

**“Membangun Sinergi antar Perguruan Tinggi dan Industri Pertanian dalam Rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka”**

---

Uji Kemampuan Ekstrak Kulit Jeruk dalam Menghambat Pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* dari Tanaman Tomat secara In Vitro

**Syafrina I. Ramadhani<sup>1</sup>, Yusriadi Marsuni<sup>2</sup>, dan Noor Aidawati<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat

<sup>2</sup> Pengajar Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat

**Abstrak**

Infeksi *Ralstonia solanacearum* pada tanaman tomat mengakibatkan kerusakan pada pangkal batang yang mengakibatkan layu tanaman dan kehilangan produksi dalam jumlah yang besar. Banyak cara untuk melakukan pencegahan serangan *R. solanacearum* ini, namun serangan tetap ada. Perlu dilakukan pengendalian yang ramah lingkungan seperti memanfaatkan agens hayati maupun bahan nabati seperti kulit buah jeruk yang dilaporkan mengandung senyawa fitokimia yang bersifat antibakteri. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan ekstrak dari kulit dari jeruk (nipis, bali, sambal, siam banjar dan limau kuit) yang berpotensi dalam menghambat koloni *R. solanacearum* secara in vitro. Metode yang digunakan menguji ekstrak dari kulit Jeruk dengan rancangan acak lengkap dengan 6 (enam) perlakuan yang diulang sebanyak 4 (empat) kali). Hasil yang didapatkan adalah ekstrak kulit jeruk mampu menekan/menghambat bakteri *R. solanacearum* pada cawan petri, dan kesimpulannya adalah kulit jeruk nipis yang paling berpotensi dari lima ekstrak kulit jeruk tersebut.

Kata kunci: Ekstrak Kulit Jeruk, *In Vitro*, *Ralstonia solanacearum*

**Pendahuluan**

*R. solanacearum* patogen tular tanah penyebab layu tanaman disebabkan bakteri yang bersifat agresif, mampu bertahan tanpa ada tanaman inang dan mempunyai kisaran inang yang luas (Genin, 2010; Arwiyanto, 2014). Salah satu inang patogen ini tanaman tomat, gejala yang terlihat berupa layu pada daun tua yang kemudian tanaman mengalami kematian. Apabila tanaman tersebut dicabut maka dapat dilihat akarnya akan berwarna coklat dan membusuk, selanjutnya apabila batang tanaman tersebut dipotong secara membujur akan terlihat garis berwarna coklat dan jika batang dipotong melintang kemudian dimasukkan ke

dalam air yang jernih akan terlihat lendir yang berwarna putih (Sastrahidayat, 2013). Tanaman tomat terserang penyakit ini akan kehilangan produksi hingga 100% (Costa *et al.*, 2019).

Umumnya pengendalian dilakukan menggunakan pestisida kimia sintetis (bakterisida) yang memiliki dampak mencemarkan lingkungan. Untuk itu diperlukan pengendalian yang ramah lingkungan dan mudah didapat seperti kulit buah jeruk. Dilaporkan ekstrak kulit jeruk pada nipis, bali, sambal serta limau kuit mengandung flavonoid, alkaloid, febol dan steroid. Sedangkan pada siam banjar terkandung senyawa minyak atsiri yang dapat menghambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* (Wulandari *et al.*, 2013; Wiratama, 2014; Ariyani *et al.*, 2018; Silvia 2018; Wardani *et al.*, 2018; Febrianti *et al.*, 2019).

Untuk itu dilakukan uji kemampuan antibakteri beberapa ekstrak tersebut terhadap patogen *R. solanacearum* penyebab penyakit layu dari tanaman tomat secara *in vitro*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan ekstrak dari kulit dari jeruk (nipis, bali, sambal, siam banjar dan limau kuit) yang berpotensi dalam menghambat koloni *R. solanacearum* secara *in vitro*.

## Metode Penelitian

Menggunakan RAL yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 4 kali ulangan, sehingga total perlakuan keseluruhan adalah 24. Perlakuan tersebut terdiri dari:

- K = kontrol (*R. solanacearum*)
- JN = 67 µl ekstrak kulit jeruk nipis + *R. solanacearum*
- JSB = 67 µl ekstrak kulit jeruk siam banjar + *R. solanacearum*
- JS = 67 µl ekstrak kulit jeruk sambal + *R. solanacearum*
- JB = 67 µl ekstrak kulit jeruk bali + *R. solanacearum*
- JLK = 67 µl ekstrak kulit limau kuit + *R. solanacearum*

### A. Persiapan penelitian

**Sterilisasi Alat**, Peralatan yang digunakan harus dalam kondisi steril.

#### 1. Pembuatan media *Triphenyl Tetrazolium Chloride* (TZC)

Agar, glukosa, pepton dan *casamino acid* dilarutkan dalam 945 ml akuades hingga homogen dan mendidih. Setelah itu, masukkan media ke dalam botol kaca steril, tutup mulut botol dengan aluminium foil dan balut dengan *cling wrap*. Sisa akuades sebanyak 5 ml digunakan untuk melarutkan 1 % TZC, selanjutnya disterilisasi basah.

## 2. *Pembuatan serbuk beberapa kulit jeruk*

Sampel buah jeruk didapatkan di lapangan dan beberapa pasar di daerah Banjarbaru, Banjarmasin dan Martapura. Buah jeruk dibersihkan, kemudian pisahkan kulit dengan daging buah. Kemudian cuci kulit jeruk hingga bersih dan keringanginkan selama 14 hari. Setelah kering, kulit jeruk dihaluskan hinggaberbentuk tepung.

## 3. *Pembuatan ekstrak beberapa kulit jeruk*

Pembuatan ekstrak kulit jeruk menggunakan metode maserasi (Base, 2018) yang dimodifikasi. Masing-masing serbuk kulit jeruk sebanyak 1000 gram dilarutkan dengan etanol 96% hingga serbuk terendam, kemudian tutup wadah dengan rapat dan terlindung dari cahaya matahari. Perendaman dilakukan selama 1 hari, sebanyak 3 kali. Kemudian rendaman dipisahkan dengan ampasnya dan kemudian diuapkan dengan menggunakan RVE dengan suhu 70 °C hingga diperoleh ekstrak kulit jeruk yang kental.

## B. Pelaksanaan penelitian

### 1. *Isolasi bakteri *R. solanacearum* dari tanaman tomat*

Sampel tanaman tomat yang bergejala *R. solanacearum* berasal dari daerah Landasan Ulin Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan. Isolasi dilakukan dengan metode Yatin (2016). Potongan batang tersebut disterilisasi dengan larutan NaOCl 3 % dan akuades steril lalu dikeringanginkan di atas tisu steril. Potongan batang yang telah steril dimasukkan kedalam botol yang telah berisi akuades steril, botol ditutup dengan aluminium foil dan didiamkan selama 15 menit sehingga massa bakteri (ose) keluar (Kasidal *et al.*, 2019). Suspensi bakteri tersebut diambil sebanyak 50 µl dan diinokulasikan dengan metode cawan sebar pada cawan petri yang berisi media TZC lalu diinkubasi selama 48 jam (Choliq *et al.*, 2020). Koloni berwarna merah pada bagian tengah dengan tepi berwarna putih dimurnikan. Setelah itu hasil pemurnian yang berwarna merah pada bagian tengah dengan tepi berwarna putih dilakukan uji gram dengan KOH 3 %. Hasil yang bersifat gram negatif dan koloni berwarna merah pada bagian tengah dengan tepi berwarna putih kusam diremajakan pada cawan petri yang berisi media TZC yang baru.

### 2. *Penyiapan media TZC untuk uji potensi ekstrak beberapa kulit jeruk*

Konsentrasi ekstrak kulit jeruk yang digunakan dalam penelitian ini 25 %. Menurut Aldi (2016) pengenceran dapat dihitung dengan rumus konsentrasi = massa : volume. Volume yang dipakai pada pengenceran ini adalah 10 ml akuades steril, sehingga untuk konsentrasi 25 % diperlukan ekstrak sebanyak 2,5 g untuk masing-masing perlakuan kecuali

pada kontrol. Ekstrak kulit jeruk sebanyak 2,5 g dilarutkan terlebih dahulu menggunakan 1 ml etanol 96 % sebagai pengemulsi (Atiqah, 2017). Hasil pengenceran digunakan sebanyak 67 µl dan dihomogenkan dengan media TZC (10 ml) kemudian dituangkan ke cawan petri dan diinkubasi selama 48 jam (2 hari)

### 3. Uji potensi ekstrak beberapa kulit jeruk

Bakteri *R. solanacearum* yang di uji adalah yang memiliki kerapatan jumlah bakteri  $10^6$  cfu/ml (Yudha dan Ngadiani, 2018). Menurut Affan *et al.* (2017) kerapatan jumlah bakteri dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Jumlah mikroba (cfu/ml)} = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{tingkat pengenceran}}$$

Sehingga, untuk mendapatkan kerapatan bakteri  $10^6$  cfu/ml dilakukan dengan mengambil 1 ose bakteri yang virulen, kemudian dilakukan pengenceran ini sebanyak hingga pengenceran ke-6 (Marshall, 2020). Pada pengenceran ke-6 diambil suspensi sebanyak 50 µl dan diinokulasi dengan metode *spread plate* (cawan sebar) ke cawan petri sesuai dengan rancangan yang sudah ditentukan.

### C. Pengamatan

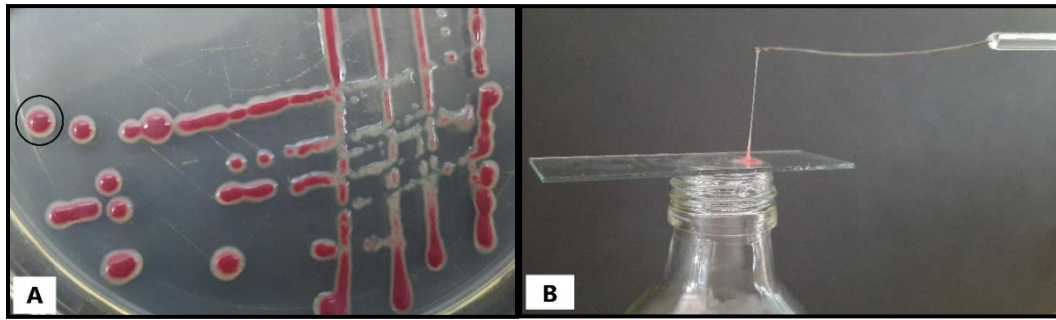
Pengamatan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu dengan interval 24 jam. Parameter yang diamati adalah menghitung jumlah koloni *R. solanacearum*

## Hasil dan Pembahasan

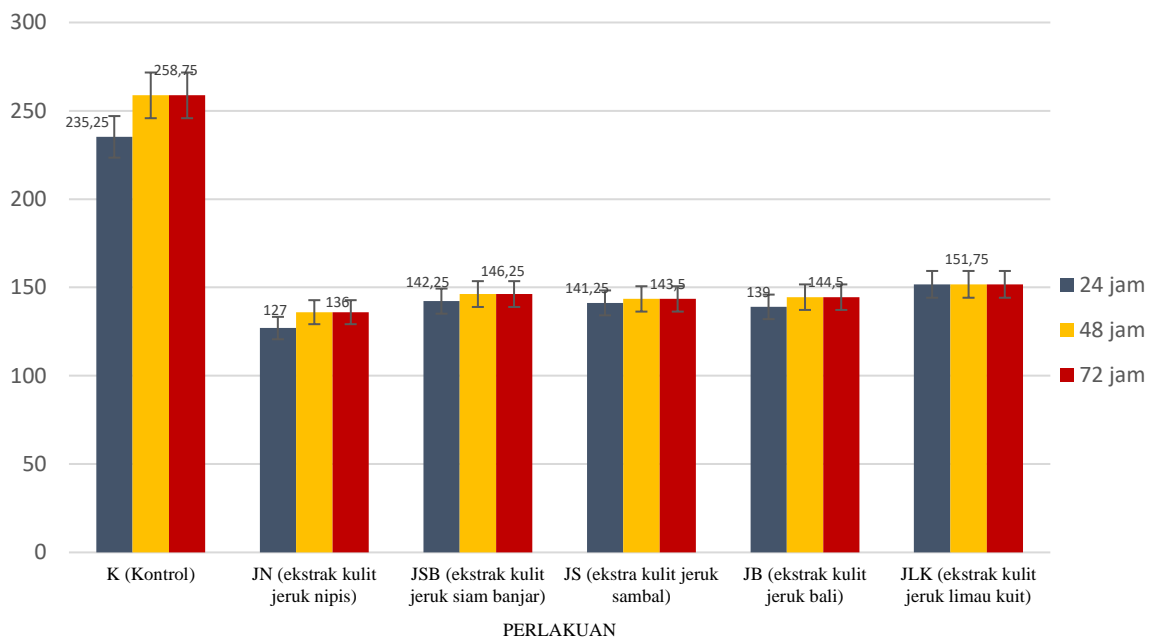
Koloni bakteri isolasi dari tanaman tomat bergejala layu yang ditumbuhkan pada media TZC menunjukkan bentuk bulat dengan tepi yang tidak beraturan, berwarna merah pada bagian tengah dengan tepi berwarna putih kusam dan uji gram dengan KOH 3 % menunjukkan gram negatif (Tabel 1 dan Gambar 1). Hasil ini menunjukkan bakteri *R. solanacearum* tersebut bersifat virulen. Menurut Rudrappa *et al.* (2016) *R. solanacearum* yang virulen memiliki bentuk koloni yang bulat dengan warna merah dibagian tengah dan tepi berwarna putih kusam serta bersifat gram negatif.

Tabel 1. Karakteristik *R. solanacearum* pada tanaman tomat

Bentuk koloni	Tepi koloni	Warna koloni	Gram (+/-)
Bulat	Tidak teratur	Tepi berwarna putih kusam dan bagian tengah berwarna merah	Negatif



Gambar 1. Pengamatan secara makroskopis karakteristik isolat *R. solanacearum* virulen pada media TZC. (A) Bentuk, tepi dan warna koloni, koloni yang diberi lingkaran adalah koloni yang diuji gram; (B) Bersifat gram negatif.


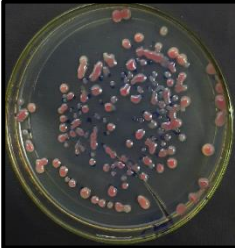
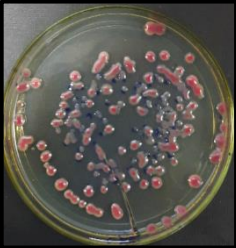
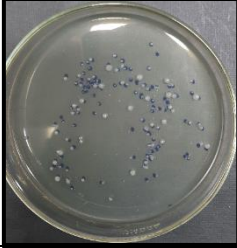
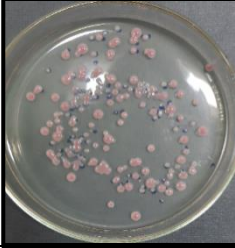
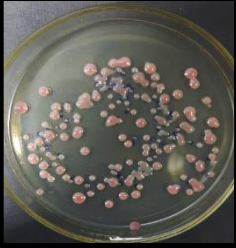
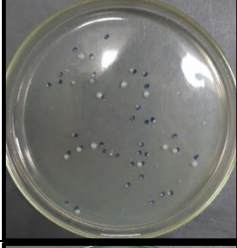
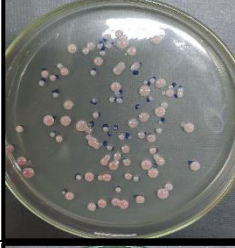
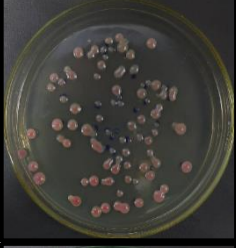
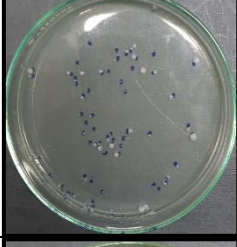
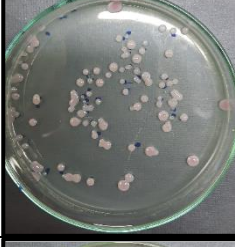
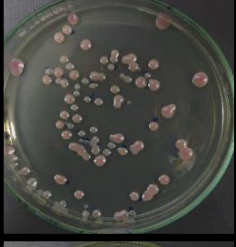
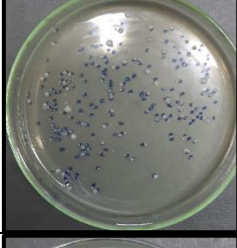
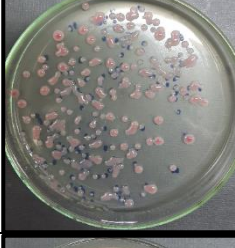






Gambar 3. Grafik rata-rata pertumbuhan koloni *R. solanacearum*

Pemberian ekstrak beberapa kulit jeruk terbukti dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan diameter koloni *R. solanacearum*. Hal ini ditandai dengan pertumbuhan koloni *R. solanacearum* pada kontrol lebih banyak dan diameter koloni *R. solanacearum* pada media TZC yang ditambahkan beberapa ekstrak kulit jeruk tidak berkembang (Tabel 2). Pada gambar 3 dapat dilihat jika dibandingkan dengan kontrol, pertumbuhan koloni *R. solanacearum* di media TZC yang diberi ekstrak kulit jeruk nipis paling sedikit yaitu 136 koloni. Ekstrak dari kulit limau kuit mampu menghambat pertumbuhan koloni *R. solanacearum* setelah 24 jam serta kulit jeruk nipis, kulit jeruk siam banjar, kulit jeruk sambal dan kulit jeruk bali mampu menghambat setelah 48 jam. Koloni bakteri *R. solanacearum* tidak berkembang diduga dari beberapa ekstrak kulit jeruk menghasilkan senyawa fitokimia yang berperan sebagai antibakteri dengan menghambat fungsi membran

sel. Hal ini didukung pernyataan Asowata-Ayodele *et al.* (2019) ekstrak kulit jeruk nipis, sambal (Husni *et al.*, 2020), bali (Wana dan Pagarra, 2018), siam banjar (Hidayat, 2018) dan limau kuit (Ariyani *et al.*, 2018) mampu menghambat aktivitas pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Tabel 2. Hasil pengamatan pertumbuhan koloni *R. solanacearum*

Perlakuan ekstrak kulit jeruk	Waktu pengamatan		
	24 jam	48 jam	72 jam
K (kontrol/ tanpa ekstrak)			
JN (nipis)			
JSB (siam banjar)			
JS (sambal)			
JB (bali)			
JLK (limau kuit)			

Data pengamatan rata-rata pertumbuhan koloni *R. solanacearum* pada 24 jam, menunjukkan hasil perlakuan K berbeda nyata dengan perlakuan JN, JS, JB, JSB dan JLK (Tabel 3). Hal ini mungkin disebabkan pada perlakuan K tidak ada penambahan zat atau senyawa pada media TZC yang dapat menghambat pertumbuhan koloni *R. solanacearum*, sehingga koloninyadapat tumbuh dengan optimal dibandingkan dengan pertumbuhan koloni *R. solanacearum* pada media TZC yang diberikan perlakuan. Pada perlakuan JN tidak berbeda nyata dengan perlakuan JS, JB, JSB dan JLK.

Tabel 3. Uji BNJ taraf 5 % terhadap pertumbuhan koloni *R. solanacearum*

No.	Perlakuan	Waktu pengamatan		
		24 jam	48 jam	72 jam
1	K	235.25 <sup>b</sup>	258.75 <sup>b</sup>	258.75 <sup>b</sup>
2	JN	127.00 <sup>a</sup>	136 <sup>a</sup>	136 <sup>a</sup>
3	JSB	142.25 <sup>a</sup>	146.25 <sup>a</sup>	146.25 <sup>a</sup>
4	JS	141.25 <sup>a</sup>	143.5 <sup>a</sup>	143.5 <sup>a</sup>
5	JB	139.00 <sup>a</sup>	144.5 <sup>a</sup>	144.5 <sup>a</sup>
6	JLK	151.75 <sup>a</sup>	151.75 <sup>a</sup>	151.75 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama disertai huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5 %

Hal ini diduga pada perlakuan JN, JS, JB, JSB dan JLK mempunyai kandungan senyawa yang sama. Hal ini didukung pada ekstrak kulit jeruk dari nipis, siam banjar, sambal, bali dan limau kuit mengandung senyawa flavonoid untuk menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membran sitoplasma dan metabolisme energi (Manik *et al.*, 2014), minyak atsiri dapat menghancurkan sel bakteri (Swamy *et al.*, 2016), saponin mengganggu permeabilitas membran sel (Zahro dan Agustin, 2013) alkaloid mengganggu komponen penyusun peptidoglikan sehingga menyebabkan kematian (Amalia *et al.*, 2017), tanin berperan menghambat pertumbuhan *E. coli* (Wana dan Pagarra, 2018) dan senyawa steroid dapat mengambat aktivitas bakteri *Streptococcus mutans* (Jeffrey *et al.*, 2020).

Menurut Egra *et al.* (2019a) aktivitas antibakteri dipengaruhi oleh senyawa yang terkandung, konsentrasi ekstrak dan struktur dinding sel. Goyal *et al.* (2008) menyatakan bahwa bakteri yang memiliki sifat gram negatif lebih tahan terhadap senyawa yang berperan sebagai antimikroba. Diperkuat Egra *et al.* (2019b) *R. solanacearum* memiliki sifat gram negatif, sehingga *R. solanacearum* memiliki struktur dinding sel yang lebih kompleks sehingga senyawa pada ekstrak tidak dapat merusak dinding sel *R. solanacearum*. Chusine dan Lamb (2005) juga menyatakan bahwa flavonoid tidak membunuh sel bakteri tetapi hanya menghambat pertumbuhan koloni bakteri. Mungkin hal ini yang menyebabkan rata-rata pertumbuhan koloni *R. solanacearum* pada perlakuan JN, JS, JB, JSB dan JLK tidak berbeda nyata.

## Kesimpulan

Ekstrak dari kulit jeruk nipis, jeruk sambal, jeruk bali, jeruk siam banjar dan limau kuit berpotensi dan berdasarkan rata-rata jumlah koloni, ekstrak kulit jeruk nipis yang paling berpotensi dalam menghambat pertumbuhan koloni *R. solanacearum* secara *in vitro*.

## Daftar Pustaka

- Affan, I., Razali & Rastina. (2017). Jumlah cemaran total plate count (TPC) dan *Escherichia coli* susu kambing segar yang berasal dari usaha ternak kambing perah di Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(1), 17-22.
- Aldi, A. T. U. D. W. R. A. (2016). Efektivitas ekstrak kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dengan NaOCl 5,25 % sebagai alternatif larutan irigasi saluran akar dalam menghambat bakteri *Enterococcus faecalis*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanudin, Makassar.
- Amalia, A., I. Sari & R. Nursanty. (2017). Aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat daun sembung (*Blumea balsamifera* (L.) DC.) terhadap pertumbuhan bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, Banda Aceh.
- Ariyani, H., Nazemi, M., Hamidah & Kurniati, M. (2018). The effectiveness of antibacterial the citrus lime peel extract (*Citrus hystrix* DC) of some bacteria. *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*, 2(1), 136-141.
- Arwiyanto, T. (2014). *Ralstonia solanacearum*: biologi, penyakit yang ditimbulkan dan pengelolaannya. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Asowata-Ayodele, M. A., Dabesor, P. A. & Afolabi, B. (2019). Phytochemical compositions and antimicrobial activities of *Citrus sinensis* and *Citrus aurantifolia* peels on selected pathogenic bacteria isolated from jollof rice. *International Journal of Pathogen Research*, 2(3), 1-7.
- Atiqah, S. N. (2017). Optimasi dan uji pelepasan quercetin ekstrak daun kelor (*Moringa oliefera*) dalam sediaan gel-mikroemulsi. Skripsi. Fakultas Kedokteran dan Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Base, N. H. (2018). Identifikasi kandungan senyawa flavonoid ekstrak kulit buah jeruk bali (*Citrus maxima* Merr.) secara kromatografi lapis tipis. *Jurnal Yamasi*, 2(1).
- Choliq, F. A., Martosudiro, M., Istiqomah & Nijami, M. F. (2020). Isolasi dan uji kemampuan bakteriofag sebagai agens pengendali penyakit layu bakteri (*Ralstonia solacearum*) pada tanaman tomat. *Jurnal Viabel Pertanian*, 14(1), 8-20.
- Chusine, T. P. T. & Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26(5), 343-356.
- Costa, K. D. S., Dos Santos, P. R., Dos Santos, A. M. M., Silvia, A. M. F., Chagas, J. T. B., De Carvalho Filho, J. L. S., de L. Pereira, J. W., Silva, M. de O., Da Silva, J. R. & Menezes, D. (2019). Genetic control of tomato resistance to *Ralstonia solanacearum*. *Euphytica*, 215(136), 1-11.



- Egra, S., Mhardiana, Rofin, M., Adiwena, M., Jannah, N., Kuspradini, H. & Mitsunaga, T. (2019a). Aktivitas antimikroba ekstrak bakau (*Rhizopora mucronata*) dalam menghambat pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu. *AGROVIGOR: Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1), 26-31.
- Egra, S. Mhardhiana, Patriawan, R., Kartanam S. Sitrait & Kusparidin, H. (2019b). Aktivitas antimikroba tanaman paku (*Stenochlaena palustris* dan *Pteridium caudatum*) terhadap bakteri (*Ralstonia solanacearum* dan *Streptococcus sobnirus*). *Jurnal Jamu Indonesia*. 4(1), 28-36.
- Febrianti, D. R., Susanto, Y., Niah, R. & Latifah, S. (2019). Aktivitas antibakteri minyak atsiri kulit jeruk siam banjar (*Citrus reticulata*) terhadap pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Pharmascience*, 6(1), 10-17.
- Genin, S. (2010). Molecular traits controlling host range and adaptation to plants in *Ralstonia solanacearum*. *New Phytologis*, 187, 920–928.
- Goyal, P., Khanna, A., Chauhan, A., Chauhan, G. & Kaushik, P. (2008). *In vitro* evaluation of crude extracts of *Catharanthus roseus* for potential antibacterial activity. *International Journal of Green Pharmacy*, 2(3), 176-181.
- Hidayat, R. (2018). Uji aktivitas antibakteri fraksi etanol kulit buah *Citrus reticulata* terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* menggunakan metode difusi cakram. Skripsi. Fakultas Ilmu Kesehatan UMM, Malang.
- Husni, E., Ismed, F. & Afriyandi, D. (2020). Standarization study of simplicia and extract of calamondin (*Citrus microcarpa* Bunge) peel, quantification of hesperidin and antibacterial assay. *Pharmacognosy Journal*, 12(4), 777-783.
- Jeffrey, M. H. Satari, Kurnia, D. & Sudigdoadi, S. (2020). Inhibition on *Streptococcus mutans* induced by the extract of *Citrus aurantifolia* peel. *Journal of International and Medical*, 13(1), 122-127.
- Jones, J. B. & Harmon, C. (2010). *R. solanacearum*/culture media. The United States Department of Agriculture - National Reseach Intiative Program. 3–6.
- Kasidal, N. Aidawati & Adriani, D. E. (2019). Uji efektifitas agensia hayati dalam mengendalikan penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum* dan meningkatkan pertumbuhan serta hasil tanaman cabai (*Capsicum annum*). *EnviroScienteeae*, 15(3), 349-356.
- Manik, D. F., Hertiani, T. & Anshory, H. (2014). Analisis korelasi antara kadar flavonoid dengan aktivitas antibakteri ekstrak etanol dan fraksi-fraksi daun kersen (*Muntingia calabura* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Journal Khazanah*, 6(2), 1-11.
- Rudrappa, K. B., Suryawanshi, A. P., Punitkumar, N. D., Ganesh, J. K., Lambani, K. & Singh, R. (2016). Cultural and biochemical characterization of *Ralstonia solanacearum* causing bacterial wilt in tomato. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 10(4), 3111–3115.
- Silvia, D. (2018). Uji aktivitas antifungi ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap jamur *Candida albicans*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel, Surabaya.
- Swamy, M. K., Akhtar, M. S. & Sinniah, U. R. (2016). Antimicrobial properties of plant essential oils against human pathogens and their mode of action: an update review. *Evidence-Based Complementary and alternative medicine*, 1-21.

- Wana, N & Pagarra, H. (2018). Efektivitas ekstrak pektin dari kulit buah jeruk bali (*Citrus maxima*) sebagai antimikroba. *Jurnal Ilmiah Bionature*, 19(2), 140-151.
- Wardani, R., Jekti, D. S. D. & Sedijani, P. (2018). Uji aktivitas antibakteri ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle) terhadap pertumbuhan bakteri isolat klinis. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 5(1), 10-17.
- Wiratama, I. P. R. S. (2014). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit jeruk bali (*Citrus grandis*) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* secara *In vitro*. Abstrak Thesis. Fakultas Kedokteran UB, Malang.
- Wulandari, M., Idawati, N. & Gusrizal. (2013). Aktivitas antioksidan ekstrak *n*-heksana, etil asetat dan metanol kulit buah jeruk sambal (*Citrus microcarpa* Bunge). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(2), 90-94.
- Yatin, F. A. K. (2016). Ketahanan beberapa genotipe tanaman tomat yang diberi iradiasi sinar gamma terhadap penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum*. Skripsi. Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Yudha, P. A. & Ngadiani. (2018). Uji efektivitas antibakteri ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* L.) terhadap pertumbuhan *Ralstonia solanacearum*. *Medical Technology and Public Health Journal*, 2(2), 109-114.
- Zahro, L. & Agustini, R. (2013). Uji efektivitas antibakteri ekstrak kasar saponin jamur tiram putih (*pleurotus ostreatus*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3), 120-129.