

**Potensi Antibakteri Kulit Pisang Kepok Sobo Londo  
(*Musa paradisiaca* L.) terhadap Enterohemorrhagic  
*Escherichia coli* (EHEC) Penyebab Diare**

**Skripsi**



**Kezia Yovanka Irawan**

**31180241**

**Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Yogyakarta  
2023**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kezia Yovanka Irawan  
NIM : 31180241  
Program studi : Biologi  
Fakultas : Bioteknologi  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“POTENSI ANTIBAKTERI KULIT PISANG KEPOK SOBO LONDO (*Musa paradisiaca* L.) TERHADAP ENTEROHEMORRHAGIC *Escherichia coli* (EHEC) PENYEBAB DIARE”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta  
Pada Tanggal : 9 Februari 2023

Yang menyatakan



(Kezia Yovanka Irawan)

NIM. 31180241

Potensi Antibakteri Kulit Pisang Kepok Sobo Londo (*Musa paradisiaca* L.) terhadap Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (*EHEC*) Penyebab Diare

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi Universitas  
Kristen Duta Wacana



**Kezia Yovanka Irawan**

**31180241**

**Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Yogyakarta  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi dengan judul:

POTENSI ANTIBAKTERI KULIT PISANG KEPOK SOBO LONDO (*Musa paradisiaca* L.) TERHADAP ENTEROHEMORRHAGIC *Escherichia coli* (EHEC) PENYEBAB DIARE

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

**KEZIA YOVANKA IRAWAN**

31180241




Dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada tanggal 28 Januari 2023

Nama Dosen

Tanda Tangan

1. Prof. Dr. Kris Herawan Timotius  
(Dosen Penguji I/Ketua Tim Penguji) : 
2. Dr. Dhira Satwika, M.Sc.  
(Dosen Pembimbing I/Tim Penguji) : 
3. Tri Yahya Budiarmo, S.Si, MP.  
(Dosen Pembimbing II/Tim Penguji) : 

Yogyakarta, 9 Februari 2023

Disahkan Oleh:

Dekan,

Ketua Program Studi,



Dr. Dhira Satwika, M.Sc.  
NIK : 904 E 146

Dwi Aditjarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc.  
NIK : 214 E 556

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Potensi Antibakteri Kulit Pisang Kepok Sobo Londo  
(*Musa paradisiaca* L.) terhadap Enterohemorrhagic  
*Escherichia coli* (EHEC) Penyebab Diare

Nama Mahasiswa : Kezia Yovanka Irawan

Nomor Induk Mahasiswa : 31180241

Hari/Tanggal Ujian : Sabtu/28 Januari 2023

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



(Dr. Dhira Satwika, M.Sc.)  
NIK : 904 E 146

(Tri Yahya Budiarmo, S.Si, MP.)  
NIK : 934 E 209

Ketua Program Studi  
Biologi,

**DAUTA WACANA**



(Dwi Adityarini, S.Si., M. Biotech., M. Sc.)  
NIK : 214 E 556

## LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kezia Yovanka Irawan

NIM : 31180241

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Potensi Antibakteri Kulit Pisang Kepok Sobo Londo (*Musa paradisiaca* L.) terhadap Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) Penyebab Diare”**

Adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 18 Januari 2023



(Kezia Yovanka Irawan)

NIM : 31180241

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Potensi Antibakteri Ekstrak Kulit Pisang Kepok Sobo Londo (*Musa paradisiaca* L.) Terhadap Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) Penyebab Diare” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata I pada program studi Biologi di Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.

Penyelesaian penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, motivasi, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus atas berkat, kasih karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi dengan baik
2. Orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, motivasi, dan dukungan yang luar biasa selama masa perkuliahan dan skripsi
3. Bapak Dr. Dhira Satwika, M. Sc. sebagai Dosen Pembimbing I dan Bapak Tri Yahya Budiarto, S. Si, MP. sebagai Dosen Pembimbing II atas waktu, ilmu, arahan, dan bimbingan yang senantiasa diberikan kepada penulis selama proses penelitian hingga penyelesaian penulisan skripsi
4. Bapak Prof. Dr. Kris Herawan Timotius sebagai Dosen Penguji I yang sudah banyak memberikan saran selama diskusi ujian skripsi dan mengarahkan naskah skripsi menjadi lebih baik
5. Dekan dan Wakil Dekan, jajaran para dosen dan pengajar, serta staff dan karyawan Fakultas Bioteknologi UKDW atas ilmu dan bantuan yang telah diberikan selama penulis menempuh studi
6. Staff laboran Mas Hari dan Kak Dewi, serta Kak Citra, Kak Tea, dan Kak Bebe yang telah memberikan bantuan dan arahan selama proses penelitian
7. Teman-teman seperjuangan sekaligus sahabat Sintia, Elva, Vinny, Egin, Febby, Selvia, Eriz, Era, dan Hillary yang selalu menemani, menolong, memberikan dukungan dan doa selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi
8. Seluruh teman laboratorium mikro-industri serta bioteknologi Angkatan 2018 yang telah berproses bersama-sama dalam masa perkuliahan dan skripsi

Penulis menyadari penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karenanya atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritik dan saran yang membangun. Terakhir, harapan penulis, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Yogyakarta, 18 Januari 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN SAMPUL BAGIAN DALAM .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK.....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Pisang Kepok Sobo Londo ( <i>Musa paradisiaca</i> L.).....	4
2.2 Karakteristik Fisik dan Kandungan Metabolit Sekunder pada Kulit Pisang Kepok Sobo Londo.....	5
2.3 Pengaruh Tingkat Kematangan Terhadap Metabolit Sekunder .....	7
2.4 Diarrheagenic <i>E. coli</i> .....	7
2.5 Enterohemorrhagic <i>E. coli</i> (EHEC) .....	9
2.6 Antibakteri.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	10



3.2 Alat .....	10
3.3 Bahan.....	10
3.4 Cara Kerja .....	10
1. Sterilisasi Alat .....	10
2. Identifikasi Molekuler Bakteri Enterohemorrhagic E. coli .....	11
3. Preparasi Sampel Kulit Pisang .....	13
4. Pembuatan Ekstrak Kulit Pisang .....	13
5. Analisis GC-MS .....	14
6. Pembuatan Seri Konsentrasi Ekstrak.....	14
7. Pembuatan Media MHA.....	14
8. Pembuatan Suspensi Bakteri .....	14
9. Pengujian Aktivitas Antibakteri Dengan Difusi Agar Sumuran ...	15
10. Penentuan Minimum Inhibitory Concentration (MIC) dan Minimum Inhibitory Concentration (MBC).....	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
4.1 Identifikasi Molekuler Bakteri EHEC.....	17
1. Isolasi DNA .....	17
2. Amplifikasi DNA dengan PCR .....	18
3. Sekuensing.....	19
4.2 Hasil Ekstraksi Kulit Pisang Kepok.....	26
4.3 Analisis Fitokimia Ekstrak Menggunakan GC-MS .....	27
4.4 Uji Aktivitas Antibakteri.....	30
4.5 Uji MIC (Minimum Inhibitory Concentration) dan MBC (Minimum Bactericidal Concentration).....	32
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>38</b>
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Faktor virulensi Diarrheagenic <i>E. coli</i>	8
4.1	Sekuens “Contig” Isolat 1, 2, 3, dan 4	19
4.2	Hasil BLAST “contig” isolat 1 dan 3 terhadap “HITS” teratas yang menyandi gen <i>eae</i>	20
4.3	Hasil BLAST “contig” isolat 2 dan 4 terhadap “HITS” teratas yang menyandi gen <i>stx1</i>	21
4.4	Hasil ekstrak kental (crude extract) kulit pisang kepok sobo londo	26
4.5	Senyawa Kimia Utama Ekstrak Kulit Pisang Kepok Sobo Londo	28
4.6	Kandungan fitokimia kulit pisang dari beberapa varietas	29
4.7	Diameter zona hambat antibakteri ekstrak uji (mm)	30
4.8	Hasil pengukuran nilai MIC pada bakteri <i>E. coli</i>	33

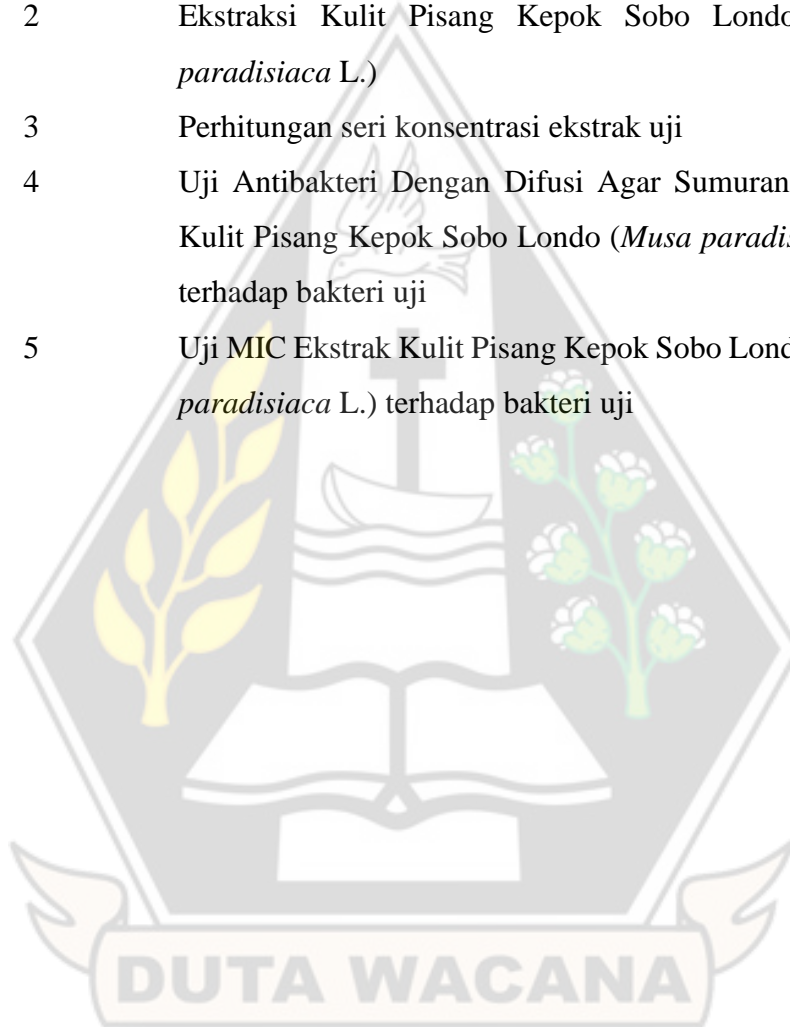


## DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
4.1	Hasil Isolasi DNA bakteri <i>E. coli</i> ATCC 35218 (1 dan 2) dan <i>E. coli</i> ATCC 45894 (2 dan 3) menggunakan “Marker” 100 bp DNA Ladder (Vivantis)	17
4.2	Hasil elektroforesis produk PCR <i>E. coli</i> menggunakan primer yang mengkode gen <i>eae</i> dan <i>stx1</i> pada agarose 0,9%.	18
4.3	Pohon filogenetik isolat 1 dan 2 ( <i>E. coli</i> ATCC 35218) serta isolat 3 dan 4 ( <i>E. coli</i> ATCC 45894) berdasarkan gen <i>eae</i> (a) dan gen <i>stx1</i> (b)	23
4.4	Kromatogram hasil analisa GC-MS ekstrak etanol kulit pisang kepok sobo londo	27
4.5	Hasil uji lanjutan MBC pada bakteri <i>E. coli</i> ATCC 35218 (a) dan <i>E. coli</i> ATCC 45894 (b).	34

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Nomor</b>	<b>Judul Lampiran</b>
1	Identifikasi Molekuler Isolat Uji
2	Ekstraksi Kulit Pisang Kepok Sobo Londo ( <i>Musa paradisiaca</i> L.)
3	Perhitungan seri konsentrasi ekstrak uji
4	Uji Antibakteri Dengan Difusi Agar Sumuran Ekstrak Kulit Pisang Kepok Sobo Londo ( <i>Musa paradisiaca</i> L.) terhadap bakteri uji
5	Uji MIC Ekstrak Kulit Pisang Kepok Sobo Londo ( <i>Musa paradisiaca</i> L.) terhadap bakteri uji



## ABSTRAK

### **Potensi Antibakteri Kulit Pisang Kepok Sobo Londo (*Musa paradisiaca* L.) terhadap Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) Penyebab Diare**

KEZIA YOVANKA IRAWAN

Infeksi diare oleh bakteri diarrheagenic *E. coli* (DEC), khususnya strain Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) menjadi salah satu penyebab mortalitas pada balita di negara berkembang. EHEC merupakan bakteri patogen penghasil “shiga toxin” (stx) yang menginvasi usus besar. Pertambahan kasus resistensi karena pemberian dosis antibiotik berlebih dan peningkatan frekuensi kasus kejadian luar biasa (KLB) diare mendorong eksplorasi potensi bahan alam lokal sebagai alternatif pengganti antibiotik, misal tanaman yang memiliki senyawa antibakteri. Pisang kepok sobo londo termasuk komoditas buah lokal yang tersebar secara luas di kawasan Pulau Jawa. Kulit pisang diketahui memiliki potensi bioaktivitas yang baik. Saat ini, belum banyak penelitian yang mengangkat potensi kulit pisang kepok sobo londo, oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengkaji potensi antibakteri ekstrak kulit pisang kepok sobo londo (*Musa paradisiaca* L.) melalui aktivitas daya hambatnya terhadap pertumbuhan bakteri EHEC penyebab diare. Isolat bakteri uji diidentifikasi secara molekuler menggunakan primer spesifik yang mengkode gen virulensi EHEC, yaitu *stx1* dan *eae*. Sampel kulit pisang diekstraksi dengan metode maserasi dan diuji fitokimia menggunakan GC-MS. Penentuan aktivitas antibakteri dilakukan melalui metode difusi agar sumuran, serta pengukuran nilai MIC dan MBC terhadap EHEC. Analisa hasil GC-MS mengidentifikasi senyawa antibakteri utama yang terkandung pada ekstrak adalah asam lemak, tanin, alkaloid, dan fenol. Hasil uji antibakteri metode difusi agar sumuran terhadap penghambatan bakteri EHEC oleh ekstrak kulit pisang kepok sobo londo paling besar terjadi pada konsentrasi 28% yang dikategorikan ke dalam daya hambat sedang (*intermediate*). Didapatkan nilai MIC pada konsentrasi ekstrak 17% dan MBC pada konsentrasi ekstrak 22% terhadap EHEC.

**Kata kunci:** Diare, kulit pisang kepok sobo londo, Enterohemorrhagic *E. coli*, Antibakteri

## ABSTRACT

### **Antibacterial Potential of Kepok Sobo Londo Banana Peel (*Musa paradisiaca* L.) against Diarrhea Causing Bacteria Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC)**

KEZIA YOVANKA IRAWAN

Diarrhea infection caused by diarrheagenic *E. coli* (DEC) bacteria, particularly Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) strains is one of the main causes of child mortality in developing countries. EHEC is a pathogenic bacteria that produces “shiga toxin” (*stx*) which invades the large intestine. The administration of excessive doses of antibiotics and frequency of diarrhea outbreaks need to be reexamined, and one of it measures is considering the potency of plants with antibacterial compounds. Kepok sobo londo bananas are local fruit commodities that are widely spread in Java Island. Banana peel is known to have good bioactivity potential. There is limited information about this plant, therefore this study is conducted to examine the antibacterial potential of kepok sobo londo banana peel extract (*Musa paradisiaca* L.) through its inhibitory activity on the growth of EHEC bacteria. The bacterial isolates were molecularly identified using specific primers encoding EHEC virulence genes, namely *stx1* and *eae*, respectively. Banana peel samples were extracted by maceration method and tested for phytochemicals using GC-MS. Antibacterial testing was carried out using the agar well diffusion method, as well as MIC and MBC assay. The data from GC-MS analysis results in the identification of main antibacterial compounds contained in the extract, namely fatty acids, tannin alkaloids, and phenols, respectively. The results of the antibacterial assay using agar well diffusion method for inhibition of EHEC bacteria by kepok sobo londo banana peel extract were found to be greatest at a concentration of 28% which is considered as intermediate inhibitory power. Obtained MIC dan MBC value of extract occurred at concentration of 17% and 22%, respectively against EHEC.

**Keywords:** Diarrhea, kepok sobo londo banana peel, Enterohemorrhagic *E. coli*, Antibacterial

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Diare termasuk salah satu penyakit dengan tingkat mortalitas yang tinggi di berbagai belahan dunia, khususnya di wilayah negara berkembang dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan aspek higienitas rendah. Menurut WHO dan UNICEF, terdapat sekitar 2 miliar kasus diare setiap tahunnya di dunia, dimana sekitar 90% kasusnya dialami oleh anak-anak berusia kurang dari 5 tahun dengan tingkat mortalitas mencapai 78% (Farthing *et al.*, 2013). Infeksi diare pada manusia dapat disebabkan oleh agen virus, bakteri atau parasit. Berdasarkan hasil penelitian Qu *et al.*, (2016), kasus diare pada anak-anak umumnya didominasi oleh infeksi bakteri diarrheagenic *Escherichia coli* (DEC) dengan persentase sebesar 43,1% dari keseluruhan kasus yang diteliti.

*E. coli* merupakan bakteri gram negatif penghuni saluran usus manusia yang mempunyai kemampuan bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang sulit dan tumbuh optimal pada suhu 37°C. Umumnya, *E. coli* dalam jumlah normal tidak berbahaya dan berperan dalam menjaga kesehatan saluran pencernaan, namun ketika jumlah sel melebihi batas normal dan mengalami perpindahan habitat ke bagian lain dalam inang disertai kondisi imun yang melemah, maka bakteri ini akan berubah sifatnya menjadi patogen oportunistik dan mampu memicu terjadinya gangguan kesehatan berupa diare (Zeniusa dan Ramadhian, 2017).

Infeksi diare yang disebabkan oleh bakteri *E. coli* pada tubuh manusia ditandai dengan feses berair atau berdarah yang disertai gejala dehidrasi. DEC umumnya ditransmisikan melalui kontak fekal-oral dari kontaminasi pada makanan atau air (Philipsborn *et al.*, 2016). Berdasarkan aspek epidemiologi, patogenitas, dan mekanisme virulensi spesifik bakteri DEC dapat dikategorikan menjadi 6 jenis patotipe, salah satunya adalah Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC). Hasil penelitian Zhou *et al.*, (2021) di China menunjukkan bahwa penyebab diare akut yang diderita oleh penderita

berumur kurang dari 5 tahun didominasi oleh patotipe EHEC dengan persentase sebesar 0.31%. EHEC merupakan bakteri patogen yang menginvasi usus besar dan menyebabkan wabah diare berdarah atau hemmorrhagic colitis pada manusia. EHEC menghasilkan “shiga toxin” (*stx*) yang mampu berikatan dengan sel endotelial dan memungkinkan terjadinya persebaran toksin tersebut ke organ lainnya melalui sistem peredaran darah (Lin *et al.*, 2012). Menurut Roussel *et al.*, (2016), meskipun “shiga toxin” (*stx*) merupakan faktor virulensi utama EHEC, faktor lainnya seperti protein struktural intimin yang dikode oleh gen *eae* juga berkontribusi terhadap patogenesis EHEC melalui mekanisme kolonisasi bakteri pada membran mukosa usus.

Umumnya, terapi pengobatan diare dilakukan menggunakan antibiotik konvensional, namun seiring terjadinya peningkatan kasus resistensi antibiotik karena penggunaan dosis yang berlebih, masyarakat mulai menggali potensi bahan alam sebagai alternatif pengganti antibiotik yang mudah diakses dan melimpah ketersediaannya. Faktor ketersediaan menjadi hal penting karena di Indonesia kasus kejadian luar biasa (KLB) masih cukup sering terjadi di daerah terpencil dengan “case fatality rate” yang tinggi. Permasalahan pembangunan yang tidak merata mempersulit masyarakat dalam mengakses dan menjangkau fasilitas kesehatan yang memadai sehingga dibutuhkan bahan alam yang berpotensi diaplikasikan sebagai terapi pengobatan alami. Beberapa metabolit sekunder, seperti alkaloid dan fenol yang terkandung pada tanaman diketahui memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri patogen. Salah satu tanaman yang mengandung senyawa antibakteri tersebut adalah pisang kepok.

Pisang kepok sobo londo termasuk komoditas buah lokal yang tersebar di Pulau Jawa dengan tingkat produksi serta konsumsi yang tinggi. Secara umum, hampir seluruh bagian pisang kepok sobo londo dapat dimanfaatkan, namun bagian kulit pisang seringkali tidak terpakai, padahal kulit buah pisang memiliki kandungan flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan buahnya (Supriyanti, 2015). Ekstrak kulit pisang kepok telah terbukti mengandung



senyawa fenol, flavonoid, alkaloid, glikosida, dan terpenoid yang memiliki aktivitas antibakteri dan antijamur (Rao *et al.*, 2016). Menurut Phuaklee *et al.*, (2012) dan Pratama *et al.*, (2018), dibandingkan kulit pisang masak, kulit pisang mentah memiliki kandungan total fenolik yang lebih tinggi sehingga dimungkinkan memiliki aktivitas farmakologis yang lebih besar. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui potensi antibakteri ekstrak kulit pisang kepok sobo londo (*Musa paradisiaca* L.) terhadap bakteri EHEC.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan, maka rumusan permasalahan penelitian ini terletak pada potensi kulit pisang kepok sobo londo (*Musa paradisiaca* L.) dalam menghambat pertumbuhan Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) penyebab diare.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi konsentrasi ekstrak etanol kulit pisang kepok sobo londo dalam menghambat Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) penyebab diare.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi bagi masyarakat luas terkait kandungan fitokimia yang ada pada kulit pisang kepok sobo londo sebagai antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri Enterohemorrhagic *Escherichia coli* pembawa gen virulensi *stx* dan *eae*. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar rujukan dan pengembangan produk biofarmaka berbasis kulit pisang kepok sobo londo dalam bentuk obat herbal sebagai antibakteri terhadap bakteri EHEC dalam terapi infeksi diare untuk masyarakat luas, khususnya yang bertempat tinggal di kawasan jauh dari fasilitas kesehatan yang memadai.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Identifikasi molekuler menunjukkan hubungan kekerabatan yang sangat dekat antara isolat sampel dengan kelompok EHEC karena berada pada satu “clade”, sehingga diketahui bahwa *E. coli* ATCC 35218 dan *E. coli* ATCC 45894 diidentifikasi sebagai kelompok bakteri EHEC penghasil “shiga toxin” yang bersifat klinis. Hasil uji antibakteri difusi agar sumuran ekstrak kulit pisang kepok sobo londo memiliki aktivitas antibakteri terhadap strain bakteri EHEC klinis, yaitu *E. coli* ATCC 35218 dan *E. coli* ATCC 45894 dengan daya hambat “intermediate” atau sedang pada konsentrasi 28% ( $13,3 \pm 0,58$  mm dan  $14,0 \pm 0,0$  mm), dilanjutkan dengan uji MIC dan MBC yang memberikan hasil bahwa ekstrak memiliki daya hambat minimal pada konsentrasi 17% dan daya bunuh minimal pada konsentrasi 22%. Adanya aktivitas antibakteri pada ekstrak diduga merupakan peran dari senyawa asam lemak, tanin, alkaloid, dan fenol yang diidentifikasi melalui GC-MS. Berdasarkan hasil penelitian yang ada, dapat disimpulkan bahwa ekstrak pisang kepok sobo londo memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai antibakteri alami terhadap bakteri EHEC penyebab diare.

#### **5.2 Saran**

1. Dilakukan metode ekstraksi lainnya untuk kulit pisang kepok sobo londo menggunakan pelarut non polar, seperti kloroform atau heksan.
2. Dilakukan isolasi kandungan metabolit sekunder dengan kemampuan antibakteri pada ekstrak kulit pisang kepok sobo londo sehingga diketahui peran dan kekuatan daya hambat masing-masing senyawa.
3. Dilakukan penelitian lanjutan seperti uji in vivo untuk mengembangkan ekstrak kulit pisang kepok sobo londo sebagai produk biofarmaka alternatif pengobatan diare.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi P, Kargar M, Doosti A, Mardaneh J, Ghorbani-Dalini S, et al. (2017). Molecular Detection of Diffusely Adherent *Escherichia coli* Strains Associated with Diarrhea in Shiraz, Iran. *Archives of Pediatric Infectious Diseases*, 5(2).
- Abbasi, P., Kargar, M., Doosti, A., Mardaneh, J., Ghorbani-Dalini, S., & Dehyadegari, M. A. (2014). Characterization of Shiga-toxin producing *E. coli* (STEC) and enteropathogenic *E. coli* (EPEC) using multiplex Real-Time PCR assays for *stx1*, *stx2*, *eaeA*. *Iranian Journal of Microbiology*, 6(3), 169.
- Accioly, M. P., Bevilaqua, C. M. L., Rondon, F. C. M., Morais, S. M., Machado, L. K. A., Almeida, C. A., Andrarade Jr., H. F., & Cardoso, R. P. A. (2012). Leishmanicidal activity “in vitro” of *Musa paradisiaca* L. and *Spondias mombin* L. fractions. *Veterinary Parasitology*, 187, 79-84.
- Aditama, A. P., & Mauliddah, R. A. (2017). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L.) Terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 2(2).
- Allue-Guardia, A., Koenig, S. K., Feng, P., Bono, J. L. & Eppinger, M. (2019). Impact of Shiga toxin phage carriage in the native EHEC O157:H7 genome background. *NCBI Prokaryotic Genome Annotation Pipeline*.
- Ariani, N., & Niah, R. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) Mentah Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 5(2), 161-166.
- Asih, I. A. R. A., Rita, W. S., Ananta, I. G. B. T., & Wahyuni, N. K. D. M. S. 2018. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Pisang (*Musa* sp.) Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Serta Identifikasi Golongan Senyawa Aktifnya. *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, 6(1).
- Ayini, U., B, S. H., & Dewi, T. C. (2014). Efek Antibakteri Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) terhadap Bakteri *Vibrio alginolyticus* Secara “In Vitro”. *Biosaintifika Journal of Biology & Biology Education*, 6(1), 67-75.
- Bagus, W. I., Wirawan I. G. O., & Adiartayasa, I. W. (2019). Analisis homologi fragmen DNA CVPDr dari jeruk kinkit *Trophasia trifolia* menggunakan BLAST Protein dan BLAST Nukleotida. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika ISSN, 2301*, 6515.
- Bakar, S. K. S. A., Ahmad, N., & Jailani, F. (2018). Chemical and Functional Properties of Local Banana Peel Flour. *Journal of Food and Nutrition Research*, 6(8).
- Behhiry, S. I., Okla, M. K., Alamri, S. A., EL-Hefny, M., Salem, M. Z. M., Alaraidh, I. A., Ali, H. M., Al-Ghtani, S. M., Monroy, J. C., & Salem, A. Z. M. (2019). Antifungal and Antibacterial Activities of *Musa paradisiaca* L. Peel Extract: HPLC Analysis of Phenolic and Flavonoid Contents. *Processes*, 7(215).
- Bono, J. L. (2019). Comparison of complete closed STEC O157:H7 genomes. USA: United State Department of Agriculture.

- Botahala, L., Sukarti, Arifuddin, W., Arif, R., Ischaidar, Arafah, M., Kartina, d., Arah, Z., Yasser, M., Pratama, I., Patarru, O., Santi, & Hamsah, H. (2020). *Deteksi Dini Metabolit Sekunder pada Tanaman (Early Detection of secondary Metabolites Plants)*. Solok: Mitra Cendikia Media.
- Branco, V. N. C., et al. (2017). The use of green banana (*Musa balbisiana*) pulp and peel flour as an ingredient for tagliatelle pasta. *Brazilian Journal food Technology*, 20.
- Budiarso, T. Y., Prihatmo, G., Restiani, R., Pakpahan, S. & Puteri, Y. (2021). Isolation and detection of *enteroinvasive Escherichia coli* from skewered meatballs by using *ipaH* gene. *International Food Research Journal* 28(2): 337 – 341.
- Carter, M. Q., & Pham, A. C. (2017). Characterization of an environmental *Escherichia coli* O22:H8 isolate that carries multiple shiga toxin-converting prophages. *Produce Safety and Microbiology Research*.
- Cartron, M. L., England, S. R., Chiriack, A. I., Josten, M., Turner, R., Rauter, Y., Hurd, A., Sahl, H., Jones, S., & Foster, S. J. (2014). Bactericidal Activity of the Human Skin Fatty Acid cis-6-Hexadecanoic Acid on *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 58(7), 3599-3609.
- Cetin-Karaca, H., & Newman, M. C. (2015). Antimicrobial efficacy of plant phenolic compounds against *Salmonella* and *Escherichia coli*. *Food Bioscience*, 11(2), 8-16.
- Chekabab, S. M., Veillette, J. P., Dozois, C. M., & Harel, J. (2013). The ecological habitat and transmission of *Escherichia coli* O157:H7. *FEMS Microbiology Letters*, 341(1), 1-12.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2011). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; 20th informational supplement. *CLSI document M100-S21*. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, Pa.
- Cushnie, T. T., Cushnie, B., & Lamb, A. J. (2014). Alkaloids: An overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activities. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 44(5), 377-386.
- Delannoy, S., Beutin, L., & Fach, P. (2013). Towards a molecular definition of enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC): detection of genes located on O island 57 as markers to distinguish EHEC from closely related enteropathogenic *E. coli* strains. *Journal of clinical microbiology*, 51(4), 1083-1088.
- Dewangga, V. S., & Lestari, M. W. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L.*) Terhadap *Shigella dysenteriae*. *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*, 12(2), 203-208.
- Dharmayanti, N. L. P. (2011). Filogenetika Molekuler: Metode Taksonomi Organisme Berdasarkan Sejarah Evolusi. *WARTAZOA*, 21(1).
- Dietert, R. R., & Dietert, J. M. (2015). Review: the microbiome and sustainable healthcare. *Healthcare*, 3, 100-129.
- Dong, Shixia et al., (2020). Antibacterial activity and mechanism of action saponins from *Chenopodium quinoa Willd.* husks against foodborne pathogenic bacteria. *Industrial Crops & Products*, 149.

- Emaga, T. H., Bindelle, J., Agneesens, R., Buldgen, A., Wathélet, B., & Paquot, M. (2010). Ripening influences banana and plantain peels composition and energy content. *Tropical Animal Health and Production*, 43(1), 171–177.
- Farthing, M., Salam, M. A., Lindberg, G., Dite, P., Khalif, I., Salazar-Lindo, E., & LeMair, A. (2013). Acute Diarrhea in Adults and Children. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 47(1), 12–20.
- Fathmah, E. N., Pujiyanti, S., & Raharjo, B. (2019). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Etil Asetat Batang Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa*, L. Miers) terhadap Bakteri *Escherichia coli* Enteropatogenik (EPEC) Penyebab Penyakit Diare. *Bioma*, 21(1), 1-8.
- Fitzgerald, S. F., Lupolova, N., Shaaban, S., Dallman, T. J., Greig, D., Allison, L., & Gally, D. L. (2020). Prophage-dependent recombination drives genome structural variation and phenotypic heterogeneity in *Escherichia coli* O157:H7. *BioRxiv*.
- Gillani, S. F., Ali, S., Tahir, H. M., Shakir, H. A. & Hassan, A. (2020). Phytochemical analysis, antibacterial and antibiogram activities of fruits peels against human pathogenic bacteria. *International Food Research Journal*, 27(5).
- Gomes, T. A., Elias, W. P., Scaletsky, I. C., Guth, B. E., Rodrigues, J. F., Piazza, R. M., & Martinez, M. B. (2016). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 3-30.
- Greig, D. R., Jenkins, C., Gharbia, S., & Dallman, T. J. (2019). Comparison of single-nucleotide variants identified by Illumina and Oxford Nanopore technologies in the context of a potential outbreak of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*. *Gigascience*, 8(8).
- Halim, F., Warouw, S. M., Rampengan, N. H., & Salendu, P. (2017). Hubungan Jumlah Koloni *Escherichia Coli* dengan Derajat Dehidrasi pada Diare Akut. *Sari Pediatri*, 19(2).
- Hanafy, S. M., El-Shafea, Y. M. A., Saleh, W. D., & Fathy, H. M. (2021). Chemical profiling, in vitro antimicrobial and antioxidant activities of pomegranate, orange and banana peel-extracts against pathogenic microorganisms. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*.
- Harianingsih., R., Wulandari., C., Harliyanto, CN., & Andiani. (2017). Identifikasi GC-MS Ekstrak Minyak Atsiri Dari Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus*) Menggunakan Pelarut Metanol. *Jurnal TECHNO (Jurnal Fakultas Teknik)*, 18(1), 23-27.
- Hasibuan, F. E. B., & Kolondam, B. J. (2017). Interaksi Antara Mikrobiota Usus Dan Sistem Kekebalan Tubuh Manusia. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1).
- Hasma & Winda. (2019). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Dengan Metode KLT. *Jurnal Kesehatan Manarang*, 5(2), 125-131.
- Hegde, A., Ballal, M., & Shenoy, S. (2012). Detection of diarrheagenic *Escherichia coli* by multiplex PCR. *Indian Journal of Medical Microbiology*, 30(3).
- Imam, M. Z., & Akter, S. (2011). *Musa paradisiaca* L. and *Musa sapientum* L.: A Phytochemical and Pharmacological Review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1(5).

- Indarto & Murinto. (2017). Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS (Banana Fruit Detection Based on Banana Skin Image Features Using HSI Color Space Transformation Method). *JUITA*, 5(1).
- Jafari, A., Aslani, MM., & Bouzari, S. (2012). *Escherichia coli*: a brief review of diarrheagenic pathotypes and their role in diarrheal diseases in Iran. *Iranian Journal of Microbiology*, 4(3), 102-117.
- Johnson, J. A., Citarasu, T., & Manjusha, W. A. (2012). Antimicrobial screening and identification of bioactive compounds present in marine sponge *Zygomycete* sp. collected from Kanyakumari coast. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 2(1842), 1842-1848.
- Kapadia, S. P., Pudukkatti, P. S., & Shivanaikar, S. (2015). Detection of antimicrobial activity of banana peel (*Musa paradisiaca* L.) on *Porphyromonas gingivalis* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*: An in vitro study. *Contemporary Clinical Dentistry*.
- Kayaputri, I. L., Sumanti, D. M., Djali, M., Indiarso, R., & Dewi, D. L. (2014). Kajian fitokimia ekstrak kulit biji kakao (*Theobroma cacao* L.). *Chimica et Natura Acta*, 2(1).
- Kusumowati, I. T. D., Rosita, M., & Angga, P. (2014). Daya Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Senggani (*Melastoma affine* D. Don). *Biomedika*, 8(2), 22 – 25.
- Leba, M. A. U. (2017). *Buku Ajar: Ekstraksi dan Real Kromatografi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Lin, A., Nguyen, L., Clotilde, L. M., Kase, J. A., Son, I., & Lauzon, C. R. (2012). Isolation of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* from fresh produce using STEC heart infusion washed blood agar with mitomycin-C. *Journal of food protection*, 75(11), 2028-2030.
- Liu, J., Zhou, R., Li, L., Peters, B. M., Li, B., Lin, C. W., & Shirliff, M. E. (2017). Viable but non-culturable state and toxin gene expression of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157 under cryopreservation. *Research in Microbiology*, 168(3), 188-193.
- Liu, Miaomiao *et al.*, (2019). Young astringent persimmon tannin inhibits methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from pork. *LWT - Food Science and Technology*, 100, 48-55.
- Lumowa, S. V. T. & Bardin, S. (2018). Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Bahan Alam Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(9).
- Lv, Yaokang *et al.*, (2012). A self-template synthesis of hierarchical porous carbon foams based on banana peel for supercapacitor electrodes. *Journal of Power Sources*, 209, 152-157.
- Majik, M. S., Naik, D., Bhat, C., Tilve, S., Tilvi, S., & D'Souza, L. (2013). Synthesis of (R)-norboarganine and its potential as quorum sensing inhibitor against *Pseudomonas aeruginosa*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 23, 2353–2356.

- Manhique-Coutinho L, Chiani P, Michelacci V, Taviani E, Bauhofer AFL, Chissaque A, Cossa-Moiane I, Sambo J, Chilaúle J, Guimarães EL, Salência J, Cassocera M, Bero DM, Langa JP, & de Deus N. (2022). Molecular characterization of diarrheagenic *Escherichia coli* isolates from children with diarrhea: A cross-sectional study in four provinces of Mozambique: Diarrheagenic *Escherichia coli* in Mozambique. *International Journal Infection Disease*, 121, 190-194.
- Manuja, R., Sachdeva, S., Jain, A., & Chaudhary, J. (2013). A comprehensive review on biological activities of p-hydroxy benzoic acid and its derivatives. *International Journal Pharmaceutical Science Review and Research*, 22(2), 109-115.
- Mardiyah, I., Marcellia, S., & Winahyu, D. A. (2021). Uji efektivitas ekstrak etanol kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) dalam sediaan semprot sebagai pengusir nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal of Pharmacy and Tropical Issue*, 1(2).
- Marfuah, I., Dewi, E. N., & Rianingsih, L. (2018). Kajian potensi ekstrak anggur laut (*Caulerpa racemosa*) sebagai antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 7-14.
- Misna & Diana, K. (2016). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *GALENIKA Journal of Pharmacy*, 2(2).
- Mukhriani. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
- Mulyani, Y., Purwanto, A., & Nurruhwati, I. (2011). Perbandingan Beberapa Metode Isolasi DNA untuk Deteksi Dini Koi Herpes Virus (KHV) pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Akuatika*, 8(11), 1-16.
- Munfaati, P. N., Ratnasari, E., & Trimulyono, G. (2015). Aktivitas senyawa antibakteri ekstrak herba meniran (*Phyllanthus niruri*) terhadap pertumbuhan bakteri *Shigella dysenteriae* secara "in vitro". *Lentera Bio*, 4(1), 64-71.
- Murwani, S. 2015. *Dasar-dasar Mikrobiologi Veteriner*. Edisi pertama. Malang: Universitas Brawijaya Press (UB Press).
- Nakamura, K., Murase, K., Sato, M. P., Toyoda, A., Itoh, T., Mainil J. G., Pierard, D., Yoshino, S., Kimata, K., Isobe, J., Seto, K., Etoh, Y., Narimatsu, H., Saito, S., Yatsuyunagi, J., Lee, K., Iyoda, S., Ohnishi, M., Ooka, T., Gotoh, Y., Ogura, Y., & Hayashi, T. (2020). Differential dynamics and impacts of prophages and plasmids on the pangenome and virulence factor repertoires of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O145:H28. *Microbial Genomics*, 6(1).
- Niamah, A. (2014). Determination, identification of bioactive compounds extracts from yellow banana peels and used in vitro as antimicrobial. *International Journal of Phytomedicine*, 6, 625-632.
- Obeidat, et al., (2012). Antimicrobial Activity of Crude Extracts of Some Plant Leaves. *Research Journal of Microbiology*, 7(1), 59-67.
- Oduje, A. A., G. O., Ayodele, A. J. & Stephen, A. A. (2015). Assessment of the Nutritional, Anti nutritional and Antioxidant capacity of Unripe, ripe, and

- over ripe Plantain (*Musa paradisiaca*) Peels. *International Journal of Advanced Research*, 3(2), 63-72.
- Özen, T., & Demirtaş, İ. (2021). Comparison of the chemical composition and bioactive properties of extracts prepared from the mature Turkish and Brazilian banana peels. *International Journal of Chemistry and Technology*, 5(1), 67-76.
- Pangestika, Y., Budiharjo, A., & Kusumaningrum, H. P. (2015). Analisis Filogenetik *Curcuma zedoaria* (Temu Putih) Berdasarkan Gen Internal Transcribed Spacer (ITS). *Jurnal Biologi*, 4(4), 813.
- Philipsborn, R., Ahmed, S. M., Brosi, B. J., and Levy, K. (2016). Climatic Drivers of Diarrheagenic *Escherichia coli* Incidence: A Systematic Review and Meta-analysis. *The Journal of Infectious Diseases*, 214(1), 6-15.
- Phuaklee, P., Ruangnoo, S., & Itharat, A. (2012). Anti-inflammatory and antioxidant activities of extracts from *Musa sapientum* peel. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 95(1).
- Pratama, H. Y., Ernawati, & Mahmud, N. R. A. (2018). Uji Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* x *balbisiana*) Mentah Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Sainsmat*, 7(2).
- Prihandani, S. S., Poeloengan, M., Maphilindawati, S., & Andriani. (2015). Uji Daya Antibakteri Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* Dan *Pseudomonas aeruginosa* Dalam Meningkatkan Keamanan Pangan. *Informatika Pertanian*, 24(1), 53-58.
- Qu, M., Lv, B., Zhang, X., Yan, H., Huang, Y., qian, H., Pang, B., Jia, L., Kan, B., & Wang, Q. (2016). Prevalence and antibiotic resistance of bacterial pathogens isolated from childhood diarrhea in Beijing, China (2010–2014). *Gut Pathog*, 8(31).
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., & Komalasari, E. (2018). *Escherichia coli: Patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko*. Bogor: IPB Press.
- Rahmi, A., Hardi, N., & Hevira, L. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Pisang Kepok, Pisang Mas, dan Pisang Nangka Menggunakan Metode DPPH. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik (JIFFK)*, 18(2).
- Ranjbar, R., Hosseini, S., Zahraei-Salehi, T., Kheiri, R., & Khamesipour, F. (2016). Investigation on prevalence of *Escherichia coli* strains carrying virulence genes *ipaH*, *estA*, *eaeA* and *bfpA* isolated from different water sources. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 6(4), 278–283.
- Rao, U. S. M., Abdurrazak, M., & Mohd, K. S. (2016). Phytochemical Screening, Total Flavonoid, and Phenolic Contents Assays Of Various Solvent Extraxts Of Tepal Of *Musa Paradisiaca*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 20(5), 1181-1190.
- Roussel, C., Cordonnier, C., Galia, W., Goff, O. L., Thevenot, J., Chalancon, S., Alric, M., Thevenot-Sergentet, D., Leriche, F., Wiele, T. V., Livrelli, V., & Blanquet, S. (2016). Increased EHEC survival and virulence gene expression indicate an enhanced pathogenicity upon simulated pediatric gastrointestinal conditions. *Pediatr Res* 80, 734–743.



- Sangster, A., Herhert, J., Hirschi, B., Casey, R., Wagner, J., Young, E. L. & Oakeson, K. F. (2022). *Utah Public Health Laboratory Infectious Disease submission group*. Utah: Utah Public Health.
- Sjarafaenan, Johannes, E., & Tuwo, M. (2021). Efektivitas Senyawa Asam Heksadekanoat Dan B-Sitosterol Isolat dari Hydroid *Aglaophenia cupressina* Lamoureaux Sebagai Bahan Antimikroba Pada Bakteri *Salmonella typhi* dan Jamur *Aspergillus flavus*. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*, 6(1), 99-106.
- Soltani, M., Alimardani, R., & Omid, M. (2011). Changes in physico-mechanical properties of banana fruit during ripening treatment. *Journal of American Science*, 7(5).
- Subramaniam, Y., et al., (2020). Antimicrobial Activity of *Musa acuminata* Peel Extract Against Gram-Positive Bacteria. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(2), 191-196.
- Sudarmono, Pratiwi P. (2016). Mikrobioma: Pemahaman Baru tentang Peran Mikroorganisme Dalam Kehidupan Manusia. *Mikrobioma*, 4(2).
- Supriyanti M. T., S. Hokcu, R. Riska. (2015). Pemanfaatan Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa Bluggoe*) Sebagai Sumber Antioksidan Pada Produksi Tahu. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VII. UNS. ISBN: 978-602-71359-0-7.
- Swargiary, A., Boro, H., Roy, A. K., & Akram, M. (2021). Phytochemistry and Pharmacological Property of *Musa balbisiana* Colla: A Mini-Review. *Pharmacognosy Reviews*, 15(29), 16-20.
- Tagousop, Cyrille Ngoufack *et al.*, (2018). Antimicrobial activities of flavonoid glycosides from *Graptophyllum grandulosum* and their mechanism of antibacterial action. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(252).
- Tako, M., Kerekes, E. B., Zambrani, C., Kotogan, A., Papp, T., Krisch, J., & Vagvolgyi, C. (2020). Plant Phenolics and Phenolic-Enriched Extracts as Antimicrobial Agents against Food-Contaminating Microorganisms. *Antioxidants*.
- Talaro, K., Chess, B., Wiersema, D. S., & Sen, P. (2013). *Foundations in Microbiology, 2012*. McGraw-Hill.
- Tat, T. C., Tham, N. T. N., & Khanh, N. D. (2021). Some changes in physiological and biochemical properties of *Musa paradisiaca* and *Musa acuminata* AA banana peel during ripening harvested in Tien Giang Province, Viet Nam. *HCMCOUJS-Engineering and Technology*.
- Toh, P. Y., Leong, F. S., Chang, S. K., Khoo, H. E., & Yim, H. S. (2016). Optimization Of Extraction Parameters On The Antioxidant Properties Of Banana Waste. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 15(1), 65-78.
- Utami, P. R., Indrayati, S., & Satya, W. (2022). Kombinasi Ekstrak Lidah Buaya dengan Antibiotik Ciprofloxacin dapat Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan Perintis*, 9(1), 7-14.
- Venkatesh, K. V., Girish, K. K., Pradeepa, K., & Santosh, K. S. R. (2013). Antibacterial activity of ethanol extract of *Musa paradisiaca* cv. Puttabale and

- Musa acuminata cv. grand naine. *Asian J. Pharm. Clin. Res*, 6(Suppl 2), 167-170.
- Vu, Hang. T., Scarlett, C. J., & Vuong, Q. V. (2018). Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review. *Journal of Functional Foods*, 40, 238-248.
- Wadley, T. D., Jenjaroenpun, P., Wongsurawat, T., Ussery, D. W., & Nookaew, I. (2019). Complete genome and plasmid sequences of *Escherichia coli* type strain ATCC 11775. *Microbiology Resource Announcements*, 8(9), e00046-19.
- Watharkar, R.B., Pu, Y., & Ismail, B.B. (2020). Change in physicochemical characteristics and volatile compounds during different stage of banana (*Musa nana* Lour vs. Dwarf Cavendish) ripening. *Food Measure* 14, 2040-2050.
- Wenas, Desy Muliana. (2017). Kajian Ulasan Aktivitas Farmakologi dari Limbah Pisang Ambon dan Pisang Kepok. *Sainstech Farma*, 10(1), 30-36.
- Widaryanti, E., & Azizah, N. (2018). *Perspektif Tanaman Obat Berkhasiat*. Malang: UB Press.
- Yuniarti, F., Hidayanti, W., & Shofaya, L. (2021). Screening of Antibacterial Potency and Molecular Identification of Endophytic Bacteria from Soursop Leaf (*Annona muricata* L.). Proceedings of the 1st Muhammadiyah International Conference on Health and Pharmaceutical Development (MICH-PhD 2018), pages 169-175.
- Yusuf, N. A. A. NIK *et al.*, (2015). Waste Banana Peel and Its Potentialization in Agricultural Applications: Morphology Overview. *Materials Science Forum*, 840, 394-398.
- Zeniusa, P., & Ramadhian, M. R. (2017). Efektifitas Ekstrak Etanol Teh Hijau dalam Menghambat Pertumbuhan *Escherichia coli*. *Majority*, 7(1).
- Zhao, L., Zhang, H., Hao, T., & Li, S. (2015). "In vitro" antibacterial activities and mechanism of sugar fatty acid esters against five food-related bacteria. *Food Chemistry*, 187, 370-377.
- Zhong-hui, P., Yu-qun, Z., Zhong-qiong, Y., Jiao, X., Ren-yong, J., Yang, L., & Fan, Y. (2010). Antibacterial Activity of 9-Octadecanoic Acid-Hexadecanoic Acid-Tetrahydrofuran-3,4-Diyl Ester from Neem Oil. *Agricultural Sciences in China*, 9(8), 1236-1240.
- Zhou, S. X., Wang, L. P., Liu, M. Y., Zhang, H. Y., Lu, Q. B., Shi, L. S., ... & Yang, W. Z. (2021). Characteristics of diarrheagenic *Escherichia coli* among patients with acute diarrhea in China, 2009–2018. *Journal of Infection*, 83(4), 424-432.