

Research Article

Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Bonggol Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) Terhadap *Salmonella enterica* Serotipe Typhi

Kusumawardhani Fildzah Hani, Syarifah, Riri Novita Sunarti*

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Sumatra Selatan, Indonesia

*email: ririnovitasunarti_uin@radenfatah.ac.id

Kata kunci:

Bonggol nanas
Antibakteri
Salmonella enterica

Keywords:

Pineapple core
Antibacterial
Salmonella enterica

Informasi Artikel:

Submitted:
01 Oktober 2022
Revised:
09 Oktober 2022
Accepted:
10 Oktober 2022

Abstrak

Salmonella enterica serotipe Typhi cukup untuk menimbulkan infeksi klinis, dibandingkan serotipe lain. Antibiotik sering digunakan sebagai antibakteri, tetapi pemakaian antibiotik yang tidak tepat dapat menyebabkan efek samping yang serius. Bonggol nanas sebagai alternatif karena aktivitas enzim yang lebih baik potensi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aktivitas antibakteri ekstrak kasar bonggol nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terhadap pertumbuhan *Salmonella enterica* serotipe Typhi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) terhadap 7 perlakuan dan 4 ulangan. Diuji dengan metode difusi pada konsentrasi ekstrak kasar bonggol nanas 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100% dan kontrol positif kloramfenikol 30 µg. Hasil menunjukkan ekstrak kasar bonggol nanas pada penelitian ini tidak berpengaruh sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan *Salmonella enterica* serotipe Typhi. Akan tetapi aktifitas tersebut masih bisa dibuktikan dengan dilakukan isolasi senyawa tertentu dan modifikasi metode yang digunakan dalam ekstraksi bonggol nanas yang dapat menghasilkan senyawa yang bersifat antibakteri pada bonggol nanas untuk mengoptimal aktivitas antibakteri.

Abstract

Salmonella enterica serotype Typhi is sufficient to cause clinical infection, compared to other serotypes. Antibiotics are often used as antibacterial, but inappropriate use of antibiotics can cause serious side effects. Pineapple hump is an alternative because of its better enzyme activity potential as an antibacterial. This study aimed to determine the effect of the antibacterial activity of the crude extract of pineapple weevil (*Ananas comosus* (L.) Merr) on the growth of *Salmonella enterica* serotype Typhi. This study is an experimental study (RAL) with 7 treatments and 4 replications. Tested by diffusion method at concentrations of crude pineapple wee extract 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100% and positive control chloramphenicol 30 g. The results showed that the crude extract of pineapple hump in this study had no effect as an antibacterial on the growth of *Salmonella enterica* serotype Typhi. However, this activity can still be proven by isolating certain compounds and modifying the method used in pineapple weevil extraction which can produce antibacterial compounds in pineapple weevil to optimize antibacterial activity.

Copyright © 2022. The authors (CC BY-SA 4.0)

Introduction

Salmonella enterica serotipe Typhi merupakan gram negatif patogen yang dapat menyebabkan demam Tifoid. Serotipe Typhi 10^3 cukup untuk menimbulkan infeksi klinis, dibandingkan serotipe lain 10^5 - 10^8 (Brooks *et al.*, 2008). Usaha yang dilakukan untuk

menyembuhkan penyakit akibat infeksi bakteri ini biasanya dilakukan dengan mengonsumsi antibiotik, seperti penggunaan Kloramfenikol, Ciprofloxacin, Cefixime, Tiamfenikol, Azitromisin dan Ceftriaxone (Rahmasari *et al.*, 2018).

Pemakaian antibiotik yang tidak tepat untuk pengobatan akan menyebabkan efek samping yang serius. Menurut Permenkes (2011), permasalahan yang timbul dari penggunaan antibiotik yang tinggi menyebabkan ancaman global bagi kesehatan terutama bakteri menjadi resisten terhadap antibiotik. Akibatnya penyakit yang berkepanjangan (*prolonged illness*), resiko kematian meningkat (*greater risk of death*) dan rawat inap di rumah sakit semakin lama. Berdasarkan hal tersebut, maka dicari alternatif obat yang lebih ramah tanpa menimbulkan efek samping utama dengan mengolah dan memanfaatkan kekayaan alam (berupa tanaman) yang ada demi tercapainya kesembuhan yang diinginkan dan manusia memanfaatkan tanaman yang berpotensi sebagai obat dalam menunjang kesehatan.

Survei etnomedisinal di Ijebu Ode area pemerintah daerah di negara bagian Ogun Nigeria, diperoleh data tanaman nanas digunakan sebagai salah satu cara untuk mengobati Demam Tifoid secara tradisional (Fadimun *et al.*, 2014). Khuluq *et al.* (2015), dalam penelitiannya menguji senyawa fitokimia secara kualitatif pada sari buah nanas yang merupakan gabungan dari daging buah serta bonggol nanas. Hasil skrining fitokimia menunjukkan positif mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin dan triterpenoid/steroid. Selain itu juga terdapat enzim proteolitik bromelin. Menurut Setiawan (2016), enzim bromelin yang merupakan golongan enzim proteolitik ini mampu mengkatalisis reaksi hidrolisis protein sehingga memiliki potensi sebagai antibakteri. Bromelin di dalam tubuh dapat diserap tanpa kehilangan aktivitas proteolitiknya dan tanpa menghasilkan efek samping utama (Pavan *et al.*, 2012).

Bonggol nanas memiliki aktivitas enzim yang lebih baik berdasarkan laporan penelitian terdahulu (Masri, 2014) bila dibandingkan dengan bagian nanas lainnya seperti kulit (Rachmawati *et al.*, 2013), buah (Gautam *et al.*, 2010) dan batang nanas (Nurhidayah *et al.*, 2013). Berdasarkan manfaatnya maka dilaporkan dalam penelitian terdahulu Ali *et al.*, (2016), ekstrak kasar bromelin buah nanas efisien sebagai antibakteri terhadap *Proteus* spp., *Corynebacterium* sp. dan *E. coli* pada konsentrasi 1,8 mg/ml. Setiawan (2016), enzim bromelin dari ekstrak bonggol nanas mampu menghambat pertumbuhan *Streptococcus sanguinis* pada konsentrasi 12,5% dan 25%.

Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi senyawa ekstrak kasar bonggol nanasa sebagai antibakteri *Salmonella enterica* serotipe Typhi. Meski data yang diperoleh tidak menunjukkan aktifitas antibakteri namaun diketahui uji kadar protein bonggol nanas sebesar 0,91 mg/ml, yang menunjukkan adanya potensi senyawa antibakteri.

Materials and Methods

Materials

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) terhadap 7 perlakuan dan 4 ulangan. Diuji dengan metode difusi pada konsentrasi ekstrak kasar bonggol nanas 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100% dan kontrol positif kloramfenikol 30 µg. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biokimia Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi UIN Raden Fatah Palembang dan Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Palembang.

Bonggol nanas jenis Queen dikumpulkan dari nanas dengan tingkat kematangan skor 4 (mata buah yang berwarna kuning 55 - 90%). Reagen yang digunakan dalam penelitian yaitu alkohol 70%, aquades, buffer fosfat pH 7,0, folin ciocalteau (FC), tembaga sulfat alkali (CuSO₄) 1%, natrium karbonat (Na₂CO₃), kalium natrium tartrat 2%, asam klorida (HCl) dan natrium hidroksida (NaOH).

Bakteri uji biakan murni *Salmonella enterica* serotipe Typhi asal Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang, dengan cakram antibiotik kloramfenikol 30 µg (oxid) sebagai kontrol positif dan cakram (*paperdisc*) kosong steril (oxid) untuk media perlakuan. Mueller-Hinton Agar (oxid), *Salmonella* Shigela Agar (oxid), dan NaCl fisiologis digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri dalam penelitian.

Methods

1. Pembuatan ekstrak kasar bonggol nanas

Bonggol nanas yang sudah tidak ada daging buahnya dipotong kecil-kecil dan ditimbang sebanyak 1100 g dan dihomogenkan dengan 100 ml larutan buffer fosfat dingin (pH 7,0), kemudian campuran disaring dengan kain sampai tidak ada ampas. Filtrat yang diperoleh disebut ekstrak kasar. Ekstrak kasar bonggol nanas dibuat menjadi berbagai konsentrasi sampel uji (50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%) menggunakan pelarut aquades. Sebagian ekstrak kasar diberi asam benzoat atau natrium benzoat pada konsentrasi 1 g/kg (Gautam *et al* 2010; Ali *et al* 2016; Setiawan 2016).

2. Estimasi kadar protein pada ekstrak kasar

Konsentrasi protein dalam ekstrak kasar ditentukan dengan metode Lowry. Larutan BSA (bovin serum albumin) digunakan sebagai standar, kemudian dicari panjang gelombang maksimal menggunakan BSA (100 µg/ml). Kurva standar ditentukan dengan aquades sebagai blangko dan konsentrasi pengenceran BSA (20, 40, 60, 80, dan 100 µg/ml).

Pengukuran kadar protein pada ekstrak dilakukan dengan mengambil 0,1 ml ekstrak dimasukkan dalam tabung dan ditambahkan aquades sampai 1 ml. Tembaga sulfat alkali 5ml ditambahkan pada tabung dan dihomogenkan. Inkubasi suhu kamar selama 10 menit. Lalu tambahkan 0,5 ml folin ciocalteau (FC) dan dihomogenkan. Inkubasi suhu kamar dalam gelap selama 30 menit. Analisis absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimumnya (Gautam *et al* 2010).

3. Pengujian Antibakteri

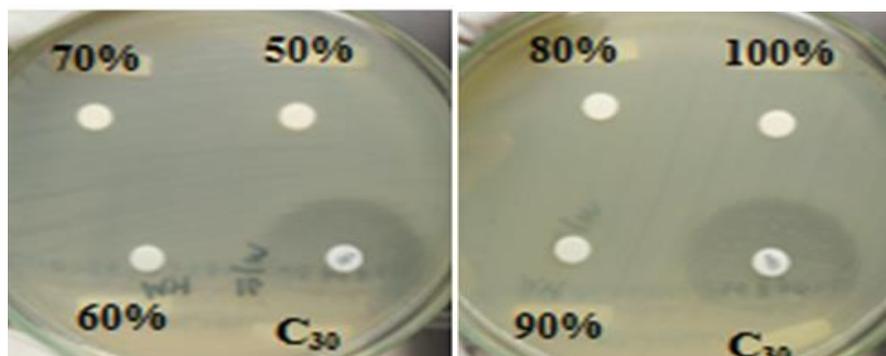
Pengujian antibakteri dilakukan secara aseptik menggunakan metode difusi Kirby-Bauer menggunakan *paperdisc*. Pertama swab steril dicelupkan ke dalam suspensi bakteri standar 0,5 McFarland hingga basah. Swab steril diperas dengan menekan pada dinding tabung reaksi bagian dalam, kemudian digores merata pada media Mueller-Hinton Agar (MHA) (Umarudin *et al* 2018; Rahmadani 2015; Sari *et al* 2017; Tiwa *et al* 2017).

Kemudian masing-masing discblank diresapi ekstrak kasar bonggol nanas sesuai pengacakan terhadap konsentrasi uji (50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%). Lalu diletakkan pada permukaan media yang telah diberi bakteri uji dan setelah itu kontrol positif cakram antibiotik kloramfenikol 30 µg (oxid) diletakkan. Sampel diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Diamati zona hambat yang terbentuk, yang diinterpretasikan dengan melihat daerah bening di sekitar cakram yang menunjukkan bahwa tidak adanya pertumbuhan bakteri.

Zona hambat yang terbentuk diukur diameter vertikal dan diameter horizontalnya dalam satuan milimeter (mm) menggunakan jangka sorong. Aktivitas antibakteri dilihat dari hasil zona hambatnya menurut Sujowardojo *et. al.* (2015) aktifitas tidak ada aktivitas nilai 0, lemah nilai ≤ 5 mm, sedang nilai 5-10 mm, kuat nilai 11-20 mm, sangat kuat nilai ≥ 21 mm.

Results and Discussion

Hasil pengamatan zona hambat ekstrak kasar bonggol nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terhadap pertumbuhan *Salmonella enterica* serotipe Typhi ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil uji antibakteri ekstrak kasar bonggol nanas terhadap *Salmonella enterica* serotipe Typhi

Hasil analisis uji aktivitas antibakteri yang telah dilakukan menunjukkan ekstrak kasar bonggol nanas pada konsentrasi 50-100 % tidak memiliki zona hambat. Sedangkan aktivitas antibakteri kloramfenikol 30 µg menunjukkan rerata diameter zona hambat 27,75 mm, yang tergolong ke dalam aktivitas antibakteri sangat kuat dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella enterica* serotipe Typhi. Sujowardojo *et al.* (2015), mengelompokkan aktifitas antibakteri ke dalam lima kategori dimana salah satunya yaitu dikatakan sangat kuat apabila memiliki diameter 21–30 mm. Pengaruh kontrol positif kloramfenikol 30 µg dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella enterica* serotipe Typhi berdasarkan mekanismenya yaitu menghambat sintesis protein sel mikroba (Sandika *et al.*, 2017).

Pengujian ekstrak kasar bromelin tidak memiliki pengaruh antibakteri, yang serupa dengan hasil penelitian Ali *et al.* (2015) terhadap bakteri gram negatif *Escherichia coli* dan dua jenis gram positif yaitu *Bacillus subtilis* dan *Streptococcus pyogenes*. Hal ini diakibatkan oleh faktor yang tidak sepenuhnya dipahami tetapi bisa dikaitkan dengan fungsi agen senyawa antibakterinya. Untuk itu ekstrak kasar bonggol nanas dianalisis estimasi kadar protein totalnya. Seperti diketahui bahwa salah satu fungsi protein adalah sebagai enzim (Probosari, 2019), sehingga mampu memberikan gambaran informasi apabila semakin besar kandungan protein maka ada kemungkinan semakin besar pula bromelin yang terkandung.

Tabel 1. Konsentrasi kadar protein ekstrak kasar bonggol nanas

Sample	OD pada 662 nm	Kadar protein
Ekstrak Kasar	0,266	0,91 mg/ml

Estimasi kadar protein dalam ekstrak kasar ditentukan berdasarkan penelitian terdahulu (Gautam *et al.*, 2010), yang menggunakan metode Lowry dan larutan Bovin Serum Albumin (BSA) sebagai standar. Tabel 1 analisis spektrofotometer dilakukan dengan mengukur absorbansi sampel pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh yaitu 662 nm. Nilai absorbansi ekstrak kasar yang terukur kemudian dikonversikan ke dalam persamaan regresi kurva standar BSA yang diperoleh. Maka estimasi kadar konsentrasi protein pada ekstrak kasar bonggol nanas yang sebenarnya yaitu 0,91 mg/ml.

Studi perbandingan ekstraksi, pemurnian dan estimasi bromelin diperoleh data menurut penelitian Gautam *et al.* (2010), konsentrasi protein ekstrak kasar batang 0,70 mg/ml memiliki aktivitas enzim 2.100 GDU/g. Konfirmasi kadar protein ekstrak kasar lainnya juga dilaporkan dalam peneliitian Krishnan & Gokulakrishnan (2015), ekstrak kasar batang nanas memiliki nilai konsentrasi protein sebesar 6,2 mg/ml, dengan aktivitas enzim 180,65 U/mg. Hal tersebut memperlihatkan bahwa nilai kadar protein ekstrak kasar yang diperoleh berkaitan dengan aktivitas enzimnya. Namun terkadang nilainya tidak searah dikarenakan pada saat pengukuran kadar protein ekstrak kasar pembacaan tidak murni menunjukkan kadar protein (bromelin) saja, melainkan bisa saja kadar senyawa lain yang mengandung benzen, gugus fenol, gugus sufihidril, ikut terbaca kadarnya (Purwanto, 2014). Selain itu juga karena adanya pengotor yang disertai dengan penurunan aktivitas enzimatik (Gautam *et al.*, 2010).

Berdasarkan uji kuantitatif kadar protein ekstrak kasar bonggol nanas, menunjukkan bahwa konsentrasi kandungan senyawa bioaktif yang terkandung berpengaruh terhadap kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan suatu bakteri. Mekanisme bromelin dapat berkaitan dengan membran luar bakteri yang juga mengandung protein. Protein permukaan ini dapat dicerna oleh bromelin, melemahkan dinding sel untuk memungkinkan kebocoran, pembengkakan sel dan hingga akhirnya sel menjadi rusak. Sebab menurut Eshamah *et al.* (2013), kehadiran dan ketersediaan asam amino dalam protein dinding sel bakteri yang menjadi target enzim akan mempengaruhi meningkatkan atau menghambat aktivitas antibakteri protease.

Selain bromelin senyawa bioaktif lain yang hadir dalam ekstrak kasar nanas berdasarkan hasil uji kualitatif sekring fitokimia terdahulu (Khuluq *et al.*, 2015) yaitu, flavonoid dapat membentuk senyawa kompleks terhadap protein ekstraseluler yang dapat merusak membran sel bakteri dan mengganggu proses metabolisme (Prestianti *et al.*, 2018), saponin dapat mengganggu sitoplasma akibatnya sel menjadi lisis (Restina & Warganegara, 2016), dan steroid/terpenoid mengganggu

proses terbentuknya membran dan atau dinding sel, sehingga dinding bakteri tidak terbentuk sempurna (Yuslina, 2019).

Pengujian ekstrak kasar bromelin tidak memiliki pengaruh antibakteri akibat jenis senyawa bioaktifnya yang hadir dalam larutan memiliki kadar senyawa antibakteri yang sedikit, juga diakibatkan oleh faktor lain yaitu golongan bakteri yang diuji. Struktur dinding sel bakteri uji gram negatif lebih kompleks dibandingkan struktur dinding sel bakteri gram positif, sehingga senyawa antibakteri sukar masuk atau berpenetrasi ke dalam target sel bakteri gram negatif. Menurut Pelczar & Chan (1988), pada bakteri gram positif dinding sel terdiri dari dua lapis yaitu membran terluar (berupa peptidoglikan, asam teikoat dan protein), membran dalam (berupa fosfolipid dan protein). Pada bakteri gram negatif, dinding sel terdiri dari tiga lapis yaitu membran terluar (berupa lipopolisakarida, fosfolipid dan protein), membran tengah (berupa peptidoglikan) dan membran dalam (berupa lipoprotein, fosfolipid dan protein).

Penelitian terdahulu Eshamah *et al.* (2013), diketahui bahwa bakterisidal bromelin murni EC 3.4.22.32 (B4882-25G Sigma, ≥ 3 units/mg) terhadap bakteri gram positif *L. monocytogenes* dan bakteri gram negatif *E. coli*, diperoleh informasi pada konsentrasi 1 hingga 4 mg/ml, paling efisien mengurangi populasi *E. coli* yaitu pada konsentrasi bromelin 4 mg/ml dalam waktu 48 jam dan pengaruh Bromelin terhadap *L. monocytogenes* untuk semua konsentrasi (0,25 mg/ml, 0,375 mg/ml dan 1 mg/ml) mampu mengurangi populasi dalam waktu inkubasi 48 jam. Hal tersebut memberikan informasi bahwa efek bakterisidal bromelin lebih efektif terhadap bakteri gram positif.

Conclusions

Dari hasil penelitian yang diperoleh, menunjukkan bahwa ekstrak kasar bonggol nanas yang diujikan tidak dapat menghambat pertumbuhan *Salmonella enterica* serotipe Typhi atau tidak menunjukkan adanya aktivitas antibakteri. Akan tetapi dari analisis protein bromelin yang terkandung dalam ekstrak kasar bonggol nanas memiliki nilai 0.91 nm dimana protein bromelin aktifitas mempunyai kemampuan sebagai antibakteri.

References

- Ali, A. A., Mohammed A. M., & Isa A. G. (2016). Antimicrobial effects of crude bromelain extracted from pineapple fruit (*Ananas comosus* (Linn.) Merr.). *Science Publishing Group Advances in Biochemistry*, 3(1), 1–4.
- Brooks, Geo F., Janet S. B., & Stephen A. M. (2008). *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Eshamah, H., I. Han, H. Naas, J. Rieck, & P. Dawson. (2013). Bactericidal Effects of Natural Enderizing Enzymes on *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Research*, 2(1), 8.
- Fadimu, Olanrewaju Y., Iliya M., & Sani R. Zurmi. (2014). Ethnomedicinal Survey of Anti-Typhoid Plants In Ijebu Ode Local Government Area of Ogun State, Nigeria. *International Journal of Science and Nature*, 5(2), 332–336.
- Gautam, S. S., S. K. Mishra, V. Dash, Amit K. Goyal, & G. Rath. (2010). Comparative Study of Extraction, Purification and Estimation of Bromelain From Stem and Fruit of Pineapple Plant. *Thai. J. Pharm. Sci*, 34(2010), 67–76.
- Khuluq, Much Husna Nur Husnul, Sri Wardatun, & Ike Yulia Wiendarlina. (2015). Uji Toksisitas Sari Buah dan Bonggol Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Terhadap Larva Ugang (*Artemia salina* Leach). *Jurnal Farmasi*, 6.
- Krishnan, A. V. & Gokulakrishnan M. (2015). Extraction, Purification of Bromelain From Pineapple and Determination of Its Effect on Bacteria Causing Periodontitis. *Int. J. Pharm. Sci. Res.*, 6(12), 5284–5294.
- Masri, Mashuri. (2014). Isolasi dan Pengukuran Aktivitas Enzim Bromelin dari Ekstrak Kasar Bonggol Nanas (*Ananas comosus*) pada Variasi Suhu dan pH. *Jurnal ilmiah Biologi Biogenesis UIN Alauddin Makassar*, 2(2), 120.

- Nurhidayah. (2013). Isolasi dan Pengukuran Ekstrak Kasar Enzim Bromelin dari Batang Nanas (*Ananas comosus*) Berdasarkan Variasi pH (Skripsi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar : Makassar).
- Pavan, Rajendra, Sapna Jain, Shraddha, & Ajay Kumar. (2012). Properties and Therapeutic Application of Bromelain: A Review. *Biotechnology Research International*, 1–3.
- Pelczar, M. J. & Chan, E. C. S. (1988). *Dasar – Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2406. (2011). *Pedoman Umum Penggunaan Antibiotik*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Prestianti, I., Baharuddin, M., & Sappewali. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Sarang Lebah Hutan (*Apis dorsata*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 14(2).
- Probosari, Enny. (2019). Pengaruh Protein Diet Terhadap Indeks Glikemik. *JNH (Journal of Nutrition and Health)*, 7(1), 34.
- Purwanto, Maria Goretti M. (2014). Perbandingan Analisis Kadar Protein Terlarut Dengan Berbagai Metode Spektroskopi UV-Visible. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 7(2), 65.
- Rachmawati, D., Eddy S., & Togu Gultom. (2013). Karakterisasi Aktivitas Enzim Bromelin dari Kuli Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) yang Diamobilisasi Dengan Silika Gel dan CMC. *Jurnal Kimia Universitas Negeri Yogyakarta*, 1–7.
- Rahmadani, Fitri. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Etanol 96% Kulit Batang Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Helicobacter pylori*, *Pseudomonas aeruginosa* (Skripsi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta : Jakarta), 26.
- Rahmasari, Vani & Keri Lestari. (2018). Review: Manajemen Terapi Demam Tifoid: Kajian Terapi Farmakologis dan Non Farmakologis. *Farmaka Suplemen*, 16(1), 184.
- Restina, D., & Warnanegara, E. (2016). Getah Jarak (*Jatropha curcas* L.) Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* Pada Karies Gigi. *Jurnal Majority*, 5(3), 62–67.
- Sandika, J. & Suwandi, F. J. (2017). Sensitivitas *Salmonella typhi* Penyebab Demam Tifoid terhadap Beberapa Antibiotik. *Majority Jurnal Kedokteran*, 6(1), 1–3.
- Sari, Rafika & Ade Ferdinan. (2017). Pengujian Aktivitas Antibakteri Sabun Cair dari Ekstrak Kulit Daun Lidah Buaya. *Pharm Sci Res*, 4(3), 115.
- Setiawan, Bagus. (2016). Daya Hambat Konsentrasi Enzim Bromelin Dari Ekstrak Bonggol Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Terhadap *Streptococcus sanguinis* (Skripsi Universitas Hasanuddin Makassar : Makassar).
- Surjowardojo, P., Susilorini E T., & Sirait B R G. (2015). Daya Hambat Dekok Kulit Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill.) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas* sp. Penyebab Mastitis pada Sapi Perah. *Jurnal Ternak Tropika*, 16(2), 40-48.
- Tiwa, G. F., Homenta, H., & Hatugalung, B. (2017). Uji Efektivitas Daya Hambat Getah Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) terhadap *Streptococcus mutans*. *Jurnal Ilmu Farmasi*, 6(4), 192–200.
- Umarudin, R. Y. Sari, B. Fal, & Syukrianto. (2018). Efektivitas Daya Hambat Ekstrak Etanol 96% Bonggol Nanas (*Ananas comosus* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Journal of Pharmacy and Science*, 3(2), 32–35.
- Yusliana, Sarwendah, Heronimus C. G. Laia, Pieter J. D. & Linda Chiuman. (2019). Uji Daya Hambat Antibakteri Air Perasan Daging Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr. Var. Queen) Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*. *Scientia Journal*, 8(1), 5–6.

Research Article

Pemanfaatan *Salvinia molesta*, *Marsilea crenata* dan *Azolla pinnata* Sebagai Agent Fitoremediasi Insektisida Diazinon

Hamdani Dwi Prasetyo*, Afida Fajar N, Anindya Amelia K, Yuni Nazirah, Viska P, Nurina Hapsari L

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Email: hamdani.dwiprasetyo@unisma.ac.id

Kata kunci:

Fitoremediasi
Pestisida
Diazinon
Parameter

Keywords:

Phytoremediation
Pesticide
Diazinon
Parameter

Informasi Artikel:

Submitted:
27 September 2022
Revised:
16 Oktober 2022
Accepted:
16 Oktober 2022

Abstrak

Bioremediasi dapat menggunakan tumbuhan dalam penurunan polutan yang ada di lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensi tumbuhan *Salvinia molesta*, *Marsilea crenata* dan *Azolla pinnata* sebagai agent fitoremediasi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2022 di Laboratorium Terpadu, Universitas Islam Malang, dengan menggunakan tanaman semanggi (*Marsilea crenata*), azolla (*Azolla pinnata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*). Pestisida yang digunakan adalah Diazinon 600 EC, dengan rancangan acak lengkap dengan ulangan sebanyak tiga kali dengan dua konsentrasi berbeda. Parameter yang diamati adalah pH, TDS dan EC. Hasil analisis tiga jenis tanaman dan beda konsentrasi dengan mencari Mean dan Standart Deviasi diperoleh hasil pengukuran pH dengan beda konsentrasi yaitu pada tanaman Ap/Azollaprinata (K1: $6,92 \pm 0,20$ dan K2: $6,83 \pm 0,13$), tanaman Mc/Marsileacrenata (K1: $6,84 \pm 0,19$ dan K2: $6,87 \pm 0,18$) dan tanaman P/Salviniamolesta (K1: $6,78 \pm 0,14$ dan K2: $6,90 \pm 0,18$). sehingga menunjukkan semakin tinggi konsentrasi larutan, maka akan semakin cepat terjadinya layu pada ketiga jenis tanaman.

Abstract

Bioremediation can use plants to reduce pollutants in the environment. The purpose of this study was to determine the potential of *Salvinia molesta*, *Marsilea crenata*, and *Azolla pinnata* as phytoremediation agents. This research was conducted in June 2022 at the Integrated Laboratory, Islamic University of Malang, using clover (*Marsilea crenata*), Azolla (*Azolla pinnata*), and APU-APU (*Salvinia molesta*) plants. The pesticide used was Diazinon 600 EC, with a completely randomized design with three replications with two different concentrations. The parameters observed were pH, TDS, and EC. The results of the analysis of three types of plants and different concentrations by looking for the Mean and Standard Deviation obtained the results of pH measurements with different concentrations, namely in Ap/Azollaprinata plants (K1: 6.92 ± 0.20 and K2: 6.83 ± 0.13), Mc/Marsileacrenata plants (K1: 6.84 ± 0.19 and K2: 6.87 ± 0.18) and P/Salviniamolesta plants (K1: 6.78 ± 0.14 and K2: 6.90 ± 0.18). so the higher the concentration of the solution, the faster the wilting of the three types of plants.

Copyright © 2022. The authors (CC BY-SA 4.0)

Introduction

Mikroorganisme dapat dimanfaatkan untuk mereduksi polutan di lingkungan. Ketika bioremediasi terjadi, enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme memodifikasi polutan

beracun dengan mengubah struktur kimia polutan tersebut (biotransformasi). Biotransformasi ini yang mengakibatkan proses biodegradasi yaitu mengubah polutan beracun menjadi metabolit yang tidak berbahaya dan tidak beracun. Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya untuk menurunkan kadar polutan tersebut. Pada saat proses bioremediasi berlangsung, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi struktur polutan beracun menjadi tidak kompleks sehingga menjadi metabolit yang tidak beracun dan berbahaya. (Bambang, 2012).

Salah satu alternatif atau cara untuk mengatasi pencemaran lingkungan yaitu dengan fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman, pohon-pohonan, rumput-rumputan, dan tanaman air, untuk menghilangkannya atau memecahkan bahan-bahan berbahaya baik organik maupun anorganik dari lingkungan. Fitoremediasi juga berlandaskan pada kemampuan tumbuhan dalam menstimulasi aktivitas biodegradasi oleh mikroba yang berasosiasi dengan akar (phytostimulation) dan imobilisasi kontaminan di dalam tanah oleh eksudat dari akar (phytostabilization). Teknik yang banyak dikembangkan saat ini salah satunya adalah teknik atau metode fitoremediasi yang artinya pemulihan kontaminasi lingkungan dengan menggunakan tanaman (Wuran, 2018).

Fitoremediasi memiliki keuntungan dibandingkan dengan proses yang lainnya karena biaya yang murah. Pengoprasian serta perawatannya lebih mudah, mempunyai efisiensi yang cukup tinggi, dapat menghilangkan zat pencemar berupa logam-logam dan bahan organik, serta dapat memberikan keuntungan seperti memberi keuntungan secara ekologis. Fitoremediasi merupakan proses teknologi yang dapat menggunakan tumbuhan untuk memulihkan tanah atau daerah yang terkontaminasi limbah. Teknologi ini dapat ditunjang dengan adanya perbaikan menggunakan media tumbuh dan ketersediaan mikroba yang ada di tanah untuk meningkatkan efisiensi dalam proses degradasi bahan polutan dialirkan ke seluruh bagian tumbuhan, sehingga air menjadi bersih dari polutan (Musapana, 2020).

Pada badan air penerima, kandungan unsur kimia beracun, logam berat, dan lain-lain meningkat. Kadang-kadang diikuti dengan kenaikan temperature, kenaikan/penurunan pH. Keadaan ini akan mengganggu kehidupan air misalnya tumbuhan dan hewan akan punah ataupun ada senyawa beracun beracun/logam berat dalam kehidupan air. Bila air tersebut mempunyai kesadahan tinggi atau partikel yang dapat mengendap cukup banyak, hal ini akan mengakibatkan pendangkalan, sehingga dapat menimbulkan banjir di musim hujan. Selain itu senyawa beracun atau logam berat sangat membahayakan bagi masyarakat yang menggunakan air sungai sebagai badan air penerima yang dipergunakan sebagai sumber penyediaan air bersih (Meilani, 2017).

Dampak terhadap lingkungan Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami 3 proses akumulasi yakni; fisik, kimia, dan biologis. Logam mempunyai kontribusi toksisitas dalam air adalah sebagai berikut; timbal, kadmium, merkuri, dan aluminium. Sumber dari logam berat seperti merkuri, timbal dan kadmium di dalam bentuk padatan atau berupa larutan atau cairan dapat di temukan dalam bentuk sulfida yang berasal dari limbah hasil buangan industri (Castillo Loría et al., 2019)

Salah satu dampak negatif dari limbah pestisida adalah tercemarnya lingkungan perairan. Menurut Sastrawijaya (2000) dalam Kesuma et al. (2008), pencemaran lingkungan adalah perubahan lingkungan yang tidak menguntungkan, terjadinya perubahan dalam suatu tatanan baru yang lebih buruk, sebagian karena tindakan manusia secara langsung atau tidak langsung. Pestisida Diazinon merupakan salah satu insektisida dari golongan organofosfat yang banyak dipakai dalam suatu usaha pertanian untuk memberantas hama pengganggu dan kebutuhan ini dari waktu ke waktu semakin meningkat. Diazinon 60 EC merupakan salah satu insektisida organofosfat yang saat ini banyak digunakan. Pemakaian yang semakin meningkat tersebut apabila penggunaannya tidak tepat maka akan menimbulkan dampak negatif pada berbagai aspek kehidupan, termasuk adanya pencemaran lingkungan perairan. Masuknya limbah pestisida Diazinon 60 EC ke dalam perairan akan mengakibatkan adanya penurunan kualitas air baik dari segi fisika (suhu dan kecerahan), kimia (pH, karbon dioksida, dan oksigen terlarut), maupun biologi (ikan, plankton, makrofit, dan bentos) yang kemudian akan berakibat pada tidak seimbangannya lingkungan

perairan. Pencemaran karena limbah pestisida khususnya Diazinon 60 EC tersebut perlu diketahui bahayanya terhadap pertumbuhan dan rasio konversi pakan pada ikan mas.

Menurut Peraturan menteri Negara Lingkungan Hidup No. 3 tahun 2008 tentang Tata Cara Perizinan pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain. Limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan atau beracun karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan atau merusak lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya (Dewi, Dkk, 2016).

Derajat keasaman (pH) adalah ukuran untuk menentukan sifat asam dan basa. Perubahan pH di suatu air sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari organisme yang hidup di dalamnya. Skala pH berkisar antara 1-14. Kisaran nilai pH 1-7 termasuk kondisi asam, pH 7-14 termasuk kondisi basa, dan pH 7 adalah kondisi netral (Ningrum, 2018). Nilai pH yang kurang dari 6,5 atau diatas 9, akan menyebabkan senyawa kimia yang ada dalam tubuh manusia bisa berubah menjadi racun yang dapat mengganggu Kesehatan. pH dalam keadaan rendah akan melarutkan logam Fe sehingga jika bereaksi dalam air akan terbentuk ion ferro dan ferri, dimana ferri akan mengendap dan tidak akan larut dalam air serta tidak dapat dilihat secara visual dengan mata yang mengakibatkan air menjadi berwarna, berbau, dan berasa (Putra, 2019).

Pengukuran kadar TDS pada sampel air dilakukan dengan menggunakan alat konduktivimeter. Konduktivimeter merupakan alat yang digunakan untuk menentukan nilai konduktivitas atau daya hantar suatu larutan. Prinsip kerja konduktivimeter yaitu ketika elektroda diberi gaya listrik ion-ion dalam larutan dapat bergerak. Pergerakan tersebut menghasilkan arus listrik. Banyaknya ion yang bergerak, nilai arus listrik dan nilai konduktivitas larutan tersebut berbanding lurus. Semakin banyak ion yang bergerak, maka nilai arus listriknya semakin besar begitu juga dengan nilai konduktivitas yang akan muncul pada alat konduktivimeter (Nicola, 2015).

Azolla adalah tumbuhan macrophyte yang mengapung dan tersebar secara global. Azolla bisa ditemukan di permukaan padi sawah, danau, kolam, dan rawa, dan dapat toleran berbagai kondisi lingkungan. Pada kondisi pertumbuhan yang kurang optimal, azolla memiliki tingkat pertumbuhan dua kali lipat sekitar 2-4 hari. Produksi biomassa yang cepat dalam waktu singkat sehingga azolla menjadi tumbuhan yang ideal untuk digunakan dalam sistem fitoremediasi (Tampubolon, 2017).

Semanggi air dapat ditemukan pada lahan yang basah seperti sawah kolam, rawa, sungai, yang merupakan dari habitat aslinya yang ada di perairan (Seth et al., 2008). Berdasarkan kisaran hidup tersebut tanaman semanggi air bisa berpotensi sebagai agen fitoremediasi pada limbah cair tahu. Tanaman air dapat memfilter dan mengabsorpsi pada partikel organik sekaligus mengabsorpsi ion-ion logam yang terdapat dalam air limbah yang melalui akar (Safitri, 2009). Selain tanaman semanggi yang kemungkinan dapat digunakan sebagai agen remediator perairan yang terkontaminasi dengan limbah industri tahu, salah satu tumbuhan yang bisa sebagai agen fitoremediator yaitu semanggi air tumbuhan yang memiliki kemampuan untuk bisa mengolah limbah, baik itu berupa logam berat Cd dan Cr yang terdapat limbah cair, serta mampu beradaptasi pada lingkungan dengan kondisi salinitas yang rendah (<10%) (Musapana, 2020).

Kiambang/Apu-Apu (*Salvinia Molesta*) merupakan tanaman remediator yang sangat baik dalam meremediasi limbah organik maupun anorganik karena memiliki sifat hiperakumulator yang tinggi dan pertumbuhan yang sangat cepat. Selain sebagai fitoremediator limbah organik tanaman kiambang juga dapat digunakan sebagai fitoremediator limbah anorganik karena kiambang memiliki sifat absorpsi yang tinggi (Wuran, 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh pestisida Diazinon 60 EC terhadap beda konsentrasi pada perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman (Semanggi (Marsilea

crenata), azolla (*Azolla prinata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*)), yang lebih lanjut dan dapat digunakan sebagai informasi dasar tentang penggunaan pestisida yang berwawasan lingkungan.

Materials and Methods

Materials

Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2022 di Laboratorium Terpadu, Universitas Islam Malang. Penelitian ini menggunakan tanaman semanggi (*Marsilea crenata*), azolla (*Azolla prinata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*) yang diperoleh dari kolam dan rawa di sekitar kota Malang. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perlakuan 3 jenis tanaman Semanggi (*Marsilea crenata*), azolla (*Azolla prinata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*) dan perlakuan beda konsentrasi.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi aquarium, toples kaca besar, gelas beaker, pipet tetes, alat pengaduk, timbang analitik, alat ukur PH, alat ukur EC + TDS, botol sampel, alat tulis, label, air bersih, Diazinon 600 EC, tanaman Semanggi (*Marsilea crenata*), azolla (*Azolla prinata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*).

Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan dengan 2 konsentrasi yang berbeda sebagai berikut:

- Ap : Fitoremediasi menggunakan, tanaman azolla (*Azolla prinata*).
- Mc : Fitoremediasi menggunakan tanaman Semanggi (*Marsilea crenata*).
- P : Fitoremediasi menggunakan tanaman apu-apu (*Salvinia molesta*).

Methods

Prosedur kerja pada penelitian ini meliputi tahap persiapan, tahap aklimatisasi, tahap eksperimen, tahap pengambilan data dan analisis data. Tahap persiapan meliputi pengambilan bahan yang akan digunakan sebagai sampel yaitu tanaman Semanggi (*Marsilea crenata*), azolla (*Azolla prinata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*) di sekitar pekarangan kampus Universitas Islam Malang dan beberapa tempat di kota Malang. Kemudian disiapkan 18 toples kaca, yang digunakan untuk masing-masing tanaman dengan 3 kali ulangan dengan 2 konsentrasi yang berbeda dan juga disiapkan botol sampel yang akan digunakan. Tahap aklimatisasi, tanaman Semanggi (*Marsilea crenata*), azolla (*Azolla prinata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*) yang telah diperoleh dilakukan aklimatisasi selama 48 jam dalam toples kaca berisi air sebanyak 1 liter.

Tanaman ditimbang terlebih dahulu menggunakan timbangan analitik sebelum dimasukkan ke dalam toples kaca yang berisi air untuk di aklimatisasi. Selanjutnya yaitu tahap eksperimen tanaman Semanggi (*Marsilea crenata*), azolla (*Azolla prinata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*) yang telah diaklimatisasi selama 48 jam, ditambahkan diazinon 600 EC sebanyak 1ml dalam 9 toples kaca dan 2 ml dalam 9 toples kaca. Dilakukan pengadukan ringan agar air dan diazinon 600 EC dapat menjadi homogen. Kemudian sampel air pada masing-masing toples kaca diambil sekitar 5 ml dan dimasukkan ke dalam botol sampel sebagai kontrol, dilakukan pengukuran PH dan EC + TDS, kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin agar konsentrasi tetap stabil.

Tahap pengambilan data dan analisis, pengambilan data pada penelitian ini dilakukan 4 kali selama satu minggu dengan mengambil sampel air di dalam toples kaca kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah disiapkan dan diberi label. Botol sampel yang telah diambil disimpan di dalam lemari pendingin untuk kemudian dilakukan tahap analisis perlakuan ketiga jenis tanaman dan beda konsentrasi dengan mencari Mean dan Standart Deviasi.

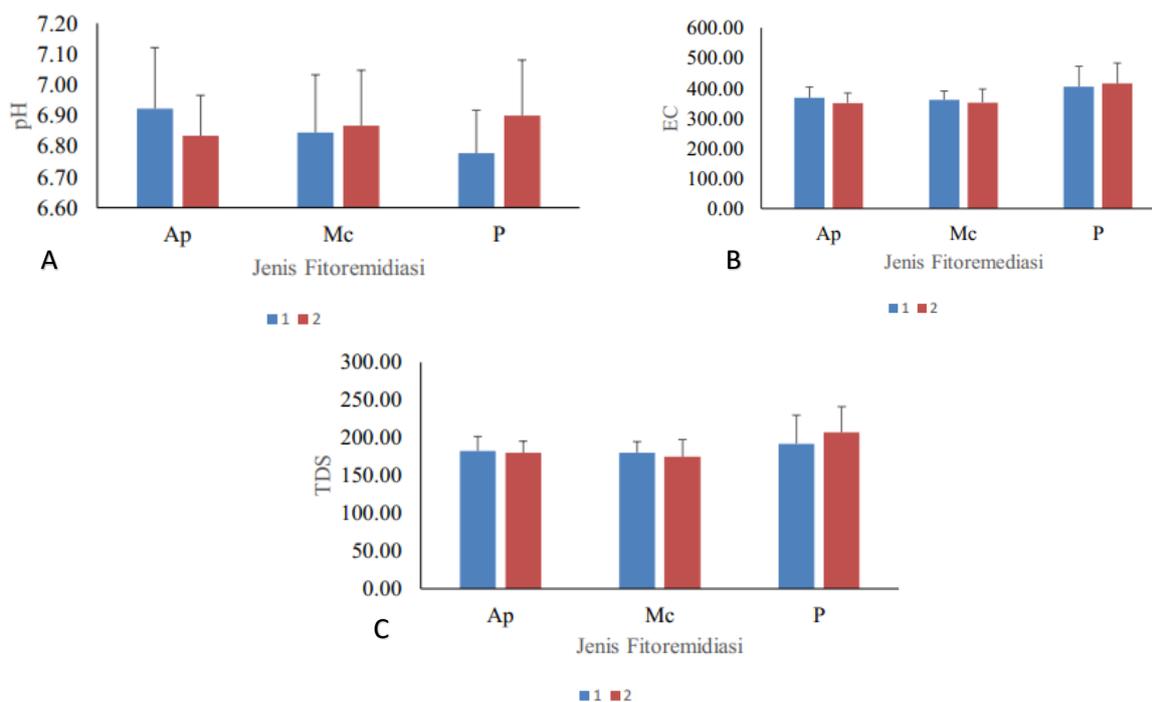
Results and Discussion

Perlakuan fitoremediasi dengan larutan pestisida Diazinon (Tabel 1) dengan variabel yang digunakan untuk menganalisis perlakuan jenis tanaman Semanggi (*Marsilea crenata*), azolla (*Azolla prinata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*) dan beda konsentrasi yang sudah difitoremediasi selama seminggu.

Fitoremediasi menggunakan tanaman Semanggi (*Marsilea crenata*), azolla (*Azolla prinata*) dan apu-apu (*Salvinia molesta*) dengan variasi konsentrasi larutan pestisida diazinon yaitu 1 mL (9 toples) dan 2 mL (9 toples). Setelah diamati selama 1 minggu dapat dilihat pada hasil pengukuran PH (gambar 1A), EC (gambar 1B), dan TDS (gambar 1C).

Tabel 1. Hasil uji fitoremediasi pada berbagai konsentrasi.

Tanaman	Konsentrasi (ml)	Rerata ± SD		
		pH	EC	TDS
Ap (<i>Azollaprinata</i>)	1	6.92 ± 0.20	367.11 ± 36.31	182.56 ± 19.18
	2	6.83 ± 0.13	350.00 ± 33.29	180.00 ± 15.40
Mc (<i>Marsileacrenata</i>)	1	6.92 ± 0.19	367.11 ± 28.90	182.56 ± 14.48
	2	6.83 ± 0.18	350.00 ± 44.69	180.00 ± 22.93
P (<i>Salviniamolesta</i>)	1	6.78 ± 0.14	404.11 ± 68.02	192.11 ± 37.88
	2	6.90 ± 0.18	414.67 ± 67.93	207.11 ± 34.09



Gambar 1. (A) pH air dalam proses remediasi (B)Konduktivitas air dalam proses remediasi (C) Total padatan terlarut dalam proses remediasi

Berdasarkan Gambar 1A, dapat disimpulkan bahwa, nilai Mean yang diperoleh dari hitungan pengukuran pH dengan beda konsentrasi yaitu pada tanaman Ap/*Azollaprinata* (K1:6,92 dan K2:6,83), tanaman Mc/*Marsileacrenata* (K1:6,84 dan K2:6,87) dan tanaman P/*Salviniamolesta* (K1:6,78 dan K2:6,90). Sedangkan nilai Standart Devisiasi yang diperoleh dari hitungan pengukuran pH dengan beda konsentrasi yaitu pada tanaman Ap (K1:0,20 dan K2:0,13), tanaman Mc (K1:0,19 dan K2:0,18) dan tanaman P (K1:0,14 dan K2:0,18). pH (puissance negative de H) adalah suatu tingkatan untuk menyatakan derajat keasaman di dalam air. Perubahan ini dikarenakan oleh aktivitas tanaman yang digunakan fitoremediasi dalam menguraikan bahan organik di dalam limbah cair dan aktivitas fotosintesis yang mengambil CO₂ terlarut dalam bentuk H₂CO₃. Semakin tinggikan dengan konsentrasi larutan, maka akan semakin cepat terjadinya layu pada ketiga jenis tanaman, namun tanaman belum mati.

Berdasarkan Gambar 1B, dapat disimpulkan bahwa, nilai Mean yang diperoleh dari hitungan pengukuran EC dengan beda konsentrasi yaitu pada tanaman Ap/*Azollaprinata* (K1:367,11 dan K2:350,00), tanaman Mc/*Marsileacrenata* (K1:361,00 dan K2:351,67) dan tanaman P/*Salviniamolesta* (K1:404,11 dan K2:414,67). Sedangkan nilai Standart Devisiasi yang diperoleh dar ihitungan pengukuran EC dengan beda konsentrasi yaitu pada tanamanAp (K1:36,31 dan K2:33,29), tanaman Mc (K1:28,90 dan K2:44,69) dan tanaman P (K1:68,02 dan K2:67,93). Setiap jenis pestisida berbeda dalam hal jenis dan banyaknya unsur yang dikandungnya, serta setiap jenis dan umur tanaman berbeda dalam jumlah konduktivitas listriknya atau EC (*Electrical*

Conductivity). Oleh karena itu pengujian berbagai nilai EC dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian dan kebenaran kandungan haranya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber hara dalam uji fitoremediasi terhadap pengaruh pestisida diazinon.

Berdasarkan Gambar grafik 1C, dapat disimpulkan bahwa, nilai Mean yang diperoleh dari hitungan pengukuran TDS dengan beda konsentrasi yaitu pada tanaman Ap/*Azollaprinata* (K1:182,56 dan K2:180,00), tanaman Mc/*Marsileaacrenata* (K1:180,33 dan K2:174,78) dan tanaman P/*Salviniamolesta* (K1:192,11 dan K2:207,11). Sedangkan nilai Standart Deviasi yang diperoleh dari hitungan pengukuran TDS dengan beda konsentrasi yaitu pada tanaman Ap (K1:19,18 dan K2:15,40), tanaman Mc (K1:14,48 dan K2:22,93) dan tanaman P (K1:37,88 dan K2:34,09). Proses fitoremediasi mengakibatkan penurunan nilai TDS pada perlakuan 3 jenis tanaman dan beda konsentrasi. Penurunan nilai TDS terjadi pada perlakuan fitoremediasi konsentrasi 2 mL. Hal ini diduga karena berkurangnya jumlah senyawa organik pada perlakuan fitoremediasi. Semakin tinggi konsentrasi pestisida maka semakin tinggi pula nilai TDS pada perlakuan fitoremediasi.

Pestisida organofosfat adalah senyawa kimia yang banyak digunakan khususnya di bidang perkebunan dan pertanian. Salah satu jenis pestisida organofosfat yang sangat luas penggunaannya adalah berbahan aktif diazinon karena mudah didapatkan, serta efektif membunuh hama pada tanaman padi, jagung, kentang, dan buah-buahan (Aggarwal et al. 2013). Namun penggunaan yang berkelanjutan menyebabkan konsentrasi dan jumlahnya di lingkungan semakin meningkat. Hal ini tentu akan meresahkan komponen lingkungan. Diazinon 60 EC merupakan salah satu insektisida organofosfat yang saat ini banyak digunakan. Pemakaian yang semakin meningkat tersebut apabila penggunaannya tidak tepat maka akan menimbulkan dampak negatif pada berbagai aspek kehidupan, termasuk adanya pencemaran lingkungan perairan.

Pestisida merupakan sarana yang sangat diperlukan. Di bidang pertanian dan perikanan, penggunaan pestisida telah dirasakan manfaatnya untuk meningkatkan produksi. Terutama digunakan untuk melindungi hasil produksi dari kerugian yang di timbulkan oleh berbagai jasad pengganggu yang terdiri dari kelompok hama dan penyakit maupun gulma. Namun demikian penggunaan pestisida ini juga memberikan dampak negatif baik terhadap manusia, biota maupun lingkungan. Salah satu dampak negatif dari limbah pestisida adalah tercemarnya lingkungan perairan. Menurut Kesuma (2008), pencemaran lingkungan adalah perubahan lingkungan yang tidak menguntungkan, terjadinya perubahan dalam suatu tatanan baru yang lebih buruk, sebagian karena tindakan manusia secara langsung atau tidak langsung. Pestisida Diazinon merupakan salah satu insektisida dari golongan organofosfat yang banyak dipakai dalam suatu usaha pertanian untuk memberantas hama pengganggu dan kebutuhan ini dari waktu ke waktu semakin meningkat.

Conclusions

Fitoremediasi yang digunakan dalam penelitian dapat digunakan untuk menurunkan bahan organik di dalam limbah cair. Data yang diperoleh menunjukkan semakin tinggi konsentrasi larutan, maka akan semakin cepat terjadinya layu pada ketiga jenis tanaman, namun tanaman belum mati. Perlakuan yang mengalami penurunan nilai TDS adalah pada konsentrasi 2 ml, karena berkurangnya senyawa organik yang semakin tinggi konsentrasi pestisida maka semakin tinggi juga nilai TDS.

References

- Aggarwal, V., X Deng, A Tuli, and K. S. Goh. 2013. Diazinon-Chemistry and Environmental Fate: A California. Edited by D.M. Whitacre. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Reviews of. Vol. 233. doi:10.1007/978-1-4614-55776_5.
- Bambang, Priadi., 2012. Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Jurnal Ilmu Lingkungan. 10 (1): 38-48.
- Dewi, P., Astuti, Eko, P., dan Amiek, S. 2016. Pelaksanaan Tugas dan Wewenang Badan Lingkungan Hidup Kota Pekalongan dalam Mengelola Limbah B3 Batik, Pekalongan. Diponegoro law jurnal. Vol. 5 No. 3.

- Elida, N., Agnesa, Arunggi, Gaumanda, H., Sri, W. 2019. Komparasi Proses Fitoremediasi Limbah Cair Pembuatan Tempe Menggunakan Tiga Jenis Tanaman Air. *Jurnal Agroteknologi*. 13 (01): 16-24.
- Elisa, K., Rony, I. 2020. Pengukuran Total Dissolved Solid (Tds) dalam Fitoremediasi Deterjen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 7(1): 143-148.
- Kesuma, 2008. Bioindikator Efektifitas Pengeolaan Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerah Abdul Moeloek dengan Penentuan Lethal Concentration (LC50 96 jam). Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung. 17±18 November 2008. Seminar Nasional Sains dan Teknologi II 2008.
- M. Subandi, Nella, P., S., Budy, F. 2015. Pengaruh Berbagai Nilai Ec (Electrical Conductivity) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (*Amaranthus Sp.*) Ppda Hidroponik Sistem Rakit Apung (Floating Hydroponics System). *Jurnal Agroteknologi*. 9 (2): 136-152.
- Meilani, Bellaadona. 2017. Analisis Tingkat Pencemaran Sungai Akibat Limbah Industri Karet di Kabupaten Bengkulu Tengah. Bengkulu: Teknik Sipil, Univesitas Prof. Dr. hazairin, SH, Bengkulu
- Musapana, S. , Endah, R., Sulistya, D., Rivanna, Citraning., R. 2020. Efektivitas Semanggi Air (*Marsilea crenata*) Terhadap Kadar Tss pada Fitoremediasi Limbah Cair Tahu. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 7(2): 92-97.
- Nicola, F. 2015. Hubungan Antara Konduktivitas, TDS (Total Dissolved Solid) dan TSS (Total Suspended Solid) dengan Kadar Fe²⁺ dan Fe Total Pada Air Sumur Gali. Universitas Jember.
- Ningrum, Susanti, O. 2018. Analisis Kualitas Badan Air dan Kualitas Air Sumur di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 10(1): 1-12.
- Nur, A. 2018. Pemanfaatan Tumbuhan *Azolla (Azollapinnata)* sebagai Pupuk Organik Cair dan Kompos pada Pertumbuhan Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum L.*). Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri Makassar.
- Putra, A. Y., & Mairizki, F. 2019. Analisis Warna, Derajat Keasaman dan Kadar Logam Besi Air Tanah Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir, Riau. *J. Katalisator*, 4(1): 9-14.
- Rahmawati, A., Zaman, B., Purnowo., 2016. Kemampuan Tanaman Kiyambang (*Salvennia Molesta*) dalam Menyisihkan BOD dan Fosfat pada Limbah Domestik (Greywater) dengan sistem Fitoremediasi secara Kontinyu. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 5 (4): 1-8.
- Tampubolon, K., dan Yustina, S., S. 2017. Potensi *Azolla pinnata* Sebagai Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi di Bidang Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. Hal: 236-244
- Wuran, V., Heni, F., Subagiyono. 2018. Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) Terhadap Penurunan Kadar Phospat pada Air Limbah Usaha Binatu. *Jurnal Kesmas (Kesehatan Masyarakat) Khatulistiwa*. 5 (2): 42-47.

Research Article

Analisis Total Coliform Pada Perairan Sungai Di Kabupaten Musi Rawas Utara Sumatera Selatan

Aneke Lestari¹, Rukmini¹, Ra. Hoetary Tirta Amallia^{1*}, Riri Novita Sunarti¹, Amelia², Awalul Fatiqin³

¹ Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

² Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

³ Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah, Indonesia

*Email: hoetary_uin@radenfatah.ac.id

Kata kunci:

Koliform
Escherichia coli
Total Mikroba

Keywords:

Coliform
Escherichia coli
Total Microbes

Informasi Artikel:

Submitted:
13 Oktober 2022
Revised:
29 Oktober 2022
Accepted:
29 Oktober 2022

Abstrak

Sumatera Selatan mempunyai aliran sungai dengan jumlah yang banyak salah satunya sungai Rupit di Kabupaten Musi Rawas aliran sungai kawasan ini digunakan sebagai sumber air yang biasa dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Indikator pencemaran suatu perairan yaitu ditemukannya bakteri coliform. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah total mikroba dan kadar cemaran coliform pada perairan sungai Rupit di Wilayah Kecamatan Karang Jaya serta kesesuaian baku mutu untuk keperluan hiegene sanitasi. Penelitian ini bersifat deskriptif analitik dan metode yang digunakan adalah *Most Probable Number* (MPN) dan *Total Plate Count* (TPC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa total mikroba yang didapatkan di wilayah hilir, tengah dan hulu memiliki kadar yang tinggi yaitu masing-masing bernilai $108,7 \times 10^5$ CFU/ml, $12,7 \times 10^5$ CFU/ml dan $6,6 \times 10^5$ CFU/ml. Sedangkan nilai kadar cemaran koliform dan *Escherichia coli* di perairan sungai Rupit di Wilayah Kecamatan Karang Jaya di wilayah hilir, tengah dan hulu masing-masing sebesar 585 CFU/100 ml, 2400 CFU/100 ml, dan 1557 CFU/100 ml. Nilai koliform dan *Escherichia coli* yang didapatkan ini melebihi standar baku mutu air untuk keperluan hiegene sanitasi yang ditetapkan oleh Permenkes Nomor 32 Tahun 2017.

Abstract

*South Sumatra has a large number of rivers, one of which is the Rupit River in Musi Rawas Regency. This river flow is used as a source of air used by the surrounding community. An indicator of water is the discovery of coliform bacteria. The purpose of this study was to determine the number of microbes and levels of coliform contamination in the waters of the Rupit River in the District of Karang Jaya and the quality standards for hygiene and sanitation purposes. This research is descriptive analytic and the methods used are Most Probable Number (MPN) and Total Plate Count (TPC). The results showed that the total microbes obtained in the downstream, middle and upstream areas had high levels, namely $108,7 \times 10^5$ CFU/ml, $12,7 \times 10^5$ CFU/ml and $6,6 \times 10^5$ CFU/ml. Meanwhile, the levels of coliform and *Escherichia coli* in the waters of the Rupit River in the Karang Jaya District in the downstream, middle and upstream areas were 585 CFU/100 ml, 2400 CFU/100 ml, and 1557 CFU/100 ml. The value of coliform and *Escherichia coli* obtained exceeds the water quality standard for sanitation hygiene purposes as stipulated by Permenkes Number 32 Year 2017.*

Copyright © 2022. The authors (CC BY-SA 4.0)

Introduction

Sungai adalah wadah alami yang menyediakan air yang dapat digunakan oleh manusia untuk memenuhi keperluan sehari-hari, sanitasi, perikanan, industri, pariwisata, olahraga, pertanian, pembangkit tenaga listrik, pertahanan serta transportasi (Adrianto, 2018). Air sendiri merupakan salah satu media yang dihuni oleh mikroorganisme seperti bakteri, fungi maupun yeast (Hussain *et al.*, 2011). Perairan sungai memiliki arah aliran dari hulu ke hilir menuju muara (Pratiwi *et al.*, 2019) sehingga mikroorganisme yang ada didalamnya ikut terbawa aliran sungai (Adrianto, 2018). Banyak hal yang menjadi faktor yang dapat mempengaruhi kualitas air, seperti proses alami (misalnya, pelapukan, curah hujan, erosi tanah, dan sebagainya), aktivitas antropogenik (misalnya, kegiatan pertanian, perkotaan dan industri) dan peningkatan pemanfaatan air (Wu *et al.*, 2018) yang memungkinkan melimpahnya keberadaan mikroorganisme pada perairan sehingga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran.

Banyak sekali kegiatan manusia yang salah dalam memanfaatkan sungai, misalnya digunakan sebagai tempat membuang kotoran seperti feces/tinja dan limbah lainnya terutama pada wilayah perkotaan besar. Salah satu hal yang menyebabkan pencemaran pada air adalah adanya mikroba patogen yang terdapat dalam limbah atau kotoran yang dibuang sehingga dapat menimbulkan berbagai macam penyakit jika sampai masuk ke dalam tubuh manusia (Adrianto, 2018).

Perairan sungai rupit yang berada di desa-desa di kecamatan Karang Jaya dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk kepentingan hygiene sanitasi terutama air bersih, mencari ikan dan bahkan sebagai tempat MCK dan pembuangan limbah rumah tangga (Fatiqin dkk, 2022). Kegiatan-kegiatan tersebut memungkinkan terjadinya pencemaran secara mikrobiologis dikarenakan melimpahnya bakteri koliform termasuk koliform fekal bahkan mikroorganisme patogen lainnya. Koliform fekal adalah anggota dari kelompok koliform yang berasal dari usus manusia dan hewan berdarah panas (Seo *et al.*, 2019). Bakteri patogen yang biasanya terdapat pada air yang tercemar salah satunya yaitu *E. coli* (Putri & Kurnia, 2016).

Pemeriksaan kondisi mikrobiologis air dapat digunakan untuk mengukur kadar pencemaran air secara mikrobiologi, yang ditunjukkan dengan adanya bakteri koliform dan koliform fekal (Putri & Kurnia, 2016). Pemeriksaan tersebut salah satunya yaitu dengan menggunakan metode MPN. Menurut Hartanti (2015), Metode MPN adalah metode perhitungan sel terutama sel bakteri coliform dengan berdasarkan jumlah perkiraan terdekat atau perhitungan dalam rata-rata tertentu yang dihitung sebagai nilai duga terdekat secara statistik berdasarkan tabel MPN (Putri & Kurnia, 2016). Selain itu, untuk mengukur kadar cemaran mikroba yang hidup dalam suatu perairan dapat menggunakan metode TPC. Pemeriksaan dengan metode TPC bertujuan untuk menunjukkan jumlah mikroorganisme yang tumbuh dan membentuk koloni agar dapat dilihat dan dihitung secara langsung (Alfinus & Widyastuti, 2018).

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan perhitungan total mikroba menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dan pengujian kualitas air sungai rupit secara mikrobiologis dengan mengukur kadar bakteri koliform dan koliform fekal menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) karena perairan sungai tersebut telah banyak digunakan oleh masyarakat setempat untuk aktivitas sehari-hari.

Materials and Methods

Jenis penelitian ini yaitu deskriptif analitik yang membandingkan data hasil uji kualitas air dengan baku mutu yang berlaku dan mendeskripsikan hasil penelitian berdasarkan kajian kepustakaan. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni 2021 di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu cawan petri, beaker glass, erlenmeyer, tabung reaksi, pipet ukur, rak tabung reaksi, jarum ose, spatula, batang pengaduk, bunsen, *colony counter*, inkubator, autoklaf, dan neraca analitik. Sampel air sungai, media *Lactose Broth* (LB), media *Brilliant Green Lactose Billbroth* (BGLB), media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA), media *Plate Count Agar* (PCA),

aquades, kapas, plastik warp, dan aluminium foil. Sampel diambil dari tiga Desa di Kecamatan Karang Jaya Kabupaten Musi Rawas Provinsi Sumatera Selatan, yaitu Desa Muara Batang Empu, Desa Suka Menang, dan Desa Terusan menggunakan *sample survey method*

Prosedur pertama yaitu menghitung total mikroba dengan metode *Total Plate Count* berdasarkan SNI 01.2332.3-2006. Langkah-langkah yang dilakukan diantaranya sebanyak 1 ml sampel pengenceran 10^{-1} sampai 10^{-6} dimasukkan ke dalam cawan petri steril sesuai masing-masing pengenceran, kemudian ditambahkan media PCA (*Plate Count Agar*) dan diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C. Prosedur yang kedua yaitu uji bakteri koliform dengan menggunakan metode *Most Probable Number* berdasarkan SNI-01-2332.1-2006. Langkah-langkah yang digunakan yaitu tes pendahuluan dengan menggunakan media LB dan ditambahkan 10 ml, 1 ml, dan 0,1 ml sampel pada tabung yang berbeda dan diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C. Jika terindikasi positif maka dilanjutkan ke tes penegasan dengan cara menginokulasikan sampel positif kedalam media BGLB dan diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C dan 44°C. Jika hasilnya positif maka dilakukan uji parameter *E. coli* pada media EMBA dan jika menghasilkan koloni berwarna hijau metalik maka dilakukan prosedur pewarnaan gram bakteri untuk melihat morfologi *E. coli*. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi untuk melihat gambaran total mikroba dan kadar cemaran coliform pada perairan sungai Rupit.

Results and Discussion

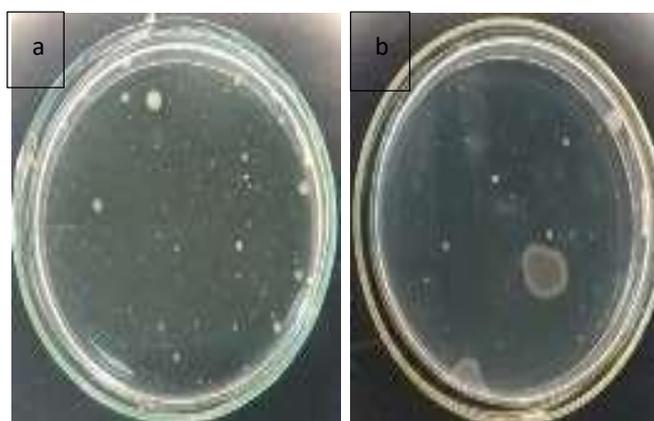
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai perhitungan total mikroba dengan metode *Total Plate Count* (TPC) (Tabel 1 dan Gambar 1), uji kualitas air secara mikrobiologis dengan metode *Most Probable Number* (MPN) (Tabel 2) dan morfologi dan karakteristik mikroskopis *E. coli* (Gambar 2).

1. Total Plate Count

Tabel 1. Total Plate Count Sungai Rupit Di Wilayah Kecamatan Karang Jaya

Sampel	Perhitungan Jumlah Koloni (CFU/ml)	Rata-rata (CFU/ml)	Keterangan	
Hilir (Terusan)	Titik 1	25 x 10 ⁵	108,7 x 10 ⁵	TMS
	Titik 2	155 x 10 ⁵		
	Titik 3	146 x 10 ⁵		
Tengah (Suka Menang)	Titik 1	14,7 x 10 ⁵	12,7 x 10 ⁵	TMS
	Titik 2	15,6 x 10 ⁵		
	Titik 3	7,8 x 10 ⁵		
Hulu (Muara Batang Empu)	Titik 1	11 x 10 ⁵	6,6 x 10 ⁵	TMS
	Titik 2	1,4 x 10 ⁵		
	Titik 3	7,4 x 10 ⁵		

Keterangan: TMS (Tidak Memenuhi Standar)



Gambar 1. a) TPC air sungai Batang Empu pada pengenceran 10^{-4} b) TPC air sungai Batang Empu pada pengenceran 10^{-5} (Dok. Pribadi 2022)

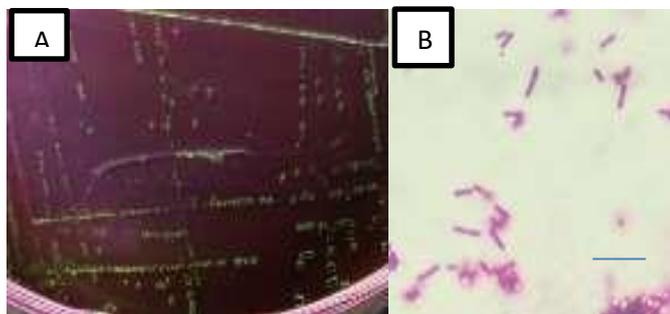
2. Most Probable Number

Tabel 2. Total Koliform pada air sungai Rupit

Sampel		Indeks MPN (CFU/100 ml)	Rata-rata (CFU/ml)	Keterangan
Hilir (Terusan)	Titik 1	1070	585	TMS
	Titik 2	49		
	Titik 3	540		
Tengah (Suka Menang)	Titik 1	2400	2400	TMS
	Titik 2	2400		
	Titik 3	2400		
Hulu (Batang Empu)	Titik 1	2000	1557	TMS
	Titik 2	1070		
	Titik 3	1600		

Tabel 3. Angka *E coli* pada air sungai Rupit

Sampel		Indeks MPN (CFU/100 ml)	Rata-rata (CFU/ml)	Keterangan
Hilir (Terusan)	Titik 1	1070	585	TMS
	Titik 2	49		
	Titik 3	540		
Tengah (Suka Menang)	Titik 1	2400	2400	TMS
	Titik 2	2400		
	Titik 3	2400		
Hulu (Batang Empu)	Titik 1	2000	1557	TMS
	Titik 2	1070		
	Titik 3	1600		



Gambar 2. a) Morfologi *Escherichia coli*, b) Sel bakteri *Escherichia coli* Perbesaran Mikroskop 100x (Dok. Pribadi, 2022)

Metode Total Plate Count (TPC) merupakan metode yang umum digunakan untuk menumbuhkan sel mikroba hidup pada suatu media agar (Angelia, 2020) pada suhu dan waktu inkubasi yang ditetapkan. Setelah dilakukan uji Angka Lempeng Total, masing-masing wilayah sungai memiliki angka lempeng total yang berbedabeda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Diketahui pada daerah hilir didapat rata-rata total mikroba sebanyak $108,7 \times 10^5$ CFU/ml, pada daerah tengah didapat rata-rata total mikroba sebanyak $12,7 \times 10^5$ CFU/ml, pada daerah hulu didapat rata-rata total mikroba sebanyak $6,6 \times 10^5$ CFU/ml. Perbedaan jumlah tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh banyaknya aktivitas masyarakat sekitar yang menggunakan air sungai untuk kegiatan dan kebutuhan sehari-harinya.

Pemeriksaan Angka Lempeng Total dengan metode TPC bertujuan untuk menunjukkan jumlah mikroorganisme yang tumbuh dan membentuk koloni agar dapat dilihat dan dihitung secara langsung (Alfinus & Widyastuti, 2018). Kriteria koloni mikroba yang dapat dilakukan perhitungan yaitu berkisar 30 – 300 koloni (Soesetyaningsih & Azizah, 2020) seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 1), kemudian dihitung menggunakan rumus perhitungan mikroba. Menurut Soesetyaningsih & Azizah (2020) metode hitung cawan dibedakan menjadi tiga cara yaitu *pour*

plate, spread plate dan drop plate. Penggunaan larutan pengencer dalam proses pengenceran sampel dilakukan terlebih dahulu sebelum mikroorganisme ditanam dalam media pertumbuhan (Angelia, 2020). Teknik Pengenceran Bertingkat yang digunakan dimaksudkan untuk memperkecil jumlah mikroorganisme yang tersuspensi dalam sampel. Digunakan perbandingan 1:9 (1 untuk sampel dan 9 untuk larutan pengencer) pada pengenceran pertama dan seterusnya hingga mengandung 1/10 sel mikroba dari pengenceran sebelumnya (Alfinus & Widyastuti, 2018).

Angka koliform dan *E. coli* yang didapat pada air sungai di daerah hilir bernilai sama. Rata-rata angka koliform dan *E. coli* pada titik 1 sebesar 1070 CFU/100ml, titik sebesar 145 CFU/100ml, dan pada titik 3 sebesar 540 CFU/100ml. Sehingga didapatkan rata-rata total angka koliform dan *E coli* pada daerah hilir yaitu sebesar 585 CFU/100ml. Angka koliform dan *E. coli* yang didapat pada air sungai di daerah tengah bernilai sama. Rata-rata angka koliform dan *E. coli* pada titik 1, 2, dan 3 masing-masing sebesar 2400 CFU/100ml. Sehingga didapatkan rata-rata total angka koliform dan *E coli* pada daerah tengah yaitu sebesar 2400 CFU/100ml. Angka koliform dan *E coli* yang didapat pada air sungai di daerah hulu bernilai sama. Ratarata angka koliform dan *E coli* pada titik 1 sebesar 2000 CFU/100ml, titik sebesar 1070 CFU/100ml, dan pada titik 3 sebesar 1600 CFU/100ml. Sehingga didapatkan rata-rata total angka koliform dan *E coli* pada daerah hulu yaitu sebesar 1557 CFU/100ml.

koliform pada sungai di Desa Terusan (daerah hilir), Desa Suka Menang (daerah tengah), dan Desa Batang Empu (daerah hulu) tidak memenuhi standar baku mutu atau melebihi ambang batas (Tabel 2). sedangkan angka *Escherichia coli* pada sungai Di Desa Terusan (daerah hilir), Desa Suka Menang (daerah tengah), dan Desa Batang Empu (daerah hulu) juga tidak memenuhi standar baku mutu (Tabel 3). Perbedaan jumlah tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh banyaknya aktivitas masyarakat sekitar yang menggunakan air sungai untuk kegiatan dan kebutuhan sehari-harinya.

Dilihat dari keseluruhan tabel hasil MPN pada air sungai rupit di Kecamatan Karang Jaya, cemaran koliform dan *Escherichia coli* tertinggi yaitu di wilayah tengah dengan rata-rata total angka koliform dan *Escherichia coli* sebesar 2400 CFU/100ml. Hal ini kemungkinan disebabkan karena sungai ini masih sering digunakan untuk aktifitas sehari-hari seperti MCK oleh masyarakat sekitar, walaupun di beberapa rumah sudah terdapat WC pribadi. Selain itu beberapa rumah penduduk yang berada di pinggir sungai bagian tengah ini memiliki tempat yang digunakan tempat pengolahan emas yang letaknya hanya beberapa meter dari sungai. Hal tersebut juga kemungkinan besar yang menyebabkan angka koliform dan *E coli* menjadi tinggi.

Mikroba patogen yang berkembang biak dalam air tercemar yang menyebabkan timbulnya berbagai penyakit sangat banyak dan semuanya merupakan penyakit yang dapat menular dengan mudah (Utami dan Miranti, 2020). Parameter yang digunakan untuk menentukan tercemarnya air adalah adanya bakteri koliform (Ayuningsih, 2021).

Banyaknya kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat dalam memanfaatkan sungai dapat berpotensi memicu pencemaran air secara mikrobiologis yaitu tingginya kadar cemaran koliform (Divya & Solomon, 2016) pada air sungai. Berdasarkan observasi yang menunjukkan bahwa masyarakat sekitar masih menggunakan air sungai rupit untuk keperluan mandi termasuk sikat gigi dan berkumur hingga wudhu, dan kegiatan mencuci lainnya. Jika terdapat kadar cemaran koliform yang tinggi, maka melalui kegiatan tersebut secara tidak langsung bakteri koliform (*Escherichia coli*) dan bakteri atau mikroba lainnya dapat masuk ke dalam tubuh dan jika dalam jumlah banyak dapat berbahaya bagi kesehatan (Fatiqin dkk, 2019). Bahaya bakteri *Esherichia coli* pada manusia bila dalam jumlah yang sangat banyak dapat mengakibatkan diare (Sunarti, 2016).

Setelah dilakukan pembacaan nilai MPN, tahap selanjutnya adalah uji pelengkap untuk memastikan keberadaan bakteri *E coli* yaitu dengan menggunakan media *Eosin Methylen Blue Agar* (EMBA). Media EMBA yang diinokulasi dengan sampel yang mengandung bakteri

Escherichia coli akan menghasilkan koloni bakteri yang berwarna hijau metalik. Bakteri koliform akan menghasilkan asam dari hasil fermentasi sehingga menghasilkan hijau kilat metalik (Sunarti, 2015) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sampel di semua titik baik hulu, hilir dan tengah yang ditanam di media EMBA ditumbuhi koloni berwarna hijau metalik yang menandakan media tersebut positif ditumbuhi bakteri *Escherichia coli*. Artinya semua titik di hulu, hilir dan tengah masing-masing mengandung bakteri koliform fekal. *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif berasal dari jasad indikator dalam substrat air dan bahan makanan. *E coli* berpotensi patogen dikarenakan pada saat keadaan tertentu dapat menyebabkan diare (Sunarti, 2016). *Escherichia coli* merupakan bakteri coliform yang terdapat dikotoran manusia, maka *E coli* biasanya disebut sebagai koliform fekal (Aulia, 2018).

Berdasarkan hasil dari pengamatan morfologi biakan koloni bakteri *E coli* yang diambil dari media EMBA didapat hasil pengamatan seperti pada Gambar 3. Bentuk morfologi bakteri tersebut dengan ciri-ciri berbentuk batang atau basil, berwarna merah keunguan setelah dilakukan metode pewarnaan gram, koloni bakteri berbentuk bulan dan permukaannya cembung maka ciri-ciri tersebut sama dengan ciri-ciri dari bakteri *Escherichia coli*. *Escherichia coli* adalah bakteri berbentuk basil dengan panjang sekitar 2 μm dan diameter 0.5 μm . Volume sel bakteri *E. coli* berkisar antara 0.6-0.7 μm^3 . Bakteri ini juga dapat hidup pada suhu 20-40°C dengan suhu optimumnya pada 37°C dan merupakan bakteri gram negatif (Sutiknowati, 2016).

Conclusions

Total mikroba pada air Sungai Rupit di Kecamatan Karang Jaya pada bagian hilir sebesar $108,7 \times 10^5$ CFU/ml, bagian tengah sebesar $12,7 \times 10^5$ CFU/ml dan bagian hulu sebesar $6,6 \times 10^5$ CFU/ml dan untuk angka Koliform dan *Escherichia coli* melebihi ambang batas atau standar baku mutu yang ditetapkan dalam PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017 tentang persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dan dapat mengedukasi masyarakat agar lebih memperhatikan aktifitas yang berkaitan dengan sungai untuk meminimalisir terjadinya pencemaran pada air sungai.

References

- Adrianto, R. (2018). Pemantauan Jumlah Bakteri Coliform Di Perairan Sungai Provinsi Lampung. *Majalah Teknologi Agro Industri*, 10(1), 1–6.
- Alfinus, & Widyastuti, D. R. (2018). Hasil Verifikasi Metode pengujian *Total Plate Count* (TPC) Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Balai Besar Veteriner Maros. *Jurnal Diagnosa Vetenier*, 17(3).
- Angelia, I. O. (2020). Penggunaan Metode Cawan Tuang Terhadap Uji Mikroba Pada Tepung Kelapa. *Journal Agritech of Science*, 4(1), 43–51.
- Divya, A. H., & Solomon, P. A. (2016). Effects of Some Water Quality Parameters Especially Total Coliform and Fecal Coliform in Surface Water of Chalakudy River. *Procedia Technology*, 24, 631–638.
- Fatqin, A., Sunarti, R. N., Apriani, I. 2019. Pengujian Salmonella dengan menggunakan media ssa dan E. coli menggunakan media EMBA pada bahan pangan. *Indobiosains* 1 (1). DOI: <http://dx.doi.org/10.31851/indobiosains.v1i1.2206>
- Fatqin, A., Amelia, R, H, T., Dhani, A, B. 2022. Karakter Morfometrik *Barbodes schwanenfeldii* di Sungai Rupit Sumatera Selatan. *BIOSAPPHIRE: Jurnal Biologi dan Diversitas* 1 (1).
- Pratiwi, A. D., Widyorini, N., & Ahmad, A. (2019). Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Total Bakteri Coliform Di Sungai Plumbon, Semarang. *Journal of Maquares*, 8, 211–220.
- Putri, A. M., & Kurnia, P. (2016). Identifikasi Keberadaan Bakteri Coliform dan Total Mikroba Dalam Es Dung-Dung Di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Media Gizi Indonesia*, 13(2018), 41–48. <https://doi.org/10.20473/mgi.v13i1.41>
- Seo, M., Lee, H., & Kim, Y. (2019). *Relationship between Coliform Bacteria and Water Quality Factors at Weir Stations in the Nakdong River, South Korea*.

- Soesetyaningsih, E., & Azizah. (2020). Akurasi Perhitungan Bakteri pada Daging Sapi Menggunakan Metode Hitung Cawan. *Jurnal Berkala Sainstek*, VIII, 75–79.
- Sunarti, R. N. (2015). Uji Kualitas Air Sumur Dengan Menggunakan Metode MPN (*Most Probable Numbers*). *Jurnal Boilmi*, 1(1), 30–34.
- Sunarti, R. N. (2016). Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang Disekitar Kampus UIN. *Jurnal Bioilmi*, 2(1), 40–49.
- Sutiknowati, L. I. (2016). Bioindikator Pencemar, Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Oseana*, XLI, 63–71.
- Utami, F. T., & Miranti, M. (2020). Metode Most Probable Number (MPN) Sebagai Dasar Uji Kualitas Air Sungai Reangganis Dan Pantai Timur Pangandaran Dari Cemar Coliform dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 20(1), 21-30.
- Widyaningsih, W., Supriharyono, & Widyorini, N. (2016). Analisis Total Bakteri Coliform Di Perairan Muara Kali Wisu Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5, 157–164.
- Wu, Z., Wang, X., Chen, Y., Cai, Y., & Deng, J. (2018). Science of the Total Environment Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu. *Science of the Total Environment*, 612, 914–922. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.293>
- Yuniarti, & Biyatmoko, D. (2019). Analisis Kualitas Air Dengan Penentuan Status Mutu Air Sungai Jaing Kabupaten Tabalong. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2), 52–69.

Research Article

Studi Budidaya Jamur Kuping (*Auricularia auricula*) dengan Variasi Jenis Substrat dan Konsentrasi Suplemen

Arif Yachya^{1*}, Sulistyowati¹, Awalul Fatiqin², Ria Windi Lestari², Umi Novita Fitriah², Decenly², Rahayu Opi Anggoro²

¹ Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

² Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah, Indonesia

*Email: arif@unipasby.ac.id

Kata kunci:

Jamur Kuping
Jerami Padi
Kayu Kelapa
Kayu Sengon
Ampas Tebu

Keywords:

Ear Mushroom
Rice Straw
Coconut Wood
Sengon Wood
Tofu Dregs.

Informasi Artikel:

Submitted:
13 Oktober 2022
Revised:
30 Oktober 2022
Accepted:
01 November 2022

Abstrak

Terbatasnya stok serbuk gergaji kayu sengon sebagai bahan baku baglog dapat mempengaruhi kelangsungan produksi jamur kuping (*Auricularia auricula*). Pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan baku alternatif baglog jamur kuping belum banyak diungkap. Ketiga jenis limbah pertanian yang tersedia melimpah di dataran rendah, yaitu jerami padi (PJP), potongan ampas tebu (PAT) dan serbuk gergaji kayu kelapa (SKK). Performa pertumbuhan dan hasil panen jamur kuping pada ketiga jenis limbah pertanian tersebut yang dikombinasikan dengan dedak (0, 5, 10 dan 15%) diinvestigasi pada penelitian ini. Serbuk kayu sengon (SKS) digunakan sebagai kontrol. Hasil menunjukkan bahwa waktu tercepat miselium penuh, pembentukan pinhead dan panen pertama dicapai berturut-turut pada hari ke-17-20, 29-32, dan 39-40 inkubasi oleh baglog SKK. Pengamatan pada hasil panen menunjukkan PJP adalah substrat terbaik dibanding SKS (sebagai substrat kontrol), SKK dan PAT. Sebaliknya, peningkatan konsentrasi dedak berdampak negatif pada hasil panen baglog PJP. Performa hasil panen terbaik diperoleh pada baglog PJP dengan dedak 0 % yaitu 13,67 g (berat basah) dengan berat baglog 240 g (berat basah). Hasil ini lebih tinggi 64,11 % dari hasil panen baglog SKS dengan dedak 5-10%. Pada akhirnya, hasil studi ini merekomendasikan PJP sebagai substrat alternatif pengganti SKS.

Abstract

The limited stock of sengon wood sawdust as a baglog raw material can influence the continuity of ear mushroom (*Auricularia auricula*) production. Agricultural waste utilization as an alternative raw material baglog of ear mushroom is still quite low. There were three agricultural wastes widely available in the lowlands, such as rice straw (PJP), tofu dregs (PAT), and coconut wood sawdust (SKK). The growth appearance and harvest yield of ear mushroom on the three types of agricultural waste combined with bran (0, 5, 10, and 15%) were investigated in this study. Sengon wood sawdust as a control and the others as a comparison. The results showed that the fastest for full mycelium, pinhead formation, and initial harvest was rated on days 17-20, 29-32, and 39-40 of incubation time by SKK baglog. The harvest yield observation showed that PJP is the best media compared to SKS (as control media), SKK, and PAT. Otherwise, increasing in bran concentration had a negative to PJP baglog harvest yield. The best harvest yield appearance was obtained in PJP baglog with 0% bran, namely 13.67 g (wet weight) and baglog weight of 240 g (wet weight). This harvest yield is 64.11% higher than the yield of baglog SKS with 5-10% bran. In the end, the results of this study recommend PJP as an alternative media to replace SKS media.

Copyright © 2022. The authors (CC BY-SA 4.0)

Introduction

Sungai adalah wadah alami yang menyediakan air yang dapat digunakan oleh manusia untuk Jamur kuping (*Auricularia auricula*) termasuk salah satu kelompok jelly fungi yang tumbuh tersebar di area tropis dan subtropis. Teksturnya yang kenyal, relatif tidak berbau dan berasa, membuat jamur kuping mudah menyatu dengan aneka masakan, sehingga digemari oleh sebagian besar lapisan masyarakat sebagai sayuran dan obat. Ramasamy dan Rajarajan. (2012), melaporkan jamur kuping efektif melawan karsinoma dan sarkoma. Jamur kuping efektif sebagai antikoagulan untuk menanggulangi pembekuan atau penggumpalan darah (Stamets,1993). Yoon *et al.*, (2003) berhasil mengisolasi polisakarida asam dari *A. auricula* dan zat ini diketahui mempunyai aktivitas antikoagulan.

Auricularia auricula merupakan spesies jamur *edible* yang paling sesuai ditanam di daerah tropis (Chang, 2004). Jumlah pembudidaya jamur kuping tidak sebanyak pembudidaya jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). Kapasitas produksi jamur setiap tahun semakin meningkat. Pada tahun 2006 kapasitas produksi jamur tiram nasional sebesar 23.559 ton dan pada tahun 2010 menjadi 61.376 ton (Redaksi Trubus, 2014), Kapasitas produksi jamur kuping di tingkat dunia mencapai 4,8 juta ton/tahun dan menempati peringkat 4 dunia diantara kapasitas produksi jamur *edible* lainnya (Chang dan Miles 1989). Peningkatan ini tidak diikuti dengan kelimpahan serbuk gergaji kayu keras sebagai substrat utama budidaya jamur tiram, shiitake dan kuping. Terbatasnya stok serbuk gergaji kayu keras menyebabkan terjadinya kompetisi antar pembudidaya jamur untuk mendapatkannya. Besarnya permintaan dan terbatasnya persediaan ini menyebabkan harga serbuk gergaji cenderung naik tiap tahunnya. Kenaikan harga ini akan berimbas pada harga jamur di pasar yang pada akhirnya berpengaruh pada daya beli konsumen. Oleh karena itu, perlu adanya substrat alternatif sebagai pengganti serbuk gergaji kayu keras.

Penggunaan limbah pertanian sebagai substrat pertumbuhan dilaporkan memberikan performa pertumbuhan dan hasil panen yang bagus pada jamur tiram (Stamets, 1993), sedangkan pada jamur kuping masih belum banyak dikaji. Selama ini jamur kuping hanya ditumbuhkan pada substrat serbuk gergaji kayu keras. Diketahui miselium jamur kuping mampu menghasilkan enzim sellulase, hemisellulase, lakkase (polifenol oksidase), dan peroksidase untuk menguraikan selulosa dan lignin (Liers *et al.*, 2011; Lu dan Tang, 2006). Keberadaan enzim-enzim tersebut membuat jamur kuping dapat hidup, tumbuh dan berkembang tidak hanya di substrat kayu. Pada dasarnya berbagai macam jenis kayu dan limbah pertanian dapat digunakan sebagai medium dasar kultur jamur (Stamets, 1993). Jerami padi, ampas tebu dan serbuk gergaji kayu kelapa merupakan limbah pertanian lokal yang tersedia melimpah di daerah dataran rendah. Ketiganya diketahui mengandung selulosa, hemilulosa dan lignin, sehingga berpotensi sebagai substrat alternatif pengganti serbuk gergaji kayu keras (Saputra *dkk*, 2022). Penggunaan ketiga bahan tersebut perlu diteliti lebih lanjut untuk mengetahui kecepatan tumbuh miselium dan perolehan hasil panen jamur kuping, karena berbedanya kandungan selulosa, hemilulosa dan lignin diantara ketiganya.

Studi ini bertujuan untuk memperoleh kombinasi jenis substrat dengan konsentrasi suplemen yang terbaik terhadap performa pertumbuhan dan hasil panen jamur kuping. Tiga (3) jenis limbah pertanian lokal digunakan sebagai substrat uji, antara lain jerami padi, ampas tebu dan serbuk gergaji kayu kelapa. Suplemen yang digunakan adalah dedak dengan variasi konsentrasi 0, 5, 10 dan 15%. Studi ini dilakukan di lingkungan dataran rendah, yaitu di Desa Lambangan Kabupaten Sidoarjo yang rata-rata temperaturnya pada siang hari masih dalam kisaran temperatur pembentukan tubuh buah jamur kuping, yaitu 21-30° C (Stamets, 1993). Ketiga substrat uji tersedia melimpah di lokasi di Desa Lambangan. Inokulum yang digunakan berupa miselium jamur kuping yang ditumbuhkan pada biji millet (*grain spawn*). Setiap baglog mendapatkan inokulum sebesar 3%. Menurut Stamets. (1993), inokulum berbahan dasar biji-bijian (*grain spawn*) menghasilkan miselium yang vigor. Kontrol pada studi ini adalah jamur kuping yang ditumbuhkan di serbuk gergaji kayu sengon pada berbagai konsentrasi dedak. Harapan dari penggunaan substrat dan suplemen dari limbah dan hasil samping pertanian lokal, adalah untuk mengurangi biaya produksi, karena semua bahan tersebut mudah dan murah untuk didapatkan.

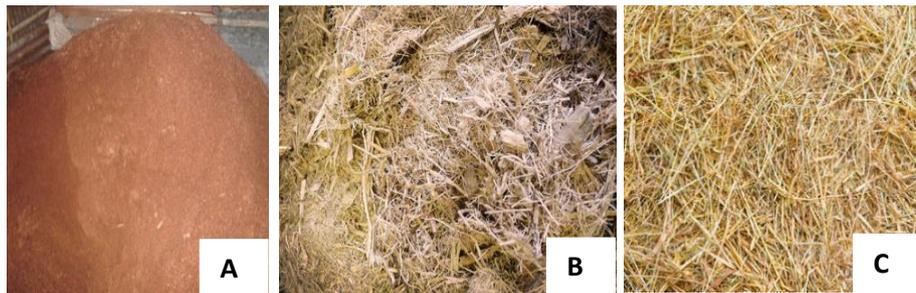
Materials and Methods

Tempat dan Waktu

Studi ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai April di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan teknologi Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan.

Bahan dan Alat

Substrat uji (Gambar 1), yaitu Potongan jerami padi (PJP), potongan ampas tebu (PAT), serbuk gergaji kayu kelapa (SKK) dan serbuk gergaji kayu sengon (SKS). Suplemen yaitu dedak. Biakan agar miring (f0) jamur kuping koleksi Laboratorium PT. Rekatani Indonesia. Peralatan inokulasi dan pembuatan baglog, yaitu jarum inokulasi, ring dan cap, bunsen, neraca analitik, oven, sprayer, penggaris, peralatan gelas, autoklaf, drum pasteurisasi, kompor dan tabung gas.



Gambar 1. Limbah hasil pertanian (A) serbuk gergaji kayu kelapa; (B) ampas tebu; dan (C) jerami padi (Dok, Pribadi (2022))

Metode

1. Pembuatan bibit induk (f1) jamur kuping

Media bibit induk (f1) terbuat dari biji millet (97%) dan CaCO_3 (3%) yang ditempatkan di dalam botol bening 350 mL. Media disterilkan dengan autoklaf pada temperatur 121°C selama 1 jam. Media f1 diinokulasi dengan potongan agar bibit f0, selanjutnya diinkubasi 15-20 hari atau sampai seluruh permukaan media tertutup penuh miselium.

2. Pembuatan bibit sebar (f2) jamur kuping

Prosedur pembuatan bibit sebar (f2) sama dengan bibit induk (f1). Inokulum yang digunakan pada media f2 adalah 25 g biji millet dari bibit f1 yang telah ditumbuhi miselium.

3. Pembuatan dan inkubasi berbagai komposisi baglog

Pada studi ini terdapat 4 jenis baglog dengan substrat yang berbeda, yaitu potongan jerami padi (PJP), potongan ampas tebu (PAT), serbuk gergaji kayu kelapa (SKK) dan serbuk gergaji kayu sengon (SKS). Masing-masing substrat dikombinasikan dengan 4 variasi konsentrasi dedak, yaitu 0, 5, 10, dan 15%. Setiap kombinasi mendapatkan 3 kali ulangan. Sebelum digunakan sebagai media baglog, jerami padi dan ampas tebu dipotong-potong 2-3 cm. Baglog dibuat dengan mencampurkan substrat dan dedak sesuai variasi perlakuan dan CaCO_3 (3%). Ketiga bahan tersebut diaduk sampai tercampur merata, kemudian ditambahkan air 60 mL untuk mendapatkan baglog dengan kisaran kadar air 60% dan dengan berat basah kisaran 240 g. Selanjutnya media baglog ditempatkan pada plastik polipropilen. Ujung plastik dikencangkan dengan ring dan ditutup menggunakan kertas saring dan cap. Baglog ditempatkan di dalam drum untuk pasteurisasi selama 4 jam. Selanjutnya baglog diinokulasi dengan 70 -75 g bibit f2 kemudian baglog ditempatkan pada ruang inkubasi sampai miselium memenuhi semua bagian media. Baglog dengan miselium penuh dipindahkan ke kumbung untuk inisiasi tubuh buah.

5. Pemeliharaan

Pada baglog yang berada dikumbung dilakukan pelepasan tutup dan cap-nya. Setiap pagi dan siang hari dilakukan pengabutan ruangan kumbung untuk menjaga kelembaban udara 80-90%

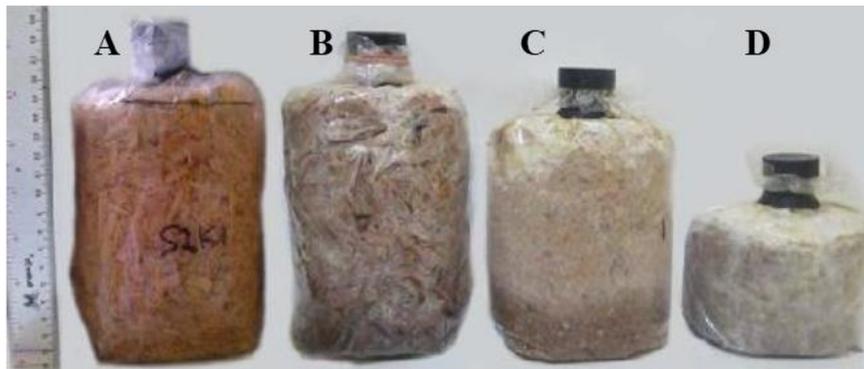
Prosedur Pengambilan dan Analisis Data

Data performa pertumbuhan, antara lain lama waktu miselium memenuhi seluruh permukaan baglog (*full spawning*), lama waktu munculnya pinhead pertama (*pinhead formation*), dan lama waktu panen pertama diperoleh melalui pengamatan visual. Data performa hasil panen, yaitu berat segar jamur diperoleh melalui penimbangan tubuh buah jamur. Data yang diperoleh pada studi ini dianalisa secara statistik dengan analisis varians multivariat dua arah. Parameter yang dipengaruhi nyata oleh perlakuan, diuji lebih lanjut dengan *Tukey LSD* taraf uji 5%. Pengolahan data pada studi ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program program SPSS 20.

Results and Discussion

Performa pertumbuhan

Berat basah baglog pada studi ini adalah 240 g dengan tinggi yang berbeda-beda tergantung jenis substrat yang digunakan. (Gambar 2). Baglog PAT dan PJP mempunyai tinggi relatif sama dan keduanya lebih tinggi dari baglog SKK dan SKS. Baglog SKK terendah diantara keempat jenis baglog lainnya. Perbedaan tinggi baglog ini disebabkan masing-masing substrat mempunyai kerapatan dan ukuran partikel yang berbeda. Berat jenis SKS 0,33 g/cm³ (Praptoyo dan Puspitasari, 2012) lebih rendah dari berat jenis SKK 0.51-0.62 g/cm³ (Rachim, 2010), oleh karena itu pada berat yang sama, pada baglog yang bersubstratkan SKS berukuran lebih tinggi dari baglog bersubstratkan SKK.



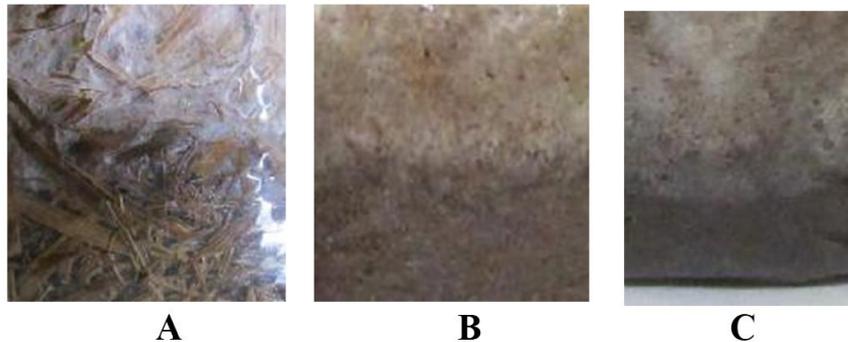
Gambar 2. Bentuk dan ukuran baglog dari empat jenis substrat yang berbeda. (A). potongan ampas tebu (2-3 cm). (B). Potongan jerami padi (2-3 cm). (C). Serbuk gergaji kayu sengon. (D). Serbuk gergaji kayu kelapa dengan berat masing-masing baglog 240 ±10 g (Dok Pribadi, 2022)

Hasil pengamatan selama inkubasi sampai waktu panen pertama menunjukkan jenis substrat berpengaruh terhadap performa pertumbuhan (Tabel 1). Waktu miselium penuh, pembentukan pinhead dan panen pertama tercepat berturut-turut dicapai pada hari ke- 17-20; 29-32 dan 39-40 inkubasi oleh baglog SKK pada berbagai konsentrasi dedak (0-15%). Fenomena ini mengindikasikan bahwa SKK sesuai untuk pertumbuhan miselium jamur kuping. Kesesuaian tersebut diduga berhubungan kandungan lignin SKK yang lebih tinggi dari substrat lainnya. Kandungan lignin SKK, SKS, PAT dan PJP berturut-turut 26.58-36.35 % (Wardhani *et al.*, 2004), 17.20-25,77% (Iriani, 2003 dan Siagian *et al.*, 2003); 14,3 % (Taurachand, 2004) dan 8-12% (Saha, 2003). Perbedaan kandungan lignin dalam beberapa jenis kayu diperkirakan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan fase vegetatif maupun fase generatif jamur (Stamets, 1993). Selain kandungan lignin, salah satu performa pertumbuhan yaitu lama waktu miselium juga dapat dipengaruhi oleh kerapatan substrat.

Substrat kayu seperti SKK dan SKS lebih rapat dibandingkan substrat PJP dan PAT. Substrat dengan kerapatan tinggi akan mempermudah miselium menjalar, karena tidak ada celah antar substrat. Celah antar substrat banyak dijumpai pada baglog PJP dan PAT (Gambar 3). Celah antar substrat dapat menjadi rintangan miselium menjalar, sehingga mempengaruhi kecepatan menjalar

miselium dan akhirnya berimbas pada lama waktu miselium penuh (*full spawning*). Kecepatan menjalar dan pendeknya waktu miselium penuh merupakan salah satu faktor penting dalam kesuksesan budidaya jamur, karena berhubungan dengan besar-kecilnya risiko infeksi substrat dengan organisme kompetitor atau kontaminan (Stamets, 1993). Selain kerapatan substrat, penambahan suplemen seperti dedak ke dalam substrat dapat mempengaruhi kecepatan menjalar miselium. Pada umumnya petani jamur menambahkan 5-10 % dedak ke dalam baglog dengan substrat serbuk gergaji kayu seperti sengon untuk memperpendek lama waktu miselium penuh dan meningkatkan hasil panen.

Penambahan berbagai macam konsentrasi dedak (0-15 %) di keempat jenis substrat ditunjukkan pada Tabel 1. Pada masing-masing kelompok perlakuan jenis substrat menunjukkan, performa pertumbuhan baglog dengan perlakuan penambahan dedak (5-15%) tidak berbeda nyata dengan baglog tanpa perlakuan penambahan dedak (0%). Hasil ini membuktikan bahwa penambahan berbagai macam konsentrasi suplemen dedak pada keempat jenis substrat (PJP, PAT, SKK dan SKS) tidak berpengaruh terhadap performa pertumbuhan jamur kuping. Performa pertumbuhan jamur kuping lebih dipengaruhi oleh jenis substrat dibanding dengan penambahan dedak pada berbagai variasi. Kemampuan enzimatik jamur kuping yang handal dalam mencerna berbagai jenis substrat diduga berhubungan dengan hal ini, sehingga miseliumnya mampu tumbuh menjalar dengan optimal meskipun tanpa penambahan suplemen.



Gambar 3. Profil penjalaran miselium jamur kuping pada tiga jenis substrat. (A) jerami padi; (B) serbuk gergaji kayu sengon dan (C) serbuk gergaji kayu kelapa (Dok Pribadi, 2022)

Pada studi ini, semua baglog yang bersubstratkan PAT tidak dapat diamati performa pertumbuhannya karena mengalami kontaminasi oleh *Neurospora*, *Aspergillus* dan *Trichoderma* (Gambar 4). Kontaminasi ini menunjukkan ampas tebu tidak sesuai digunakan sebagai substrat utama dalam budidaya jamur kuping. Nutrisi yang tinggi, yaitu nitrogen (1,23%), selulosa (48%), lignin (14,3%) dan gula (3,3%) (Taurachand, 2004) membuat substrat ampas tebu rentan kontaminasi. Nutrisi yang tinggi ini akan memicu perkembangan mikroba kontaminan. Selain itu, terjadinya kontaminasi pada semua baglog PAT mengindikasikan lama waktu pasteurisasi kurang lama.



Gambar 4. Kontaminasi pada baglog yang menggunakan ampas tebu (S2) sebagai substrat. (A) Kontaminasi *Trichoderma* sp (B). Kontaminasi *Neurospora* sp, (C) Kontaminasi *Aspergillus niger*.

Peforma hasil panen

Tabel 1. Peforma pertumbuhan jamur kuping yang ditumbuhkan pada 4 substrat berbeda dengan variasi konsentrasi dedak sebagai suplemen

Perlakuan	Waktu (hari)			Berat tubuh buah (g)		
	Miselium penuh	Kemunculan pinheat	Panen Pertama	Berat basah	Berat kering	
PJP	dedak 0 %	28.00 ^c	43.00 ^d	50.69 ^{cd}	45.00 ^a	13.67 ^a
	dedak 5 %	27.00 ^c	42.00 ^d	50.99 ^{cd}	28.17 ^b	7.43 ^b
	dedak 10 %	26.33 ^c	41.33 ^d	50.39 ^d	28.67 ^b	7.40 ^b
	dedak 15 %	26.33 ^c	41.33 ^d	50.61 ^d	29.27 ^b	6.87 ^{bc}
PAT	dedak 0 %	0*	0*	0*	0*	0*
	dedak 5 %	0*	0*	0*	0*	0*
	dedak 10 %	0*	0*	0*	0*	0*
	dedak 15 %	0*	0*	0*	0*	0*
SKK	dedak 0 %	20.00 ^{ab}	32.00 ^{ab}	40.33 ^a	6.67 ^e	2.33 ^e
	dedak 5 %	17.00 ^a	29.00 ^a	39.00 ^{ab}	12.67 ^d	6.00 ^{bcd}
	dedak 10 %	17.00 ^a	29.00 ^a	39.00 ^{ab}	25.33 ^b	12.67 ^a
	dedak 15 %	17.00 ^a	29.00 ^a	39.00 ^{ab}	13.00 ^d	4.00 ^{de}
SKS	dedak 0 %	20.33 ^b	34.41 ^{bc}	41.92 ^{ab}	19.17 ^c	6.67 ^{bc}
	dedak 5 %	20.00 ^{ab}	33.87 ^{bc}	42.13 ^{ab}	20.33 ^c	8.33 ^b
	dedak 10 %	21.67 ^b	35.59 ^c	42.01 ^a	19.00 ^c	8.33 ^b
	dedak 15 %	19.67 ^{ab}	33.66 ^{bc}	42.01 ^a	16.50 ^{cd}	4.33 ^{cde}

Keterangan: (*) Baglog mengalami kontaminasi. Homogeneous subsets Tukey LSD menunjukkan bahwa nilai rerata yang diikuti dengan superskrip yang sama, maka tidak berbeda nyata ($\alpha > 0.05$). Sedangkan yang diikuti dengan superskrip berbeda, maka berbeda nyata ($\alpha < 0.05$).

Peforma hasil panen yang berupa berat segar dan kering tubuh buah jamur kuping ditunjukkan Tabel 1 dan Gambar 5. Jenis substrat dan konsentrasi dedak berpengaruh terhadap hasil panen. Pada baglog SKK dan SKS, terjadi peningkatan hasil panen seiring dengan meningkatnya konsentrasi dedak dari 0 - 10 %. Sedangkan penambahan dedak 15 % pada kelompok perlakuan kedua substrat tersebut (SKK dan SKS), menyebabkan penurunan hasil panen. Pada baglog PJP terjadi penurunan hasil panen seiring meningkatnya konsentrasi dedak, yaitu dari 0-15%. Penurunan hasil panen pada baglog SKK-dedak 15%, SKS-dedak 15%, dan PJP-dedak 5-10% disebabkan perubahan pH substrat dari netral menjadi asam (pH \pm 5). Pemicu perubahan pH adalah peningkatan kandungan nutrisi baglog sebagai konsekuensi penambahan dedak. Nutrisi yang tinggi akan memacu aktivitas bakteri kontaminan sehingga terjadi perubahan pH substrat menjadiasam. Substrat yang asam dapat mempengaruhi kerja enzim metabolisme yang akhirnya menghambat pertumbuhan dan perkembangan tubuh buah. Sebagian besar jamur pertumbuhan dan perkembangan optimal jamur jamur edible memerlukan pH netral.

Hasil panen tertinggi diperoleh dari baglog PJP-dedak 0%. Hasil ini menunjukkan bahwa jerami padi memiliki nutrisi yang cukup untuk pembentukan tubuh buah jamur kuping. Jerami padi kaya akan selulosa sebesar 35-40% dan hemiselulosa sebesar 20-24%. Kedua senyawa ini relatif lebih lunak dibandingkan lignin pada PAT, SKK dan SKS, sehingga lebih mudah dicerna menghasilkan senyawa yang lebih sederhana untuk perkembangan tubuh buah jamur kuping. Penggunaan jerami padi sebagai substrat tanpa penambahan dedak dapat memberikan keuntungan yang signifikan bagi petani jamur kuping.



Gambar 5. Hasil panen jamur kuping yang ditumbuhkan pada 3 jenis substrat berbeda (A) jerami, (B) Serbuk gergaji kayu sengon dan (C) serbuk gergaji kayu kelapa dengan 4 variasi konsentrasi dedak 0, 5, 10 dan 15% (Dok Pribadi, 2022)

Conclusions

Jenis substrat berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur kuping sedangkan penambahan dedak sebagai suplemen pada berbagai macam konsentrasi tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur kuping. Sebaliknya, jenis substrat dan penambahan suplemen berpengaruh terhadap hasil panen pertama. Jenis substrat dan konsentrasi suplemen terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil panen jamur kuping adalah substrat potongan jerami padi tanpa penambahan dedak.

Acknowledgments

Penelitian ini sepenuhnya didanai oleh Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.

References

- Chang S.T dan Miles P.G. 1989. *Edible Mushroom and Their Cultivation*, Boca raton, CRC Press.
- Iriani, H. 2003. Efektifitas Penggunaan serbuk gergaji kayu sengon dan jati dengan perbandingan yang berbeda sebagai medium produksi jamur kuping hitam (*Auricularia polytricha*). *Skripsi (tidak dipublikasikan)*. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Liers C.L, Arnstadt T, Ullrich R dan Hofrichter M. 2011. Patterns of Lignin Degradation and Oxidative Enzyme Secretion by Different Wood and Litter Colonizing Basidiomycetes and Ascomycetes Grown on Beech-Wood. *FEMS Microbiol Ecol.* 78. (91)-102.
- Lu J.V dan Tang A. V. 2006. Cellulolytic Enzymes and Antibacterial Activity of *Auricularia polytricha*. *Journal of Food Science.* 51: 668–669.
- Praptoyo, H dan Puspitasari, R. 2012. Variasi Sifat Anatomi Kayu Sengon (*Paraserienthes Falcataria* (L) Nielsen) dari 2 Jenis Permudaan Yang Berbeda. *Seminar Nasional Mapeki XV*, 6-7 November 2012, Makasar.
- Rachim, M, Amir, 2010, Peluang Batang Kelapa Untuk Konstruksi Dan Pembuatan Kusen Rumah Bagi Masyarakat Berpenghasilan Menengah Kebawah. *Symposium Nasional Jurusan Arsitektur Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- Redaksi Trubus. 2014. Jamur Tiram Laba Rp. 42 Juta per Bulan. *Trubus.* 538. XLV:10-15.
- Saha B.C. 2003. Hemicellulose Bioconversion. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 30: 279-91.
- Saputra A, Feliyanti, Sunarti R N, Apriani I, Amalia R H T, Nurseha T, Wulan R M S, Fatiqin A. 2022. Pemberdayaan Masyarakat Kabupaten Banyuasin dalam Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Kertas. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Biologi dan Sains 1(1)*. DOI: <https://doi.org/10.30998/jpmbio.v1i1.950>
- Stamets Paul. 1993. *Growing Gourmet & Medicinal Mushrooms*. Ten Speed Press.
- Taurachand Dewraj. 2004. *Mushroom Growers' Handbook I*. Mushroomworld.

- Wardhani I.Y, Surjokusumo S, Hadi Y.S dan Nugroho N. 2004. Distribusi Kandungan Kimia Kayu Kelapa. *Jurnal Ilmu & Teknologi kayu Tropis*. 2. (1): 1-7.
- Yoon S.J, Yu M.A, Pyun Y.R, Hwang J.K, Chu D.J, Juneja L.R, Muraao P.A.S. 2003. The Nontoxic Mushroom *Auricularia auricula* Contains a Polysaccharide with Anticoagulant Activity Mediated by Antithrombin. *Elsevier*. 112: 151–158.
- Ramasamy, G dan Rajarajan, A. 2012. Effect of Medicinal Mushroom, *Auricularia auricula-judae*, Polysaccharides Against EAC Cell Lines. *Research Journal of Biotechnology*. 7(2):14-17

Research Article

Keanekaragaman Tumbuhan Herba Di Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) Kabupaten Lumajang Jawa Timur

Luthfinia Farah Dina^{1*}, Muhammad Asmuni Hasyim¹, Koestriadi Nugra Prasetya²

¹ Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maliki Malang, Jawa Timur Indonesia

² Taman Nasional Bromo Tengger Semeru, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur, Indonesia

*Email: luthfinia.farahdina@gmail.com

Kata kunci:

Keanekaragaman
Tumbuhan Herba
Ranu Darungan
Taman Nasional
Bromo Tengger
Semeru

Keywords:

Diversity
Herbs
Ranu Darungan
Bromo Tengger
Semeru National
Park.

Informasi Artikel:

Submitted:
08 Oktober 2022
Revised:
02 November 2022
Accepted:
04 November 2022

Abstrak

Hutan merupakan jenis sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan memiliki beberapa tipe, salah satunya adalah hutan tropis di Indonesia. Hutan tropis memiliki keunikan keanekaragaman yang membentuk strata seperti tumbuhan pohon, perdu, semak, herba, dan lumut. Herba merupakan tumbuhan penyusun hutan yang termasuk *ground cover* yang memiliki batang tidak berkayu. Herba dapat bersifat individu atau soliter dengan berbagai habitat. Keanekaragaman jenis tumbuhan herba di hutan tropis dipengaruhi oleh faktor biotik dan faktor abiotik. Ranu Darungan mempunyai ekosistem khas berupa hutan hujan tropis pegunungan, memiliki kondisi yang relatif bagus serta keanekaragaman hayati yang tinggi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui genus dan nilai keanekaragaman tumbuhan herba di Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan TNBTS. Metode penelitian dengan *line and transect plot* dengan 4 transek sepanjang 20 m masing-masing terdapat 5 plot berukuran 1x1 m dengan jarak antar plot 3 m. Ditemukan sebanyak 180 individu tumbuhan herba di Zona Pemanfaatan TNBTS yang terdiri dari 15 genus dan 13 famili. Genus *Ageratina* sp. Merupakan genus yang terbanyak dengan jumlah 41 individu dari famili Asteraceae. Genus tumbuhan herba terbanyak terdapat pada famili Poaceae yaitu 2 genus dan Araceae yaitu 2 genus. Keanekaragaman tumbuhan herba di Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan TNBTS dengan nilai 2,39 kategori keanekaragaman sedang.

Abstract

Forest is a type of natural resource that can be renewed and has several types, one of which is a tropical forest in Indonesia. Tropical forests have a unique diversity that forms strata such as trees, shrubs, shrubs, herbs, and mosses. Herbs are plants that make up the forest, including ground cover, which has non-woody stems. Herbs can be individual or solitary with a variety of habitats. The diversity of herbaceous plant species in tropical forests is influenced by biotic and abiotic factors. Ranu Darungan has a distinctive ecosystem in the form of mountainous tropical rainforests, has relatively good conditions, and has high biodiversity. The purpose of this study was to determine the genus and diversity value of herbaceous plants in the Utilization Zone of the Ranu Darungan TNBTS Area. The research method uses line and transect plots with 4 transects 20 m long, each containing 5 plots measuring 1x1 m with a distance between plots of 3 m. There were 180 individual herbaceous plants in the TNBTS Utilization Zone consisting of 15 genera and 13 families. The genus *Ageratina* sp. It is the largest genus with 41 individuals from the Asteraceae family. Most of the genera of herbaceous plants are in the family Poaceae, namely 2 genera, and Araceae, namely 2 genera. Diversity of herbaceous plants in the Utilization Zone of the Ranu Darungan TNBTS area with a value of 2.39 for the medium diversity category.

Copyright © 2022. The authors (CC BY-SA 4.0)

Introduction

Hutan sebagai salah satu jenis sumber daya alam yang dapat diperbaharui mempunyai fungsi dalam menunjang kehidupan ekosistem (Maulana *et al.*, 2019). Hutan memiliki beberapa tipe, salah satunya merupakan hutan tropis dan berada di Indonesia. Bentuk hutan tropis dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti iklim dan edafik, bersifat heterogen sehingga mempengaruhi pertumbuhan berbagai komponen makhluk hidup didalamnya serta menentukan berbagai komposisi jenis komunitas dan kehadiran tumbuhan (Hutasuhut, 2018). Keanekaragaman hayati di dalam hutan tropis menjadi perhatian bagi peneliti untuk menemukan spesies baru dalam ekspedisi ilmiah atau penelitian (Adawiyah dan Susilo, 2020). Kompetisi dalam memenuhi cahaya masing-masing menjadikan hutan tropis memiliki tumbuhan dengan jenis yang beragam serta memiliki pertumbuhan yang berlangsung dengan baik. Selain itu, dengan masuknya cahaya yang cukup, hutan tropis memiliki keunikan keanekaragaman yang membentuk strata seperti tumbuhan pohon, perdu, semak, herba, lumut, dan sebagainya (Hutasuhut, 2018).

Herba merupakan salah satu strata tumbuhan penyusun hutan tropis yang termasuk rumpun tumbuhan penutup tanah (*ground cover*) yang memiliki tinggi hingga 2 meter sehingga berukuran lebih kecil dari tumbuhan seperti semak dan perdu. Tumbuhan ini memiliki batang basah dan tidak berkayu dan memiliki jaringan yang lebih lunak dibandingkan strata tumbuhan di atasnya. Tumbuhan herba di hutan tropis tersebar dalam bentuk individu atau soliter pada kondisi habitat seperti tanah kering, habitat dengan naungan yang rapat, tanah yang lembab atau berair, atau baru-batuan (Handayani dan Amanah, 2018). Meskipun berukuran lebih kecil dari tumbuhan disekitarnya, herba memiliki tingkat adaptasi yang tinggi dan daya saing yang lebih kuat (Maulana *et al.*, 2019).

Tumbuhan herba termasuk dalam divisi Spermatophyta (tumbuhan berbiji terbuka). Keanekaragaman jenis tumbuhan herba yang ada di hutan tropis ini dipengaruhi oleh dua faktor yaitu, faktor biotik dan faktor abiotik, yang berpengaruh sangat besar dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan tersebut. Faktor biotik meliputi tanah, udara, cahaya, air, suhu, pH tanah, dan unsur hara. Sedangkan, faktor abiotik meliputi hewan dan mikroorganisme di dalam hutan (Fatimah *et al.*, 2018). Selain sebagai penyusun komponen hutan, tumbuhan herba juga berperan sebagai penutup tanah, komponen produsen dalam rantai makanan, serta penambah bahan organik tanah sehingga kelestariannya harus terjaga. Tumbuhan herba termasuk tumbuhan semunim serta memiliki bentuk, warna, dan struktur permukaan daun yang menarik seperti famili Gesneriaceae, Araceae, Urticeae, dan famili lainnya (Farhan *et al.*, 2019).

Keanekaragaman tumbuhan herba dapat ditemukan di salah satu tipe hutan tropis di Indonesia yaitu, Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS). TNBTS merupakan kawasan konservasi ekosistem asli dengan keanekaragaman flora dan fauna yang melimpah serta dikelola dengan sistem zonasi sehingga dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan seperti objek penelitian, pendidikan, pariwisata, tempat rekreasi, maupun budaya. Wilayah TNBTS terdiri dari 3 yaitu Wilayah Kabupaten Lumajang, Wilayah Kabupaten Pasuruan dan Probolinggo, dan Wilayah Kabupaten Malang. Setiap wilayah memiliki beberapa Resort Konservasi Wilayah (RKW). Kabupaten Lumajang sebagai salah satu wilayah TNBTS memiliki beberapa RKW yang dikelola yaitu Resort Senduro, Resort Ranu Darungan, dan Resort Ranupane (Arroyan *et al.*, 2020). TNBTS juga memiliki sistem zonasi yang diaplikasikan untuk membagi kawasan menjadi beberapa zona pengelolaan yang terdiri dari zona inti (*sunctuary area*), zona rimba (*wilderness area*), zona pemanfaatan (*intensive area*), dan daerah penyangga (*buffer zone*) (Koesmaryandi *et al.*, 2012).

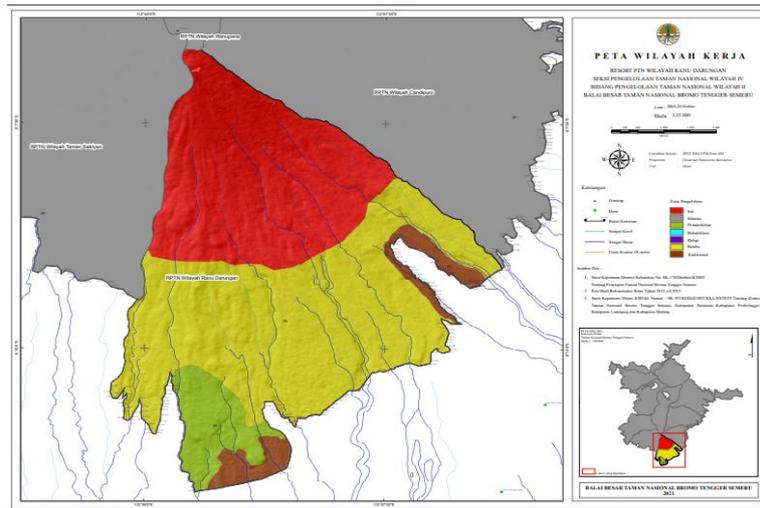
Ranu Darungan merupakan salah satu resort pengelolaan di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS). Resort ini berada di lereng selatan Gunung Semeru dengan suhu berkisar antara 5 – 22°C (Nisa *et al.*, 2021). Resort Ranu Darungan berada pada ketinggian 800 mdpl hingga 3360 mdpl yang cocok untuk berbagai tipe habitat seperti hutan primer, hutan sekunder, dan danau didalamnya (Herdiawan *et al.*, 2020). Selain itu, Resort Ranu Darungan juga mempunyai ekosistem khas berupa hutan hujan tropis pegunungan, memiliki kondisi yang relatif bagus serta keanekaragaman hayati yang tinggi (Nao *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan nilai keanekaragaman tumbuhan herba di Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) Kabupaten Lumajang Jawa Timur.

Materials and Methods

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru, Kecamatan Pronojiwo, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 18 Juli 2022 hingga 21 Juli 2022. Letak geografisnya yaitu 8°11'24"S 112°55'34"E.



Gambar 1. Peta Lokasi Resort PTN Ranu Darungan (Dok. Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru, 2021).

Bahan dan Alat

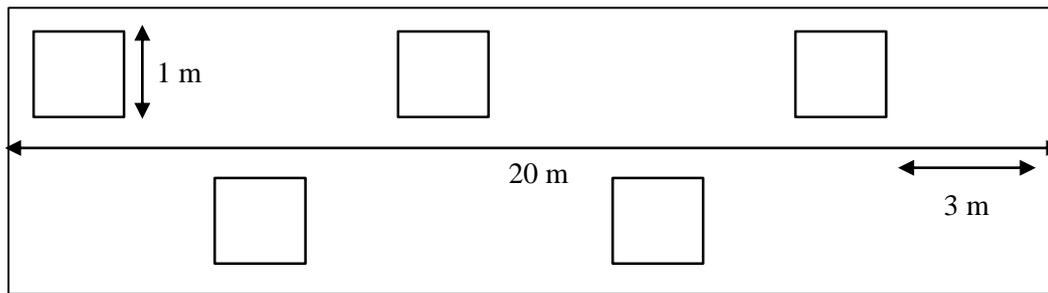
Alat-alat yang digunakan yaitu meteran, gunting, alat tulis, *hand counter*, dan kamera *smartphone*. Aplikasi yang digunakan yaitu PlantNet dan AVENZA Maps (Gambar 1). Buku-buku identifikasi yang digunakan yaitu Jenis-Jenis Tumbuhan Bawah di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Ekologi Tumbuhan Herba dan Liana, dan Koleksi Kebun Raya Liwa, Lampung: Tumbuhan Berpotensi sebagai Tanaman Hias. Bahan-bahan yang digunakan adalah tali rafia 50 m, plastik, dan sampel tumbuhan herba.

Metode

Observasi Lokasi. Observasi dilakukan untuk mengetahui informasi keadaan di lokasi penelitian dan mengetahui titik lokasi pengamatan yang tepat di Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan TNBTS. Lokasi penelitian dilihat di aplikasi AVENZA Maps lalu divisualisasikan dengan melihat secara langsung.

Penentuan Titik Lokasi Pengamatan. Titik lokasi pengamatan ditentukan dengan teknik *purposive sampling*. Lokasi penelitian dibagi menjadi 4 titik (stasiun) yang ditentukan berdasarkan daerah terdapat populasi tumbuhan herba dan dianggap dapat mewakili tempat tersebut.

Pengambilan Sampel Pengamatan. Sampel tumbuhan herba diambil menggunakan metode *line and transect plot* yaitu pengukuran suatu populasi tumbuhan menggunakan petak contoh pada garis berupa transek yang ditarik melalui ekosistem tersebut (Ponisri *et al.*, 2021). Berdasarkan 4 stasiun, ditentukan 4 transek sepanjang 20 m masing-masing terdapat 5 plot berukuran 1x1 m dengan jarak antar plot adalah 3 m (Gambar 2). Setiap individu tumbuhan herba yang ditemukan dalam petak contoh kemudian difoto, dihitung jumlah jenisnya, dicatat titik koordinatnya menggunakan aplikasi AVENZA Maps, dan diambil sampelnya untuk pembuatan herbarium.



Gambar 1. Ilustrasi Plot dalam Transek Sepanjang 20 m (Dok Pribadi, 2022)

Analisis Data. Sampel tumbuhan herba diidentifikasi hingga tingkat genus berdasarkan karakter morfologi daunnya menggunakan aplikasi PlantNet dan buku-buku identifikasi. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Indeks Shannon Wiener (H') untuk diketahui nilai keanekaragamannya dengan rumus (1) berikut (Nurudin *et al.*, 2013).

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \dots (1)$$

Keterangan:

H' = Indeks Shannon Wiener

P_i = Indeks Kelimpahan (n_i/N)

n_i = jumlah individu dalam satu jenis

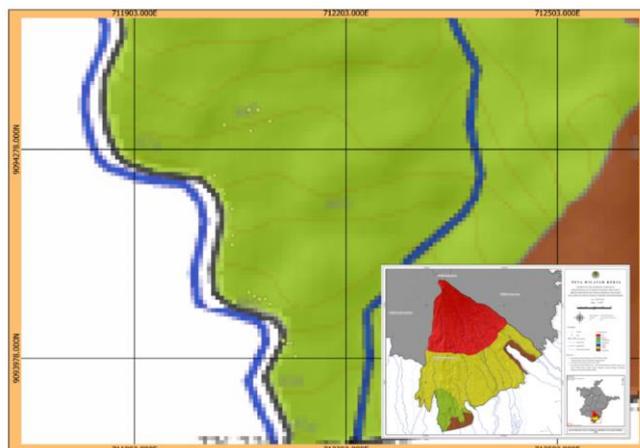
N = jumlah total individu semua jenis yang ditemukan

\ln = logaritma natural (bilangan alami)

Hasil perhitungan indeks Shannon-Wiener menunjukkan keanekaragaman spesies pada suatu transek melimpah tinggi apabila nilai indeks H' adalah 4 – 7. Keanekaragaman spesies pada suatu transek melimpah sedang apabila nilai indeks H' adalah 2 – 4. Sedangkan, keanekaragaman spesies pada suatu transek rendah atau sedikit apabila nilai indeks H' adalah 0 – 2 (Farhan *et al.*, 2019).

Results and Discussion

Penelitian tumbuhan herba dilakukan di 4 transek pada Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS). Setiap transek terdiri dari 5 plot yang berukuran 1x1 m. Masing-masing plot ditentukan titik koordinatnya menggunakan aplikasi AVENZA Maps kemudian divisualisasikan dengan peta pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta Lokasi Plot Tumbuhan Herba di Zona Pemanfaatan TNBTS.

Identifikasi dan Komposisi Jenis Tumbuhan Herba. Berdasarkan hasil pengamatan tumbuhan herba di Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS), diperoleh sebanyak 180 individu tumbuhan herba yang terdiri dari 15 genus dan 13 famili. Genus tumbuhan herba yang terdapat pada lokasi penelitian terdiri dari *Axonopus* sp.,

Stachytarpheta sp., *Asystasia* sp., *Nephrolepis* sp., *Ageratina* sp., *Desmodium* sp., *Oplismenus* sp., *Scleria* sp., *Molineria* sp., *Homalomena* sp., *Alocasia* sp., *Hetaeria* sp., *Stachyphrynium* sp., *Selaginella* sp., dan *Amischotholype* sp. seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Jenis Tumbuhan Herba di Zona Pemanfaatan TNBTS.

No	Famili	Genus	Jumlah
1	Poaceae	<i>Axonopus</i> sp.	8
		<i>Oplismenus</i> sp.	11
2	Araceae	<i>Homalomena</i> sp.	12
		<i>Alocasia</i> sp.	2
3	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta</i> sp.	13
4	Acanthaceae	<i>Asystasia</i> sp.	1
5	Dryopteridaceae	<i>Nephrolepis</i> sp.	25
6	Asteraceae	<i>Ageratina</i> sp.	41
7	Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp.	11
8	Cyperaceae	<i>Scleria</i> sp.	15
9	Hypoxidaceae	<i>Molineria</i> sp.	9
10	Orchidaceae	<i>Hetaeria</i> sp.	3
11	Marantaceae	<i>Stachyphrynium</i> sp.	2
12	Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.	19
13	Commelinaceae	<i>Amischotholype</i> sp.	8
Total			180

Hasil tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat 180 individu tumbuhan herba yang termasuk dalam 14 famili. Famili Poaceae terdiri dari 2 genus yaitu *Axonopus* sp. dan *Oplismenus* sp. Famili Araceae terdiri dari 2 genus yaitu *Homalomena* sp. dan *Alocasia* sp. Sementara itu, famili Verbenaceae, Acanthaceae, Dryopteridaceae, Asteraceae, Fabaceae, Cyperaceae, Hypoxidaceae, Orchidaceae, Marantaceae, Selaginellaceae, dan Commelinaceae hanya terdiri dari 1 genus. Berdasarkan hasil tersebut, famili Poaceae dan Araceae memiliki genus terbanyak yaitu sebanyak 2 jenis. Jumlah genus terbanyak dalam suatu famili berdasarkan hasil penelitian oleh Hutasuhut (2018) menunjukkan bahwa famili tersebut memiliki toleransi yang tinggi dan mempunyai kemampuan dalam tumbuh dan berkembang menguasai suatu kawasan. Menurut Arisandi *et al.* (2015), Poaceae merupakan famili yang bersifat kosmopolit serta dapat hidup dan berkembang pada tipe hutan hujan tropis dengan curah hujan cukup di seluruh dunia. Selanjutnya, Sinaga *et al.* (2017) menjelaskan bahwa Araceae merupakan famili tumbuhan herba di daerah tropis pada berbagai habitat yaitu darat (terrestrial), perairan (akuatik), maupun merambat pada pepohonan (epifit) yang tumbuh dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Salah satu tumbuhan herba dengan individu terbanyak pada penelitian ini adalah *Ageratina* sp. (Gambar 3) dengan 41 individu yang berasal dari famili Asteraceae. *Ageratina* sp. atau yang disebut sebagai tumbuhan teklan, merupakan tumbuhan yang ditemukan di hutan tropis dengan batang basah (tidak berkayu) dan memiliki tinggi hingga 150 cm. Karakter morfologi daun pada tumbuhan ini yaitu bentuk daun menyirip, *folium incompletum*, ujung dan pangkal daun runcing, tepi daun bergerigi (*serrate*), daging daun *herbaeus*, dan berwarna hijau muda hingga tua. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Jung *et al.* (2009) bahwa daun *Ageratina* sp. memiliki ujung runcing dan pangkal menipis serta berbentuk elips. *Ageratina* sp. berasal dari Meksiko dan diperkenalkan ke pulau-pulau pasifik, termasuk Australia, Hawaii, Selandia Baru, dan Asia.



Gambar 3. Teklan (*Ageratina* sp.): (a) Dokumen Pribadi (2022), (b) Gambar Literatur oleh Jung *et al.* (2009).

Tumbuhan Herba yang Ditemukan. Nilai keanekaragaman tumbuhan herba di Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Keanekaragaman Tumbuhan Herba di Zona Pemanfaatan Ranu Darungan TNBTS.

No	Genus	Jumlah	Pi (ni/N)	Ln Pi	-(Pi.Ln Pi)
1	<i>Axonopus</i> sp.	8	0,04	-3,11	0,14
2	<i>Stachytarpheta</i> sp.	13	0,07	-2,63	0,19
3	<i>Asystasia</i> sp.	1	0,01	-5,19	0,03
4	<i>Nephrolepis</i> sp.	25	0,14	-1,97	0,27
5	<i>Ageratina</i> sp.	41	0,23	-1,48	0,34
6	<i>Desmodium</i> sp.	11	0,06	-2,80	0,17
7	<i>Oplismenus</i> sp.	11	0,06	-2,80	0,17
8	<i>Scleria</i> sp.	15	0,08	-2,48	0,21
9	<i>Molineria</i> sp.	9	0,05	-3,00	0,15
10	<i>Homalomena</i> sp.	12	0,07	-2,71	0,18
11	<i>Alocasia</i> sp.	2	0,01	-4,50	0,05
12	<i>Hetaeria</i> sp.	3	0,02	-4,09	0,07
13	<i>Stachyphrynium</i> sp.	2	0,01	-4,50	0,05
14	<i>Selaginella</i> sp.	19	0,11	-2,25	0,24
15	<i>Amischotolype</i> sp.	8	0,04	-3,11	0,14
Jumlah Total		180		H'	2,39

Keanekaragaman spesies tumbuhan menyatakan ukuran yang menggambarkan variasi spesies tumbuhan dari suatu komunitas (Mardiyanti *et al.*, 2013). Keanekaragaman spesies berfungsi untuk menyatakan struktur suatu komunitas agar tetap stabil meskipun ada gangguan terhadap komponen-komponen didalamnya (Farhan *et al.*, 2019). Indeks keanekaragaman (H') digunakan untuk menggambarkan keadaan populasi suatu komunitas secara matematis agar mempermudah dalam menganalisis informasi jumlah individu masing-masing jenis pada suatu komunitas (Kusumaningsari *et al.*, 2015). Oleh karena itu, dilakukan perhitungan menggunakan persamaan dari Shannon Wiener.

Jumlah jenis tumbuhan herba yang diidentifikasi adalah sebanyak 180 individu dengan genus sebanyak 15. Hasil perhitungan keanekaragaman jenis tumbuhan herba di Zona Pemanfaatan Kawasan Ranu Darungan TNBTS menggunakan Indeks Shannon Wiener menunjukkan nilai sebesar 2,39 atau bernilai sedang. Hal ini sesuai dengan Farhan *et al.* (2019) bahwa

keanekaragaman spesies pada suatu transek melimpah sedang adalah apabila nilai indeks H' adalah 2 – 4. Indeks keanekaragaman yang bernilai sedang menunjukkan bahwa tumbuhan herba pada daerah tersebut berada dalam kondisi relatif stabil. Menurut Mardiyanti *et al.* (2013), nilai keanekaragaman yang sedang berarti komunitas pada ekosistem tersebut memiliki produktivitas yang cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan memiliki tekanan ekologis sedang.

Menurut Hadi *et al.* (2016), keanekaragaman spesies di suatu tempat dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik faktor dalam maupun faktor luar. Kehadiran suatu jenis tumbuhan di suatu tempat dipengaruhi faktor lingkungan yang saling terkait satu dengan lainnya yaitu iklim, tanah (edafik), topografi, dan biotik. Keanekaragaman jenis suatu tumbuhan juga dipengaruhi oleh adanya gangguan, baik secara alami atau akibat aktivitas manusia. Ditambahkan oleh Diana *et al.* (2021), tumbuhan herba dapat tersebar dengan mudah dalam bentuk kelompok dengan individu yang sama pada berbagai kondisi habitat yang berbeda. Tumbuhan herba juga biasa ditemukan di tempat terbuka atau dibawah naungan dalam jumlah kecil tetapi tidak dapat ditemukan pada bagian hutan tergelap. Hal tersebut disebabkan karena cahaya serta kompetisi atau persaingan akar pada tumbuhan tersebut.

Conclusions

Ditemukan sebanyak 180 individu tumbuhan herba di Zona Pemanfaatan TNBTS yang terdiri dari 15 genus dan 13 famili. Jumlah jenis terbanyak terdapat pada genus *Ageratina* sp. yaitu 41 individu dari famili Asteraceae. Genus tumbuhan herba terbanyak terdapat pada famili Poaceae yaitu 2 genus dan Araceae yaitu 2 genus. Keanekaragaman tumbuhan herba di lokasi Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) dengan Nilai nilai 2,39 tergolong sedang.

Acknowledgments

Pihak Taman Nasional Bromo Tengger Semeru yang telah menyediakan tempat dan fasilitas untuk pengerjaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan untuk seluruh rekan Praktek Kerja Lapangan (PKL) Biologi UIN Malang dalam proses pengambilan data di lokasi penelitian.

References

- Adawiyah, R., dan Susilo, H. 2020. Pengembangan Ekowisata untuk Meningkatkan Keberdayaan Masyarakat Desa Ranupani Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *J+PLUS UNESA*, 9(2): 138—147.
- Arisandi, R., Dharmono, dan Muchyar. 2015. Keanekaragaman Spesies Familia Poaceae di Kawasan Reklamasi Tambang Batubara PT Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, Surakarta: 1 November 2015. 733—739.
- Arroyan, A.N., Idrus, M.R., dan Aliffudin, M.F. 2020. Keanekaragaman Herpetofauna di Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) Kabupaten Lumajang Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Biologi di Era Pandemi COVID-19*, Gowa: 19 September 2020. 263—269.
- Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. 2021. *Informasi Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS)*. Malang: Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru.
- Diana, R., Mercury, Y.H., dan Nurhidayah. 2021. *Ekologi Tumbuhan Herba dan Liana*. Malang: CV Pustaka Learning Center.
- Farhan, M.F., *et al.* 2019. *Analisis Vegetasi di Resort Pattunuang – Karantina Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung*. Makassar: Jurusan Biologi FMIPA UNM.
- Fatimah, Astar, T., Rumaini, dan Amin, R. 2018. Identifikasi Jenis Tumbuhan Herba di Kawasan Hutan Primer Pegunungan Deudap. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 2018. 206—208.
- Hadi, E.E.W., WIdyastuti, S.M., dan Wahyuono, S. 2016. Keanekaragaman dan Pemanfaatan Tumbuhan Bawah pada Sistem Agroforestri di Perbukitan Menoreh, Kabupaten Kulon Progo. *J. Manusia dan Lingkungan*, 23(2), 206—215.
- Handayani, T., dan Amanah, N. 2018. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Strata Herba di Kawasan

- Gunung Tidar Kota Magelang Jawa Timur sebagai Sumber Belajar Biologi. *SENDIKA FKIP UAD*, 2(1): 85—90.
- Hutasuhut, M.A. 2018. Keanekaragaman Tumbuhan Herba di Cagar Alam Sibolangit. *KLOROFIL*, 1(2): 69—77.
- Jung, M., Hsu, C., Chung, S., and Peng, C. 2009. Three Newly Naturalized Asteraceae Plants in Taiwan. *TAIWANIA*, 54(1): 76—81.
- Koesmaryandi, N., Sambas, B., Lilik, B.P., dan Soeryo, A. 2012. Gagasan Baru Zonasi Taman Nasional: Sintesis Kepentingan Konservasi, Keanekaragaman Hayati dan Kehidupan Masyarakat Adat. *Jurnal Konservasi Sumber Daya Hutan*, 18(2): 69—77.
- Kusumaningsari, S.D., Hendarto, B., dan Ruswahyuni. (2015). Kelimpahan Hewan Makrobentos pada Dua Umur Tanam *Rhizopora* sp. Di Kelurahan Mangunharjo, Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares*, 4(2), 58—64.
- Mardiyanti, D.E., Wicaksono, K.P., dan Baskara, M. (2013). Dinamika Keanekaragaman Spesies Tumbuhan Pasca Pertanaman Padi. *JURNAL PRODUKSI TANAMAN*, 1(1), 24—35.
- Maulana, A., Suryanto, P., Widiyatno, Faridah, E., dan Suwignyo, B. 2019. Dinamika Suksesi Vegetasi pada Areal Pasca Perladangan Berpindah di Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13: 181—194.
- Nao, E.F., Sukarno, A., dan Kurniawan, I. 2021. Distribusi dan Habitata Ki Aksara (*Marcodes petola* (Blume) Lindl., 1840) di Resort Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Journal of Forest Science Avicenna*, 4(2): 80—85.
- Nisa, R.K., Wisanti, Putri, E.K., Kuntjoro, S., dan Artaka, T. 2021. Keanekaragaman Spesies Anggrek di Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Lentera Bio*, 10(1): 1—9.
- Nurudin, F.A., Kariada, N., dan Irsadi, A. 2013. Keanekaragaman Jenis Ikan di Sungai Sekonyer Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah. *Unnes Journal of Life Science*, 2(2): 118—125.
- Ponisri, Saeni, F., dan Nanlohy, L.H. 2021. Komposisi dan Pola Penyebaran Vegetasi pada Tingkat Tumbuhan Herba di Areal Hutan Taman Wisata Alam Sorong. *AEROLOGIA*, 10(2): 54—62.
- Sinaga, K.A., Murningsih, dan Jumari. 2017. Identifikasi Talas-Talasan *Edible* (Araceae) di Semarang, Jawa Tengah. *Bioma*, 19(1): 18—21.

Research Article

Profil fitokimia dan aktivitas antibakteri fraksi etil asetat daun jarak pagar (*Jatropha curcas*)

Sudarman Rahman^{1*}, Rockiy Alfanaar¹, Awalul Fatiqin², Yahya Febrianto², Thathit Suprayogi³, Mu'afa Purwa Arsana⁴

¹ Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah Indonesia

² Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah Indonesia

³ Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah Indonesia

⁴ Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah Indonesia

*Email: sudarmanrahman@mipa.upr.ac.id

Kata kunci:

Fraksi Etil Asetat, Daun Jarak Pagar, Aktivitas Antibakteri

Keywords:

Ethyl acetate fraction, jarak pagar leaves, antibacterial activity.

Informasi Artikel:

Submitted:

30 September 2022

Revised:

15 Oktober 2022

Accepted:

25 Oktober 2022

Abstrak

Infeksi bakteri merupakan penyebab utama infeksi kronis dan kematian yang terus mengancam kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Penggunaan antibiotik yang tidak tepat dapat menyebabkan bakteri patogen memiliki sifat resisten terhadap antibiotik dan mempunyai efek samping, sehingga dibutuhkan sumber antibiotik alternatif dari bahan alam. Salah satu jenis tumbuhan yang berkhasiat sebagai antibakteri adalah daun jarak pagar (*Jatropha curcas*). Penelitian ini bertujuan mengkaji kandungan fitokimia secara kualitatif dengan metode tabung dan aktivitas antibakteri fraksi etil asetat daun jarak pagar dengan metode difusi cakram. Ekstraksi daun jarak pagar dengan metode maserasi dengan etanol 96% kemudian difraksinasi dengan etil asetat. Data diameter zona hambat pada uji antibakteri dianalisis menggunakan uji Non Parametrik yakni uji Kruskal Wallis. Analisis dilanjutkan dengan post hoc Mann Whithney dengan taraf kepercayaan ($p_{\text{value}} < 0,05$). Berdasarkan hasil uji fitokimia diperoleh senyawa alkaloid, saponin, flavonoid, polifenol dan tanin. Aktivitas antibakteri fraksi etil asetat daun jarak pagar pada konsentrasi 8 mg/mL menunjukkan zona hambat sebesar $19,73 \pm 0,25$ mm yang termasuk kategori sangat moderat dan menghambat lemah pada konsentrasi 0,5 mg/mL yakni $4,87 \pm 0,31$ mm serta hasil uji statistik menunjukkan bahwa fraksi etil asetat daun jarak pagar memiliki aktivitas antibakteri dan setiap konsentrasi memiliki pengaruh yang signifikan menghambat pertumbuhan *S. aureus*.

Abstract

Bacterial infection is a major cause of chronic infection and death that continues to threaten public health worldwide. Improper use of antibiotics can cause pathogenic bacteria to become resistant to antibiotics and have side effects, so alternative sources of antibiotics from natural ingredients are needed. One type of plant that is efficacious as an antibacterial is jarak pagar leaves (*Jatropha curcas*). This study aims to examine the phytochemical content qualitatively using the tube method and the antibacterial activity of the ethyl acetate fraction of jarak pagar leaves using the disc diffusion method. Extraction of jarak pagar leaves by maceration method with 96% ethanol then fractionated with ethyl acetate. Data on the diameter of the inhibition zone in the antibacterial test were analyzed using the non-parametric test, namely the Kruskal Wallis test. The analysis was continued with Mann Whitney's post hoc with a confidence level ($p_{\text{value}} < 0.05$). Based on the results of the phytochemical test obtained alkaloids, saponins, flavonoids, polyphenols and tannins. The antibacterial activity of the ethyl acetate fraction of jarak pagar leaves at a concentration of 8 mg/mL showed an inhibition zone of 19.73 ± 0.25 mm which was

included in the very moderate category and weakly inhibited at a concentration of 0.5 mg/mL which was 4.87 ± 0.31 mm and the results of statistical tests showed that the ethyl acetate fraction of jarak pagar leaves had antibacterial activity and each concentration had a significant effect on inhibiting the growth of *S. aureus*.

Copyright © 2022. The authors (CC BY-SA 4.0)

Introduction

Penyebab utama kematian dan infeksi kronis yang mengancam kesehatan masyarakat secara global adalah infeksi bakteri (Kang *et al.*, 2021). Sebagian besar masyarakat di seluruh dunia mengandalkan antibiotik untuk mengobati infeksi. Peningkatan bakteri yang resisten antibiotik menimbulkan ancaman bagi kesehatan masyarakat, adanya *Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus* (MRSA) menjadi masalah kesehatan yang semakin meningkat secara global. MRSA merujuk pada bakteri *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) yang merupakan bakteri kebal (resisten) atau tidak lagi mempan terhadap antibiotik, seperti *methicillin* (Kienast *et al.*, 2016). Namun, perkembangan dan penyebaran bakteri resisten antibiotik mendorong penelitian lebih lanjut, khususnya penggunaan antimikroba yang berasal dari tanaman untuk mencegah dan mengobati infeksi (Savoia, 2012; Langeveld *et al.*, 2014). Salah satu upaya untuk mengurangi angka resistensi antibiotik yaitu melalui pencarian antibakteri alternatif yang berasal dari bahan alam.

Berdasarkan skrining fitokimia, daun jarak pagar mengandung saponin, flavanoid, fenol, dan alkaloid yang efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif (Hasibuan, 2016). Penelitian yang dilakukan Surahmaida *et al.*, (2021) menunjukkan daun jarak pagar mengandung metabolit Hidroxylamine yang mempunyai aktivitas biologis. Flavonoid pada tumbuhan herbal memiliki efek antiinflamasi, antialergi, antimikroba, antioksidan, dan efektif untuk beberapa golongan jamur. Sejalan dengan itu, menurut Hodek *et al.*, (2002), flavonoid yang terkandung dalam ekstrak kulit batang jarak pagar memiliki aktivitas biologi seperti antimikroba, anti alergi, dan antioksidan.

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) termasuk dalam famili euphorbiaceae. Biji, daun, akar, dan getah jarak pagar dimanfaatkan sebagai obat untuk beberapa jenis penyakit seperti perut kembung, sembelit, batuk, termasuk infeksi bakteri dan jamur (Sarimole *et al.*, 2014). Ekstrak biji dan daun *Jatropha curcas* L telah menunjukkan sifat moluskisida dan insektisida (Omoregie and Folashade, 2013; Afzal *et al.*, 2012.). Ekstrak dari spesies *Jatropha* termasuk *J. curcas* menunjukkan potensial aktivitas sitotoksik, anti-tumor dan antimikroba. Getah *J. curcas* menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) (Afzal *et al.*, 2012.). Fraksi etil asetat akar *J. curcas* dengan konsentrasi 8 mg/mL memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan zona penghambatan 14,3 mm dan 9 mm (Rahman *et al.*, 2021). Penelitian oleh (Sharma *et al.*, 2012) menunjukkan senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol akar, batang, dan daun (*J. Curcas* Linn.) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan skrining fitokimia dan uji aktivitas antibakteri menggunakan fraksi etil asetat daun jarak pagar.

Materials and Methods

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Halu Oleo, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 10 Januari 2022 hingga 16 Februari 2022.

Bahan dan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini seperangkat alat gelas (Pyrex®), *Laminar Air Flow* (E-Scientific®), autoklaf (Daihan Lab Tech®), blender (Philips®), *rotary evaporator* (Buchi®), *waterbath* (Stuart®), neraca analitik (Precisa®), kertas Whatman 41, bunsen, jarum

ose, pinset, rak tabung reaksi. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah etanol 96% (OneMed®), etil asetat (Merck®), akuades steril (One Med®), HCl pekat, FeCl₃, eter, pereaksi Mayer, Pereaksi Wagner, Pereaksi Dragendorf, dan Pereaksi Lieberman-Buchard, tetrasiklin, NaCl 0,9% (Widatra®), Na-CMC 1% (Food Grade®), aluminium foil, spiritus, media NA (*Nutrient Agar*) (Merck®), NB (*Nutrient Broth*) (Merck®), bakteri uji : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, dan fraksi etil asetat yang diperoleh dari fraksinasi bertingkat ekstrak daun jarak pagar.

Metode

Pengumpulan dan Pengolahan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian adalah daun jarak pagar yang berasal dari Hutan Kecamatan Kambu, Provinsi Sulawesi Tenggara. Daun jarak pagar kemudian dibersihkan menggunakan air dan dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering dengan ditutupi kain hitam. Kemudian daun jarak pagar dibuat menjadi ukuran yang lebih kecil untuk memudahkan pada saat dihaluskan dengan blender hingga menjadi serbuk.

Pembuatan Fraksi Etil Asetat

Daun jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) dicacah lalu diblender sampai halus, sehingga diperoleh serbuk sebanyak 1 kg. Serbuk akar mula-mula dimaserasi dengan etanol 70% sampai semuanya terendam, lalu dibiarkan selama 1x24 jam. Setelah 24 jam, filtrat etanol dikeluarkan dan ditampung. Selanjutnya dengan cara yang sama serbuk dimaserasi lagi dengan etanol yang baru hingga filtrat yang diperoleh pada hasil penyaringan jernih sebagai penanda bahwa semua sari telah terekstrak didalam pelarut. Filtrat pertama, kedua dan ketiga digabungkan, kemudian dipisahkan dengan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental etanol.

Ekstrak etanol kental diambil 200 g kemudian dipartisi menggunakan n-heksan: air (3:1) sampai terbentuk dua lapisan yaitu lapisan air dan lapisan n-heksan. Lapisan air diambil kemudian dipartisi dengan etil asetat: air (3:1) sampai terbentuk dua lapisan yaitu lapisan air dan lapisan etil asetat. Kemudian fraksi etil asetat ditampung. Partisi dilakukan sebanyak 3 kali. Fraksi etil asetat disatukan, diuapkan menggunakan *rotary evaporator* kemudian diuapkan diatas *waterbath* hingga dihasilkan fraksi etil asetat kental. Nilai rendemen ekstrak etanol 96% daun jarak pagar dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{bobot ekstrak (g)}}{\text{bobot simplisia (g)}} \times 100\%$$

Skrining Fitokimia Fraksi Etil Asetat Daun Jarak Pagar

Uji Alkaloid

Sebanyak 0,1 g fraksi etil asetat dilarutkan dalam 10 mL kloroform amoniak. Lapisan kloroform diambil kemudian ditambahkan larutan asam sulfat 2 M lalu dimasukkan dalam corong pisah dan dikocok kuat-kuat, didiamkan sampai larutan asam sulfat dan kloroform memisah.

Lapisan asam sulfat diambil dan dibagi 3 tabung, lalu masing-masing tabung diuji dengan:

- Pereaksi Mayer, jika ada endapan putih positif ada alkaloid.
- Pereaksi Wagner, jika ada endapan coklat positif ada alkaloid.
- Pereaksi Dragendorff, jika ada endapan coklat kemerahan positif ada alkaloid.

(Hossain *et al.*, 2013).

Uji Flavonoid

Sebanyak 0,1 g fraksi etil asetat diekstraksi dengan 10 mL etanol 80%. Selanjutnya ditambahkan 2,5 mg logam Mg kemudian dibagi menjadi 2 tabung. Tabung 1 ditambahkan dengan 0,5 mL HCl pekat. Warna merah muda, kuning atau jingga menunjukkan adanya flavonoid, tabung kedua digunakan sebagai kontrol (Affandy *et al.*, 2021).

Uji Saponin

Sebanyak 0,1 g fraksi etil asetat ditambahkan aquades kemudian dipanaskan hingga mendidih. Kemudian larutan dikocok kuat dan apabila terbentuk busa yang stabil selama ± 7 menit maka sampel dinyatakan mengandung saponin (Hossain *et al.*, 2013).

Uji Steroid dan Triterpen

Sebanyak 0,1 g fraksi etil asetat diekstraksi dengan 20 mL eter. Ekstrak eter diuji dengan pereaksi Liebermann-Burchard. Warna biru atau hijau menunjukkan adanya steroid dan warna merah atau ungu menunjukkan adanya triterpen (Hossain *et al.*, 2013).

Uji Polifenol dan Tanin

Sebanyak 0,1 g fraksi etil asetat dilarutkan dengan 10 mL air lalu dididihkan. Larutan air dibagi menjadi 2 bagian, bagian pertama ditetaskan dengan larutan FeCl_3 (2-3 tetes), jika larutan menjadi biru tua maka menunjukkan adanya tanin/polifenol (Hossain *et al.*, 2013).

Preparasi Uji Antibakteri

Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat dilakukan sebelum semua peralatan digunakan, yaitu dengan cara semua alat dibungkus menggunakan kertas dan disterilkan dalam autoklaf pada 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Alat yang tidak tahan terhadap panas tinggi disterilkan dengan alkohol 70% dalam *Laminar Air Flow*.

Pembuatan Media Agar Miring

Pembuatan media dilakukan dengan cara 2 g nutrisi agar dilarutkan dalam 100 mL aquades. Suspensi yang dihasilkan dipanaskan sampai mendidih, kemudian dimasukkan dalam beberapa tabung reaksi masing-masing sebanyak 15 mL tiap tabung untuk uji antibakteri, dan 5 mL untuk peremajaan bakteri, kemudian ditutup dengan kapas. Proses ini dilakukan didekat nyala api. Tabung-tabung tersebut kemudian disterilkan dalam autoklaf pada 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit kemudian tabung reaksi yang berisi 5 mL NA diletakkan dalam posisi miring sampai padat pada suhu ruang.

Pembuatan Stok Kultur

Diambil satu koloni bakteri uji dengan jarum ose steril, lalu ditambahkan pada media NA miring dengan cara menggores, setelah itu diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 18-24 jam.

Pembuatan Biakan Aktif

Dari stok kultur bakteri yang telah tumbuh, diambil koloni bakteri dengan jarum ose steril lalu dibiakkan dalam 10 mL aquades steril selama satu jam dan dihomogenkan. Larutan ini berfungsi sebagai biakan aktif.

Pembuatan Larutan Natrium CMC 1% (b/v)

Sebanyak 1 g Na-CMC dimasukkan sedikit demi sedikit kedalam 50 mL aquades hangat sambil diaduk hingga terbentuk larutan koloidal dan dicukupkan volumenya hingga 100 mL dengan aquades dalam labu takar 100 mL.

Pembuatan Suspensi Tetrasiklin 1% (b/v)

Suspensi tetrasiklin dibuat dengan cara 1 g tetrasiklin yang berbentuk serbuk disuspensikan dalam larutan Na-CMC 1% sedikit demi sedikit sambil diaduk dan dicukupkan volumenya sampai 100 mL. Setiap akan digunakan dikocok terlebih dahulu.

Pembuatan Suspensi Kloramfenikol 1% (b/v)

Suspensi kloramfenikol dibuat dengan cara 1 g kloramfenikol yang berbentuk serbuk disuspensikan dalam larutan Na-CMC 1% sedikit demi sedikit sambil diaduk dan dicukupkan volumenya sampai 100 mL. Setiap akan digunakan dikocok terlebih dahulu.

Pembuatan Suspensi Fraksi daun jarak pagar

Fraksi kental etil asetat ditambahkan sedikit aquades dan dipanaskan hingga mendidih, kemudian fraksi etil asetat didinginkan. Fraksi etil asetat ditimbang sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan, kemudian disuspensikan dalam Na-CMC 1% b/v.

Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan menggunakan difusi cakram. Bakteri uji diinokulasikan kedalam media NB (*Nutrient Broth*) sebanyak 3 jarum ose, dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Suspensi bakteri hasil inokulasi dikocok dengan alat pemutar kemudian disesuaikan dengan standar kekeruhan Mc Farland 0,5. Suspensi bakteri dimasukkan kedalam cawan petri sebanyak 0,1 mL, kemudian ditambahkan medium NA (*Nutrient Agar*) 10 mL yang belum membeku, dengan suhu sekitar 40°C. Selanjutnya digoyang-goyang sampai membeku. Kedalam medium yang berisi bakteri dimasukkan kertas cakram 6 mm yang telah dicelupkan kedalam larutan fraksi etil asetat dengan konsentrasi 0,5; 2; 4; 6; dan 8 mg/mL serta kontrol positif dan negatif. Tetrasiklin dan kloramfenikol digunakan sebagai kontrol positif serta aquades sebagai kontrol negatif. Kekuatan daya hambat dikelompokkan berdasarkan diameternya seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi rata-rata diameter zona bening (Jarriyawattanachaikul *et al.*, 2016)

Diameter zona hambat (mm)	Interpretasi daya hambat	Simbol
1-8	Lemah	(+)
9-14	Moderat	(++)
15-19	Kuat	(+++)
>19	Sangat kuat	(++++)

Analisis Data. Data rerata diameter zona hambat fraksi etil asetat daun jarak pagar sebanyak tiga kali ulangan dianalisis secara statistik menggunakan uji Non Parametrik yakni uji Kruskal Wallis. Analisis dilanjutkan dengan post hoc Mann Whithney untuk melihat perbedaan efek zona hambat ekstrak pada tiap kelompok perlakuan. Uji statistik ini dilakukan menggunakan program SPSS 16.0 dengan taraf kepercayaan 95% atau $p_{value} < 0,05$.

Results and Discussion

Ekstraksi dan Fraksinasi. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah maserasi kemudian dilakukan fraksinasi. Efektifitas metode maserasi baik untuk senyawa yang tidak stabil terhadap pemanasan karena metode maserasi merupakan metode ekstraksi dingin sehingga zat aktif yang terkandung tidak mengalami penguapan (Zhang *et al.*, 2018). Selama proses maserasi dilakukan pengadukan, hal ini bertujuan meningkatkan intensitas kontak pelarut dengan dinding sel tumbuhan sehingga senyawa metabolit sekunder keluar dari sel (Sasidharan *et al.*, 2018). Hasil partisi 195 gram ekstrak etanol kental menggunakan etil asetat:air (3:1) disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil partisi ekstrak etanol daun jarak pagar.

Berat ekstrak etanol (g)	Volume filtrat (mL)	Berat fraksi etil asetat (g)
235	300	49,2
	295	
	298	

Berdasarkan tabel 2 ekstrak kental etanol yang diperoleh sebanyak 195 gram dengan rendemen 18,1%, kemudian dipartisi dengan etil asetat sehingga diperoleh ekstrak kental fraksi etil asetat sebanyak 35,2 gram.

Skrining Fitokimia. Uji fitokimia dilakukan dengan metode uji tabung. Berdasarkan hasil uji fitokimia, kandungan senyawa fitokimia yang terdapat dalam fraksi etil asetat daun jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) adalah senyawa golongan alkaloid, flavonoid, saponin, polifenol dan tanin. Hasil uji fitokimia dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kandungan fitokimia fraksi etil asetat daun jarak pagar (*Jatropha curcas*)

Jenis uji	Perlakuan/pereaksi	Keterangan
Alkaloid	Mayer	Positif, karena terbentuk endapan putih
	Dragendorf	Positif, karena terbentuk endapan coklat kemerahan
	Wagner	Positif, karena terbentuk endapan coklat
Saponin	Fraksi + aquades (dipanaskan), larutan dikocok kuat	Positif, karena terbentuk busa yang tidak hilang selama ± 7 menit
Flavonoid	HCl pekat + logam Mg	Positif, karena terjadi perubahan warna menjadi jingga
Polifenol dan Tanin	FeCl ₃	Positif, karena terjadi perubahan warna biru kehijauan sampai hitam
Steroid dan Terpenoid	Fraksi yang larut dalam eter + Liebermann Burchard	Negatif, karena tidak terbentuk warna hijau

Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Daun Jarak Pagar. Uji aktivitas antibakteri fraksi daun jarak pagar menunjukkan bahwa fraksi memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi yakni 0,5; 2; 4; 6; dan 8 mg/mL. Penggunaan variasi konsentrasi bertujuan untuk mengetahui tingkat keaktifan sampel fraksi daun jarak pagar terhadap penghambatan pertumbuhan koloni bakteri. Data hasil uji aktivitas antibakteri fraksi etil asetat daun jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata diameter zona hambat fraksi etil asetat daun jarak pagar pada berbagai konsentrasi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*

Konsentrasi etil asetat (mg/mL)	Rerata diameter zona hambat (mm)
0,5	4,87±0,31 ⁽⁺⁾
2	8,13±0,25 ⁽⁺⁾
4	11,43±0,06 ^{al(++)}
6	15,93±0,12 ^{abc(+++)}
8	19,73±0,25 ^{cd(++++)}
Kontrol (+)	27,87±0,12 ^{abcde(++++)}
Kontrol (-)	0,00±0,00 ^{cdff(-)}

Keterangan : huruf yang berbeda pada kolom menyatakan perbedaan yang signifikan ($p < 0,005$). a:0,5 mg/mL terhadap 4, 6 mg/mL, dan kontrol(+); b:2 mg/mL terhadap 6 mg/mL dan kontrol(+); c:4 mg/mL terhadap 6, 8 mg/mL, kontrol(+), dan kontrol(-); d:6 mg/mL terhadap 8 mg/mL, kontrol(+), dan kontrol(-); e:8 mg/mL terhadap kontrol(+); f : kontrol(+), terhadap kontrol(-). (-) tidak ada aktivitas hambat; (+) aktivitas hambat lemah; (++) aktivitas hambat moderat; (+++); aktivitas hambat kuat; (++++) aktivitas hambat sangat kuat.

Hasil uji antibakteri fraksi etil asetat daun jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* tampak bahwa konsentrasi 0,5;2; 4; 6; dan 8 mg/mL menghasilkan diameter daya hambat masing-masing sebesar 4,87 mm, 8,13 mm, 11,43 mm, 15,93 mm, dan 19,73 mm. Peningkatan konsentrasi fraksi etil asetat daun jarak pagar mengakibatkan aktivitas penghambatan terhadap pertumbuhan antibakteri semakin meningkat. Peningkatan konsentrasi mengakibatkan kuantitas komponen aktif yang bersifat sebagai antibakteri semakin banyak sehingga kemampuan fraksi dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* juga semakin besar. Berdasarkan hasil uji statistik (tabel 4) menunjukkan bahwa fraksi etil asetat daun jarak pagar memiliki aktivitas antibakteri dan setiap konsentrasi memiliki pengaruh yang signifikan menghambat pertumbuhan *S. aureus*.

Pada konsentrasi 8 mg/mL menunjukkan penghambatan tertinggi yakni 19,73±0,25 mm sedangkan daya hambat kontrol positif yaitu sebesar 27,87±0,12 mm. Berdasarkan ketentuan suatu sampel terhadap daya hambat pertumbuhan koloni bakteri yaitu (1) ukuran zona hambat 1-8 mm termasuk kategori lemah, 9-14 mm termasuk kategori moderat, 15-19 mm termasuk kategori kuat dan >19 mm termasuk kategori sangat kuat (Jarriyawattanachaikul *et al.*, 2016). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fraksi etil asetat daun jarak pagar dengan konsentrasi 8 mg/mL

berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan diameter daya hambat yang dihasilkan termasuk kategori sangat kuat. Selain itu, aktivitas antibakteri pada kontrol positif menunjukkan diameter zona hambat yang sama dengan fraksi etil asetat daun jarak pagar dengan konsentrasi 8 mg/mL. Akan tetapi nilai diameter zona hambat kontrol positif lebih tinggi yakni sebesar $27,87 \pm 0,12$ mm. Penelitian oleh Sharma *et al.*, (2012) menunjukkan senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol akar, batang, dan daun (*J. Curcas* Linn.) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Fraksi etil asetat daun jarak pagar berkhasiat sebagai antibakteri karena mengandung golongan senyawa metabolit sekunder yakni, alkaloid, flavonoid, saponin, polifenol dan tanin. Senyawa metabolit mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan mekanismenya masing-masing. Mekanisme metabolit sekunder alkaloid yakni menghambat proses metabolisme, merusak membran dan dinding sel, modifikasi permeabilitas membran sel (Yan *et al.*, 2021). Saponin memiliki bagian molekul yang dapat menarik air atau disebut dengan hidrofilik dan molekul yang dapat melarutkan lemak atau disebut dengan lipofilik, sehingga dapat menurunkan tegangan permukaan sel yang akhirnya menyebabkan hancurnya sel bakteri (Istiana, 2005). Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder terbesar dari tumbuhan, mekanisme aksi flavonoid yakni mendenaturasi protein sel dan merusak membran sel tanpa dapat diperbaiki lagi (Rachmawaty *et al.*, 2009). Efektivitas tanin sebagai antibakteri lebih kuat terhadap bakteri Gram positif dibandingkan Gram negatif. Hal ini disebabkan perbedaan komponen peptidoglikan pada bakteri (Dong *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil uji statistik menunjukkan bahwa fraksi etil asetat daun jarak pagar memiliki aktivitas antibakteri dan setiap konsentrasi memiliki pengaruh yang signifikan menghambat pertumbuhan *S. aureus*.

Conclusions

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa fraksi etil asetat daun jarak pagar (*J. curcas.*) mengandung senyawa golongan alkaloid, saponin, flavonoid, polifenol dan tanin. Berdasarkan hasil uji antibakteri, fraksi etil asetat daun jarak pagar pada konsentrasi 8 mg/mL menghambat sangat kuat bakteri *Staphylococcus aureus* dengan zona hambat $19,73 \pm 0,25$ mm dan menghambat lemah pada konsentrasi 0,5 mg/mL yakni $4,87 \pm 0,31$ mm.

Acknowledgments

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada Kepala Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP Universitas Halu OLeo yang telah membantu dalam penelitian ini.

References

- Affandy, F., Wirasisya, D.G., Hanifa, N.I. (2021). Skrining fitokimia pada tanaman penyembuh luka di Lombok Timur. *Sasambo J. Pharm.* 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.29303/sjp.v2i1.84>.
- Afzal, M., Kazmi, I., Khan, R., Singh, R., Chauhan, M., Bisht, T., Anwar, F. (2012). Review Article Bryophyllum pinnatum. *A Review.* 2(4), 143-149.
- Dong, G., Liu, H., Yu, X., Zhang, X., Lu, H., Zhou, T., Cao, J. (2018). Antimicrobial and anti-biofilm activity of tannic acid against *Staphylococcus aureus*. *Nat. Prod. Res.* 32, 2225–2228. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1366485>
- Hasibuan, S.A. (2016). Perbandingan Daya Hambat Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* Linn) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara In Vitro. *Skripsi.* Universitas Lampung.
- Hodek, P., Trefil, P., Stiborová, M. (2002). Flavonoids-potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. *Chem. Biol. Interact.* 139, 1–21. [https://doi.org/10.1016/S0009-2797\(01\)00285-X](https://doi.org/10.1016/S0009-2797(01)00285-X).
- Hossain, M.A., AL-Raqmi, K.A.S., AL-Mijizy, Z.H., Weli, A.M., Al-Riyami, Q. (2013). Study of total phenol, flavonoids contents and phytochemical screening of various leaves crude

- extracts of locally grown *Thymus vulgaris*. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 3(9), 705–710. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60142-2](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60142-2).
- Istiana, S. (2005). Perbandingan Daya Antibakteri Perasan Rimpang Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata Roxb.*) dengan Bawang Putih (*Allium sativum, L.*) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Jarriyawattanachaiikul, W., Chaveerach, P., Chokesajjawatee, N. (2016). Antimicrobial Activity of Thai-herbal Plants against Food-borne Pathogens *E. coli*, *S. aureus* and *C. Jejuni*. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 11, 20–24. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.12.004>.
- Kang, J.-H., Kim, M., Yim, M. (2021). FXR/TGR5 mediates inflammasome activation and host resistance to bacterial infection. *Biochem. Biophys. Rep.* 27, 101051. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2021.101051>.
- Kienast, M.E., Giacoboni, G., Lopez, C. (2016). Methicillin Resistant *Staphylococcus Aureus* (MRSA): Preliminary results in training thoroughbreds from Argentina. *J. Equine Vet. Sci.* 39, S44. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.02.096>.
- Langeveld, W.T., Veldhuizen, E.J.A., Burt, S.A. (2014). Synergy between essential oil components and antibiotics: a review. *Crit. Rev. Microbiol.* 40, 76–94. <https://doi.org/10.3109/1040841X.2013.763219>.
- Omeregic, E.H., Folashade, K.O. (2013). Broad Spectrum Antimicrobial Activity of Extracts of *Jatropha curcas*. *J. Appl. Pharm. Sci.* 3(4), 83-87. 10.7324/JAPS.2013.3415.
- Rachmawaty, F.J., Citra, D.A., Nirwani, B., Nurmasitoh, T. Dan Bowo, E.T., 2009. Manfaat sirih merah sebagai agen antibakteri terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*, 1(1), 1–10.
- Rahman, S., Angga, S.C., Toepak, E.P., Bachtiar, M.T., 2021. Profil fitokimia dan aktivitas antibakteri fraksi etil asetat akar jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.). *Sasambo J. Pharm.* 2(2), 73–79. <https://doi.org/10.29303/sjp.v2i2.116>.
- Sarimole, E., Martosupono, M., Semangun, H., Mangimbulude, J.C. (2014). Manfaat Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Sebagai Obat Tradisional. *Prosiding Seminar Nasional Raja Ampat*.9-12.
- Savoia, D. (2012). Plant-derived antimicrobial compounds: alternatives to antibiotics. *Future Microbiol.* 7, 979–990. <https://doi.org/10.2217/fmb.12.68>.
- Sharma, A.K., Gangwar, M., Tilak, R., Nath, G., Sinha, A.S.K., Tripathi, Y.B., Kumar, D. (2012). Comparative in vitro Antimicrobial and Phytochemical Evaluation of Methanolic Extract of Root, Stem and Leaf of *Jatropha curcas* Linn. *Pharmacogn. J.* 4(30), 34–40. <https://doi.org/10.5530/pj.2012.30.7>.
- Surahmaida, Umarudin, Rani, A.W., Dewi, N.C. (2021). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) dengan GCMS. *J. Pharm. Sci.* 6(1), 25–30. <https://doi.org/10.53342/pharmasci.v6i1.202>.
- Yan, Y., Li, X., Zhang, C., Lv, L., Gao, B., Li, M., 2021. Research Progress on Antibacterial Activities and Mechanisms of Natural Alkaloids: A Review. *Antibiotics.* 10, 318. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10030318>.
- Zhang, Q.-W., Lin, L.-G., Ye, W.-C., 2018. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chin. Med.* 13(20). 1-26. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>.