



## Potensi Bakteri Endofit dari Akar Kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith) dalam Menghambat Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*

### *The Potential of Endophytic Bacteria from Kecombrang Roots (*Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith) in Inhibiting the Growth of *Staphylococcus aureus**

Nurul Abdillah Lubis, Kiki Nurtjahja, Rahmiati\*, & Ferdinand Susilo

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Medan Area, Indonesia

#### Abstrak

Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup dalam jaringan tumbuhan dan mampu menghasilkan metabolit sekunder berupa zat bioaktif yang serupa dengan yang dihasilkan oleh tanaman inangnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi bakteri endofit dari akar kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith) serta menguji kemampuan mereka dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Penelitian dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif melalui beberapa tahapan yaitu persiapan sampel, sterilisasi alat dan media, isolasi, karakterisasi, dan pengujian. Hasil penelitian mengidentifikasi tiga isolat bakteri endofit dari akar kecombrang, yaitu AK1, AK2, dan AK3, yang menunjukkan bahwa ketiganya adalah bakteri gram positif berbentuk kokus. Uji penghambatan menunjukkan bahwa bakteri endofit tersebut memiliki sifat antagonis terhadap *Staphylococcus aureus*. Isolat dengan kode AK1 memiliki zona hambat sebesar 9,6 mm, AK2 memiliki zona hambat terendah sebesar 6,6 mm, dan AK3 memiliki zona hambat terbesar sebesar 13,5 mm.

**Kata Kunci:** Bakteri endofit; Kecombrang; *Staphylococcus aureus*

#### Abstract

*Endophytic bacteria are bacteria that live within plant tissues and are capable of producing secondary metabolites in the form of bioactive compounds similar to those produced by their host plants. This study aims to isolate and characterize endophytic bacteria from the roots of kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith) and to test their ability to inhibit the growth of *Staphylococcus aureus*. The research was conducted using a quantitative descriptive method through several stages, including sample preparation, sterilization of equipment and media, isolation, characterization, and testing. The results identified three isolates of endophytic bacteria from the roots of kecombrang, namely AK1, AK2, and AK3, which were shown to be gram-positive cocci. Inhibition tests indicated that these endophytic bacteria exhibit antagonistic properties against *Staphylococcus aureus*. The isolate coded AK1 had an inhibition zone of 9.6 mm, AK2 had the lowest inhibition zone of 6.6 mm, and AK3 had the largest inhibition zone of 13.5 mm.*

**Keywords:** Endophytic Bacteria; Kecombrang; *Staphylococcus aureus*

**How to Cite:** Lubis, N.A., Nurtjahja, K., Rahmiati., & Susilo, F. (2024). Potensi Bakteri Endofit dari Akar Kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith) dalam Menghambat Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 6(1) 2024: 75-83

\*E-mail: [rahmiati@staff.uma.ac.id](mailto:rahmiati@staff.uma.ac.id)

ISSN 2722-9777 (Online)



## PENDAHULUAN

Tanaman kecombrang, yang memiliki nama ilmiah *Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith, adalah anggota dari keluarga Zingiberaceae. Diakui oleh masyarakat sebagai sumber rempah-rempah yang berharga, tanaman ini telah lama dimanfaatkan untuk keperluan obat tradisional dan bahan pangan. Bagian-bagian dari tanaman kecombrang yang sering dimanfaatkan meliputi bunga dan tangkai bunganya, rimpang, daun, serta buahnya (Lingga *et al.*, 2016).

Batang kecombrang telah dikenal digunakan secara tradisional sebagai obat untuk meredakan batuk dan merawat masalah mata. Di sisi lain, daun kecombrang sering dimanfaatkan sebagai pengering luka dan pengobatan berbagai penyakit kulit. Selain itu, bunga kecombrang telah lama diolah menjadi rempah atau lalapan yang tidak hanya memberikan aroma dan rasa khas, tetapi juga memiliki manfaat tambahan seperti memperlancar dan meningkatkan produksi ASI serta menghilangkan bau amis pada makanan (Turnip, 2019). Kecombrang terbukti mengandung beragam senyawa kimia yang bermanfaat, termasuk senyawa antibakteri dan antioksidan. Beberapa contoh senyawa kimia yang terdapat dalam kecombrang meliputi alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin (Nurlaili *et al.*, 2022).

Bakteri endofit merupakan mikroorganisme yang menghuni jaringan tanaman dan menjalin hubungan mutualisme dengan inangnya. Dalam kaitannya dengan produksi metabolit sekunder, bakteri endofit memiliki kemampuan untuk menghasilkan zat bioaktif yang serupa dengan yang dihasilkan oleh tanaman inangnya. Hal ini membuka peluang untuk memanfaatkan bakteri endofit sebagai agen hayati dalam pengendalian mikroorganisme patogen, karena kemampuannya dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang memiliki sifat antagonis terhadap patogen (Zulkifli *et al.*, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Kusumawati *et al.*, (2014) juga menunjukkan bahwa bakteri endofit mampu memproduksi senyawa bioaktif dengan sifat antibakteri yang serupa dengan tanaman tempatnya hidup.

Hingga saat ini, pengetahuan tentang bakteri endofit yang menghuni tanaman masih terbatas, terutama dalam konteks tanaman kecombrang. Oleh karena itu, penting dilakukan eksplorasi lebih lanjut terhadap bakteri endofit guna mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai jenis-jenis bakteri yang dapat memberikan

dukungan optimal terhadap pertumbuhan tanaman. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi ragam bakteri endofit yang terdapat pada akar tanaman kecombrang (*Etlingera elatior*) serta mengevaluasi kemampuan antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus*, bakteri patogen yang sering menyebabkan infeksi pada manusia.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dari bulan November 2021 hingga Januari 2022 di Laboratorium Bioproses Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Alat yang digunakan meliputi cawan petri, tabung reaksi, kawat ose, pinset, pipet tetes, kertas saring, kertas label, beaker glass, gelas ukur, bunsen, oven, spatula, object glass, cover glass, gelas ukur, timbangan analitik, hotplate, dan mikroskop. Bahan yang digunakan meliputi akar kecombrang (*Etlingera elatior*), alkohol 70%, natrium hipoklorit (NaOCl), aquades steril, media NA (Nutrient Agar), hidrogen peroksida (Uji Katalase), media Triple Sugar Iron Agar (TSIA) (Uji Fermentasi Gula), media Sulfide Indole Motility (Uji Motilitas), media Simmons Citrate Agar (Uji Fermentasi Sitrat), serta reagen pewarnaan (Kristal Violet, Safranin, Lugol, Aseton Alkohol) dan spiritus. Bakteri uji yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* yang diperoleh dari Laboratorium Bioproses Teknologi Kimia Industri Medan.

Isolasi Bakteri Endofit dilakukan dengan mencuci sampel akar kecombrang (*Etlingera elatior*) sebanyak 1gram dengan air mengalir hingga bersih, kemudian dipotong menjadi panjang 1 cm. Sterilisasi permukaan dilakukan dengan merendam sampel akar menggunakan alkohol 70% selama 1 menit, natrium hipoklorit 5,25% selama 2 menit, dan dibilas dengan aquadest steril selama 2 kali. Akar kecombrang yang sudah disterilisasi permukaannya diinokulasikan ke dalam cawan petri steril yang berisi medium NA (*Nutrient Agar*) dan diinkubasi selama 24 jam. Selanjutnya, bakteri yang tumbuh diisolasi kembali pada media NA dan diinkubasi selama 24 jam untuk mendapatkan biakan murni bakteri endofit.

Karakterisasi Bakteri Endofit dilakukan melalui tiga tahap, yaitu karakterisasi makroskopis, karakterisasi mikroskopis, dan karakterisasi melalui uji biokimia. Karakterisasi makroskopis mencakup identifikasi morfologi bakteri berdasarkan bentuk, warna, tepi, dan elevasi koloni. Karakterisasi mikroskopis dilakukan dengan metode pewarnaan gram untuk membedakan antara bakteri gram positif dan gram negatif. Selain

itu, karakterisasi melalui uji biokimia mencakup uji katalase, uji fermentasi gula, uji motilitas, dan uji sitrat.

Uji antibakteri dilakukan dengan metode difusi kertas cakram. Supernatan bakteri endofit dari akar kecombrang diteteskan ke atas kertas disk yang diletakkan di atas medium NA pada cawan petri yang telah disebarkan dengan suspensi *Staphylococcus aureus*. Diameter zona hambat yang muncul di sekitar kertas disk diukur menggunakan jangka sorong.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Makroskopis Bakteri Endofit Akar Kecombrang

Dari hasil isolasi, ditemukan bahwa terdapat 3 isolat bakteri endofit yang berasal dari akar kecombrang. Ketiga isolat ini diklasifikasikan sebagai jenis bakteri yang berbeda karena menunjukkan variasi karakteristik yang berbeda-beda, yang ditentukan melalui pengamatan morfologi koloni bakteri secara makroskopis, termasuk bentuk, tepi, elevasi, dan warna koloni. Setelah membedakan karakteristik tersebut, masing-masing koloni bakteri diberi nama Akar Kecombrang (AK) dengan kode AK1, AK2, dan AK3.

Tabel 1. Karakteristik Makroskopis Bakteri Endofit Akar Kecombrang

Kode Isolat	Bentuk	Warna	Tepi	Elevasi
AK1	Irregular	Putih	Lobate	Datar
AK2	Circular	Putih	Entire	Datar
AK3	Spindle	Putih	Undulate	Datar

Berdasarkan data yang tercantum dalam Tabel 1, isolat bakteri endofit dari akar kecombrang menunjukkan variasi morfologi koloni yang berbeda. Isolat AK1 memiliki karakteristik bentuk koloni yang tidak teratur (*irregular*) dengan tepi yang lobate. Isolat AK2, sebaliknya, menunjukkan bentuk koloni yang bulat (*circular*) dengan tepi yang utuh (*entire*), yang menandakan kontur yang halus dan tidak terpotong. Sementara itu, isolat AK3 memiliki bentuk koloni yang menyerupai *spindel* dengan tepi bergelombang (*undulate*), menunjukkan pinggiran koloni yang tidak rata.

Meskipun ada variasi dalam bentuk dan tepi koloni, semua isolat (AK1, AK2, dan AK3) menunjukkan kesamaan dalam elevasi koloni, yaitu datar, yang menunjukkan permukaan koloni yang tidak terangkat dari medium pertumbuhan. Selain itu, semua isolat memiliki warna koloni yang putih, yang bisa mengindikasikan kesamaan dalam

jenis pigmen yang diproduksi atau kurangnya produksi pigmen warna lain.

Karakteristik morfologi koloni merupakan parameter penting dalam identifikasi dan diferensiasi bakteri. Bentuk koloni, tepi, elevasi, dan warna memberikan petunjuk awal tentang identitas bakteri dan dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut. Perbedaan dalam morfologi koloni juga dapat mencerminkan adaptasi isolat bakteri terhadap kondisi lingkungan atau medium pertumbuhan yang digunakan.

### Karakterisasi Makroskopis Bakteri Endofit Akar Kecombrang

Karakterisasi mikroskopis dilakukan untuk mengamati morfologi sel bakteri, yang mencakup proses pewarnaan gram dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik Mikroskopis Bakteri Endofit Akar Kecombrang

<b>Kode Isolat</b>	<b>Bentuk</b>	<b>Penataan</b>	<b>Gram</b>
AK1	Kokus	<i>Staphylo</i>	+
AK2	Kokus	<i>Staphylo</i>	+
AK3	Kokus	<i>Staphylo</i>	+

Dari data yang tercantum dalam Tabel 2, terlihat bahwa ketiga isolat bakteri endofit memiliki sifat gram positif dan berbentuk kokus. Pewarnaan gram digunakan untuk membedakan antara bakteri gram positif dan gram negatif berdasarkan perbedaan dalam struktur dinding sel mereka. Bakteri gram positif memiliki dinding sel yang tebal dan kaya akan peptidoglikan, yang memungkinkan mereka untuk mempertahankan pewarna kristal violet selama proses pewarnaan, sehingga tampak berwarna biru atau ungu di bawah mikroskop. Sebaliknya, bakteri gram negatif memiliki dinding sel yang lebih tipis dengan lapisan peptidoglikan yang lebih sedikit dan dilapisi oleh membran luar, menyebabkan mereka tidak mempertahankan pewarna kristal violet tetapi menyerap pewarna safranin, sehingga tampak berwarna merah.

Pengamatan mikroskopis yang dilakukan pada isolat bakteri AK1, AK2, dan AK3 menunjukkan bahwa ketiganya mengadopsi bentuk kokus, yang merupakan karakteristik dari bakteri gram positif. Bentuk kokus merujuk pada sel-sel bakteri yang berbentuk bulat, yang dapat muncul dalam berbagai pengaturan seperti berkelompok atau berantai, tergantung pada spesiesnya. Penemuan ini sejalan dengan karakteristik umum dari banyak bakteri endofit gram positif, yang sering ditemukan dalam berbagai jaringan tumbuhan dan memainkan peran penting dalam interaksi simbiotik dengan tanaman inangnya (Safika & Jalaluddin, 2017).

Dengan adanya hasil ini, dapat disimpulkan bahwa ketiga isolat bakteri endofit

dari akar kecombrang tidak hanya berbagi sifat morfologi yang sama, tetapi juga menunjukkan karakteristik pewarnaan gram yang khas dari bakteri gram positif. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi potensi biokimia dan peran ekologis dari bakteri ini dalam mendukung kesehatan dan pertumbuhan tanaman kecombrang.

Tabel 3. Hasil Uji Biokimia Bakteri Endofit Akar Kecombrang

Kode Isolat	Uji Katalase	Uji Fermentasi Karbohidrat						Uji Motilitas	Uji Sitrat	
		Slant	Butt	Glu	Suk	Lak	Endapan			Gas
AK1	+	K	K	+	+	+	+	-	-	-
AK2	+	K	K	+	+	+	-	-	-	-
AK3	+	M	K	+	-	-	-	+	+	-

Keterangan: K (Kuning); M (Merah); Glu (Glukosa); Suk (Sukrosa); Lak (Laktosa); (+) (Hasil Uji Positif; (-) (Hasil Uji Negatif)

Isolat bakteri endofit kemudian disubjekkan pada serangkaian uji biokimia, termasuk uji katalase, uji fermentasi gula, uji motilitas, dan uji fermentasi sitrat. Berdasarkan data yang tercantum dalam Tabel 3, hasil uji biokimia menunjukkan perbedaan dalam respons ketiga isolat bakteri endofit dari akar kecombrang terhadap setiap pengujian yang dilakukan.

Hasil uji katalase menunjukkan bahwa isolat bakteri dengan kode AK1, AK2, dan AK3 menunjukkan aktivitas katalase yang positif, ditandai dengan pembentukan gelembung gas  $O_2$  setelah penambahan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Menurut Tobi *et al.*, (2022), bakteri yang menunjukkan positif katalase akan mengkatalis penguraian hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) menjadi air ( $H_2O$ ) dan  $O_2$ , yang menyebabkan terbentuknya gelembung gas  $O_2$  sebagai hasil aktivitas katalase.

Tujuan dari uji fermentasi gula adalah untuk mengevaluasi kemampuan bakteri dalam memfermentasikan karbohidrat tertentu, seperti glukosa, laktosa, dan sukrosa, untuk menghasilkan asam atau gas  $CO_2$  (Kosasi, 2019). Apabila terjadi perubahan warna menjadi kuning baik pada bagian lereng (*slant*) maupun dasar (*butt*), itu menunjukkan bahwa bakteri memiliki kemampuan untuk memfermentasikan glukosa, sukrosa, dan laktosa. Namun, jika *slant* berwarna merah dan *butt* berwarna kuning, itu menunjukkan bahwa bakteri hanya mampu memfermentasikan glukosa (Kursia *et al.*, 2021).

Hasil uji fermentasi gula bakteri endofit pada AK1 terlihat perubahan warna kuning pada bagian lereng (*slant*) dan terbentuknya endapan hitam pada bagian dasar

(*butt*). Hal ini berarti bakteri AK1 mampu memfermentasikan glukosa, laktosa, dan sukrosa serta positif H<sub>2</sub>S yang ditandai dengan adanya perubahan warna hitam pada media (Syabaniar *et al.*, 2017). Bakteri endofit dengan kode AK2 menghasilkan perubahan warna pada bagian lereng (*slant*) dan bagian dasar (*butt*) berwarna kuning, yang berarti bakteri AK2 mampu memfermentasikan glukosa, laktosa, dan sukrosa. Sedangkan pada bakteri endofit dengan kode AK3, bagian lereng (*slant*) berwarna merah dan bagian dasar (*butt*) berwarna kuning serta media yang terangkat ke atas. Hal ini berarti bakteri AK3 hanya mampu memfermentasikan glukosa dan media pada AK3 terangkat ke atas disebabkan oleh adanya pembentukan gas CO<sub>2</sub> di dasar media yang ditandai dengan adanya ruang kosong di dasar media (Kursia *et al.*, 2019).

Menurut Panjaitan *et al.*, (2020), uji motilitas bertujuan untuk melihat ada tidaknya pergerakan bakteri di dalam media tumbuh. Berdasarkan hasil uji pada AK1, terlihat tidak adanya pergerakan bakteri yang terjadi dan media berubah menjadi hitam dikarenakan terbentuknya hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S). Pada AK2, hasil menunjukkan negatif motil dikarenakan hanya terlihat pertumbuhan pada permukaan yang ditusuk. Sedangkan pada AK3, terlihat adanya pertumbuhan bakteri berbentuk akar yang menyebar pada media di sekitar area tusukan.

Uji sitrat digunakan untuk melihat kemampuan mikroorganisme dalam menggunakan sitrat sebagai sumber energi (Ismiati *et al.*, 2020). Berdasarkan uji pada ketiga isolat AK1, AK2, dan AK3, tidak ada perubahan warna pada media yang artinya ketiga isolat bakteri endofit tidak menggunakan sitrat sebagai sumber energinya.

### **Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit Terhadap *Staphylococcus aureus***

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan *Amoxicillin* sebagai kontrol positif, yang disiapkan dengan melarutkan 1 gram *Amoxicillin* dalam 10 ml aquades. Sebagai kontrol negatif digunakan larutan DMSO. Menurut Sakul *et al.*, (2020), kategori daya hambat bakteri dibagi menjadi empat, yaitu sangat kuat ( $\geq 20$  mm), kuat (10-20 mm), sedang (5-10 mm), dan lemah ( $\leq 5$  mm). Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Diameter Zona Hambat Bakteri Endofit Akar Kecombrang Terhadap *Staphylococcus aureus*

Kode Isolat	Diameter Zona Hambat (mm)			Rata-rata (mm)	Kategori
	1	2	3		
K (-)	0	0	0	0.0	Tidak Menghambat
K (+)	8.5	9.8	9.6	9.3	Sedang
AK1	10.5	9.2	9.1	9.6	Sedang
AK2	9	5.3	5.5	6.6	Sedang
AK3	15.1	13.4	12	13.5	Kuat

Hasil yang didapatkan dari uji aktivitas antibakteri bakteri endofit pada Tabel 4 menunjukkan hasil yang berbeda. Zona hambat terbesar dihasilkan oleh isolat bakteri AK3 yaitu 13,5 mm, sedangkan zona hambat terkecil dihasilkan oleh isolat bakteri AK2 yaitu 6,6 mm. Berdasarkan zona hambat yang terbentuk dari aktivitas antibakteri bakteri endofit akar kecombrang, isolat bakteri endofit AK1 dan AK2 memiliki kategori zona hambat sedang, sedangkan AK3 tergolong zona hambat kuat. Adanya aktivitas antibakteri terlihat dengan adanya zona bening yang terdapat di sekeliling kertas cakram pada media pertumbuhan (Wigunarti *et al.*, 2016). Semakin besar zona bening yang terbentuk, semakin besar potensi dari isolat bakteri endofit sebagai antibakteri.

Terbentuknya zona hambat ditandai dengan zona bening di sekitar cakram yang disebabkan oleh adanya aktivitas antibakteri. Berdasarkan mekanisme kerjanya, antibakteri dibedakan menjadi bakterisida dan bakteriostatik (Sinurat *et al.*, 2019). Bakterisida adalah antibakteri yang mampu menyebabkan kematian pada bakteri uji, seperti yang terlihat pada isolat bakteri endofit AK1 dan AK2. Sedangkan pada isolat bakteri endofit AK3, yang merupakan zona hambat terbesar, namun tidak terlihat jelas zona bening di sekitar cakram. Hal ini berarti bakteri endofit AK3 bersifat bakteriostatik, yaitu bakteri yang hanya dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa bakteri endofit yang diisolasi dari akar kecombrang (*Etlingera elatior*) ditemukan sebanyak 3 isolat dengan kode AK1, AK2 dan AK3 memiliki bentuk kokus, jenis bakteri gram positif. Ketiga isolat yang diisolasi dari akar kecombrang (*Etlingera elatior*) memiliki potensi sebagai antibakteri. Zona hambat terbaik dalam menghambat *Staphylococcus aureus* adalah pada isolat AK3 sebesar 13,5 mm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ismiati, I., Fauziah, I., & Rahmiati, R. (2020). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Pada Air Gambut di Kawasan Desa Sungai Daun Kecamatan Pasir Limau Kapas Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 2(1), 39-45.
- Kosasi, C., Lolo, W. A., & Sudewi, S. (2019). Isolasi dan uji aktivitas antibakteri dari bakteri yang berasosiasi dengan alga *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh serta identifikasi secara biokimia. *Pharmakon*, 8(2), 351-359.
- Kursia, S., Imrawati, I., Halim, A., Sasmita, S., & Hanifah, F. (2019). Identifikasi Biokimia dan Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari Limbah Sayur Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Kesehatan*, 51-60.
- Kursia, S., Imrawati, I., Ismail, I., Halim, A., Ramadani, N., Ramadhani, F., ... & Hanifah, F. (2021). Identifikasi Biokimia dan Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat Limbah Sayur Bayam. *Media Farmasi*, 16(1), 27-32.
- Kusumawati, D. E., Pasaribu, F. H., & Bintang, M. (2014). Aktivitas antibakteri isolat bakteri endofit dari tanaman miana (*Coleus scutellarioides* [L.] Benth.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Current Biochemistry*, 1(1), 45-50.
- Lingga, A. R., Pato, U., & Rossi, E. (2016). Uji antibakteri ekstrak batang kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Panjaitan, F. J., Bachtiar, T., Arsyad, I., Lele, O. K., & Indriyani, W. (2020). Karakterisasi mikroskopis dan uji biokimia bakteri pelarut fosfat (bpf) dari rhizosfer tanaman jagung fase vegetatif. *CIWAL (Jurnal Ilmu Pertanian dan Lingkungan)*, 1(1), 9-17.
- Nurlaili, N., Maulida, A., Theresia, C., Sandika, F. A., & Hairah, U. (2022). Aplikasi Ekstrak Tanaman Kecombrang (*Etilingera elatior*) Sebagai Pengawet Alami pada Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*): Application of Kecombrang (*Etilingera elatior*) Plant Extract as a Natural Preservative in *Tilapia* (*Oreochromis niloticus*) Meat. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 4(2), 198-204.
- Safika, S., & Jalaluddin, M. (2017). Jumlah koloni bakteri selulolitik pada sekum ayam kampung (*Gallus domesticus*). *JURNAL ILMIAH MAHASISWA VETERINER*, 1(3), 558-565.
- Sakul, G., Simbala, H. E., & Rundengan, G. (2020). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Pangi (*Pangium edule* Reinw. ex Blume) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Pharmakon*, 9(2), 275-283.
- Sinurat, A. A. P., Renta, P. P., Herliany, N. E., Negara, B. F., & Purnama, D. (2019). Uji Aktivitas antibakteri ekstrak metanol rumput laut *gracilaria edulis* terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Enggano*, 4(1), 105-114.
- Syabaniar, L., Erina, E., & Sayuti, A. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam laktat (BAL) Genus *Lactobacillus* Dari Feses Orangutan Sumatera (*Pongo abelii*) di Kebun Binatang Kasang Kulim Bangkinang Riau. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(3), 351-359.
- Tobi, C. H. B., Saptarini, O., & Rahmawati, I. (2022). Aktivitas antibiofilm ekstrak dan fraksi-fraksi biji pinang (*Areca catechu* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *J Pharm Sci*, 1, 57.
- Turnip, H. (2019). Kajian Manfaat Tanaman Agroforestri Kecombrang (*Etilingera elatior*) Sebagai Obat dan Pangan Oleh Masyarakat di Kecamatan Kabanjahe, Kabupaten Karo (Skripsi, Universitas Sumatera Utara).
- Wigunarti, A. H., Pujiyanto, S., & Supriyadi, A. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan Bakteri *Escherichia coli*. *Berkala Bioteknologi*.
- Zulkifli, L., Jekti, D. S. D., Lestari, N., & Rasmi, D. A. C. (2016). Isolasi bakteri endofit dari sea grass yang tumbuh di kawasan pantai pulau lombok dan potensinya sebagai sumber antimikroba terhadap bakteri patogen. *Jurnal Biologi Tropis*.