladeiras, D., Reis, C. P., & Rijo, P. (2018). *Rosmarinus officinalis* L.: An update review of its phytochemistry and biological activity. *In Future Science OA*. <https://doi.org/10.4155/foa-2017-0124>
- Andrews, J. M. (2001). Determination of minimum inhibitory concentrations. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. https://doi.org/10.1093/jac/48.suppl_1.5
- Anggraito, Y. U., Susanti, R., Iswari, R. S., Yuniastuti, A., Lisdiana., Nugrahaningsih, W. H., Habibah, N. A., Bintari, S. H., Dafip, M. (2018). *Metaboli Sekunder dari Tanaman: Aplikasi dan Produksi*. FMIPA UNS: Semarang.
- Anggriani, M., Rahim, E. A., Kimia, J., Mipa, F., & Tadulako, U. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Polieugenol Berat Molekul Tinggi dengan Penambahan Ekstrak Daun Pala (*Myristica fragrans Houtt*) 190–200.
- Appa, F. E. (2020). *Penelusuran Metabolit Sekunder Ekstrak Aseton Rosemary (Rosmarinus officinalis L.) dan Potensi Ekstrak Sebagai Antivirus Dengue*. [disertasi]. UNHAS: Makassar.
- Baban, S. T. (2017). *Prevalence and Antimicrobial Susceptibility Pattern of Extended Sprectum Beta-Lactamase-Producing Escherichia coli Isolated from Urinary Tract Infection Among Infants and Young Children in Erbil City*.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *In Journal of Pharmaceutical Analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Bermawie, N. (2020). *Potensi Tanaman Rempah, Obat dan Atsiri Menghadapi Masa Pandemi COVID-19*. Balitro. Litbang pertanian. ISBN: 978-979-548-062-4.
- Blackburn, Clive de W. (2006). *Food Spoilage Microorganisms*. Woodhead Publishing Limited: Cambridge.
- Bonang, G. (1992). *Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan Edisi 16*. Buku Kedokteran EGC: Jakarta.
- Bonilla, J., Sobral, P. J. A. (2017). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Ethanolic Extracts of guarana, boldo, rosemary and cinnamon. *Brazilian Journal*

- of *Food Technology*. v. 20, e2016024.
- Boor, K., & Fromm, H. (2006). Managing microbial spoilage in the dairy industry. *In Food spoilage microorganisms*. <https://doi.org/10.1533/9781845691417.2.171>
- Boukraa, L., Benbarek, H., & Aissat, S. (2008). Synergistic action of starch and honey against *Pseudomonas aeruginosa* in correlation with diastase number. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 14(2), 181–184. <https://doi.org/10.1089/acm.2007.0589>
- Brooks, G. F., Carroll, K.C., Butel, J.S., Morse. (2013). *Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, & Adelberg*. Ed. 25. Penerbit Buku Kedokteran EGC: Jakarta
- Buckle, K. A. Dkk. (1987). *Ilmu pangan*. Jakarta : UI-Press
- CABI. (2019). *Datasheet Bacillus cereus*. [Online]. Diakses pada <https://www.cabi.org/isc/datasheet/91842> [12 Desember 2020]
- CABI. (2019). *Datasheet Escherichia coli*. [Online]. Diakses pada <https://www.cabi.org/isc/datasheet/83003> [12 Desember 2020]
- Campo, J. D., Amiot, M. J., Nguyen, T., Christophe. (2000). Antimicrobial Effect of Rosemary Extracts. *Journal of Food Protection*. 63(10), 1359-1368. doi:10.4315/0362-028X-63.10.1359.
- Casey, G. D., & Dobson, A. D. W. (2003). Molecular detection of *Candida krusei* contamination in fruit juice using the citrate synthase gene *cs1* and a potential role for this gene in the adaptive response to acetic acid. *Journal of Applied Microbiology*. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.01940.x>
- Croteau, R., Kutchan, T. M., Lewis, N. G., (2000). Natural Product (Secondary Metabolite). *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists
- D'Agostino, M., Cook, N. (2016). *Encyclopedia of Food and Health: Foodborne Pathogens*. 83-86. doi:10.1016/b978-0-12-384947-2.00326-3.
- Deák, T. (2007). *Handbook of Spoilage Yeasts*. 2nd Edition. CRC Press.
- Fleet, G. H. (2011). *Yeast Spoilage of Foods and Beverages*. 53-56. doi:10.1016/B978-0-444-52149-1.00005-7.
- Fricker, M., Messelhäusser, U., Busch, U., Scherer, S., Ehling-Schulz, M. (2007). Diagnostic real-time PCR assays for the detection of emetic *Bacillus cereus* strains in foods and recent food-borne outbreaks. *Appl Environ Microbiol*. 73(6):1892-8. doi: 10.1128/AEM.02219-06. Epub 2007 Jan 26. PMID: 17259359; PMCID: PMC1828801.
- Golshani, Z., Sharifzadeh, A. (2014). Evaluation of Antibacterial Activity of Alcoholic Extract of Rosemary Leaves Against Pathogenic Strains. *Zahedan Journal of*

Research in Medical Science. 16(3):12-15.

- Gonelimali, F. D., Lin, J., Miao, W., Xuan, J., Charles, F., Chen, M., Hatab, S. R. (2018). Antimicrobial Properties and Mechanism of Action of Some Plant Extracts Against Food Pathogens and Spoilage Microorganisms. *Frontiers in Microbiology*. Doi: 10.3389/fmicb.2018.01639.
- Gonzalez-Minero, F., Bravo-Díaz, L., Ayala-Gómez, A. (2020). cosmetics *Rosmarinus officinalis* L. (Rosemary): An Ancient Plant with Uses in Personal Healthcare and Cosmetics. *Cosmetics*. 7. 10.3390/cosmetics7040077.
- Gustavsson, J., dkk (2011). *Global Food Losses and Food Waste-FAO Report*. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations.
- Gyawali, R., and Ibrahim, S. A. (2014). Natural products as antimicrobial agents. *Food Control*. 46, 412–429. doi: 10.1016/j.foodcont.2014.05.047.
- Handa, S. S., Khanuja, S. P. S., Longo, G., Rakesh, D. D. (2008). Extraction Technologies for Medical and Aromatic Plants. *International Centre for Science and High Technology*:Trieste.
- Hanjani, N. S., Purwoko, T., (2008). Aktivitas ekstrak rimpang lengkuas (*Alpinia galanga*) terhadap pertumbuhan jamur *Aspergillus* sp. penghasil aflatoksin dan *Fusarium moniliforme*. *Biodiversitas*. 9(3):161-4.
- Helander, I. M., Alakomi, H. L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J., Gorris, L. G. M., von Wright. (1998). Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. *J. Agric. Food Chem*. 46, 3590–3595.
- Hölzel, C. S., Tetens, J. L., Schwaiger, K. (2018). Unraveling the Role of Vegetables in Spreading Antimicrobial-Resistant Bacteria: A Need for Quantitative Risk Assessment. *Foodborne Pathog Dis*.15(11):671-688.
- Howell, K. (2016). Spoilage: Yeast Spoilage of Food and Beverages. *Encyclopedia of Food and Health*. 10.1016/B978-0-12-384947-2.00650-4.
- Hungaro, H., & Peña, W., Silva, N., Carvalho, R.V., Alvarenga, V., Sant'Ana, A. (2014). *Food Microbiology*. 10.1016/B978-0-444-52512-3.00059-0.
- Ismail, Y.S., Cut Yulvizar, P. (2017). Isolasi, Karakteristik dan Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma Cacao* L.). *BIOLEUSER*. 1(2):45-53
- Jawetz, E., Melnick, J., Adelberg, E. (1996). *Mikrobiologi Kedokteran*. Ed ke-20, Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Jiang, Y., Wu, N., Fu, Y. J., Wang, W., Luo, M., Zhao, C. J., Zu, Y. G., & Liu, X. L. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of

- Rosemary. *Environmental Toxicology and Pharmacology*.
<https://doi.org/10.1016/j.etap.2011.03.011>
- Jos, H. J. (1996). Microbial and Biochemical Spoilage of Foods: an Overview. *International Journal of Food Microbiology*. 33(1), 1-18. doi:10.1016/0168-1605(96)01139-7.
- Katzung, B.G. (2011). *Farmakologi Dasar dan Klinik*. 8th ed. Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
- Kassahun, B. (2016). *Cultivation, Processing and Utilization of Rosemary (Rosmarinus officinalis L.)*. Eithiopian Institute of Agricultural
- Kowalska-Krochmal, B., Dudek-Wicher, R. (2021). The Minimum Inhibitory Concentration of Antibiotics: Methods, Interpretation, Clinical Relevance. *Pathogens* 10, no. 2: 165. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020165>
- Kurniawati, I., Maftuch, Hariati, A. M. (2016). PENENTUAN PELARUT DAN LAMA EKSTRAKSI TERBAIK PADA TEKNIK MASERASI *Gracilaria Sp.* SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KADAR AIR DAN RENDEMEN. *Jurnal Ilmu Perikanan: Samakia*
- Kusalaruk, W., & Nakano, H. (2021). Hurdle Effects of Ethanolic Plant Extracts with Antimicrobials Commonly Used in Food against Foodborne Pathogenic *Escherichia coli*. *Microbiology Research*.
- Kustyawati, M. E. (2020). *Mikrobiologi Hasil Pertanian (Buku Ajar)*. Pustaka Media; Bandar Lampung. ISBN: 978-623-7560-96-8.
- Lianou, A., Panagou, E. Z., & Nychas, G. J. E. (2016). Microbiological spoilage of foods and beverages. *In The Stability and Shelf Life of Food* <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100435-7.00001-0>
- Lin, J., Huang, L., Yu, J., Xiang, S., Wang, J., Zhang, Z., Yan, X., Cui, W., He, S., Wang, Q. (2016). Fucoxanthin, a marine carotenoid, reverses scopolamine-induced cognitive impairments in mice and inhibits acetylcholinesterase in vitro. *Mar. Drugs*, 14 (67) : 1 - 17.
- Lucas, T. D. (2014). *Rosemary Flowers*. [Online]. diakses pada: <https://www.flickr.com/photos/tdlucas5000/14562574928> [26 Agustus 2021]
- Lund, T., De Buyser, M.L., Granum, P.E. (2000). A new cytotoxin from *Bacillus cereus* that may cause necrotic enteritis. *Mol Microbiol*. 38(2):254-61. doi: 10.1046/j.1365-2958.2000.02147.x. PMID: 11069652.
- Magaldi, S., Mata-Essayag, S., Hartung De Capriles, C., Perez, C., Colella, M. T., Olaizola, C., & Ontiveros, Y. (2004). Well diffusion for antifungal susceptibility testing. *International Journal of Infectious Diseases*. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2003.03.002>

- Maharani, S. (2012). *Pengaruh pemberian larutan ekstrak siwak (Salvadora persica) pada berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan Candida albicans*. Skripsi. Dipublikasikan, Semarang. Universitas Diponegoro.
- Mäntynen, V., Lindström, K. (1997). A rapid PCR-based DNA test for enterotoxigenic *Bacillus cereus*. *Appl Environ Microbiol.* 64(5):1634-9. doi: 10.1128/AEM.64.5.1634-1639.1998. PMID: 9572928; PMCID: PMC106207.
- Mardianingsih, T. L. (2011). *Rosemary (Rosmarinus officinalis) Tanaman Pengusir Nyamuk, Bumu Masak, dan Obat Tradisional*. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, vol. 17 no.1
- Matsuzaki, Y., Tsujisawa, T., Nishihara, T., Nakamura, M., Kakinoki, Y. (2013). Antifungal Activity of Chemotype Essential Oils from Rosemary against *Candida albicans*. *Open Journal of Stomatology.* 3, 176-182.
- Melliawati, R. (2009). *Escherichia coli Dalam Kehidupan Manusia*. Biotrends.4 : 1
- Mohamed, W. A., Abd-Elhakim, Y. M., Farouk, S. M. (2016). Protective effects of ethanolic extract of rosemary against lead-induced hepato-renal damage in rabbits. *Exp Toxicol Pathol.* 68(8):451-61. doi: 10.1016/j.etp.2016.07.003. Epub 2016 Jul 21. PMID: 27449700.
- Moreno, S., Scheyer, T., Romano, C. S., & Vojnov, A. A. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free Radical Research.* <https://doi.org/10.1080/10715760500473834>
- Mukhriani. (2014). *Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif*. FIK UIN Alauddin: Makassar.
- Naghbi, F., Mosaddegh, M., Motamed, S. M., Ghorbani, A. (2005). Labiatae family in folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology. *Iran. J. Pharm. Res.* 63-79.
- Nguyen, A.T., Tallent, S. M. (2019). Screening food for *Bacillus cereus* toxins using whole genome sequencing. *Food Microbiol.* 78:164-170.
- Octaviani, M., Fadhli, H., & Yuneistya, E. (2019). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dengan Metode Difusi Cakram. *Pharmaceutical Sciences & Research.* 6(1), 62-68.
- Ozcan, T., Akpınar, A., Yilmaz-Ersan, L., Delikanli, B. (2014). Phenolics in Human Health. *International Journal of Chemical Engineering and Applications.* 5. 393-396. 10.7763/IJCEA.2014.V5.416.
- Parlapani, F. F., Mallouchos, A., Haroutounian, S. A., and Boziaris, I. S. (2017). Volatile organic compounds of microbial and non-microbial origin produced on model fish substrate un-inoculated and inoculated with gilt-head sea bream

- spoilage bacteria. *LWT Food Sci. Technol.* 78, 54–62. doi: 10.1016/j.lwt.2016.12.020
- Pelczar, M. J., Chan, E. C. S., (1988). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Prescott, L. M., & Klein, P. H. (2002). *Schizanthus 5th Edition*.
- Rahmawati, A. (2013). *Mikroorganisme Kontaminan pada Buah*. FMIPA UNY: Yogyakarta
- Raja, R. R. (2012). Medicinally potential plants of Labiatae (Lamiaceae) family: an overview. *Res. J. Med. Plant.* 6(3), 203–213.
- Rasch, M., Andersen J. B., Nielsen, K. F., Flodgaard, L.R., Christensen, H., Givskov, M. dan Gram, L. (2005). *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 3321–3330.
- Rawat, S. (2015). Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. *Asian Journal of Plant Science and Research*.
- Ringertz, S., Kronval, G. (1988). On the Theory of the Disk Diffusion Test: Evidence for a non-linear Relationship between Critical Concentration and MIC, and it's Practical Implications for Susceptibility testing of *Haemophylus influenzae*. *Journal of Phatology, Microbiology, and Immunology*. vol. 96, 1-6.
- Russell, A. D. (1999). Bacterial resistance to disinfectants: present knowledge and future problems. *J Hosp Infect.* 43 Suppl:S57-68. doi: 10.1016/s0195-6701(99)90066-x. PMID: 10658759.
- Sabzikar, A., Hosseinihashemi, S. K., Shirmohammadli, Y., Jalaligoldeh, A. (2020). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Extracts from Thyme and Rosemary Against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. *BioResources*. 15(4), 9656-9671.
- Saifudin, A. (2014). *Senyawa Alam Metabolit Sekunder*. Deepublish:Yogyakarta.
- Sasikumar, B. (2012). *Rosemary*. In Handbook of Herbs and Spices: Second Edition. <https://doi.org/10.1533/9780857095671.452>
- Shan, B., Cai, Y.Z., Brooks, J.D., Corke, H. (2007). The in vitro Antibacterial Activity of Dietary Spice and Medicinal Herb Extracts. *Int. J. Food Microbiol.* 117, 112–119.
- Selim, K., Rostom, M. (2017). Bioflocculation of (Iron oxide – Silica) system using *Bacillus cereus* bacteria isolated from Egyptian iron ore surface. *Egyptian Journal of Petroleum.* 27. 10.1016/j.ejpe.2017.07.002.
- Sepehri, Z., Javadian, F., Khammari, D., Hassanshahian, M. (2016). Antifungal Effects of the Aqueous and Ethanolic Leaf Extracts of *Echinophora platyloba* and *Rosmarinus officinalis*. *Curr Med Mycol.* 2(1):30-35.

- Siagian, A. (2002). *Mikroba Patogen pada Makanan dan Sumber Pencemarannya*. Fak. Kesehatan Masyarakat: USU.
- Sperber, W., Doyle, M. (2010). *Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*. 10.1007/978-1-4419-0826-1.
- Supardi, I., Sukamto. (1999). *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Alumni:Bandung.
- Suwandi, T. (2012). *Pengembangan potensi antibakteri kelopak bunga Hibiscus sabdariffa L. (Rosela) terhadap Streptococcus sanguinis Penginduksi Gingivitis Menuju Obat Herbal Terstandart*. [Disertasi].
- Swari, D. A. M. A., Santika, I. W. M., Aman, I. G. M. (2020). Antifungal Activities of Ethanol Extract of Rosemary Leaf (*Rosemarinus Officinalis* L.) Against *Candida Albicans*. *Journal of Pharmaceutical Science and Application*. [S.l.], v. 2, n. 1, p. 28-35. ISSN 2301-7708.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2012). *Plant Physiology fifth edition*. Sinaueur Associates Inc. Massachussets.
- Tauryska, E. M. (2011). *Jamur Penyebab Keputihan (Candida albicans)*. [Online]. Diakses pada www.uad.ac.id. [12 Desember 2020].
- Tavassoli, S., Djomeh, Z. E. (2011). Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of methanol extract of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Glob Veterin*. 7(4):337-41.
- Tendencia, E. A. (2004). *Disk Diffusion Method*. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center. Tigbauan.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2019). *Plants Profile for Rosmarinus officinalis L.* [Online]. Diakses pada <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ROOF>. [12 Desember 2020].
- Wagstaff, S. J., Hickerson, L., Spangler, R., Reeves, P. A., Olmstead, R. G. (1998). Phylogeny in Labiatae sl, inferred from cpDNA sequences. *Plant Syst. Evol*. 209(3-4), 265-274.
- Wang, W., Wu, N., Zu, Y.G., Fu, Y.J., (2008). Antioxidative activity of Rosmarinus officinalis L. essential oil compared to its main components. *Food Chemistry*. 108, 1019- 1022.
- Wang, C., Y. Chen, Y. Xu, J. Wu, G. Xiao, Y. Zhang, and Z. Liu. (2013). Effect of dimethyl dicarbonate as disinfectant on the quality of fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.). *J. Food Process. Preserv*. 37:751-758.
- Wenji, K. Y., Rukmi, I., Suprihadi, A. (2019). In Vitro Antifungal Activity of Methanolic and Chloroform Mint Leaves (*Mentha piperita* L.) Extracts Against *Candida albicans*. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1217 012136

- Wonker, W. (2011). *Rosemary Leaves*. [Online]. Diakses pada <https://www.flickr.com/photos/87791108@N00/6182465925> [26 Agustus 2021]
- Zengin, H., Baysal, A. H. (2014). Antibacterial and Antioxidant Activity of Essential Oil Terpenes against Pathogenic and Spoilage-Forming Bacteria and Cell Structure-Activity Relationships Evaluated by SEM Microscopy. *Molecules*.;19(11):17773-17798
- Zubaidah, S. (2000). *Bakteri: Kajian Tentang Beberapa Aspek Biologis*. UNM: Malang.