

Uji Potensi Senyawa Antimikroba secara Difusi Sumuran dan Difusi Paper Disk pada Bakteri *Escherichia Coli*


Potential Test of Antimicrobial Compounds by Age Diffusion and Paper Disk Diffusion in Escherichia coli Bacteria

Mieta Widya R^{1*}, Hilda Wahyu F², Nuvia Harini W³, Nur Laila A⁴, Salma Salsabila⁵, Faisal⁶

^{1,2,3,4,5,6}Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang

E-mail: *¹mietawidya@gmail.com, ²hildawafa22@gmail.com, ³nuviaharini@gmail.com,

⁴aggrainilaila206@gmail.com, ⁵salmasalsabillah2099@gmail.com, ⁶faisalabd@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article History: Received: March, 8, 2024 Revised: March, 18, 2024 Accepted: March, 20, 2024</p> <hr/> <p>Keywords: Antimicrobial, Well Diffusion, Paper Disk, Zone of Inhibition</p>	<p><i>Antibacterials are compounds used to control the growth of harmful bacteria. Control of the growth of microorganisms aims to prevent the spread of disease and infection, eradicate microorganisms in infected hosts, and prevent spoilage and destruction of materials by microorganisms. Antibacterial activity test was carried out using well diffusion and paper disk diffusion methods. Observations obtained were whether there was a clear area formed around the disc paper which indicated an inhibition zone on bacterial growth. In each experiment, it was found that there were differences in the diameter of the clear zone in each isolate. The difference in diameter is an indicator of the ability of antibiotics to inhibit microorganisms based on the concentration of the antibiotic compound solution made. The diameter of the inhibition zone is an indicator of the sensitivity of bacteria to antibacterial substances.</i></p> <p><i>This is an open access article under the CC BY-SA license.</i></p>
<p>Corresponding Author: Amieta Widya R E-mail: mietawidya@gmail.com</p>	

Abstrak

Antibakteri adalah senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi, dan mencegah pembusukan serta perusakan bahan oleh mikroorganisme. Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumuran dan difusi paper disk. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada tidaknya daerah bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri. Pada setiap percobaan, diketahui terdapat perbedaan diameter zona bening pada setiap isolat. Adanya perbedaan diameter tersebut sebagai penunjuk kemampuan antibiotik dalam menghambat mikroorganisme berdasarkan konsentrasi larutan senyawa antibiotik yang dibuat. Diameter zona hambat sebagai penunjuk sensitivitas bakteri terhadap zat antibakteri.

Kata Kunci: Antimikroba, Difusi Sumuran, Paper Disk, dan Zona Hambat

1. Pendahuluan

Zona hambat adalah daerah sekeliling cakram disk yang tidak ditemukan adanya pertumbuhan bakteri streptococcus mutans atau zona bening yang terdapat pada media Mueller Hinton Agar (MHA), yang kemudian diukur dengan jangka sorong [1]. Zona hambat adalah daerah di sekitar sumuran atau disk kertas pada media agar di mana pertumbuhan mikroorganisme terhambat atau dihambat sepenuhnya oleh senyawa antimikroba yang diuji [2]. Zona hambat ini terbentuk karena senyawa antimikroba yang terlarut dalam media agar menyebar ke sekitarnya dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang berada dalam jangkauan difusi senyawa tersebut. Ukuran atau diameter zona hambat dapat menjadi indikator sensitivitas mikroorganisme terhadap senyawa antimikroba. Semakin besar diameter zona hambat, semakin kuat efek antimikroba senyawa tersebut terhadap mikroorganisme yang diuji, yang menunjukkan bahwa mikroorganisme tersebut sensitif terhadap senyawa tersebut [3]. Sebaliknya, zona hambat yang kecil atau bahkan tidak ada

menunjukkan bahwa mikroorganisme tersebut mungkin resisten terhadap senyawa antimikroba yang diuji.

Pengukuran diameter zona hambat ini penting dalam mengevaluasi potensi antimikroba suatu senyawa dan membantu dalam menentukan konsentrasi optimal yang dibutuhkan untuk mencapai efek yang diinginkan [4]. Selain itu, pengukuran zona hambat juga dapat memberikan informasi tentang spektrum aktivitas antimikroba suatu senyawa terhadap berbagai jenis mikroorganisme. Dalam praktikum uji senyawa antimikroba, pengukuran zona hambat menjadi salah satu parameter utama untuk mengevaluasi efektivitas senyawa yang diuji dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme target [5].

Antibakteri adalah senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi, dan mencegah pembusukan serta perusakan bahan oleh mikroorganisme [6]. Antimikrobia meliputi golongan antibakteri, antimikotik, dan antiviral [7].

Mekanisme penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri oleh senyawa antibakteri dapat berupa perusakan dinding sel dengan cara menghambat pembentukannya atau mengubahnya setelah selesai terbentuk [8]. Perubahan permeabilitas membran sitoplasma sehingga menyebabkan keluarnya bahan makanan dari dalam sel, perubahan molekul protein dan asam nukleat, penghambatan kerja enzim, dan penghambatan sintesis asam nukleat dan protein. Di bidang farmasi, bahan antibakteri dikenal dengan nama antibiotik, yaitu suatu substansi kimia yang dihasilkan oleh mikroba dan dapat menghambat pertumbuhan mikroba lain.

Senyawa antibakteri dapat bekerja secara bakteriostatik, bakteriosidal, dan bakteriolitik [9]. Senyawa antimikroba dalam golongan ini digunakan untuk menghambat atau membunuh pertumbuhan bakteri. Mereka bekerja dengan mengganggu proses vital dalam bakteri, seperti sintesis dinding sel bakteri, sintesis protein, atau replikasi DNA [10]. Contoh antibiotik yang umum digunakan termasuk penicillin, tetracycline, dan cephalosporin. Senyawa antimikroba dalam golongan ini ditujukan untuk menghambat atau membunuh pertumbuhan jamur atau fungi. Mereka dapat digunakan untuk mengobati infeksi jamur pada manusia, hewan, atau tanaman. Cara kerja antimikotik bisa bervariasi, termasuk mengganggu sintesis membran sel jamur atau menghambat sintesis ergosterol yang penting untuk struktur membran. Contoh antimikotik termasuk fluconazole, amphotericin B, dan terbinafine [11].

Senyawa antimikroba dalam golongan ini dirancang untuk menghambat pertumbuhan atau replikasi virus. Mereka bisa bekerja dengan berbagai cara, termasuk menghambat enzim virus, mengganggu replikasi virus, atau mencegah virus masuk ke dalam sel inang. Contoh antiviral meliputi oseltamivir (untuk influenza), acyclovir (untuk herpes), dan ritonavir (untuk HIV).

Berdasarkan sifat toksisitas selektifnya, senyawa antimikrobia mempunyai 3 macam efek terhadap pertumbuhan mikrobia yaitu [12]:

- a. Bakteriostatik memberikan efek dengan cara menghambat pertumbuhan tetapi tidak membunuh. Senyawa bakteriostatik seringkali menghambat sintesis protein atau mengikat ribosom. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan antimikrobia pada kultur mikrobia yang berada pada fase logaritmik [13]. Setelah penambahan zat antimikrobia pada fase logaritmik didapatkan jumlah sel total maupun jumlah sel hidup adalah tetap.
- b. Bakteriosidal memberikan efek dengan cara membunuh sel tetapi tidak terjadi lisis sel atau pecah sel [14]. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan antimikrobia pada kultur mikrobia yang berada pada fase logaritmik. Setelah penambahan zat antimikrobia pada fase logaritmik didapatkan jumlah sel total tetap sedangkan jumlah sel hidup menurun.
- c. Bakteriolitik menyebabkan sel menjadi lisis atau pecah sel sehingga jumlah sel berkurang atau terjadi kekeruhan setelah penambahan antimikrobia [15]. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan antimikrobia pada kultur mikrobia yang berada pada fase logaritmik. Setelah penambahan zat antimikrobia pada fase logaritmik, jumlah sel total maupun jumlah sel hidup menurun. Mekanisme penghambatan antibakteri dapat dikelompokkan menjadi lima, yaitu menghambat sintesis dinding sel mikrobia, merusak keutuhan dinding sel mikrobia, menghambat sintesis protein sel mikrobia, menghambat sintesis asam nukleat, dan merusak asam nukleat sel mikrobia [16].

Daya antimikrobia diukur secara *in vitro* agar dapat ditentukan kemampuan suatu zat antimikrobia. Adanya fenomena ketahanan tumbuhan secara alami terhadap mikrobia menyebabkan pengembangan sejumlah senyawa yang berasal dari tanaman yang mempunyai kandungan antibakteri dan antifungi [17]. Tanaman telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional karena kemampuannya untuk menghasilkan senyawa-senyawa aktif yang efektif dalam melawan infeksi mikroba. Pengembangan senyawa-senyawa antimikroba dari tanaman ini menjadi fokus penelitian yang penting dalam bidang farmasi dan ilmu kedokteran [18]. Para ilmuwan dan peneliti berupaya untuk mengeksplorasi potensi tanaman sebagai sumber senyawa-senyawa baru yang dapat digunakan dalam pengobatan infeksi, terutama mengingat tantangan global yang dihadapi oleh resistensi antibiotik dan kebutuhan akan pengobatan yang lebih efektif terhadap infeksi jamur [19].

Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi dan metode pengenceran. Dise *diffusion test* atau uji difusi disk dilakukan dengan mengukur diameter zona bening (*clear zone*) yang merupakan petunjuk adanya respon penghambatan pertumbuhan bakteri oleh suatu senyawa antibakteri dalam ekstrak syarat jumlah bakteri untuk uji kepekaan sensitivitas yaitu 10-10 CFU/mL. [20].

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Hambat minumum ini adalah kultur murni bakteri uji dalam media NB umur 24 jam, senyawa uji berupa antibiotik (misalnya amoxycillin sirup kering), variasi konsentrasi ditentukan berdasarkan hasil percobaan VI. (variasi konsentrasi, 6,25; 3,125; dan 1,5625 mg/ml). Sedangkan alat yang digunakan antara lain petridish steril, pipet volume steril, media nutrisi agar (NA), deret larutan standar Mac Farland, NB untuk pembuatan suspensi bakteri uji, alkohol 70 %, aquades steril [21].

2. Metode Penelitian

Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumuran dan difusi *paper disk*. Media MHA yang sudah ditambahkan suspensi bakteri dibiarkan memadat. Lubang sumuran kemudian dibuat pada media yang sudah memadat.

Cara Kerja

Cara kerja penentuan ini dengan 2 cara yaitu dengan menggunakan *paper desk* dan sumuran. Untuk sumuran dalam pembuatan kontrol kontaminasi media, disiapkan beberapa petri berisi 20 ml media nutrisi agar (NA), 15 ml NA dan 5 ml NA steril, kemudian dibuat sumuran pada petri 1) dengan pelobang gabus no. 4. Pada petri berisi 20 media NA. Diambil bulatan NA pada sumur yang dibuat dengan jarum ose secara hati-hati sehingga NA di sekelilingnya tidak tergores/rusak. Lalu bulatan NA tersebut dimasukkan dalam beker glass berisi alkohol. Untuk pembuatan kontrol pertumbuhan bakteri uji secara double layer, dituang 5 ml NA steril ke dalam cawan petri steril, biarkan memadat sebagai base layer agar. Kemudian diambil 1 ml suspensi bakteri uji, inokulasikan ke dalam 15 ml media NA secara pour plate, kemudian tuangkan secara merata sebagai seed layer agar di atas base layer agar, biarkan memadat. Kemudian pada pembuatan kontrol negatif dan pengujian potensi antibiotik secara difusi sumuran, dibuat media base layer agar dan seed layer agar. dasar petri dibuat garis dengan spidol untuk membaginya menjadi 4 bagian, dibuat sumuran pada bagian tengah ke-4 bidang petri. Pada masing-masing sumuran tersebut diinokulasikan 50 µl senyawa uji dengan kontrol negatif/pelarut dan 4 variasi konsentrasi senyawa uji. Diinkubasi selama 24 jam lalu diamati diameter zona jernih dan diameter zona hambat.

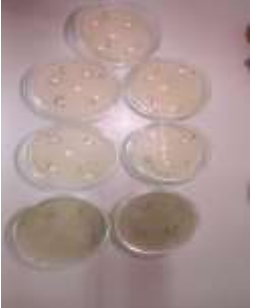

Untuk uji potensi senyawa antibiotik secara difusi *paper disk*, dibuat 10 ml suspensi bakteri uji menggunakan media BPW dan setarakan kekeruhannya dengan larutan standar Mac Farland II (konsentrasi mikroba 6. 108 CFU/ml). Untuk membuat kontrol kontaminasi media disiapkan 20 ml media NA dan tuang secara aseptis ke dalam petri steril, biarkan memadat. Pada pembuatan kontrol pertumbuhan bakteri uji ambil 0,2 ml suspensi bakteri uji, inokulasikan ke dalam petri berisi media NA secara spread plate dan biarkan permukaan agar hingga mengering. Pengujian potensi antibiotik secara difusi *paper disk*, diambil 0,2 ml suspensi bakteri uji, inokulasikan ke media NA secara merata dengan cara *spread plate* dan biarkan permukaan agar mengering. Setiap *paper disk* diinokulasikan

dengan jarak tertentu secara teratur, Inkubasikan selama 24 jam. Kemudian diamati zona keruh di setiap petri dan pertumbuhannya serta mengukur diameter zona jernih yang terbentuk di sekitar *paper disk* dengan jangka sorong/penggaris.

3. Hasil dan Pembahasan

Adapun hasil dari praktikum sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Praktikum

No.	Gambar	Keterangan
1.		<p>Metode sumuran</p> <p>1) 25 mg = 1,6cm Sirih = tidak ada Bawang putih = tidak ada.</p> <p>2) 6,5 mg = 2 cm (terpanjang melebar) 1,5 cm = lengkuas (tidak ada zona,tapimuncul putih pekat). Jahe = tidak ada.</p> <p>3) 12,5 mg = 1,5cm</p>
2.		<p>Metode paper disk</p> <p>1. Lengkuas: media dan bakteritidak merata</p> <p>a. 1.6,25mg = 1,4cm;1,2</p> <p>b. 2.25mg = 1,2cm</p> <p>c. 3.lengkuas = tidak adazona</p> <p>d. 4.12,5 = tidak rata</p> <p>2. Sirsak</p> <p>a. sirsak = 1,1cm</p> <p>b. 12,5mg = 1,4;1,3cm</p> <p>c. 6,25mg = 1,6cm;0,8cm</p> <p>d. 4. 25mg = 1,2cm</p>
<p>1. Bawang putih</p> <p>a. 6,25 = 1,5cm;1,4cm</p> <p>b. 25mg = 1,3cm</p> <p>c. 12,5mg = 2,1cm; 1,3cm (dia jatuh terus dipindah)</p> <p>2. Bawang putih = tidak ada</p> <p>3. Jahe</p> <p>a. 6,25mg = 1,1cm</p> <p>b. 25mg = 1,3cm; 1,2cm</p> <p>c. 12,5 = tidak ada</p> <p>d. Jahe = tidak ada</p> <p>4. Sirih</p> <p>a. 6,25mg = 1,1cm</p> <p>b. 25mg = 1,3cm; 1,2cm</p> <p>c. 12,5mg 1,5cm;1cm (keadaanbeningnya tidak rata).</p>		

Pembahasan

Praktikum kali ini menggunakan 2 acara uji senyawa yakni secara difusi sumuran dan secara difusi paper blank,ada 2 metode pada praktikum kali ini yakni menggunakan metode difusi dan dilusi.

Prinsip kerja metode difusi adalah terdifusinya senyawa antimikroba(misalnya antibiotik) kedalam media media padat dimana mikroba uji (misalnya bakteri patogen)telah diinokulasikan,metode difusi dapat dilakukan secara paper disk dan sumuran.

Pada metode difusi, penentuan aktivitas didasarkan pada kemampuan difusi dari zat antimikroba dalam lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan mikroba uji. Hasil pengamatan yang akan diperoleh berupa ada tidaknya zona hambat yang akan terbentuk disekeliling zat

antimikroba pada waktu tertentu masa inkubasi. Pada metode ini dapat dilakukan secara paper disk dan secara sumuran [22]

Metode paper disk (cakram) metode difusi secara paper disk merupakan cara yang paling sering digunakan untuk menentukan kepekaan kuman terhadap berbagai macam obat-obatan. Pada metode ini, digunakan suatu cakram kertas saring (paper disk) yang berfungsi sebagai tempat menampung zat antimikroba. Kertas saring tersebut kemudian diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasi mikroba uji, kemudian diinkubasi pada waktu tertentu dan suhu tertentu, sesuai dengan kondisi optimum dari mikroba uji [23].

Pada umumnya, hasil yang didapat bisa diamati setelah diinkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37°C. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada tidaknya daerah bening yang terbentuk disekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Ningrum, 2019). Zona bening yang terbentuk dikarenakan senyawa antibiotik tersebut aktif dalam menghambat dan memiliki peran sebagai penghambat mikroorganisme [24]. Pada setiap percobaan, diketahui terdapat perbedaan diameter zona bening pada setiap isolat. Adanya perbedaan diameter tersebut sebagai penunjuk kemampuan antibiotik dalam menghambat mikroorganisme berdasarkan konsentrasi larutan senyawa antibiotik yang dibuat. Diameter zona hambat sebagai penunjuk sensitivitas bakteri terhadap zat antibakteri. Semakin lebar diameter hambat maka bakteri akan semakin sensitif. Untuk pengujian konsentrasi suatu senyawa antibiotik dilakukan pengujian KHM (Konsentrasi Hambat Minimum).

Antibiotik berasal dari kata anti dan bios. Anti berarti melawan, membunuh, memusnahkan, sedangkan Bios berarti hidup. Antibiotik adalah zat kimia yang dihasilkan dari berbagai organisme yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Antibiotik tertentu aktivitasnya dapat meningkat dari bakteriostatik menjadi bakterisid bila kadar antibiotiknya ditingkatkan melebihi kadar hambat minimal (KHM) [25]. Sifat-sifat toksik yang terbentuk memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri dengan antibiotik tersebut.

Antibiotik yang digunakan dalam penelitian ini sebagai kontrol positif adalah kloramfenikol, untuk membandingkan efek antibakteri yang dimiliki jamur endofit rimpang lengkuas. Kloramfenikol memiliki mekanisme aksi menghambat pertumbuhan bakteri dengan mekanisme menghambat sintesis protein dengan jalan mencegah pemanjangan rantai protein dengan menghambat aktivitas enzim peptidil transferase pada ribosom bakteri. Senyawa ini secara spesifik terikat pada subunit ribosom 50S dan mencegah formasi ikatan peptide. Kloramfenikol juga merupakan antibiotik bersifat bakteriostatik yang menghambat sintesis protein sel mikroba dan berspektrum luas yang aktif untuk bakteri gram positif maupun gram negatif [26].

Kandungan minyak atsiri yang terdiri atas fenol dan beberapa komponen seperti hidrosikavikol, kavikol, kavibetol, estraditol, eugenol, metal-eugenol, karvakrol, terpenden, sekuiterpena, feniln, propane, tannin, gula dan pati [27]. Menurut Wulan Noventi dan Novia Carolina (2016), efek dari daun sirih hijau (*Piper Betle L.*) dikarenakan kandungan minyak atsiri yang komponennya yang berkhasiat sebagai antibakteri [11]. Minyak atsiri dalam kandungan daun sirih hijau yang komponennya berkhasiat sebagai antibakteri hal ini dapat dimanfaatkan baik sebagai antibakteri untuk mencegah penyakit diare. Daun sirih memiliki cukup banyak kandungan air, protein, karbohidrat, serat, minyak esensial, dan alkoholoid. Daun sirih hijau juga mengandung beberapa vitamin seperti Vitamin C, asam nikotik, Vitamin A, thiamine, riboflavin dan juga mineral yang terdiri atas kalsium, besi, iodin, fosfor, dan potasium.

Menurut peneliti, adanya kandungan minyak atsiri, Alkoholoid, Tannin, Flavonoid daun sirih hijau (*Piper Betle L.*) yang mampu menghambat pertumbuhan aktivasi bakteri. Kandungan Alkaloid yang dapat merusak komponen penyusun lapisan peptidoglikan, Tannin yang bersifat bakteriostatik, dan Flavonoid dapat mendenaturasi sel dan melisis sel. Pada penelitian ini ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle L.*) yang diperoleh dengan pelarut ethanol mempunyai aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri gram positif dan gram negatif salah satunya bakteri *Escherichia coli*.

4. Simpulan

Mengetahui ada tidaknya potensi antibakteri dari suatu senyawa antimikroba umumnya dapat dilakukan dengan dua uji aktivitas yaitu metode difusi dan metode pengenceran. Hasil

pengamatan yang diperoleh berupa ada tidaknya daerah bening yang terbentuk disekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri. Zona bening yang terbentuk dikarenakan senyawa antibiotik tersebut aktif dalam menghambat dan memiliki peran sebagai penghambat mikroorganisme.

REFERENSI

- [1] R. N. Putri, S. N. Wahidah, Hosiyah, I. T. Al Hafidz, and F. Faisal, "Uji Daya Hambat Antimikroba Secara Difusi Sumuran dan Difusi Paper Disk," *Era Sains J. Sci. Eng. Inf. Syst. Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 28–33, 2023.
- [2] S. U. Badria, D. Amiriyah, Y. A. Fazrani, A. F. Rahmadani, and F. Faisal, "Uji Efektivitas Ekstrak Lengkuas (*Alpinia galanga* L.) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli*," *Era Sains J. Sci. Eng. Inf. Syst. Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 21–27, 2023.
- [3] D. R. Aldina, M. H. Husain, R. D. R. Aini, F. Z. Salamah, and F. Faisal, "Uji Hambatan Bakteri *Escherichia Coli*," *Era Sains J. Sci. Eng. Inf. Syst. Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 1–7, 2023.
- [4] A. Asali, A. I. Inwar, I. M. Alim, T. Ismuningsgar, A. F. Rahmadani, and F. Faisal, "Uji Efektifitas Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale*) terhadap Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli*," *Era Sains J. Sci. Eng. Inf. Syst. Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 15–20, 2023.
- [5] L. P. Dewi, W. Fuadiyah, L. Nirwana, and F. Adam Rahmadhani Zulkarnain Faisal, "Uji Aktivitas Anti Bakteri Eksrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* dengan Metode Difusi Sumuran dan Paper Disk," *Era Sains J. Sci. Eng. Inf. Syst. Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 8–14, 2023.
- [6] F. Faisal, "Perbandingan Prevalensi HBsAg Positif pada Penderita Yang Memeriksa Diri di Rumah Sakit Islam Gondang Legi Malang dengan Metode Elisa," *J. Heal. Sci.*, vol. 1, no. 2, p. 60, 2011.
- [7] D. S. Azizah, F. Faisal, and D. N. Fatmawati, "Gambaran Kadar Hemoglobin pada Petani Buah Jeruk Pengguna Pestisida di Desa Karangwidoro Kecamatan Dau Kabupaten Malang," *Borneo J. Med. Lab. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 36–54, 2023, doi: 10.33084/bjmlt.v6i1.6088.
- [8] N. S. Taquillah, E. Y. Mahtuti, M. Masyhur, and F. Faisal, "Identification Of Soil Transmitted Helminth Using Formol Ether Sedimentation And ZnSO₄ Solution Flotation Methods," *Medicra (Journal Med. Lab. Sci.)*, vol. 5, no. 2, pp. 68–73, 2022, doi: 10.21070/medicra.v5i2.1634.
- [9] N. Azizah, E. Y. Mahtuti, and F. Faisal, "Fixation Process With 10% KOH Immersion And Variation Of Heating Temperatures On The Quality Of *Pediculus Humanus Capitis*," *Medicra (Journal Med. Lab. Sci.)*, vol. 5, no. 2, pp. 80–85, 2022, doi: 10.21070/medicra.v5i2.1635.
- [10] F. Faisal, S. Sumarno, and K. Handono, "Susu Kuda Sumbawa Terfermentasi sebagai Immunostimulant untuk 37.8 kDa *V. Cholerae* Vaccine," *J. Kedokt. Brawijaya*, vol. 26, no. 2, pp. 75–84, 2010.
- [11] T. Januarista, S. N. Sari, L. Z. Solikha, D. A. S. Putri, A. Fadila, and F. Faisal, "Kemampuan Mengecap Phenylthiocarbamide (PTC) dan distribusi Golongan Darah Sistem ABO pada Mahasiswa Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang Angkatan 2022," *J. Ilm. Mhs. Sains Unisma Malang*, vol. 1, no. 1, pp. 22–27, 2023, doi: 10.33474/jimsum.v1i1.19870.
- [12] I. N. Kundera and F. Abdurahman, "Pengaruh Crude Ekstrak Bunga Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lamk.) terhadap Ekspresi Outer Membrane Protein (OMP) *Salmonella Typhi*," *JIMR-Journal Islam. Med. Res. JIMR* |, vol. 1, no. 1, pp. 36–54, 2017, [Online]. Available: <http://riset.unisma.ac.id/index.php/fk>
- [13] F. Faisal, D. S. Azizah, and M. Ramadhan, "Understanding and Maintaining Hemoglobin (HB) Levels in Citrus Farmers Using Pesticides in Karangwidoro Village, Dau District, Malang Regency," *Majida Ramadhan Faisal Faisal, Dinar Silky Azizah*, vol. 2, no. 1, pp. 26–34, 2023.
- [14] H. G. A. Putri, E. Y. Mahtuti, and F. Faisal, "Kadar Trombosit Dan Hematokrit Pada Pasien Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Jenis Kelamin Serta Usia," *J. Kesehat.*, vol. 13, no. 2, pp. 123–130, 2022, doi: 10.38165/jk.v13i2.312.
- [15] I. L. Karismadani, E. Y. Mahtuti, and F. Faisal, "Pengaruh Ekstrak Akar Tuba (*Derris Elliptica*) terhadap Mortalitas Larva *Anopheles* SpEffect Of Tubal Root Extract (*Derris elliptica*) On Larval Mortality *Anopheles* Sp," *Borneo J. Med. Lab. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 515–521, 2024.
- [16] A. F. Rahmadani and F. Faisal, "Isolasi dan Identifikasi Awal Bakteri Patogen pada Kolam Maturasi

- dan Kolam Wetland IPLT Supit Urang Kota Malang,” *Univ. Islam Malang*, vol. 4, no. 1, pp. 88–100, 2023.
- [17] F. Faisal *et al.*, “The Developmental Hepatotoxicity of Titanium Dioxide Nanoparticles in NMRI Mouse Neonates,” *J. Nanostructures*, vol. 13, no. 3, pp. 648–655, 2023, doi: 10.22052/JNS.2023.03.005.
- [18] A. F. Rahmadani, F. Faisal, M. Ramadhan, and H. D. Prasetyo, “Isolasi dan Identifikasi Awal Bakteri Patogen pada Kolam Maturasi IPLT Supit Urang Kota Malang,” *J. Ilm. Mhs. Sains Unisma Malang*, vol. 1, no. 2, p. 41, 2023, doi: 10.33474/jimsum.v1i2.22559.
- [19] I. N. Kundera and F. Abdurahman, “Pengaruh Crude Ekstrak Bunga Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) terhadap Ekspresi Outer Membrane Protein (OMP) *Salmonella Typhi*,” *JIMR - J. Islam. Med. Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2020, [Online]. Available: <http://riset.unisma.ac.id/index.php/jkkfk/article/view/9848/7785>
- [20] F. R. Isyafa, E. Y. Mahtuti, and F. Faisal, “Pemeriksaan Soil Transmitted Helminths (STH) pada Feses Petugas Pengangkut Sampah di Desa Tawang Sari Kabupaten Malang,” *J. Educ. Innov. Public Heal.*, vol. 1, no. 4, pp. 152–164, 2023, doi: 10.55606/innovation.v1i4.1867.
- [21] S. Aisyah, E. Y. Mahtuti, M. Masyhur, and F. Faisal, “Perbandingan Penggunaan Pelarut Organik Xilene dengan Toluena Pada Tahapan Clearing terhadap Kualitas Preparat Aetan *Aedes Albopictus* (*Stegomyia Albopictus*),” *Anakes J. Ilm. Anal. Kesehat.*, vol. 9, no. 1, pp. 20–27, 2023, doi: 10.37012/anakes.v9i1.1167.
- [22] A. R. Risna’im, E. Y. Mahtuti, M. Masyhur, and Faisal, “Overview Of Anemia In Young Women Low Body Mass Index (Thin Category),” *Medicra (Journal Med. Lab. Sci.)*, vol. 5, no. 2, pp. 62–67, 2022, doi: 10.21070/medicra.v5i2.1636.
- [23] N. Karno, E. Y. Mahtuti, F. Faisal, and M. Basyaruddin, “Hubungan Kadar Kreatinin dan Lama Mengonsumsi Obat Diabetes pada Penderita DM Tipe 2,” *J. Kesehat. Tambusai*, vol. 4, no. 4, pp. 4981–4987, 2023.
- [24] I. M. Alim *et al.*, “Histologi Perkembangan Embrio Telur Ayam Kampung pada Masa Inkubasi dari Hari ke Nol Sampai hari ke Tujuh,” *J. Ilm. Mhs. Sains Unisma Malang*, vol. 1, no. 1, pp. 28–33, 2023, doi: 10.33474/jimsum.v1i1.20085.
- [25] A. F. Dwary, F. Faisal, and R. Risandiansyah, “Efek Penambahan Fraksi Semi-Polar (F20-F26) Ekstrak Metanolik Tapak Liman terhadap Daya Hambat Amoksisilin atau Kloramfenikol Pada *Staphylococcus Aureus* atau *Escherichia Coli*,” *J. Bio Komplementer Med.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [26] M. Ramadhan, F. Faisal, I. T. Fradina, and A. Mawardi, “Peningkatan Kesehatan Santri dalam Pondok Pesantren melalui Edukasi tentang Scabies,” *To Maega J. Pengabd. Masy.*, vol. 7, no. 1, pp. 68–76, 2024.
- [27] D. L. Shiyama, E. Y. Mahtuti, M. Masyhur, and F. Faisal, “Gambaran Kadar Asam Urat Pada Petani dan Buruh Tani RT 30 RW 07 Desa Sananrejo Kecamatan Turen,” *Meditory J. Med. Lab.*, vol. 10, no. 2, pp. 175–182, 2022.