

**EKSTRAK UBI UNGU (*Ipomoea batatas* L) SEBAGAI
INDIKATOR ALTERNATIF Uji FERMENTASI KARBOHIDRAT
*Escherichia coli***

*Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L) Extract as Alternative Indicator
Carbohydrate Fermentation Test of *Escherichia coli**

**Mohammad Wildan Yurdhiika^{1*}, Asep Dermawan², Iis Kurniati³, Mohamad
Firman Solihat⁴**

^{1*} Poltekkes Kemenkes Bandung, Teknologi Laboratorium Medis, Email:
wildanyurdhiika@gmail.com,

² Poltekkes Kemenkes Bandung, Teknologi Laboratorium Medis, Email:
dermawanasep33@gmail.com

³ Poltekkes Kemenkes Bandung, Teknologi Laboratorium Medis, Email:
kurniaisti@yahoo.co.id

⁴ Poltekkes Kemenkes Bandung, Teknologi Laboratorium Medis, Email:
mo.firman@gmail.com

ABSTRACT

*The use of indicators in the field of microbiology is used in bacterial carbohydrate fermentation tests to determine bacterial metabolism. Limited and expensive synthetic indicators are also carcinogenic which has a negative impact on the environment. Therefore, using natural materials with anthocyanin content can be used as an alternative indicator. The purpose of this study was to determine the ability of purple sweet potato extract as an alternative indicator of carbohydrate fermentation test. This research uses the type of Quasy Experiment with Post-test Only Control Group design. The experimental group used purple sweet potato extract with concentration variations of 20%, 40%, 60%, 80% and 100% as well as pH of the media variations of 6, 7, and 8. The control group used the Bromocresol Purple indicator. The observed parameter is the color change that occurs. The data obtained were tested with Friedman. The results showed a change in color in the media which means purple sweet potato extract can be utilized as an alternative indicator of *Escherichia coli* carbohydrate fermentation test. The results of the Friedman test obtained a considerable difference between the experimental group and the control. Based on the results of the study, it can be concluded that purple sweet potato extract can be utilized as an alternative indicator carbohydrate fermentation test of *Escherichia coli*.*

Key words: *Purple sweet potato extract, *Escherichia coli*, Carbohydrate fermentation test*

ABSTRAK

Penggunaan indikator dalam bidang mikrobiologi digunakan pada uji fermentasi karbohidrat bakteri untuk mengetahui metabolisme bakteri. Indikator sintesis yang terbatas dan mahal juga bersifat karsinogenik yang memiliki dampak negatif pada lingkungan. Oleh karena itu, pemanfaatan bahan alam dengan kandungan antosianin dapat digunakan sebagai indikator alternatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami kemampuan ekstrak ubi ungu sebagai indikator alternatif uji fermentasi karbohidrat. Penelitian ini menerapkan jenis *Quasy Eksperiment* dengan *desain Post-test Only Control Group*. Kelompok penelitian terbagi menjadi kelompok eksperimen dan kontrol. Kelompok eksperimen menggunakan ekstrak ubi ungu dengan ragam konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% serta variasi pH media 6,7, dan 8. Kelompok kontrol menggunakan indikator *Bromocresol Purple*. Parameter yang diamati yaitu perubahan warna yang terjadi. Data yang diperoleh diujikan dengan Friedman. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan warna pada media yang berarti ekstrak ubi ungu dapat digunakan sebagai indikator alternatif uji fermentasi karbohidrat *Escherichia coli*. Hasil uji Friedman didapatkan nilai signifikansi $<0,05$ yang mengindikasikan adanya perbedaan yang cukup besar antara kelompok eksperimen dengan kontrol yang bermakna perubahan warna yang terjadi tidak sejelas kontrol pada semua variasi konsentrasi maupun pH media. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak ubi ungu dapat dimanfaatkan sebagai indikator alternatif uji fermentasi karbohidrat *Escherichia coli*.

Kata kunci: Ektstrak Ubi Ungu, *Escherichia coli*, Uji Fermentasi Karbohidrat

PENDAHULUAN

Indikator adalah suatu bahan kimia khusus yang memiliki kemampuan mengubah warna suatu larutan jika terjadi perubahan pH. Indikator sintesis merupakan indikator asam basa yang sangat sering digunakan dan sangat penting keberadaannya dalam laboratorium mikrobiologi. Namun, indikator sintesis memiliki harga jual yang relatif mahal dan keberadaannya terbatas yang menyebabkan pemakaiannya juga harus dibatasi serta limbah bahan kimia yang dihasilkan memiliki dampak terhadap pencemaran lingkungan. Indikator alami atau indikator sintesis yang ramah lingkungan serta mudah diperoleh dari pemanfaatan penggunaan bahan alami sebagai pengganti indikator sintesis, untuk menghindari dampak atau efek yang kurang baik dari penggunaan indikator sintesis.¹

Indikator alami adalah suatu zat warna yang dapat diperoleh dari bahan alam yaitu pada tumbuhan baik pada bagian bunga, daun, kulit batang,

buah, dan kulit akar yang memiliki warna mencolok. Zat warna pada komponen tumbuhan dikarenakan adanya zat warna berupa antosianin, saponin, tanin, dan alkaloid. Salah satu jenis senyawa polifenol yang masuk kedalam golongan flavonoid dan mampu memberikan warna merah, ungu, dan biru pada tanaman. yaitu antosianin yang memiliki kemampuan untuk mengubah warna pada tingkat pH basa ataupun asam. Antosiani jenis sianidin dan peonidin terkandung dalam Ubi jalar ungu dan memberikan warna ungu alami yang dapat digunakan sebagai indikator alternatif yang ramah lingkungan. Ekstrak ubi ungu yang dapat memberikan perubahan warna dari ungu ke merah pada pH rendah dan merah mudah menjadi ungu, biru, hijau hingga kuning pada pH tinggi dapat dimanfaatkan sebagai indikator alternatif. Dibandingkan antosianin pada kubis merah, blueberry, jagung merah, dan elderberry, pigmen antosianin pada ubi ungu memiliki sifat yang lebih

tetap. Antosiani yang terkandung dalam ubi jalar ungu berada dalam kisaran 12.3-162mg/100g.²

Pemanfaatan indikator ini juga dapat digunakan dalam mengidentifikasi keberadaan bakteri dalam suatu media yang memiliki hasil samping metabolisme yaitu berupa asam atau basa. Media gula-gula merupakan salah satu media dengan indikator yang dipengaruhi oleh pH.³ Fermentasi glukosa diawali dengan mensintesis senyawa piruvat. Produk akhir fermentasi yang merupakan senyawa piruvat dapat berupa berbagai asam, alkohol, dan hidrogen atau gas karbon dioksida. Bakteri *Escherichia coli* (*E.coli*) merupakan bakteri dengan hasil samping metabolisme berupa asam. Sumber karbon (glukosa, laktosa, dsb) yang terkandung dalam media akan dimetabolisme oleh *E.coli* sehingga menurunkan derajat asam (pH) dalam media menjadi asam.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada ekstrak ubi ungu (*Ipomoea batatas*) sebagai indikator alternatif uji fermentasi karbohidrat *E.coli* adalah *Quasy Eksperiment*. Pada penelitian ini, senyawa antosianin di ekstrak dari ubi ungu dengan berbagai konsentrasi dan pH tertentu yang akan digunakan sebagai indikator alternatif uji fermentasi karbohidrat *E. coli*.

Post-test Only Control Group Design digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini. Tidak dilakukan pemilihan acak untuk kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dalam desain ini. Kelompok eksperimen menerima perlakuan yakni pemberian indikator alternatif ekstrak ubi ungu dengan ragam 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% serta pH 6, 7, dan 8. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan kelompok kontrol yakni Indikator *bromcresol purple* yang di larutkan pada media yang akan ditanamkan *E. coli*.

HASIL

1. Hasil Determinasi Ubi Ungu

Sampel ubi ungu (*Ipomoea batatas L*) telah melalui proses pemeriksaan atau determinasi tanaman di departemen Taksonomi Tumbuhan, yang kemudian disahkan oleh Jurusan Biologi FMIPA UNPAD sebagai hasil identifikasi yang digunakan dalam penelitian ini dengan nomor surat No.29/HB/05/2023 adalah benar ubi ungu dengan nama latin *Ipomoea batatas (L.) Lam*

2. Hasil Uji Penegasan *Escherichia coli*

**Tabel 1 Hasil Uji Penegasan
*Escherichia coli***

Nama Uji/Media	Hasil
Pewarnaan Gram	Basil, Gram (+)
<i>Mac Conkey Agar</i>	Tumbuh, koloni Bewarna merah
Semi Solid	Motilitas (+)
TSiA	A/A, gas (+)
Indol	(+) Terbentuk cincin merah muda
Methyl red	(+) Menjadi merah
<i>Voges-Proskauer</i>	(-) Tidak berubah warna
<i>Citrat</i>	(-) Tidak berubah warna
Urease	(-) Tidak berubah warna
Glukosa	(+) Menjadi kuning, terbentuk gas
Sukrosa	(+) Menjadi kuning, terbentuk gas
Laktosa	(+) Menjadi kuning, terbentuk gas
Maltosa	(+) Menjadi kuning, terbentuk gas
Manitol	(+) Menjadi kuning, terbentuk gas

3. Hasil Uji Pembuktian Antosianin

Didapatkan hasil, setelah ditetaskan HCl ekstrak berubah warna menjadi merah sedangkan setelah ditetaskan NaOH ekstrak berubah warna menjadi hijau.

4. Hasil Pemanfaatan ekstrak ubi ungu sebagai Indikator alternatif *Escherichia coli* pada masing-masing karbohidrat

Tabel 2 Hasil Uji friedman Sukrosa

N	18
Chi-Square	39,055
Df	4
Nilai Signifikan	,000

*Uji Statistik

Tabel 3 Hasil Uji friedman Glukosa

N	18
Chi-Square	36,674
Df	4
Nilai Signifikan	,000

*Uji Statistik

Tabel 4 Hasil Uji friedman Laktosa

N	18
Chi-Square	32,176
Df	4
Nilai Signifikan	,000

*Uji Statistik

Tabel 5 Hasil Uji friedman Maltosa

N	18
Chi-Square	25,750
Df	4
Nilai Signifikan	,000

*Uji Statistik

Tabel 6 Hasil Uji friedman Manitol

N	18
Chi-Square	36,674
Df	4
Nilai Signifikan	,000

*Uji Statistik

PEMBAHASAN

Hasil uji penegasan membuktikan bahwa strain murni *Escherichia coli* yang dimanfaatkan dalam penelitian ini, benar-benar *E.coli* bukan bakteri lain. Uji penegasan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu pewarnaan Gram, isolasi pada media *Mac Conkey Agar*, dan uji biokimia.

Pada pemberian warna Gram yang bertujuan untuk memudahkan mengamati bakteri secara mikroskopis, untuk menjelaskan morfologi dan dimensi bakteri, untuk mengidentifikasi struktur bakteri seperti membran sel dan vakuola, serta menggunakan pewarna untuk mengeluarkan karakteristik fisik dan kimia yang unik dari bakteri⁴ didapatkan hasil bakteri yang memiliki bentuk basil dan bersifat Gram negatif. *E. coli* merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki komposisi dinding sel yang lebih rumit dibandingkan bakteri Gram positif. Bakteri Gram negatif terbagi menjadi tiga lapisan⁵ tetapi lapisan peptidoglikannya tipis, sedangkan bakteri Gram positif mempunyai komposisi yang lebih sederhana, terbagi dari dua lapisan tetapi memiliki dinding sel yang kaya akan peptidoglikan.⁶ Sehingga pada saat proses pelunturan warna dengan alkohol, lemak atau lapisan peptidoglikan yang tipis akan rusak sehingga menyebabkan kristal violet iodium akan keluar dari sel⁷ dan bakteri akan terwarnai dengan pewarna pembanding yaitu safranin yang berwarna merah.

Isolasi strain murni *E.coli* pada media *Mac Conkey Agar* yang berfungsi sebagai media selektif bertujuan untuk menstimulasi bakteri Gram negatif dan memilah bakteri yang memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi laktosa, didapatkan hasil bahwa bakteri mampu tumbuh pada MCA dan dapat memfermentasi laktosa yang ditandai dengan warna koloni berwarna merah. Media MCA memiliki garam empedu dan kristal violet, yang dapat menghalangi pertumbuhan bakteri Gram positif dan menumbuhkan bakteri Gram negatif. Media MCA mengandung substrat laktosa dan indikator pH untuk memilah bakteri yang dapat melakukan fermentasi laktosa⁸ bakteri yang mampu melakukan fermentasi laktosa diindikasikan dengan warna koloni yang berwarna merah.

Uji Biokimia bertujuan untuk mengidentifikasi sifat-sifat bakteri melalui respons biokimia⁹ dari bakteri uji yang dimanfaatkan dalam penelitian ini yaitu *E.coli* yang telah di isolasi pada media MCA. Uji biokimia yang dilakukan yaitu penanaman pada media semi solid, TSiA, urease, uji IMViC, dan uji fermentasi karbohidrat. Penanaman *E.coli* pada media semi solid bertujuan untuk melihat motilitas atau pergerakan bakteri⁹ didapatkan hasil bahwa bakteri dapat bergerak yang ditandai dengan terbentuknya rambatan-rambatan disekitar bekas tusukan jarum. Pada media TSiA yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri Gram negatif batang, untuk memahami kemamuan bakteri dalam melakukan fermentasi glukosa dan sukrosa atau laktosa⁹ serta produksi gas dan H₂S, didapatkan hasil bahwa bakteri dapat melakukan fermentasi glukosa dan laktosa atau sukrosa serta mengasilkan gas tetapi tidak memproduksi H₂S yang teridentifikasi melalui perubahan warna di media tegak dan media miring mejadi kuning, media terangkat dan tidak terdapat endapan hitam. Media TSiA mengandung, 1% sukrosa, 0,1% glukosa, 1% laktosa, ferric citrat, dan phenol red. Zat ditambahkan pada media dan mengakibatkan agar miring dengan pangkal yang dalam yang kemudian diinokulasi dengan penyisipan koloni bakteri ke dalam bagian pangkal. Media akan berubah warna menjadi kuning pada bagian pangkal (agar tegak) jika memfermentasikan glukosa dan pada bagian agar miring jika menfermentasi laktosa atau sukrosa akibat dari sedikit asam yang diproduksi. Setelah mengalami oksidasi, produk fermentasi akan menghasilkan CO₂ dan H₂O serta dilepaskan dari agar miring, dan dekarbosilasi oksidatif protein masih berlangsung bersamaan produksi asam amino, akibatnya bagian miring akan mengubah warnanya menjadi merah sedangkan ferric citrat sebagai substrat untuk produksi H₂S dan besi sulfat tak berwarna sebagai produk akhir. Setelah

diinkubasi, hanya bakteri yang dapat menghasilkan H₂S akan menghasilkan endapan warna hitam di dasar agar karena adanya endapan besi sulfida.¹⁰

Media uji urease dimanfaatkan untuk mengidentifikasi bakteri yang dapat memproduksi enzim urease (Fahrudin et al., 2020) dan didapatkan hasil bahwa bakteri tidak dapat mengubah urea menjadi amonia yang teridentifikasi dengan tidak terjadi perubahan warna pada media. Media uji urease mengandung urease yang kemudian akan diubah menjadi CO₂ dan amonia oleh bakteri yang menghasilkan enzim urease, molekul amonia yang dihasilkan menyebabkan nilai pH tinggi atau bersifat basa terjadi warna merah muda karena terdapat indikator *phenol red* pada media berarti tes positif.¹¹

Uji IMViC dilakukan untuk membedakan kelompok bakteri *Klebsiella*, *Enterobacter*, dan *Escherichia coli* didapatkan hasil indol (+) yang ditandai dengan terbentuknya cincin dengan warna merah muda setelah ditetaskan reagen kovac, *methyl red* (+) yang memperlihatkan perubahan warna media menjadi merah setelah *methyl red* ditetaskan, *Voges-Proskauer* (-) media tidak mengalami perubahan warna setelah ditetaskan reagen α naftol dan KOH 10%, dan citrat (-) dimana media tidak mengalami perubahan warna yang berarti kelompok bakteri tersebut adalah *E.coli*.

Pada media Indol, cincin merah muda yang dihasilkan disebabkan oleh *E.coli* yang yang menghasilkan ezim tryptophanase akan memecah asam amino tryptopan dan menghasilkan indole. Indol yang terbentuk kemudian dideteksi menggunakan reagen kovak. Pada media terbentuk cincin dengan warna merah-ungu karena Indol yang terbentuk bereaksi dengan aldehyde dalam reagen.¹² Hasil uji *methyl red* yang berubah warna menjadi merah dikarenakan bakteri dapat memfermentasi glukosa dan menghasilkan asam campuran. asam

yang terbentuk akan membuat pH media menjadi rendah, sehingga pada saat penambahan indikator methyl red media berubah warna menjadi merah.¹³

Hasil uji VP yang tidak terjadi perubahan media disebabkan karena hasil fermentasi glukosa oleh *E.coli* berupa produk asam bukan produk netral seperti asetoin yang dapat menyebabkan perubahan warna pada media menjadi merah ketika ditetaskan reagen α naftol dan KOH 10%. Hasil uji citrat yang tidak mengalami perubahan warna dikarenakan *E.coli* tidak memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbon sehingga tidak menghasilkan produk asam maupun basa yang akan mengubah pH media.¹³

Uji fermentasi karbohidrat dimanfaatkan untuk memahami kemampuan bakteri dalam melakukan fermentasi karbohidrat khusus. Pola fermentasi dapat dimanfaatkan untuk memilah antara kelompok atau spesies bakteri¹⁴ didapatkan hasil bahwa bakteri dapat memfermentasi semua karbohidrat, yakni glukosa, sukrosa, laktosa, maltosa, dan manitol yang ditunjukkan dengan adanya perubahan warna pada ke lima media karbohidrat tersebut menjadi kuning. Perubahan warna yang terjadi dikarenakan *E.coli* dapat memfermentasi karbohidrat yang ada pada media dan menghasilkan produk asam yang menurunkan pH media dan dengan adanya indikator *bromocresol purple* media berubah warna menjadi kuning.

Berdasarkan penelitian ekstrak ubi ungu sebagai indikator alternatif uji fermentasi karbohidrat *Escherichia coli* yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa terjadi perubahan warna media pada semua variasi konsentrasi dan pH media, yaitu dari media yang berwarna ungu menjadi merah dan beberapa media dengan pH 8 berwarna ungu kekehijauan menjadi kuning kehijauan yang disertai dengan adanya gumpalan berwarna hijau yang mengambang pada media. Berdasarkan pengamatan

secara makroskopis, media uji fermentasi karbohidrat yang ditambahkan ekstrak ubi ungu dengan konsentrasi rendah yaitu 20% warna yang muncul tidak terlalu jelas dan pada konsentrasi tinggi yaitu 100% warna yang muncul terlalu pekat, sehingga perubahan warna yang terjadi kurang begitu terlihat. Penelitian ini memiliki kekurangan, ekstrak ubi ungu yang dihasilkan tidak hanya mengandung antosianin saja tetapi masih terdapat zat-zat lain sehingga, konsentrasi ekstrak ubi ungu tidak benar-benar 100% antosianin. Selain itu, ekstrak ubi ungu ini sangat mudah dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang menyebabkan ekstrak mudah berubah warna jika dibiarkan.

Indikator alternatif memiliki kekurangan yaitu pembuatannya yang lama dan kurang stabil karena indikator alternatif dari bahan alam, kandungan antosianinnya akan mengalami kerusakan setelah penyimpanan. Menurut penelitian sebelumnya lama penyimpanan mempengaruhi stabilitas antosianin indikator alam yang proses ekstraksinya menggunakan metode maserasi, dengan lama penyimpanan kurang dari 1 hari mempengaruhi stabilitas pigmen warna pada bunga mawar merah dengan variabel pH, sebaliknya bunga karamunting dan nusa indah mampu mempertahankan kestabilan selama 2 hari. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kestabilan pigmen dari indikator alami terhadap uji perubahan pH bisa dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan.

Selain itu, tahap ekstraksi juga dapat dipengaruhi oleh faktor suhu yang dapat meningkatkan kecepatan transfer zat metabolit ke dalam pelarut.¹⁵ Menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Nurhasnawat et al., 2017)¹⁶, Pergerakan molekul akan menjadi semakin cepat jika suhu ekstraksi semakin tinggi dan laju perpindahan senyawa analit dari sampel ke pelarut juga akan meningkat jika adanya sirkulasi pelarut. Oleh

karena itu, kontak zat dan pelarut yang semakin sering akan memperoleh lebih banyak ekstrak. Ekstraksi metode maserasi diduga menghasilkan lebih sedikit ekstrak karena pada metode ini, proses ekstraksi tidak melibatkan pemanasan pelarut, sehingga pelarut tidak mampu mengambil senyawa analit yang diharapkan secara maksimal.

Pengolahan data menggunakan uji friedman, kelompok eksperimen yang berpasangan di bandingkan dengan kelompok kontrol untuk mengetahui adanya perbedaan. Hasil dari pengolahan data tersebut adalah baik pada kelompok eksperimen media sukrosa, glukosa, laktosa, maltosa, maupun manitol terdapat perbedaan signifikan dari hasil perubahan warna yang terbentuk antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kemudian dari masing masing perlakuan dibandingkan dengan kontrol satu persatu menggunakan uji Wilcoxon untuk mengetahui kelompok eksperimen mana yang berbeda.

Setelah dilakukan pengolahan data menggunakan uji wilcoxon, didapatkan hasil bahwa semua kelompok eksperimen yang berpasangan antara ragam konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% dan variasi pH media 6, 7, dan 8 pada media sukrosa, glukosa, laktosa, maltosa, maupun manitol terhadap kelompok kontrol, semua memiliki hasil dengan perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil pengamatan serta pengolahan data tersebut, dapat disimpulkan ekstrak ubi ungu dapat digunakan sebagai indikator alternatif uji fermentasi karbohidrat berus sukrosa, glukosa, laktosa, maltosa, dan manitol. Namun, hasil perubahan warna dari penggunaan indikator alternatif ekstrak ubi ungu tidak sebgus perubahan warna yang terbentuk pada media uji fermentasi karbohidrat menggunakan indikator bromocresol purple baik pada ragam konsentrasi ekstrak 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% maupun pada variasi pH media

6,7,dan 8. Tetapi, secara makroskopis konsentrasi ekstrak yang baik untuk uji fermentasi karbohidrat adalah pada rentang konsentrasi 40%-80% dengan pH media netral yaitu 7.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai ekstrak ubi ungu sebagai indikator alternatif uji fermentasi *Escherichia coli*, dapat ditarik kesimpulan bahwa ekstrak ubi ungu dapat dimanfaatkan sebagai indikator alternatif uji fermentasi karbohidrat *E.coli* dengan konsentrasi ekstrak ubi ungu yang optimum untuk digunakan sebagai indikator alternatif uji fermentasi karbohidrat berada di rentang 40%-80% dan pH media yang optimum digunakan sebagai uji fermentasi karbohidrat yaitu pada pH 7 (netral).

DAFTAR RUJUKAN

1. Zulfajri M. Metode Ekstraksi Antosianin dari Kulit Buah *Syzygium cumini* (L) Skeels sebagai Indikator Alami Asam Basa. *Semin Nas II USM*. 2017;1(c):547-553.
2. Robi'a, Sutrisno A. Karakteristik Sirup Glukosa Dari Tepung Ubi Ungu (Kajian Suhu Likuifikasi Dan Konsentrasi A -Amilase): Kajian Pustaka. *J Pangan dan Agroindustri*. 2015;3(4):1531-1537.
3. Hendriana A, Bria R, Uron Leba MA, Kopon. Penggunaan Ekstrak Umbi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Sebagai Indikator Asam-Basa Alami. *Pendidik Kim*. 2021;1(November):35-41. <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jbkHalaman%7C35>
4. Bulele T, Rares FES, Porotu'o J. Identifikasi Bakteri dengan Pewarnaan Gram pada Penderita Infeksi Mata Luar di Rumah Sakit Mata Kota Manado. *J e-Biomedik*. 2019;7(1):30-36. doi:10.35790/ebm.7.1.2019.22820

5. Suryati N, Bahar E, Ilmiawati I. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Aloe vera Terhadap Pertumbuhan Escherichia coli Secara In Vitro. *J Kesehat Andalas*. 2018;6(3):518. doi:10.25077/jka.v6.i3.p518-522.2017
6. Rachmawaty FJ, Citra DA, Nirwani B, Nurmasitoh T, Tri Bowo E. Manfaat Sirih Merah (*Piper crocatum*) sebagai Agen Anti Bakterial terhadap Bakteri Gram Positif dan Bakteri Gram Negatif. *J Kedokt dan Kesehat Indones*. 2009;1(1):12-20. doi:10.20885/jkki.vol1.iss1.art3
7. Sitorus NK, Lukistyowati I, Syawal H, Putra I. Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Teknologi Bioflok Yang Diberi Mollase Pada Budidaya Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*). 2019;47:83-92.
8. Cappuccino J, Sherman N. *Manual Laboratorium Mikrobiologi.*; 2014.
9. Apriyanthi DPRV, Laksmi AS, Widayanti NP. Identifikasi Bakteri Kontaminasi pada Gelang Tri Datu. *J Biol Makassar*. 2022;7(2):24-33.
10. Manalu RT, Hamida F, Wenas DM, Bahri S, Syafriana V. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi Farmasi.*; 2020.
11. Fahrudin F, Haedar N, Santosa S, Wahyuni S. Ekplorasi dan Karakterisasi Biokimia Bakteri Resisten Timbal (Pb) dari Sungai Tallo Makassar. 2020;V(3):1215-1221.
12. Sari R, Apridamayanti P. Cemaran Escherichia coli dalam makanan laut yang beredar di pasar tradisional Kota Pontian. *J Kesehat Khatulistiwa*. 2015;1(1):44. doi:10.26418/jurkeswa.v1i1.42974
13. Bambang AG, Novel dan, Kojong S. Analisis Cemaran Bakteri Coliform Dan Identifikasi Escherichia Coli Pada Air Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado. *PHARMACON J Ilm Farm – UNSRAT Agustus*. 2014;3(3):2302-2493.
14. Karen R. Carbohydrate Fermentation Protocol. *Am Soc Microbiol*. Published online 2016.
15. Nahor EM, Rumagit BI, YYou H, Kesehatan Kemenkes Manado P. *Perbandingan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Andong (Cordyline Futicosa L.) Menggunakan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokhletasi Comparison of the Yield of Andong Leaf Ethanol Extract (Cordyline Fruticosa L.) Using Maceration and Sokhletation Extraction Methods.*; 2020.
16. Nurhasnawat henny, Sukarmi, Handayani fitri. Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokletasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol (*Syzygium malaccense L.*). *J Ilm MANUNTUNG*. Published online 2017.