
EFFECTIVENESS AS A DISINFECTANT OF ETHYL ACETATE EXTRACTED FROM SENGON TWIG BARK (*Falcataria moluccana*) AND BAMBOO STEM LIQUID SMOKE (*Bambusa sp.*)

Hasna Putri Nabilah¹, Septa Yuliani¹, Aqil Alifah¹, Annisa Nur Qomariah¹, Yuliannisa Sugara¹, Alfi Rumidatul^{2*}, Feldha Fadhila¹, Nindya Sekar Mayuri³

¹ Jurusan Analis Kesehatan, Institut Kesehatan Rajawali

² Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung

³ Jurusan Farmasi, Politeknik Meta Industri

*)Email Korespondensi : alfirumidatul@itb.ac.id

Abstract: Effectiveness as a Disinfectant of Ethyl Acetate Extracted from Sengon Twig Bark (*Falcataria moluccana*) and Bamboo Stem Liquid Smoke (*Bambusa sp.*). Infectious diseases caused by pathogenic microbes are still a major health problem worldwide. In general, prevention is done by spraying chemical-based disinfectants, but their use can cause skin damage, so other alternatives are needed, one of which is using natural ingredients, namely ethyl acetate extracts of Sengon twig bark (*Falcataria moluccana*) and bamboo stems (*Bambusa sp.*). An experimental approach was used. Data were gathered from 5 diffusion method treatments using ethyl acetate extracts of Sengon twig bark (*Falcataria moluccana*) and bamboo stem liquid smoke (*Bambusa sp.*) in ratios of 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, and 10:90. Following that, the best results were tested on a table. In the diffusion method, the best results were obtained in the ratios of 40:60 and 20:80. The swab test resulted in a percentage reduction in bacteria of 78.93% and a percentage reduction in fungi of 83.27%. Ethyl acetate extract of Sengon (*Falcataria moluccana*) twig bark and liquid smoke of bamboo stems (*Bambusa sp.*) have antimicrobial properties so that they can be used as disinfectants.

Keywords: Antimicrobial, Disinfectant, Ethyl Acetate, Extract Sengon Twig Bark, Liquid Smoke Bamboo Stem.

Abstrak: Efektivitas Ekstrak Etil Asetat Kulit Ranting Sengon (*Falcataria moluccana*) dan Asap Cair Batang Bambu (*Bambusa sp.*) sebagai Disinfektan. Penyakit infeksi yang disebabkan oleh mikroba patogen masih menjadi suatu masalah kesehatan utama di seluruh dunia. Pada umumnya, pencegahan dilakukan dengan penyemprotan disinfektan berbahan dasar kimia, namun penggunaannya dapat menimbulkan kerusakan kulit sehingga diperlukan alternatif lain, salah satunya dengan menggunakan bahan alami yaitu ekstrak etil asetat kulit ranting sengon (*Falcataria moluccana*) dan batang bambu (*Bambusa sp.*). Mengetahui efektivitas antimikroba ekstrak etil asetat kulit ranting sengon (*Falcataria moluccana*) dan asap cair batang bambu (*Bambusa sp.*) sebagai disinfektan. Menggunakan rancangan eksperimental. Data diambil dari 5 perlakuan pada metode difusi menggunakan campuran ekstrak etil asetat kulit ranting sengon (*Falcataria moluccana*) dan asap cair batang bambu (*Bambusa sp.*) dengan masing-masing perbandingan 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 kemudian hasil terbaik dilakukan uji swab pada meja. Pada metode difusi didapatkan hasil terbaik yaitu pada perbandingan 40:60 dan 20:80. Uji swab menghasilkan persentase penurunan bakteri sebesar 78,93% dan persentase penurunan jamur sebesar 83,27%. Ekstrak etil asetat kulit ranting sengon (*Falcataria moluccana*) dan asap cair batang bambu (*Bambusa sp.*) memiliki sifat antimikroba sehingga dapat dijadikan sebagai disinfektan.

Kata Kunci: Antimikroba, Asap Cair Batang Bambu, Disinfektan, Ekstrak Kulit Ranting Sengon, Etil Asetat.

PENDAHULUAN

Bioaerosol merupakan partikel biologis di udara mengandung bakteri dan jamur yang sering mengontaminasi media seperti meja, lantai, dinding, *furniture*, dan benda-benda mati lain sebagai media penularan dari satu tempat ke tempat lain (Susanto, 2019). Paparan bioaerosol pada manusia dapat berdampak negatif pada kesehatan karena dapat berpotensi menimbulkan penyakit infeksi (Dewi *et al.*, 2021). Bakteri dan jamur yang seringkali menjadi penyebab penyakit infeksi adalah *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus flavus*, *Candida albicans* (Brooks *et al.*, 2007). *S. typhimurium* merupakan bakteri penyebab infeksi pada saluran pencernaan dengan angka kejadian di seluruh dunia diperkirakan sebesar 6,9 juta dan 48,4 juta komplikasi per tahun yang mayoritas terjadi di Asia dan Afrika (Ruminem *et al.*, 2020).

Survei WHO tahun 2016 memperkirakan lebih dari 4 hingga 4,5 juta orang di Eropa mengalami infeksi nosocomial yang diakibatkan oleh *S. aureus* setiap tahunnya serta diperkirakan sekitar 4,5 dari total 99.000 kematian terjadi di Amerika Serikat. Sanitasi yang buruk pada lingkungan juga dapat menyebabkan risiko tinggi terjadinya aspergilosis yang disebabkan oleh *Aspergillus sp.* Menurut *Center Of Disease Control and Prevention* (CDC) tahun 2019 sekitar 4,8 juta orang menderita asma dan *Allergic Bronchopulmonary Aspergillosis* (ABPA) yang disebabkan oleh *Aspergillus sp.* Kandidiasis merupakan penyakit yang disebabkan oleh *C. albicans*, contohnya Kandidiasis Vulvovaginalis (KVV) menjadi penyebab infeksi pada vagina dengan kasus sebanyak tiga perempat wanita pernah mengalami dengan prevalensi infeksi di Amerika sebanyak 13 juta kasus (Puspitorini, 2018).

Secara fisik mikroba patogen tersebut dapat dikendalikan dengan cara dibasmi atau dihambat

pertumbuhannya menggunakan disinfektan (Rini, 2020). Bahan kimia yang disebut disinfektan sering digunakan untuk membasmi mikroorganisme namun mengandung senyawa kimia sintetis yaitu zat *Sodium Laureth Sulfate* (SLS), klorin, dan pine oil yang dapat menyebabkan iritasi dan kerusakan kulit (Zulfikri *et al.*, 2020). Maka, penggunaan disinfektan berbahan zat kimia tersebut perlu dikurangi dan digantikan menggunakan bahan alami yang aman dan efektif sebagai zat antimikroba. Ekstrak kulit ranting sengon (*Falcataria moluccana*) yang mengandung zat fitokimia seperti alkaloid, tanin, saponin dan flavonoid merupakan salah satu bahan alami yang dapat dimanfaatkan (Firdausia *et al.*, 2021). Bahan alami yang memiliki kemampuan sebagai antimikroba adalah asap cair batang bambu (*Bambusa sp.*). Asap cair batang bambu memiliki senyawa fenol dan asam yang dapat bertindak sebagai zat antimikroba (Saepul *et al.*, 2022).

METODE

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan bahan yang digunakan dalam meliputi ekstrak etil asetat kulit ranting sengon 11%, asap cair batang bambu 100%, NaCl fisiologis, media pertumbuhan mikroba *Nutrient Agar* (NA), *Potatoes Dextrose Agar* (PDA), *Nutrient Broth* (NB) dan *Potatoes Dextrose Broth* (PDB), BaCL 2%, H₂SO₄ 1%, karbol, aquades, produk pewarnaan gram, *Lactophenol Cotton Blue* (LPCB). Sampel uji yang digunakan merupakan isolat jamur dari Laboratorium Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran dan isolat bakteri berasal di Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Barat. Sampel mikroorganisme yang digunakan adalah *Salmonella typhimurium* ATCC 25241, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Aspergillus flavus* ATCC 9643 dan *Candida albicans* ATCC 10231. Sampel uji swab menggunakan permukaan

meja yang diberikan perlakuan 3 kali (sampel uji, kontrol negatif dan kontrol positif), masing-masing terdapat 3 areal dengan luas permukaan 25 x 25 cm² dan 2 kali penyemprotan setiap perlakuan.

Ekstrak etil asetat kulit ranting sengon 11% dibuat dengan cara mencampurkan 1,1 mL ekstrak ke dalam 8,9 mL etil asetat. Selanjutnya ekstrak tersebut dipipet ke dalam 5 tabung bersih dengan volume berurutan (5 mL, 4 mL, 3 mL, 2 mL dan 1 mL) kemudian dicampurkan dengan asap cair hingga volume mencapai 10 mL, sehingga menghasilkan 5 perbandingan campuran 50:50, 40:60, 30:70, 20:80 dan 10:90.

Pembuatan kurva pertumbuhan bertujuan mengetahui waktu optimum mikroba untuk tumbuh. Sebelum dilakukan pengukuran kurva, perlu dilakukan peremajaan terlebih dahulu baik bakteri maupun jamur kemudian diinokulasi ke dalam media NB dan PDB. Media yang telah diinokulasi

diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 600 nm menyesuaikan warna yang terbentuk pada medium. Pengukuran dilakukan setiap 2 jam terhadap bakteri dan 4 jam pada jamur, data hasil pengukuran dibuat menjadi diagram garis untuk menentukan fase stasioner.

Pengujian kemampuan hambat dilakukan dengan metode difusi cakram (*Kirby Bauer*) pada bakteri dan difusi sumuran untuk jamur. Suspensi bakteri yang terstandarisasi 0,5% larutan *Mc Farland* diinokulasikan ke dalam media, kemudian diberikan cakram berisi 20 µL campuran ekstrak etil asetat dari kulit ranting sengon dan asap cair batang bambu. Sedangkan untuk jamur, campuran yang sama dimasukkan ke dalam sumuran sebanyak 40 µL, dilakukan 2-3 kali perlakuan untuk masing-masing perbandingan campuran ekstrak dan asap cair. Bagian yang menjadi transparan kemudian diukur menggunakan mistar dengan rumus pengukuran sebagai berikut.

$$\text{Perhitungan Diameter Zona Hambat} = \frac{(D_1 - D_2) + (D_2 - D_3)}{2}$$

Keterangan

D_1 = Diameter Zona Vertikal

D_2 = Diameter Zona Horizontal

D_3 = Diameter Cakram atau Sumuran

Hasil zona hambat terbesar dari ke-5 perbandingan digunakan sebagai sampel uji untuk uji swab test pada meja, kontrol positif menggunakan disinfektan berbahan karbol dan kontrol negatif tanpa diberikan perlakuan apapun. Uji swab test dilakukan menggunakan cotton swab yang telah dibasahi NaCl kemudian dibuat suspensi dan dilakukan 3 bentuk pengenceran 10⁻¹, 10⁻², dan 10⁻³. Ketiga pengenceran

tersebut kemudian diinokulasikan sebanyak 1 ml ke dalam media NA untuk identifikasi bakteri dan PDA untuk identifikasi jamur menggunakan metode *pour plate*. Untuk melihat bakteri dan jamur yang tumbuh pada sampel uji, dilakukan pewarnaan gram pada bakteri dan pewarnaan LPCB untuk jamur, kemudian dihitung persentase perbandingan antara perlakuan campuran dengan kontrol positif menggunakan *Microsoft office excel*.

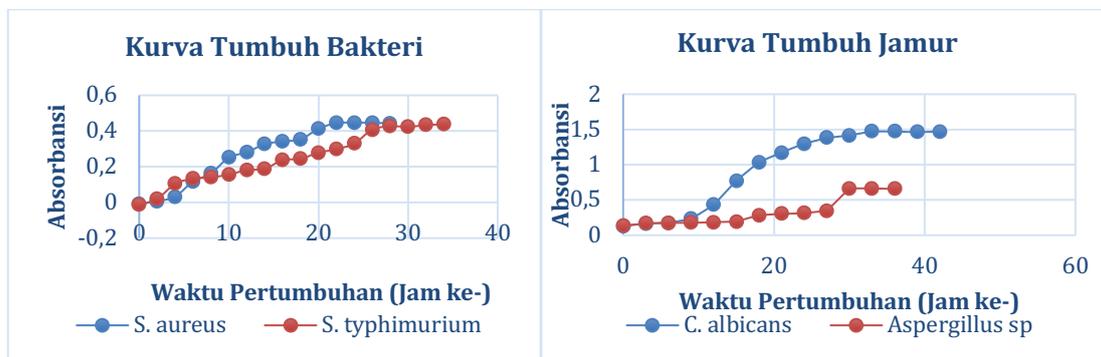


Gambar 1. Alur Prosedur

HASIL

Kurva pertumbuhan bakteri dan jamur dengan cara menghitung

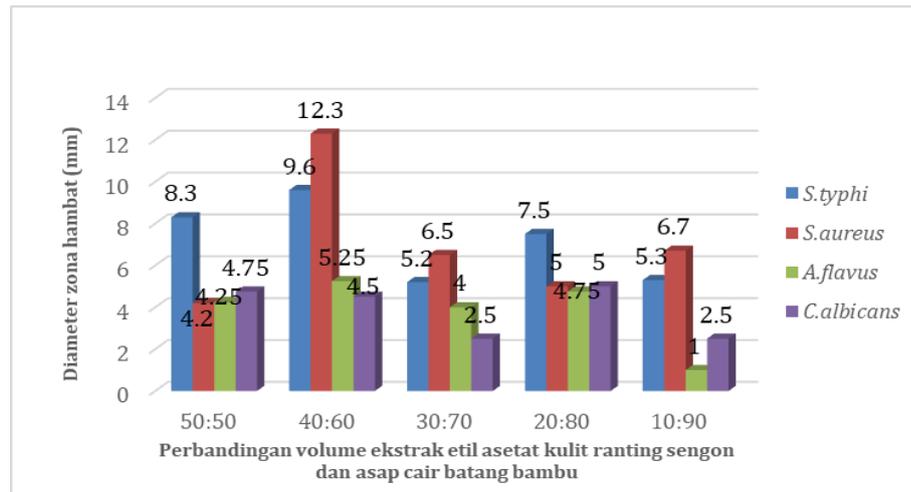
absorbansi setiap 2 jam sekali pada bakteri dan 3 jam sekali pada jamur ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Bakteri dan Jamur

Hasil uji daya hambat pada setiap mikroba uji dengan menggunakan metode difusi yaitu pada bakteri digunakan metode difusi cakram,

sedangkan pada jamur menggunakan metode difusi sumuran ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil Uji Daya Hambat Ekstrak Etil Asetat Kulit Ranting Sengon dan Asap Cair Batang Bambu Terhadap Bakteri Dan Jamur

Bakteri dan jamur yang tumbuh pada media NA dan PDA kemudian diamati secara makroskopis dan mikroskopis untuk melihat jenis bakteri

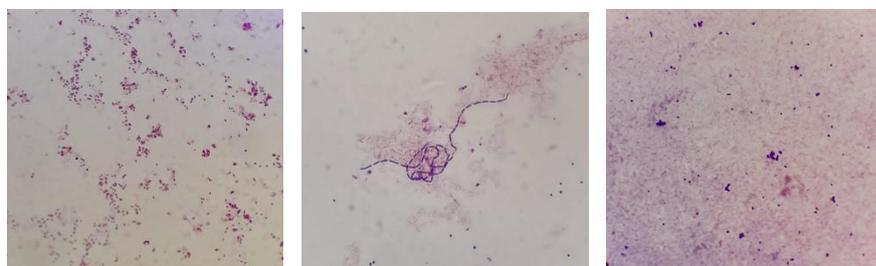
dan jamur yang mengkontaminasi meja. Pengamatan yang dilakukan secara makroskopis ditunjukkan pada Tabel 1 berikut

Tabel 1. Karakteristik Makroskopis Koloni Bakteri pada Media *Nutrient Agar* (NA)

No.	Sifat Fisik	Karakteristik
1.	Bentuk	Bulat
2.	Warna	Putih
3.	Elevasi	Cembung
4.	Tepian	Rata
5.	Ukuran diameter	<0.5 mm

Bakteri dan jamur yang tumbuh pada media NA dan PDA yang diamati

secara mikroskopis ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



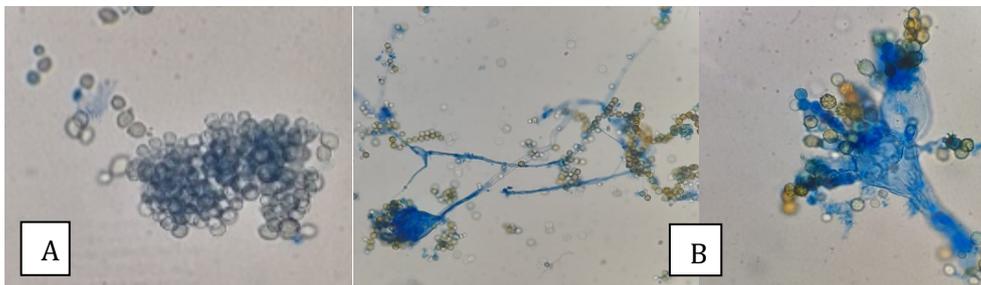
Gambar 4. Hasil Pengamatan Mikroskopis Koloni Bakteri dengan Pewarnaan Gram pada Media *Nutrient Agar* (NA).

Karakteristik makroskopis koloni jamur pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik Makroskopis Koloni Jamur Pada Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

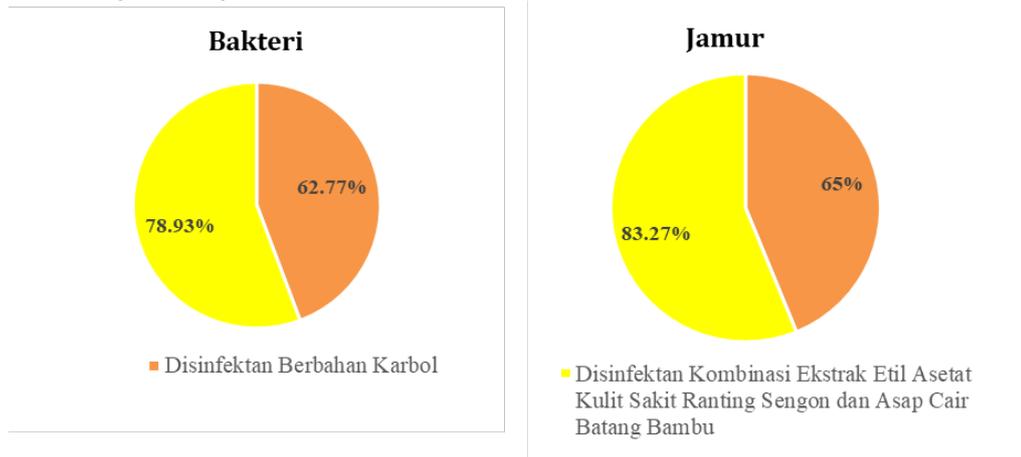
No.		Morfologi Jamur	
		Khamir	Kapang
1.	Bentuk	Bulat lonjong	Buludru
2.	Warna	Putih	Putih dan kuning- <i>orange</i>
3.	Ukuran Diameter	>0,5 mm	>0.5 mm

Pengamatan secara mikroskopis koloni jamur pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Hasil Pengamatan Mikroskopis Koloni Jamur dengan Pewarnaan Lactophenol Cotton Blue (LPCB). (A) Koloni jamur berbentuk khamir, (B) Koloni jamur berbentuk kapang

Hasil persentase efektivitas disinfektan berbahan karbol dan disinfektan perpaduan ekstrak etil asetat kulit sakit ranting sengon dan asap cair batang bamboo ditunjukkan pada Gambar 6 berikut :



Gambar 6. Hasil Persentase Efektivitas Disinfektan Berbahan Karbol dan Disinfektan Perpaduan Ekstrak Etil Asetat Kulit Sakit Ranting Sengon dan Asap Cair Batang Bambu

PEMBAHASAN

Pengujian ekstrak etil asetat kulit ranting sengon dan asap cair batang bambu diawali dengan melihat

karakteristik campuran mulai dari warna, aroma, dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran ekstrak

etil asetat dari kulit ranting sengon 11% dan asap cair batang bambu 100% yang terlihat berurutan pada perbandingan 50:50 memiliki warna yang lebih pekat dari pada perbandingan yang lain. Perbandingan 40:60 memiliki warna yang lebih pudar dibandingkan pada perbandingan 50:50, perbandingan 30:70 memiliki warna hijau kekuningan tidak terlalu pekat maupun tidak pudar. Sedangkan pada perbandingan 20:80 memiliki warna yang lebih pudar dari perbandingan 30:70, dan perbandingan 10:90 memiliki warna hijau kekuningan yang lebih pudar dari perbandingan lainnya.

Pada pengukuran pH yang dilakukan menggunakan kertas lakmus pada setiap perbandingan didapatkan pH sebesar 3, hal ini menandakan bahwa campuran bersifat asam. Sejalan dengan penelitian kami, temuan (Pah *et al.*, 2022) menyatakan bahwa pH asap cair pada konsentrasi 100% sebesar 3,8 sehingga semakin meningkat konsentrasi maka semakin rendah pH yang diperoleh. Selain itu, kadar fenol yang terkandung dapat mempengaruhi nilai pH. Semakin meningkat kadar fenol maka semakin rendah pH yang dihasilkan atau semakin meningkat keasamannya (Saputra *et al.*, 2020). Nilai pH merupakan salah satu indikator penting untuk menilai kualitas asap cair. Untuk memperoleh asam organik pada asap cair, nilai pH ini menampilkan tingkat proses penguraian komponen kayu.

Mengacu pada penelitian yang dilakukan Nawawi *et al.*, (2012), pH ekstrak sengon pada kondisi awal 6,91 namun ketika proses pengeringan selama 144 jam menjadi 5,52 pada suhu 60 °C. Perbedaan hasil pH bisa disebabkan karena perlakuan ekstrak sengon yang dicampur dengan bahan lain. Semakin banyak penambahan asap cair pada ekstrak, pH campuran ekstrak etil asetat dan asap cair batang bambu yang diperoleh tidak mengalami perubahan yang signifikan. Penambahan dan penurunan nilai pH dapat dipengaruhi oleh waktu pengeringan dan suhu penyimpanan

meskipun hasil yang diperoleh tidak begitu signifikan. Selain itu, perbedaan sifat keasaman dapat ditentukan dari jumlah dan komposisi komponen kimia (Augustina *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil kurva pertumbuhan yang ditunjukkan oleh Gambar 2. diperoleh *S. typhimurium* ATCC 25241 mencapai waktu optimum pada jam ke 28. Temuan ini berlawanan dengan temuan sebelumnya yang dilakukan oleh Rachmawati (2020), ia mengatakan bahwa waktu optimum untuk *S. typhimurum* berada pada jam ke 18. Berdasarkan grafik pertumbuhannya, *S. aureus* ATCC 29523 mencapai waktu optimum pertumbuhan pada jam ke 22. Berdasarkan literatur *S. aureus* memasuki periode laten (*lag phase*) pada jam ke-3 dan selesai di jam ke-21 kemudian mencapai fase stasioner pada jam ke 24 – ke 36. Adapun untuk kebutuhan uji, pengambilan dilakukan pada jam ke-36 (Firdausia *et al.*, 2021). Waktu optimum pertumbuhan *Aspergillus flavus* ATCC 9643 mencapai fase log pada jam ke 20 dan jamur *C. albicans* mengalami fase log dari jam ke 16 sampai ke 40. Waktu optimal pertumbuhan *C. albicans* yang ditemukan dalam penelitian ini lebih cepat dibandingkan dengan penelitian Listiani *et al.*, (2021) yang melaporkan fase optimal pada jam ke-48 dan Firdausia *et al.*, (2021) pada jam ke-60.

Perbedaan waktu yang terjadi pada fase optimal disebabkan karena beberapa faktor lingkungan meliputi perbedaan isolat, media pertumbuhan yang digunakan serta kondisi lingkungan yang berbeda. Tidak stabilnya suhu inkubasi menjadi salah satu faktor penyebab pertumbuhan bakteri yang berbeda dikarenakan Suhu yang rendah secara signifikan dapat memperpanjang waktu generasi sel dan mengurangi laju pertumbuhan, sedangkan suhu ekstrim tinggi berpotensi pada kematian bakteri yang disebabkan kehancuran sel akibat tekanan berlebih pada sel bakteri (Respati *et al.*, 2017).

Pengukuran kurva pertumbuhan dilakukan dengan menggunakan media

Nutrient Broth (NB). Serupa dengan temuan Wahyuningsih dan Zulaikha (2018) menjelaskan bahwa medium NB memiliki sumber karbon yang lebih sederhana dari selulosa sehingga kemampuan bakteri untuk tumbuh lebih lama dikarenakan sumber karbon sederhana lebih mudah dimanfaatkan dari pada sumber kompleks.

Kurva pertumbuhan memberikan informasi mengenai fase hidup suatu mikroorganisme yang direpresentasikan dalam 4 fase utama, yaitu fase adaptasi (lag), fase log (pertumbuhan eksponensial), fase stasioner, dan fase kematian. Pembuatan grafik pertumbuhan bertujuan untuk memperoleh estimasi populasi mikroorganisme selama periode aktifitas metabolisme (Sharah *et al.*, 2015). Untuk mengetahui efektivitas sampel uji yang digunakan, pengujian di lakukan pada waktu dimana bakteri dan jamur berada pada fase log/fase eksponensial. Hal ini dikarenakan pada fase log, pertumbuhan sel-selnya meningkat signifikan karena fase ini menggambarkan pembelahan sel yang konstan serta pertumbuhan yang seimbang (Reiny, 2012). Untuk menguji daya hambat larutan uji diperlukan waktu optimum untuk memastikan bahwa larutan uji benar-benar dapat menghambat pertumbuhan mikroba (Rahayu *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil pengamatan kurva tumbuh pada setiap kelompok mikroba uji, kemudian dilakukan uji daya hambat diambil masing-masing koloni pada jam optimum kelompok mikroba uji. Pada setiap mikroba uji memiliki fase optimum yang bervariasi yaitu *S. typhimurium* pada jam ke 28, *S. aureus* pada jam ke 22, *A. flavus* pada jam ke 20, dan *C. albicans* di jam ke 44.

Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan hasil uji menggunakan campuran ekstrak etil asetat kulit ranting sengon konsentrasi 11% dan asap cair batang bambu konsentrasi 100% perbandingan 5 volume terhadap pertumbuhan bakteri dan jamur uji. Dalam menghambat terjadinya pertumbuhan bakteri *S. aureus* ATCC

25923 diperoleh diameter paling besar pada campuran 40:60 yaitu 12,3 mm. Perbandingan 50:50 diperoleh zona hambat paling kecil yaitu sebesar 4.2 mm. Zona hambat pada *S. typhimurium* ATCC 25241 perbandingan 40:60 diperoleh diameter sebesar 9,6 mm dan zona hambat paling rendah ialah 30:70 dengan diameter yang dihasilkan yaitu 5,2 mm. Sedangkan zona hambat pada *A. flavus* ATCC 9643 menunjukkan zona hambat yang terbentuk pada perbandingan 40:60 terbesar yaitu sebesar 5,25 mm, dan terkecil pada perbandingan 30:70 yaitu sebesar 4 mm. Pada jamur *C. albicans* ATCC 10231 didapatkan hasil zona hambat yang terbentuk paling besar yaitu pada perbandingan 20:80 dengan diameter zona hambat 5 mm, dan diameter paling kecil ada pada perbandingan 30:70 yaitu 2,25 mm.

Menurut Datta *et al.*, (2019) zona hambat dikategorikan ke dalam empat aktivitas yaitu aktivitas hambat lemah (< 5 mm), daya hambat sedang (5-10 mm), aktivitas kuat (10-20 mm) dan sangat kuat (> 20-30 mm). Hasil uji efektivitas antibakteri diperoleh hasil yang berbeda-beda pada setiap perbandingannya, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak dan senyawa metabolit yang terkandung didalamnya dapat mempengaruhi pertumbuhan. Penelitian yang dilakukan oleh Rumidatul *et al.*, (2021) didapatkan hasil bahwa ekstrak etil asetat kulit ranting sengon dengan konsentrasi 11% memiliki potensi yang lebih besar dalam menghambat pertumbuhan mikroba uji dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Hal ini dikarenakan kepekatan konsentrasi ekstrak yang digunakan akan berbanding lurus dengan hasil zona hambat yang terbentuk.

Uji efektivitas campuran ekstrak etil asetat kulit sakit ranting sengon konsentrasi 11% dan asap cair batang bambu konsentrasi 100% sebagai bahan dasar disinfektan dilanjutkan dengan melakukan uji swab tes pada meja menggunakan perbandingan 40:60 berdasarkan volume terbaik pada hasil uji sebelumnya terhadap bakteri

dan jamur dalam menghambat pertumbuhan. Inokulasi mikroba hasil uji dilakukan menggunakan metode *pour plate*/cawang tuang dengan tujuan agar diperoleh koloni murni mikroorganisme tanpa memerlukan keterampilan tinggi (Angelia, 2020).

Penggunaan media *Nutrient Agar* (NA) untuk menumbuhkan bakteri, media NA sendiri merupakan media semi padat alami yang termasuk ke dalam jenis media umum untuk pertumbuhan sebagian besar bakteri, mengandung bahan alami dan tambahan senyawa kimia, serta digunakan untuk mengamati morfologi koloni bakteri (Munandar, 2016). Media lain yang digunakan untuk menumbuhkan jamur pada penelitian ini yaitu *Potato Dextros Agar* (PDA) merupakan media padat dan umum untuk pertumbuhan jamur dengan kandungan Ph yang rendah yaitu 4,5 - 5,6 sehingga bakteri tidak dapat tumbuh karena membutuhkan lingkungan hidup dengan pH netral dan suhu optimum diantara 25 - 30 °C (Cappucino dan Sherman, 2014).

Berdasarkan pengamatan makroskopis bakteri didapatkan hasil swab pada meja disajikan dalam Tabel 1. Koloni bakteri secara mikroskopis setelah dilakukan pewarnaan gram dapat dilihat pada Gambar 4. yaitu berbentuk kokus berwarna ungu dengan susunan bergerombol dan bakteri berbentuk basil berwarna ungu dengan susunan berderet seperti rantai yang menandakan bahwa bakteri tersebut merupakan bakteri gram positif. Dari hasil swab meja pada media NA juga ditemukan Bakteri gram negatif ditemukan dengan morfologi berbentuk kokus, berwarna merah dengan susunan berpasangan atau diplococcus. Bakteri gram positif dan gram negatif yang ditemukan diduga merupakan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Basillus* sp., dan *Neisseria* sp.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Arifin *et al.*, (2016) bahwa bakteri yang ditemukan pada meja baik berasal dari udara maupun perpindahan yang diperantarai oleh telapak tangan adalah *Staphylococcus aureus*,

Staphyococcus haemolyticus, *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, dan *Klebsiella pneumonia*. Hasil penelitian Marhamah dan Suroso (2015) juga menemukan mikroba di dalam ruangan operasi bedah *central* RSUD Dr. H. Abdul Moeloek tahun 2013 yaitu *P. aeruginosa*, *Staphylococcus* sp., *Basillus* sp., dan *M. tetragenous*.

Pewarnaan gram merupakan suatu teknik untuk identifikasi bakteri secara mikroskopis dengan prinsip berdasarkan sifat dinding sel yang dimiliki bakteri sehingga dapat menunjukkan perbedaan dua kelompok yaitu bakteri gram negatif dan gram positif (Rahayu *et al.*, 2020). Dinding sel pada bakteri gram positif berisi lapisan peptidoglikan yang tebal dan lipid yang tipis. Sebaliknya, bakteri gram negatif memiliki dinding peptidoglikan tipis dan lipid yang tebal, sehingga tidak dapat menahan zat warna kristal violet setelah di dekolorisasi dengan alkohol sehingga bakteri terlihat berwarna merah (Rahmatullah *et al.*, 2021; Putri *et al.*, 2018).

Pengamatan karakteristik jamur secara makroskopis dan mikroskopis pada media *Potato Dextros Agar* (PDA) hasil swab meja diperoleh jamur dalam bentuk khamir dan kapang yang terdapat pada Tabel 2. dan Gambar 5. Hasil pewarnaan LPCB pada koloni jamur terlihat morfologi khamir berbentuk oval, berwarna biru, berukuran 1-5 mm, dan tidak terlihat adanya hifa semu atau pseudohifa. Morfologi kapang yang tumbuh pada media PDA terlihat adanya *vesicle* dan *conidiophore* berwarna biru dan konidia berwarna kuning. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, diduga jamur yang berasal dari sampel swab pada meja merupakan genus *Aspergillus* sp, *Candida* sp, dan *penicillium* sp.

Arifin *et al.*, (2016) menyebutkan bahwa jamur yang sering ditemukan pada meja adalah *Candida* sp. Menurut Rahmawati dan Turnip (2017) menyatakan bahwa jamur genus *Aspergillus*, *Absidia*, *Byssoschlamys*, *Chrysosporium Eurotium*, *Cladosporium*,

Fusarium, *Scopulariopsis*, dan *Penicillium* merupakan genus jamur yang dapat bertahan hidup di udara dalam ruangan dan menempel pada substrat karena konidiofor jamur menghasilkan spora yang banyak, kecil, dan ringan sehingga berpotensi terhirup oleh manusia dan menyebabkan penyakit.

Identifikasi jamur secara mikroskopis dilakukan menggunakan pewarnaan LPCB. Reagen LPCB mengandung kristal fenol yang berfungsi sebagai disinfektan, *cotton blue* berfungsi untuk mewarnai jamur, asam laktat berfungsi untuk menjaga struktur jamur dan membersihkan jaringan, gliserol berfungsi mempertahankan fisiologis sel dan menjaga sel dari kekeringan, serta air suling sebagai pelarut (Asali *et al.*, 2018).

Koloni mikroba yang tumbuh pada media *Nutrient Agar* (NA) dan *Potato Dextrose Agar* (PDA) selanjutnya dilakukan perhitungan persentase untuk mengetahui efektivitas dengan membandingkan jumlah mikroba antara disinfektan kombinasi ekstrak etil asetat kulit sakit ranting sengon dan asap cair batang bambu versus kontrol positif yang ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil persentase penurunan jumlah mikroba menggunakan disinfektan perpaduan ekstrak etil asetat kulit sakit ranting sengon dan asap cair batang bambu yaitu sebesar 78,93% pada bakteri dan 83,27% pada jamur. Sedangkan penggunaan disinfektan berbahan karbol diperoleh persentase penurunan jumlah mikroba sebesar 62,77% pada bakteri dan 65% pada jamur.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Sari dan Mursiti (2016) yaitu terbentuk zona hambat sebesar 13,5 mm pada penggunaan ekstrak biji mahoni dan 0 mm pada penggunaan wipol. Hal ini terjadi karena banyaknya penggunaan konsentrasi ekstrak sebagai zat antimikroba. Menurut Wikananda *et al.*, (2019), semakin tinggi penggunaan ekstrak sebagai zat antimikroba, maka semakin besar komponen bioaktif yang terdapat pada ekstrak sehingga aktivitas antimikroba akan semakin

tinggi. Didukung dari hasil penelitian Pragita *et al.*, (2020), menyatakan bahwa ekstrak etil asetat kulit sakit ranting sengon pada konsentrasi 11% diperoleh daya hambat mikroba lebih tinggi di bandingkan konsentrasi 9% - 10%. Hasil penelitian Rumidatul *et al.*, (2021) juga menyatakan bahwa pada konsentrasi 11% ekstrak etil asetat kulit sakit ranting sengon dapat menghambat pertumbuhan mikroba.

Sifat antimikroba yang dimiliki ekstrak etil asetat kulit ranting sengon diantaranya yaitu senyawa terpenoid, steroid, alkaloid, fenolik, flavonoid, dan antioksidan (Firdausia *et al.*, 2021). Terpenoid bekerja merusak organel sel dengan senyawa lipofilik yang dimiliki (Rumidatul *et al.*, 2021). Protein transmembran (porin) pada membran luar dinding sel mikroba akan berikatan dengan senyawa terpenoid sampai membentuk ikatan polimer. Ikatan yang kuat menyebabkan kerusakan pada porin sehingga permeabilitas dinding sel mikroba berkurang dan berdampak pada terganggunya pemasukan nutrisi pada mikroba. Hal ini menyebabkan pertumbuhan mikroba akan terhambat atau mati (Amelia *et al.*, 2018; Pragita *et al.*, 2020).

Senyawa steroid sebagai zat antimikroba bekerja dengan cara menghambat pembentukan ergosterol dalam pembentukan tunas pada jamur, sedangkan pada bakteri menghambat integritas membran sel sehingga dinding sel bakteri akan lisis atau rapuh (Amelia *et al.*, 2018).

Mekanisme kerja antimikroba senyawa flavonoid didasarkan atas tiga kemampuan, yaitu menghambat sintesis asam nukleat, membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstrasel, dan menghambat metabolisme energi dan oksigen sel. Tiga kemampuan flavonoid tersebut berdampak pada permeabilitas dinding sel dan mengganggu metabolisme sel sehingga menyebabkan kematian mikroba (Lingga *et al.*, 2018; Pragita *et al.*, 2020).

Pada penelitian ini konsentrasi asap cair yang digunakan yaitu asap cair grade 2 dengan karakteristik

berwarna kuning jernih, konsistensi cair dengan pH 3. Lestari (2015), menyatakan bahwa asap cair grade 2 merupakan hasil redestilasi dengan pH asam kuat. Saepul *et al.*, (2022) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair, maka efektivitas antimikroba semakin baik. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Pah *et al.*, (2022) bahwa pada konsentrasi 100% asap cair menghasilkan zona hambat lebih besar dibanding konsentrasi 50% dan 75% terhadap beberapa mikroba.

Berdasarkan hasil penelitian Lestari *et al.*, (2015), menyatakan bahwa asap cair grade 2 memiliki 3 senyawa bersinergis dalam menghambat pertumbuhan mikroba yaitu fenol, karbonil, dan senyawa asam. Senyawa fenol dan derivatnya mampu merusak sitoplasma menyebabkan kebocoran dan kerusakan metabolit penting seperti senyawa enzim. Enzim yang tidak aktif menyebabkan ion organik nukleotida, koenzim, dan asam amino mengalir keluar sel sehingga nutrisi yang dibutuhkan mikroba tidak bisa masuk, akibatnya pertumbuhan mikroba akan terganggu. Senyawa asam yang terkandung dalam asap cair yaitu asam asetat dan asam benzoat, berperan dalam merusak enzim dan mengganggu permeabilitas membran sel serta melarutkan lipid pada dinding sel sehingga pertumbuhan dan daya hidup mikroba terganggu (Lestari *et al.*, 2015; Saepul *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Campuran ekstrak etil asetat kulit ranting sengon (*Falcataria moluccana*) dan asap cair batang bambu (*Bambusa* sp.) memiliki sifat antimikroba terbesar pada perbandingan 40:60 untuk bakteri dan *Aspergillus flavus* serta 20:80 untuk *Candida albicans*. Oleh karena itu, campuran ekstrak etil asetat kulit ranting sengon dan asap cair batang bambu dapat dijadikan sebagai disinfektan dengan kemampuan menurunkan jumlah bakteri sebesar 78,93% dan jumlah jamur sebesar 83,27%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia. R., Burhanuddin. N. (2018). Identifikasi Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dengan Infeksi Nosokomial Pada Sprei Di Ruang Perawatan Pascabedah RSUD Labuang Baji Kota Makassar. Prosiding Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Volume 1. <https://jurnal.yapri.ac.id/index.php/semnassmipt/article/view/42>
- Angelia, Ika O. (2020). Penggunaan Metode Cawan Tuang Terhadap Uji Mikroba Pada Tepung Kelapa. *Journal Agritech of Science*. Politeknik Gorontalo. Volume 4. <https://doi.org/10.30869/jasc.v4i1.571>
- Arifin, A., Hayati, Z., Jamil, Kurnia F. (2016). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri di Lingkungan Laboratorium Mikrobiologi Klinik RSUDZA Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Komunitas*. Volume 1(4). <https://jim.usk.ac.id/FKK/article/view/1407>
- Asali, T., Natalia, D., Mahyarudin. (2018). Uji Resistensi Jamur Penyebab Tinea Pedis pada Satuan Polisi Pamong Praja Kota Pontianak terhadap Griseofulvin. *Jurnal Kesehatan Khatulistiwa*. Volume 4(2). <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jfk/article/view/32948>
- Augustina, S., Wahyudi, I., Darmawan, I W., Malik, J., Kojima, Y., Okada, T., Okano, N. (2021). Effect of Chemical Characteristics on Mechanical and Natural Durability Properties of Three Lesser-Used Wood Species. *Jurnal Sylva Lestari*. Volume 9(1). <https://doi.org/10.23960/jsl19161-178>.
- Brooks, G.F. (2005)., Janet, S.B., Stephen A.M. Jawezt, Melnick and Adelberg, Mikrobiologi Kedokteran (Medical Microbiology). <https://accessmedicine.mhmedic>

- al.com/book.aspx?bookid=2629#217768802
- Cappuccino, J.G., Sherman, N. (2014). *Manual Laboratorium Biologi*. Pearson.
<https://www.egcmedbooks.com/buku/detail/115/manual-laboratorium-mikrobiologi-edisi-8>
- Datta, F., Daki, A., Benu, I., Detha, A., Foeh, N., & Ndaong, N. (2019). UJI AKTIVITAS ANTIMIKROBA BAKTERI ASAM LAKTAT CAIRAN RUMEN TERHADAP PERTUMBUHAN *Salmonella Enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus* MENGGUNAKAN METODE DIFUSI SUMUR AGAR. *JURNAL KAJIAN VETERINER*, 66-85.
<https://doi.org/10.35508/jkv.v0i0.1590>.
- Dewi, Windy C., Raharjo, M., Wahyuningsih, Nur E. (2021). *Literatur Review : Hubungan Antara Kualitas Udara Ruang Dengan Gangguan Kesehatan Pada Pekerja. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro. An - Nadaa : Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Volume 8(1).
https://www.researchgate.net/publication/357396433_Literatur_Review_Hubungan_Antara_Kualitas_Udara_Ruang_Dengan_Gangguan_Kesehatan_Pada_Pekerja.
- Firdausia, Ajeng D., Yesi, Siti H.Y., Damayanti, Tari P., Rumidatul, A., Fadhila, F., Maryana, Y. (2021). Aktivitas Antimikroba Ekstrak N Heksana dan Etil Asetat Kulit Ranting Sakit Sengon (*Falcataria moluccana*) Terhadap *Enterobacteriaceae*. *Jurnal Analis Kesehatan*. Volume 10(1).
https://www.researchgate.net/publication/357629259_Aktivitas_Antimikroba_Ekstrak_N_Heksana_dan_Etil_Asetat_Kulit_Ranting_Sakit_Sengon_Falcataria_moluccana_Terhadap_Enterobacteriaceae.
- Fitriani, S., Andini, E., Dewi, Ira P., Fadhila, D., Maryana, Y., Rumidatul, A. (2022). Efektivitas Asap Cair Daun Bambu (*Bambusa sp*) Sebagai Antiseptik Secara In Vitro Dan In Vivo. *Jurnal Media Analis Kesehatan*. Volume 13(1).
<https://doi.org/10.32382/mak.v13i1.2499>.
- Lestari, Yufi I., Idiawati, N., Harlia. (2015). Aktivitas Antibakteri Asap Cair Tandan Kosong Sawit Grade 2 Yang Sebelumnya Diadsorpsi Zeolit Teraktivasi. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. Volume 4(4, Hal 45-52).
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmpa/article/view/11441>.
- Lingga, Ancela R., Pato, U., Rossi, U. (2015). Uji Antibakteri Ekstrak Batang Kecombrang (*Nicolaia Speciosa* Horan) Terhadap *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli*. *Jurnall Online Mahasiswa Universitas Riau*. Volume 2(2).
<https://www.neliti.com/id/publications/186658/uji-antibakteri-ekstrak-batang-kecombrang-nicolaia-speciosa-horan-terhadap-staph>.
- Listiani, P., Hasanah, P., Rumidatul, A., Fadhila, F., Maryana, M. (2021). Pengujian Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etil Asetat Dan Metanol Kayu Ranting Sengon (*Falcataria Moluccana*) Sakit. *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science*. Volume 2(1).
<https://jurnal.aiptlmi-iasmlt.id/index.php/joimedlabs/article/view/23>.
- Marhamah., Suroso. (2015). Gambaran Bakteri Patogen Gram Positif Dan Gram Negatif Di Ruang Operasi Bedah Central RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung Tahun 2013. *Jurnal Analis Kesehatan*. Volume 4(1).
<https://doi.org/10.26630/jak.v4i1.417>
- Munandar, K. (2016). *Pengenalan Laboratorium IPA-Biologi Sekolah*. Bandung: Refika

- Aditama.
<https://refika.co.id/219-pengenalan-laboratorium-ipa-biologi.html>
- Nawawi, D.S., Priadi, T., Murwentianto, B. (2012). The Change of Wood Acidity during Drying Process. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, Volume 10(2), 195-200. <https://doi.org/10.51850/jitkt.v10i2.119>
- Pah, C.A.O., Mutiarani, T., Purwati, N.A.I., Fadhila, F., Maryana, Y., Rumidatul, A. (2021). Uji Efektivitas Asap Cair Batang Bambu (*Bambusa sp.*) sebagai Antiseptik. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, Volume 5(1), 65-80. <http://dx.doi.org/10.30651/jmlt.v5i1.10393>
- Pragita, A.S., Shafa, D.P., Nursifah, D., Rumidatul, A., Fadhila, F., Maryana, Y. (2020). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kulit dan Kayu Sakit Ranting Sengon terhadap Bakteri dan Jamur. *Jurnal Analisis Kesehatan*, Volume 9(2), 41-46. <http://dx.doi.org/10.26630/jak.v9i2.2459>
- Puspitorini, D. (2018). Faktor Risiko Kandidiasis Vulvovaginalis (KVV). *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin*, Volume 30(3), 193-200. <https://doi.org/10.20473/bikk.V30.3.2018.193-200>
- Putri, A.L.O., Kusdiyantini, E. (2018). Isolasi dan Idenifikasi Bakteri Asam Laktat dan Panan Fermentasi Berbasis Ikan (*Inasua*) yang Diperjualbelikan di Maluku-Indonesia. *Jurnal Biologi Tropika*, Volume 1(2), 6-12. <https://doi.org/10.14710/jbt.1.2.6-12>
- Rachmawati, DPS., Rabbani, K., Rumidatul, A., Fadhila, F., Maryana, Y. (2020). Pengujian Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kulit dan Kayu Ranting Sengon (*Falcataria moluccana*) Dengan Pelarut N-Heksana, Etil Asetat dan Metanol Terhadap *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Candida albicans*. *Jurnal Analisis Kesehatan*. Volume 11(2):70-82. URL:<https://doi.org/10.32381/mak.v11i2.1711>
- Rahayu, N.T., Nurhasanah, A.S., Rumidatul, A., Fadhila, F., Maryana, Y. (2020). Pengujian aktivitas antibakteri ekstrak kulit ranting sengon (*Falcataria moluccana*) dengan pelarut metanol dan N-Heksana. *Jurnal Mitra Kesehatan*, Volume 2(2), 6-15. <http://dx.doi.org/10.47522/jmk.v3i1.82>
- Rahmatullah, W., Novianti, E., Sari, A.D.L. (2021). Identifikasi Bakteri Udara Menggunakan Teknik Pewarnaan Gram. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, Volume 6(2), 83-91. <http://dx.doi.org/10.56727/bsm.v6i2.62>
- Rahmawati, Turnip, M. (2017). Identifikasi Jamur sebagai Indikator Kualitas Udara di Ruang Baca Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak. *Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 45-54. <http://203.24.50.17/index.php/seminarppt/pipt2017/paper/view/38/14>
- Reiny, S.S. (2012). Potensi *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4796 sebagai Biopreservatif pada Rebusan Daging Ikan Tongkol. *Indonesian Journal of Applied Sciences*, Volume 11(2), 604-613. <https://doi.org/10.24198/ijas.v2i2.2734>
- Respati, N.Y., Yulianti, E., Rakhmawati, A. (2017). Optimasi Suhu dan pH Media Pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat dari Isolat Bakteri Termofilik. *Jurnal Prodi Biologi UNY*, Volume 6(7), 423-430 <http://dx.doi.org/10.21831/kingdom.v6i7.7864>

- Rini, Chylen.S., Rochmah, J. (2020). *Bakteriologi Dasar*. Sidoarjo: UMSIDA Press, p. 47-52. <https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-66-7>
- Rumidatul, A., Aryantha, I.N.P., Sulistyawati, E., (2021). *Phytochemicals Screening, GC/MS Characterization, and Antioxidant Activity of Falcataria moluccana Miq. Barneby and J.W. Grimes Methanolic Extract*. *Pharmacogn J.*, Volume 13(2), 450-455. <http://dx.doi.org/10.5530/pj.2021.13.57>
- Ruminem., Tandirogang, N., Bakhtiar, R., Rahayu, A.P., & Kadir, A. (2020). *Modul penyakit tropis*. Jakarta: Gunawa Lestari. <http://repository.unmul.ac.id/handle/123456789/6195>
- Saepul, A.I., Pitrianiingsih, S., Sodikin, A., Fadhila, F., Masyana, Y., Rumidatul, A. (2022). *Efektivitas asap cair kulit kopi (Coffea sp.) sebagai antiseptik terhadap mikroba secara in vitro dan in vivo*. *Medika Kartika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 5(1), 21-33. <https://doi.org/10.35990/mk.v5n1.p21-33>
- Saputra, R.Y., Naswir, M., Suryadri, H. (2020). *Perbandingan Karakteristik Asap Cair Pada Berbagai Grade Dari Pirolisis Batubara*. *Jurnal Engineering*, Volume 2(2), 96-108. <http://dx.doi.org/10.22437/jurnalengineering.v2i2.11531>
- Sharah, A., Karmila, R., Desmelati. (2015). *Pembuatan Kurva Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Yang Diisolasi dari Ikan Peda Kembung (Rastrelliger sp.)*. *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, Volume 2(2), 1-8. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://media.neliti.com/media/publications/203144-none.pdf&ved=2ahUKEwjyIO0-fSOAxXbDgGHW1nKcQQFnoECBcQAQ&usg=AOvVaw1VsHdR4sIgc-zR3FIMZnQi>
- Susanto, A.D., Sanie, D.K., Fitriani, F. (2019). *Dampak Bioaerosol terhadap Pernapasan*. *JK Unila*, Volume 3(2), 272-282. <https://doi.org/10.23960/jkunila32272-282>
- Wahyuningsih, N., Zulaikha, E. (2018). *Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik Pada Media Nutrient Broth dan Carboxy Methyl Cellulose*. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Volume 7(2), 36-38. <http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36283>,
- Wikananda, I.D.A.R.N., Hendrayana, M.A., Pinatih, K.J.P. (2019). *Efek Antibakteri Ekstrak Ethanol Kulit Batang Tanaman Cempaka Kuning (M. champca L.) terhadap Pertumbuhan Staphylococcus Pneumoniae*. *Jurnal Medika Udayana*, Volume 8(5). <https://ojs.unud.ac.id/index.php/eum/article/view/50026>
- Zulfikri, A., Ashar, Y.K. (2020). *Dampak Cairan Disinfektan terhadap Kulit Tim Penyemprot Gugus Tugas Covid-19 Kota Binjai*. *Jurnal Menara Medika*, Volume 3(1), 7-14. <https://doi.org/10.31869/mm.v3i1.21>